



# **UNIVERSIDAD DE MURCIA**

ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO

Sistema basado en reglas para la autogestión  
de la salud en el asma

**D. Harry Jacinto Luna Aveiga**  
**2021**





**UNIVERSIDAD DE MURCIA**

ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO

TESIS DOCTORAL

Sistema basado en reglas para la autogestión de  
la salud en el asma

Harry Jacinto Luna Aveiga

Director

Dr. Rafael Valencia García

2021



# Dedicatoria

*A mi amada esposa, Teresa Raquel Ortega Pérez, por sus sabios consejos y por apoyarme siempre por ser mi vida y razón de ser. A mi hijo Jorge Andrés Luna Ortega quien es nuestra luz de vida y mayor bendición, a mis padres, Teresa Aveiga de Luna y Andrés Enrique Luna Vera, por sus consejos y apoyo infinito. A mis hermanos, Andrés, Celia, Lourdes, Christian, Jerry, Andrea, Tania mis suegros Jorge Ortega y Janeth Pérez de Ortega por su apoyo, a mis sobrinos por alegrarme la vida. A Diana y Marlene por esa ayuda en momentos complejos.*

*A mis amigos, por estar siempre a mi lado, en los buenos y malos momentos por su ayuda incondicional.*

*A Rafa, mi director, por mostrarme el camino y ayudarme.*



## Contenido

1. Capítulo 1 Introducción.....	17
2. Capítulo 2 Estado del arte.....	21
2.1. La Salud y las TIC.....	21
2.2. Sistemas inteligentes de autogestión de la salud aplicados al asma.....	30
2.2.1 Un sistema de diagnóstico experto para identificar Automáticamente el asma y la enfermedad pulmonar obstructiva crónica en entornos clínicos (Badnjevic, Gurbeta , & Cust, 2018).....	31
2.2.2 ADEMA un sistema de apoyo a la toma de decisiones para el cuidado de la salud del asma (Sefion, Ennaji, & Gailhardou, 2003).....	33
2.2.3. Aplicación de sistemas inteligentes en la enfermedad del asma: diseño de un difuso Sistema basado en reglas para evaluar el nivel de exacerbación del asma (Zolnoori, Hossein, Zarandi, & Mostafa, Application of Intelligent Systems in Asthma Disease: Designing a Fuzzy Rule-Based System for Evaluating Level of Asthma Exacerbation, 2011). .....	37
2.2.4. CAIDSA. (Chakraborty, Mitra, Mukherjee, & Ray, 2009).....	39
2.2.5. Utilización de arquitectura Neurofuzzy para el Diagnóstico automático del asma. (Ansari, Neeraj, & Ekata, 2012).....	41
2.2.6. Diseño e implementación de un sistema experto difuso para detectar y Estimación del nivel de asma y enfermedad pulmonar obstructiva crónica. (Anand, Kalpana, & Vijayalakshmi, 2013) .....	42
2.2.7. Predicción de la patología del asma en niños preescolares sintomáticos mediante un enfoque de sistema inteligente. (Chatzimichail, E. Paraskakis, M. Sitzimi, & A. Rigas, 2013) .	43
2.2.8. Utilización de un sistema de inferencia difusa como medio de diagnóstico del nivel de asma. (Hanum & Subiyanto, 2015).....	46
2.2.9 Un sistema experto basado en reglas difusas para diagnosticar el asma (Zarandi, Zolnoori, Moin, & Heidarnejad, 2010) .....	48
2.2.10 La efectividad del sistema de autogestión del asma basado en la web, My Asthma Portal (MAP): un ensayo piloto controlado aleatorizado (Ahmed, et al., 2016). .....	49
2.2.11 Utilización Evaluación de un sistema de autogestión del asma basado en la web: un ensayo piloto controlado aleatorio (Wiecha, et al., 2015).....	50
2.2.12 Herramientas de autogestión para el asma basadas en la web o en papel: las opiniones de los pacientes y la calidad de los datos en un estudio cruzado aleatorio (Cruz-Correia, y otros, 2007).....	51
2.2.13 Análisis comparativo de los sistemas orientados al Asma. ....	52

2.3 Aplicaciones móviles para la autogestión del asma .....	57
2.3.1. Clasificación de las aplicaciones móviles para el asma .....	58
2.3.1.1. Tratamiento médico para el asma.....	59
2.3.1.2. Aplicaciones de seguimiento que muestran información sobre la salud.....	59
2.3.1.3. Bases de datos de referencia de control. ....	60
2.3.2. Comparativo de aplicaciones .....	61
2.4. Objetivos de la tesis doctoral .....	65
2.4.1. Motivación .....	65
2.4.2. Objetivos .....	66
2.4.3. Metodología .....	66
3. Capítulo 3 Healthmonitor: Sistema para autogestión de la salud para la monitorización del asma .....	69
3.1. Arquitectura del sistema.....	73
3.1.1 Capa de presentación.....	75
3.1.1.1 Inserción de datos en los parámetros para el autocontrol.....	78
3.1.1.2 Seguimiento de pacientes .....	95
3.1.2 La capa de servicios inteligentes.....	97
3.1.2.1 Monitoreo y control del asma.....	98
3.1.2.2 Base de conocimiento de reglas para la autogestión del asma.....	103
3.1.2.3 Recomendación de salud (motor de base de reglas) .....	118
4. Capítulo 4. Validación.....	121
4.1. Descripción del proceso de validación.....	121
4.1.1. Evolución de la sibilancia en paciente.....	123
4.1.2. Evolución de desencadenantes en casos de sibilancia.....	124
4.1.3. Evolución del flujo máximo en paciente .....	126
4.1.4. Evolución de la presión arterial en paciente .....	128
4.1.5. Evolución del sobrepeso en paciente.....	129
4.1.6. Evolución de la alergia en paciente .....	130
4.2. Resultados del proceso de validación.....	132
4.2.1. Resultados de las encuestas.....	132



5. Capítulo 5. Conclusiones y líneas futuras .....	153
5.1 Conclusiones .....	153
Obtención de un modelo de reglas para la representación del conocimiento del dominio de la enfermedad crónica asma.....	154
Obtención de un sistema para la monitorización de distintos parámetros vitales, físicos y mentales como desencadenantes de crisis de asma.....	154
Obtención de un sistema para la recomendación específica al paciente basado en tecnologías del conocimiento.....	155
5.2. Líneas futuras .....	156
6. Capítulo 6. Contribuciones científicas derivadas de la tesis doctoral .....	159
6.1. Publicaciones en revistas.....	159
6.2 Capítulo en libro.....	159
6.3 Publicaciones en Congresos .....	159
ANEXO.....	169
Anexo 1 Reglas para control de flujo máximo mayor igual a 80% .....	169
Anexo 2 Reglas para control de flujo máximo menor 80% y mayor igual a 50% .....	177
Anexo 3 Reglas para control de flujo máximo menor a 50% .....	186
Anexo 4 Reglas para control de flujo máximo menores de 15 años .....	194
Referencias .....	161

## Índice de figuras

Figura 1 Arquitectura de un sistema de diagnóstico .....	32
Figura 2: Arquitectura CBR.....	34
Figura 3: proceso de ADEMA .....	34
Figura 4 Cronología y Procedimientos .....	36
Figura 5 Ciclo de vida de adquisición del conocimiento .....	38
Figura 6. CAIDSA .....	40
Figura 7 Diagrama de bloques del sistema Neurofuzzy para el asma .....	42
Figura 8 Diagrama de flujo del sistema inteligente propuesto para la predicción del asma.....	45
Figura 9 Arquitectura del sistema de inferencia difusa .....	46
Figura 10 Diagrama del proceso de selección de aplicaciones.....	58
Figura 11 Mapa de Información del Asma .....	72
Figura 12 Healthmonitor para monitoreo del asma. ....	74
Figura 13 Arquitectura Healthmonitor para monitoreo del asma. ....	75
Figura 14 inicio de la aplicación Healthmonitor para monitoreo del asma .....	76
Figura 15 Registrar una nueva cuenta de la aplicación Healthmonitor para la monitorización del asma .....	76
Figura 16 Ingreso de datos del paciente en la aplicación Healthmonitor para la monitorización del asma .....	77
Figura 17 funciones del aplicativo Healthmonitor para monitoreo del asma .....	78
Figura 18 Ingreso de valores de flujo máximo en Healthmonitor para monitoreo del asma.....	79
Tabla 10 (Perelló, Román Rodríguez, & Grupo de Respiratorio de la Societat Balear de , 2002)81	
Figura 19 Registro de sibilancia Healthmonitor para monitoreo del asma.....	82
Figura 20 Ingreso de uso de inhalador de Healthmonitor.....	83
Figura 21 Ingreso de uso de nebulizador de Healthmonitor .....	83
Figura 22 Ingreso de alergia en Healthmonitor .....	84
Figura 23 Ingreso de uso de medicamentos de Healthmonitor.....	85
Figura 24 Ingreso de tiempo de suministro de medicamento de Healthmonitor .....	85
Figura 25 funciones Pulso y presión de Healthmonitor.....	86
Figura 26 Ingreso manual de presión arterial de Healthmonitor .....	86
Figura 27 Ingreso de peso de Healthmonitor para monitoreo del asma .....	87
Figura 28 Rutinas de ejercicios de Healthmonitor.....	90
Figura 29 Alimentación de Healthmonitor .....	91
Figura 30 Dieta de Healthmonitor .....	92
Figura 31 Fitness de Healthmonitor.....	93
Figura 32 Ingreso de estado de ánimo de Healthmonitor para monitoreo del asma.....	94
Figura 33 presión atmosférica de informe Healthmonitor .....	95
Figura 33 Selección de especialistas de Healthmonitor.....	96
Figura 34 Selección de doctor de Healthmonitor para monitoreo del asma .....	96
Figura 35 Estadísticas de parámetros de Healthmonitor para monitoreo del asma .....	97
Figura 36 Monitoreo y control de Healthmonitor para monitoreo del asma .....	99
Figura 37 Ingreso a plataforma web de Healthmonitor para monitoreo del asma.....	100

Figura 38 Registro de control de Healthmonitor para monitoreo del asma.....	100
Figura 39 Monitorización global de Healthmonitor para monitoreo del asma.....	101
Figura 40 Reporte de peso de Healthmonitor para monitoreo del asma.....	101
Figura 41 Exportar reporte de peso de Healthmonitor para monitoreo del asma .....	102
Figura 42 Reporte de peso de Healthmonitor para monitoreo del asma.....	102
Figura 43 Reporte de parámetros de Healthmonitor para monitoreo del asma .....	103
Figura 44 Reporte de promedio de Healthmonitor para monitoreo del asma.....	103
Figura 45. Proceso de recomendación de Healthmonitor .....	104
Figura 46 Interacción entre las reglas y recomendaciones alertas- tips.....	119
Figura 47 proceso reglas y recomendaciones alertas- tips.....	120
Figura 48 Evolución de Sibilancia.....	124
Figura 49 Desencadenante por género.....	126
Figura 50 Desencadenante con presencia de sibilancia .....	126
Figura 51 Evolución de FEM en un paciente con crisis .....	127
Figura 52 Hipertensión en un paciente .....	129
Figura 53 Evolución de peso.....	130
Figura 54 Resultados de la pregunta 1.....	136
Figura 55 Resultados de la pregunta 2.....	137
Figura 56 Resultados de la pregunta 3.....	137
Figura 57 Resultados de la pregunta 4.....	138
Figura 58 Resultados de la pregunta 5.....	138
Figura 59 Resultados de la pregunta 6.....	139
Figura 60 Resultados de la pregunta 7.....	140
Figura 61 Resultados de la pregunta 8.....	140
Figura 62 Resultados de la pregunta 9.....	141
Figura 63 Resultados de la pregunta 10.....	142
Figura 64 Resultados de la pregunta 11.....	143
Figura 65 Resultados de la pregunta 12.....	143
Figura 66 Resultados de la pregunta 13.....	144
Figura 67 Resultados de la pregunta 14.....	144
Figura 68 Resultados de la pregunta 15.....	145
Figura 69 Resultados de la pregunta 16.....	146
Figura 70 Resultados de la pregunta 17.....	146
Figura 71 Resultados de la pregunta 18.....	147
Figura 72 Resultados de la pregunta 19.....	147
Figura 73 Resultados de la pregunta 20.....	148
Figura 74 Resultados de la pregunta 21.....	148
Figura 75 Resultados de la pregunta 22.....	149
Figura 76 Resultados de la pregunta 23.....	149
Figura 77 Resultados de la pregunta 24.....	150
Figura 78 Resultados de la pregunta 25.....	150

## Índice de tablas

Tabla 1 Tipo de Asma.....	29
Tabla 2: Resultados de la evaluación.....	35
Tabla 3: Parámetros y sus funciones correspondientes.....	44
Tabla 4 Diagnóstico de los síntomas del nivel de asma. Zolnoori.....	48
Tabla 5 Tabla de resultados del nivel de asma de Zolnoori.....	48
Tabla 6 Análisis comparativo de los sistemas estudiados orientados al Asma.....	56
Tabla 7 información sobre aplicaciones para el control del asma .....	62
Tabla 8 funciones analizadas en aplicaciones.....	63
Tabla 9 características de aplicaciones para el control del asma .....	64
Tabla 10 IMC Relación peso-altura.....	88
Tabla 11 Reglas para control de flujo máximo mayor igual a 80%.....	106
Tabla 12 Reglas para control de flujo máximo menor 80% y mayor igual a 50% .....	107
Tabla 13 Reglas para control de flujo máximo menor a 50%.....	108
Tabla 14 Reglas para control de flujo máximo menores de 15 años .....	109
Tabla 15 Recomendaciones de flujo máximo.....	109
Tabla 16 Reglas para Sibilancia.....	110
Tabla 17 recomendaciones para Sibilancia.....	110
Tabla 18 Reglas para alergia.....	112
Tabla 19 recomendaciones para alergia.....	113
Tabla 20 Rangos de presión arterial.....	113
Tabla 21 Reglas para presión arterial.....	114
Tabla 22 recomendaciones para hipertensión .....	114
Tabla 23 Reglas para peso .....	116
Tabla 24 recomendaciones peso .....	117
Tabla 25 Reglas estado de ánimo.....	117
Tabla 26 Recomendaciones estado de ánimo .....	118
Tabla 27 Clasificación de participantes y registro realizados.....	122
Tabla 28 Edad paciente por sexo .....	123
Tabla 29 crisis de asma .....	123
Tabla 30 Sibilancia en pacientes.....	123
Tabla 31 Sibilancia y crisis de asma .....	125
Tabla 32 Picos de FEM.....	127
Tabla 33 Estado de ánimo.....	128
Tabla 34 Hipertensión en un paciente.....	128
Tabla 35 peso de pacientes .....	130
Tabla 36 Peso de pacientes .....	130
Tabla 37 Alergia en pacientes.....	131
Tabla 38 Sibilancia y crisis de asma.....	131
Tabla 39 Aplicación móvil como un recurso tecnológico .....	133

Tabla 40 Funcionalidad a nivel paciente – especialista como herramienta de autogestión en la salud .....	134
Tabla 41: Aplicación móvil como recurso tecnológico para doctores.....	135

## **Lista de acrónimos**

<b>Término</b>	<b>Significado</b>
TIC	Tecnologías de la información y la comunicación
TM	Telemedicina
IST	Sistemas y Tecnologías de la Información
OMS	Organización Mundial de la Salud
EPOC	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica
CDSS	Sistemas de apoyo a la decisión clínica
FEM	Flujo espiratorio máximo
IMC	Índice de masa corporal
TMB	Tasa de metabolismo basal

## **Resumen**

El asma se ha transformado en una enfermedad crónica la cual está afectando millones de personas en el mundo, limitando la calidad de vida de los pacientes que la padecen, con síntomas que se presentan de forma habitual como silbido en el pecho o tos, lo cual en ocasiones termina en desencadenantes de crisis de asma que suele controlarse con el uso de broncodilatadores y bajo observación y atención por parte de especialistas. Esta supervisión termina representando un alto costo para el paciente que con el paso del tiempo va aprendiendo a controlar y evitar los desencadenantes que afectan su enfermedad.

El crecimiento de casos de esta patología hace que los especialistas de la salud se encuentren con más carga de pacientes. Existen diversos tipos de investigaciones y estudios que se han realizado diversos tipos de especialistas, así como también organizaciones internacionales donde se establece el crecimiento y peligro que representa el asma, la cual va causando deterioro en la salud de la persona. Es así como en estos estudios se establece lo importante que es para los pacientes que sufren de esta enfermedad mejoren su calidad de vida, que no solo los afectara a ellos sino también a su entorno familiar y social que se ven afectados.

En los últimos años la tecnología se ha convertido en un aporte fundamental para el área de la salud esto se debe en gran parte a los avances tecnológicos los cuales contribuyen a mejorar la atención de los pacientes. Es así que la aplicación de sistemas de toma de decisiones se presenta como un recurso para los especialista y pacientes, que con la aplicación de base de conocimientos de expertos se convierten una herramienta para paciente-especialista que ayuda a la toma de decisiones.

El objetivo principal de esta tesis doctoral es el desarrollo de una herramienta inteligente y colaborativa que permita estudiar los datos introducidos por los pacientes para lograr procesos de autogestión de la salud en enfermedades crónicas y más concretamente en el asma que permita la monitorización, prevención, diagnóstico y tratamiento. Esta plataforma la cual se la llamado HealthMonitor permite el control de parámetros desencadenantes, gestión de alertas y recomendaciones de salud de pacientes que padecen de asma desarrollando un sistema basado en reglas.





# 1. Capítulo 1 Introducción

La autogestión de la salud hoy en día se ha ido transformando en una importante herramienta para los pacientes de enfermedades crónicas como el asma, donde aplicaciones de software se ponen al servicio de pacientes para la realización de controles médicos en los cuales se utiliza la información que ellos mismos proporcionan, esto permite la realización de un control de primera mano.

El desarrollo de esta tesis doctoral tiene como objetivo proponer un modelo que permita llevar un control de su enfermedad crónica a los pacientes que sufren de asma, para esto se desarrolló un modelo de auto gestión de la salud que les permite mantener un monitoreo y control, para lograr este objetivo, se utilizó a las TIC como una herramienta de apoyo para poder llevar el registro de flujo máximo, sibilancia, inhaladores, nebulizadores, alergias, medicamentos, además de pulso, presión, peso, estado de ánimo y actividades deportivas, con este modelo se pretende ayudar al paciente a mantener un mejor control en su tratamiento médico y evitar llegar a crisis asmáticas, ya que esto ocasiona deterioros en la salud y afecta al estilo y calidad de vida de las personas asmáticas.

El asma es un síndrome complicado donde cerca de 300 millones de personas se ven afectadas en el mundo; falta mucho por interpretar en lo referente su fisiopatología, donde se lo relaciona mucho con factores del entorno ambiental y genético del paciente. (Ocampo, Gaviria, & Sánchez, 2017).

En América Latina, se estima que 15.9 % de personas presenta problemas de asma; las personas que padecen de asma generan trastornos como la depresión o ansiedad, lo cual tiene un efecto negativo en su salud provocándoles mayores crisis de asma. (Chérrez-Ojeda, et al., 2019)

El asma es una enfermedad crónica grave, por tal motivo están surgiendo nuevas iniciativas de procedimiento para su control, las cuales parecen tener efectos eficaces en ciertos pacientes que presentan desencadenantes comunes, esto contribuye a un manejo personalizado del asma (Niespodziana, y otros, 2020).

En la actualidad, se considera una necesidad a la intervención de la tecnología en el desarrollo de la medicina en cuanto a innovación y comunicación, ya que contribuye en el diagnóstico y

prevención de enfermedades, con la utilización del smartphone se ha logrado un 90 % de desarrollo de estas aplicaciones de mHealth (Velasco-Rodríguez, 2018).

Los sistemas de recomendaciones ayudan a los usuarios en todo tipo de búsqueda (Konstan, 2008). La técnica de los sistemas de recomendaciones contribuye a solucionar los problemas que se presentan con la sobrecarga de información ya que son recomendaciones producto del filtrado de información (Isinkaye, Folajimi, & Ojokoh, 2015).

En este trabajo doctoral, se realizó una arquitectura que permite el auto control del asma, para lo cual se desarrolló un aplicativo que por medio de una aplicación móvil y web permite tanto al paciente como al especialista monitorear el estado de salud, con los controles de flujo máximo, presencia de sibilancia, alergias como principales aspectos de desencadenantes, así como también otros parámetros que influyen en el deterioro de la salud del paciente asmático como lo son las actividades físicas, pulso, presión arterial, peso, estados de ánimo. Con estos parámetros que proporciona el autocontrol por parte del paciente, el especialista podrá contar con información en tiempo real lo que contribuirá a una mejor relación especialista – paciente, todo esto producto de las recomendaciones basadas en reglas.

En este trabajo doctoral la metodología se enfoca en las siguientes fases: El estudio de estado del arte, diseño de la aplicación de recomendaciones para el autocontrol del asma basado en un sistema de reglas y por último la validación de la propuesta.

En la fase del estudio del arte, se realiza un análisis de arquitecturas existentes en referencia a los sistemas de autogestión de la salud enfocados en el tratamiento del asma, identificando sus principales características.

En la fase de diseño de la aplicación de recomendaciones para el autocontrol del asma basado en un sistema de reglas, se aplicaron reglas de inferencias en el diseño del sistema web y móvil con el aporte de especialistas en el asma quienes determinaron las reglas y recomendaciones para el control y tratamiento del paciente con asma.

En la fase de validación de la propuesta, se realizó el monitoreo de cada paciente a través del sistema de autogestión con la participación de especialistas y pacientes llevando el control de parámetros como el flujo máximo, presencia de sibilancia, alergias, entre otros, posterior a esto, se evaluó la efectividad del uso especialista -paciente.

El presente trabajo doctoral cumplió con los objetivos establecidos, esto se muestra en el desarrollo de los siguientes capítulos:

En el Capítulo uno, se detalla introducción al trabajo doctoral, donde se analiza la problemática existente en el autocontrol del asma como enfermedad crónica, la optimización en comunicación especialista – paciente.

El Capítulo dos describe un análisis relacionado con tecnologías web y móviles aplicadas en la autogestión del asma, se realiza un análisis de estos aplicativos, los parámetros de control, tipo de sistema operativo que se utiliza, su funcionalidad y comparación entre ellos para analizar las características que utilizan para el seguimiento y control del asma en los pacientes.

En el Capítulo tres, se establece una arquitectura para la plataforma de autogestión de la salud, aplicada específicamente en la patología crónica del asma. Los factores considerados para el control en crisis asmáticas de pacientes que se analizan son: presión en el pecho, falta de aire, respiración sibilante o tos, entre otros y que mantienen diversos tipos de tratamientos como son los broncodilatadores, corticosteroides, entre otros. Así también se estableció un sistema de alertas basadas en reglas producto de los factores de control acompañado de un módulo de recomendaciones basados en criterios del especialista. Finalmente, la estructura del sistema se forma por los siguientes módulos: motorización de parámetros y gestión de alertas, recomendaciones de salud y personalización de contenidos.

En el Capítulo cuatro, se realiza la validación del sistema, se verificarán los resultados obtenidos de la aplicación para el control del asma, la importancia del autocuidado de la salud en pacientes con enfermedades crónicas como el asma, la evaluación y análisis se realiza para determinar el aporte e importancia que se logra en el control y seguimiento del asma mediante la aplicación de la autogestión en salud. Para comprobar los resultados obtenidos participaron 67 pacientes adultos que padecen asma y cuyas edades van desde los 20 años en adelante, se realizó un control y seguimiento durante 90 días, en los que realizaron sus registros de parámetros de control en la aplicación. Para la validación se diseñó una encuesta que analiza funcionalidad, navegabilidad, auto control, se analizan los resultados de las preguntas y se utiliza una representación gráfica para la mismas.

El Capítulo cinco se presentan las conclusiones que se logran obtener por medio del análisis de la aplicación de recomendaciones basado en reglas para el control del asma que tiene como objetivo ayudar a mejorar el sistema de prevención en la salud con el control de parámetros que van relacionados con las crisis de asma como lo son el sobrepeso, presión arterial, sibilancia, flujo máximo, alergia, así como el control de uso de medicamentos, inhaladores, nebulizadores y actividades deportivas, además de proporcionar una guía de ejercicios, alimentación y el monitoreo del paciente por parte de expertos de la salud, es así que se logra una plataforma móvil para prevención, control y monitorización del asma como autogestión de la salud.

Finalmente, se exponen líneas futuras donde se recalca que siendo el asma una enfermedad crónica que cada día está en aumento, existen diversos temas que no han sido considerados en este trabajo de tesis y pueden ser estimados como futuros trabajos.

## **2. Capítulo 2 Estado del arte**

### **2.1. La Salud y las TIC**

Los sistemas y tecnologías de la información en salud son relativamente recientes. Probablemente ni siquiera lleguen a las cinco décadas, pero fueron desde el principio, un enorme progreso en salud y tecnología de la información. (Rocha, 2011).

El potencial que tienen las tecnologías de asistencia para contribuir con el estilo de vida de las personas mayores es considerable ya que este es su objetivo primordial, los dispositivos de salud portátiles se consideran parte de los sistemas de salud personal, estos sirven para prestar servicios de atención médica preventiva y de diagnóstico, así como sirven también para educar a los consumidores y aliviar la carga de trabajo de los profesionales de la salud; por lo tanto, se considera de suma importancia el desarrollar sistemas y dispositivos que se adapten a las necesidades y limitaciones de las personas adultas mayores y que les puedan brindar notorios beneficios.

De acuerdo con Duarte y Silva (2018), los dispositivos de salud portátiles se consideran parte de los sistemas de salud personal. El empoderamiento es un concepto introducido a fines de la década de 1990, con el propósito de colocar al ciudadano individual en el centro del proceso de prestación de atención médica, para gestionar su propia salud e interactuar con los proveedores de atención médica.

Debido a que estas tecnologías ofrecen formas nuevas y mejoradas para brindar atención médica, realizar actividades de promoción de la salud y para monitorear la salud pública, la asistencia sanitaria y el bienestar del usuario reciben grandes beneficios con su evolución. Un sistema de salud de vanguardia debería proporcionar mejores servicios de salud a las personas en todo momento y desde cualquier lugar, de manera económica y amigable para el paciente (Amna, Asma, Aisha, Ali, & Mohammed, May 2015).

La utilización de apps proporciona varios beneficios: disminuye la cantidad de errores médicos usando algoritmos clínicos, mejoran la calidad de prestación de servicios médicos, disminuye costos, evita acudir a consultas médicas innecesarias y optimiza el acceso a los servicios de salud.

Así mismo las tecnologías digitales para la salud permiten crear medicina de precisión para detectar, prevenir y controlar enfermedades por medio del monitoreo continuo y el análisis inteligente de grandes cantidades de información; es decir, tiene la potencialidad de ser una solución a varios problemas médicos. Es importante que el paciente asuma un rol activo y adquiera hábitos de auto vigilancia y control. Las aplicaciones móviles proveen a las personas de herramientas de control, cuidado y prevención que les facilitan el participar en el proceso.

El poder monitorear la salud de los pacientes es una gran ventaja causada por los avances tecnológicos y la mejora en la arquitectura de los sistemas ha permitido el incremento de la capacidad de almacenamiento. Por tanto, el procesamiento de datos moleculares, de datos alfanuméricos o de datos para imágenes clínicas se ha vuelto más complejo, lo que ha permitido que el dato no solo sea utilizado para un análisis administrativo dentro de un sistema de salud si no que ahora está enfocado también en la atención médica y su ayuda en la prevención y control de enfermedades.

Junto con el adelanto de las metodologías de la información, las tecnologías de información y comunicación (TIC) también han evolucionado significativamente influyendo rápidamente en la sociedad. Las TIC permiten una gestión rentable de las enfermedades, así como el empoderamiento del paciente y la promoción de la salud. (Haluzaa & David , January 2015).

En salud este impacto estaba orientado a la optimización de procesos, al incremento de productividad y la gestión financiera, en lo que conocemos como la era de los “sistemas de información hospitalarios”. Sin embargo, al entender el flujo de trabajo y contexto clínico (capa clínica) como una serie de procesos complejos en los que el paciente y su interacción con el sistema de salud son el centro de la escena, estos sistemas evolucionaron hacia “sistemas de información en salud” (o sanitarios), donde la captura, intercambio, almacenamiento, acceso y gestión de información clínica adquieren un rol fundamental, con el objetivo de contribuir a la calidad y eficiencia de la atención de salud, mejorar la accesibilidad a sus servicios y el conocimiento médico. En este contexto, como una disciplina tecnológica que busca desarrollar y gestionar eficiente y estratégicamente los nuevos sistemas de información sanitaria, surge la informática en salud. (Plazzotta, Luna, & González Bernaldo de Quirós, Jun. 2015)

Dentro del ámbito de la salud encontramos los avances de la telemedicina (TM), que implica el uso de tecnología para proporcionar servicios médicos a los pacientes que viven a distancia. Se

puede utilizar de forma asincrónica para la interpretación de los resultados de las pruebas (espirometría, estudios por imágenes de pruebas cutáneas) y para la comunicación de información cuando la presencia simultánea del médico y del paciente es innecesaria. Los encuentros sincrónicos pueden ser no programados e iniciados bajo demanda por los pacientes o ser sustitutos facilitados para las visitas en persona. Esto último se traduce en resultados de asma que son tan buenos como los de las visitas en persona, reduciendo al mismo tiempo el costo y las molestias de los viajes de las comunidades rurales a los centros urbanos. Las visitas facilitadas se pueden realizar en los entornos ambulatorios y del departamento de emergencias, y se pueden utilizar para consultas hospitalarias cuando los especialistas en alergias no están disponibles. Tanto los pacientes como los doctores experimentan altos grados de satisfacción con este tipo de visitas. Además, las visitas virtuales realizadas con TM son rentables. TM ofrece una solución a la escasez de atención especializada que está presente en las comunidades rurales. (Luisa Taylor, Waller, & Portnoy, November–December 2019).

Por lo tanto, la implementación de la tecnología de la información continuará teniendo efectos importantes en la práctica de la medicina de emergencia. Los sistemas de registro y seguimiento de pacientes, los sistemas electrónicos de ingreso de pedidos por telemedicina y la llegada de los registros electrónicos de salud son algunos ejemplos de aplicaciones que influyen en la atención al paciente en los departamentos de emergencias. (Michael Dinh & Chu, 2006) . El aporte de los médicos siempre será considerado fundamental dentro del avance de la tecnología y su desarrollo en el campo de la salud.

El aumento continuo de la disponibilidad de datos, en particular, a partir de las redes de comunicaciones y la aplicación de la computación de alto desempeño, con proezas como la descripción del genoma humano, convierten en imprescindible el empleo de técnicas y herramientas que le den sentido y utilidad a la información existente (Rodríguez, 2002). El campo de los Sistemas y Tecnologías de la Información (ISTI) en salud ha evolucionado gradualmente. Es un campo muy amplio, que incluye avances como, por ejemplo, el diagnóstico computarizado, los sistemas de apoyo a la toma de decisiones para la medicina basada en la evidencia, el Registro electrónico de salud (EHR), las unidades interregionales, nacionales e internacionales de proveedores de atención médica, la tecnología de imágenes médicas, para ejemplo de Sistemas de archivo y comunicación de imágenes (PACS) e imágenes para guiar la cirugía y la terapia (Mullner

y Chung, 2006; Wetering y Batenberg, 2009) (Rocha, 2011). Los métodos médicos simples no son un medio suficiente para determinar cómodamente y de forma efectiva un padecimiento. Por consiguiente, con el adelanto de la tecnología moderna, es necesario trabajar en algo nuevo que aporte a las decisiones médicas.

Es posible que el médico con información y conocimientos avanzados no pueda hacer juicios justificables en el campo de la medicina. Solo los datos clínicos y estudios empíricos no son suficiente para tomar decisiones óptimas. A veces, los datos clínicos pueden omitir la información necesaria en momento correcto en el lugar correcto. Por lo tanto, en la actualidad han surgido estos sistemas de soporte de toma de decisiones asistido por computadora, para filtrar de manera inteligente la enfermedad adecuada y fomentar la medicación más adecuada para los pacientes necesitados (Patra & GourSundarMitra , 2013).

Por otro lado, los sistemas de recomendación se utilizan para proporcionar información filtrada de una gran cantidad de elementos. Proporcionan recomendaciones personalizadas sobre productos o servicios a los usuarios. Las recomendaciones están destinadas a proporcionar elementos interesantes a los usuarios. Los sistemas de recomendación se pueden desarrollar utilizando diferentes técnicas y algoritmos donde la selección de estas técnicas depende del área en la que se aplicarán (Colombo-Mendoza, Valencia-García, Rodríguez-Gonzalez, Alor-Hernández, & Samper-Zapaterd, 2015).

La tendencia de aplicación de la minería de datos en la atención sanitaria hoy en día se incrementa porque el sector es rico en información y la minería de datos se ha convertido en una necesidad. (Țaranu, 2015). En las última dos décadas la minería de datos ha tenido como objetivo analizar y explorar las bases de datos existentes para contribuir en la toma de decisiones dentro de las organizaciones y así desarrollar sistemas inteligentes que sean capaces de realizar la extracción de la información de los textos, la técnica que se implementa en la minería de datos involucra procesar – analizar – consolidar – obtener información de grandes volúmenes de datos, los cuales son los que aportan en la toma de decisiones, de manera que desarrollen experiencia, a partir de las transacciones que registra una organización en sus sistemas informáticos.

La insuficiencia de especialistas médicos en los países en desarrollo ha dado lugar a una disminución de la calidad de vida de muchos pacientes. Resolver esta ineficacia de los servicios médicos que utilizan la educación de los recursos humanos es una solución costosa y que lleva



mucho tiempo que puede resultar en una mayor morbilidad y mortalidad de los pacientes. La solución de la inteligencia artificial en medicina ha traído muchas ventajas en el diagnóstico, el manejo y la predicción de enfermedades. (Zolnoori, Zarandi, Hossein, & Moin, 2018)

Muchos sistemas de inteligencia se han desarrollado para mejorar la atención médica, reducir el costo del tratamiento y mejorar la calidad de vida, etc. utilizados en varios aspectos de la IA, como el procesamiento de imágenes, redes neuronales, sistemas expertos y lógica difusa. (Zolnoori, Zarandi, Hossein, & Moin, 2018)

Según Lai, C., Beasley, R., Crane, J., Foliaki, S., Shah, J., Weiland, S. (2009), aquellos métodos en que se basaron los expertos para desarrollar clasificaciones en la rama médica pueden incluir la predicción y pronóstico, diagnóstico, diseño, planificación, seguimiento, tratamiento, instrucción y enseñanza, control y gestión, y simulación. A su vez la tecnología de asistencia es un término que se refiere a todos los sistemas y servicios relacionados con la utilización de productos y servicios para la ayuda según la Organización mundial de la Salud. Los productos de apoyo mantienen o mejoran la autonomía de una persona y su capacidad para desenvolverse, con esto promueven su bienestar.

Tecnología de asistencia es un término que se refiere a todos los sistemas y servicios relacionados con la utilización de productos y servicios para la asistencia según la Organización mundial de la Salud. Los productos de asistencia mantienen o mejoran la autonomía de una persona y su capacidad para desenvolverse, con esto promueven su bienestar.

La IA es una amplia disciplina que tiene como objetivo entender y diseñar sistemas que muestren propiedades de inteligencia, emblemática de la cual es la capacidad de aprender: derivar conocimiento de los datos (Panch, Szolovits, & Atun, 2018). La capacidad de una máquina para representar la mente humana y realizar cualquier tarea intelectual que un humano pueda realizar se denomina inteligencia general artificial. (Wahl, Cossy-Gantner, Germann, & Schwalbe, 2018)

Como tal, las aplicaciones de la IA se pueden encontrar en varios dominios, desde la robótica, el reconocimiento de imagen y voz, hasta el procesamiento del lenguaje natural y los sistemas expertos. Dada su amplia, dinámica y el rápido crecimiento de sus capacidades, la IA se ha utilizado en el campo de la medicina desde mediados del siglo XX, cuando los médicos realizaron sus primeros intentos para mejorar los diagnósticos utilizando programas asistidos por el

computador. Un gran ejemplo de esto es el diagnóstico de dolor abdominal que utilizó el análisis informático realizado por Gunn en 1976. El interés por los avances de las aplicaciones con IA médica ha aumentado en los últimos años, debido a la potencia informática sustancialmente mejorada de los ordenadores modernos y la enorme cantidad de datos digitales disponibles para su recopilación y utilización en la actualidad (Tran, Thu Vu, Hai Ha, Hoang Vuong, & Tung Ho, 2019).

El adelanto de la inteligencia artificial (IA) también ha significado un aporte importante para resolver problemas complejos en el campo médico lo cual es muy valioso dada la complejidad en el diagnóstico clínico, propio de la mente y el organismo humano. En particular, la inteligencia artificial es una rama de la minería de datos que utiliza procesos automatizados para encontrar información y patrones entre los datos. La minería de datos se utiliza en una amplia gama de diversos propósitos, pero una de sus aplicaciones más obvias es el proceso de diagnóstico médico basado en hallazgos clínicos, que se utiliza para explorar la relación entre los hallazgos clínicos y los resultados de diagnóstico (Alizadeh, Safdari, Zolnoori, & Bashiri, 2015).

Las enfermedades crónicas, también conocidas como enfermedades no transmisibles, generalmente progresan lentamente a lo largo de mucho tiempo. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), las "grandes 5" enfermedades crónicas son la diabetes mellitus, las enfermedades cardiovasculares y respiratorias crónicas, el cáncer y los accidentes (Wildevuur & Simonse, 2015).

Los últimos años han sido testigos de un creciente interés en establecer inteligencia computacional e infraestructuras para mejorar varios ámbitos de la práctica médica y la salud pública. Para las personas que viven con enfermedades crónicas, el manejo adecuado de los medicamentos y los factores de estilo de vida son indispensables para mantener los síntomas bajo control (Bi & Abraham, 2012). En la sociedad actual, la incidencia de enfermedades crónicas degenerativas como la diabetes o el asma han aumentado vertiginosamente debido a factores ambientales y al sedentarismo (Lazar, 2005). Los autores del trabajo (Apolinario, et al., 2018) sostienen que los sistemas inteligentes cumplen un rol trascendente en el diagnóstico y manejo de enfermedades pulmonares como el asma. El asma es un trastorno pulmonar crónico con tres signos: inflamación crónica, hipersensibilidad y obstrucción reversible de las vías respiratorias; su prevalencia se estima entre el 1,4 y el 27,1% en el mundo (Zolnoori, Zarandi, Hossein, & Moin, 2018).

Por lo tanto, el inicio del sistema de información con relación a la atención médica es un campo importante que necesita ser explorado para poder brindar ayuda sistematizada a pacientes y especialistas. Este servicio médico se utiliza principalmente para el seguimiento y medicación del paciente, como también se dijo "Prevenir es mejor que curar". Además, el pre diagnóstico es primordial para la prevención y complicaciones futuras en la calidad de vida. La población mundial padece muchas patologías que afectan a diferentes partes del cuerpo, tales como: problemas oculares, enfermedades cardíacas, cánceres, tumores, enfermedades pulmonares, cánceres y tumores cerebrales, vías urinarias, etc., muchas de ellas son crónicas y difíciles de diagnosticar por eso se debe tomar medidas preventivas que ayudarían a evitarlas (Patra & GourSundarMitra , 2013).

El asma puede ocurrir a cualquier edad. Las paredes internas de las vías respiratorias de un asmático en realidad se hinchan creando dificultad para respirar. Aquí aparece el cambio que es estimulado por los alérgenos o por los desencadenantes ambientales. La inflamación de las vías respiratorias juega un papel importante entre las sibilancias, el asma, la fibrosis quística (FQ) y la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC). Por lo tanto, es necesario identificar los cambios inflamatorios de las vías respiratorias (Patra & GourSundarMitra , 2013).

El asma afecta al 7% de la población y a 300 millones en todo el mundo y causa 4.000 muertes al año en los Estados Unidos (Iaeng, et al., 2012), según La Organización Mundial de la Salud en la publicación emitida el 20 de mayo del 2020, realiza un estudio sobre los problemas generados por el asma y muestra datos y cifras que manifiestan lo siguiente:

El asma es una de las principales enfermedades no transmisibles, ya que es una enfermedad crónica que provoca inflamación y estrechamiento de las vías que conducen el aire a los pulmones; es una enfermedad padecida por muchos niños, a la par, en 2016 se consideraba que había más de 339 millones de personas con asma en todo el mundo, año en el que el asma causó en todo el mundo 417 918 fallecimientos y provocó la pérdida de 24,8 millones de años de vida ajustados en función de la discapacidad. La mayoría de muertes por asma se producen en los países de ingresos bajos y medianos bajos, por lo que se considera a los ingresos económicos como un factor incidente.

Las partículas inhaladas y sustancias que pueden provocar reacciones alérgicas o irritar las vías respiratorias son el mayor factor de riesgo de padecer asma, aunque también se puede reducir la gravedad del asma controlándolo con medicación y evitando sus desencadenantes, de igual manera, con un tratamiento adecuado, los afectados podrán tener una mayor calidad de vida.

En muchos países, las enfermedades no transmisibles, como el asma, aún no se consideran una prioridad de atención médica (Nunes, Pereira, & Morais-Almeida , 2017). El diagnóstico de asma se basa fundamentalmente en la historia clínica del paciente (Martell & Fernández Vega, 2009). Las características para valorar para obtener el diagnóstico son de tres tipos: clínicas, funcionales e inflamatorias (Rodríguez-Rodríguez, Antolín-Amérigo, Barbarroja-Escudero, & Sánchez-González, 2013).

El diagnóstico del asma es una tarea importante del proceso médico, si un paciente con ciertos síntomas visita diferentes médicos, puede tener diferentes opiniones sobre el tipo enfermedad que padece. Asimismo, si se presentan dos personas diferentes con síntomas parecidos que acuden al mismo médico podrían llevarse un diagnóstico diferente. Esto muestra que existe una cierta confusión en el médico en el proceso de diagnóstico.

El asma, como una enfermedad del aparato respiratorio, se caracteriza por problemas de respiración acompañada de tos con una sensación de ahogo con presencia de ruidos sibilantes en el pecho, puede ser producida por varios tipos de factores como el frío o el ejercicio, también ciertos alérgenos pueden provocar la falta de aire, es por esto por lo que el asma puede ser clasificada de varias maneras.

Como se puede observar en la tabla 1; con relación al funcionamiento de los factores desencadenantes el asma puede derivarse en varios tipos como: alérgico, estacional, no alérgico, ocupacional, por el ejercicio o nocturno; mientras que en función del nivel de control puede mencionarse que la patología está controlada, parcialmente controlada y no controlada. Por último, en función de la gravedad y frecuencia dado por el grado de obstrucción de las vías respiratorias que se mide con espirómetro ésta puede ser persistente, intermitente, persistente leve, persistente moderado y crónico. El cuadro que se encuentra a continuación especifica los tipos y sus conceptualizaciones.

Tipo de Asma	
En función de los factores desencadenantes	<p><b>Alérgica:</b> Relación con la exposición a sustancias alérgicas o neuroalérgicas.</p> <p><b>Estacional:</b> Relacionada con el polen de las plantas.</p> <p><b>No alérgica:</b> sustancias irritantes como humo del tabaco, de leña, pintura, perfumes, contaminación ambiental, desodorantes, productos de limpieza entre otros. Infecciones</p>

	<p>respiratorias como gripe, sinusitis el aire frío, los cambios repentinos de temperatura etc.</p> <p><b>Ocupacional:</b> exposición a sustancias químicas del lugar de trabajo</p> <p><b>Por el ejercicio:</b> Los síntomas se presentan mientras el paciente realiza ejercicio</p> <p><b>Nocturna:</b> cualquier tipo de asma los síntomas empeoran a media noche</p>
En función del nivel de control	<p><b>Controlado:</b> no necesita medicación</p> <p><b>Parcialmente controlado:</b> Es necesario el uso de medicación</p> <p><b>No controlado:</b> con más de tres características del asma parcialmente controlada, las reagudizaciones son semanales.</p>
En función de la gravedad y frecuencia dado por el grado de obstrucción de las vías respiratorias que se mide con espirómetro.	<p><b>Persistente:</b> los síntomas aparecen durante todo el año</p> <p><b>Intermitente:</b> los síntomas aparecen dos o menos veces por semana, en las pruebas de función pulmonar, el FEM y/o FEV1 &gt; 80% (se considera como normal el 100%), y la variabilidad &lt; 20%.</p> <p><b>Persistente leve:</b> los síntomas aparecen más de dos veces por semana, pero no a diario, el FEV1 es mayor del 80%, y la variabilidad se encuentra entre el 20 y el 30%.</p> <p><b>Persistente moderado:</b> los síntomas aparecen todos los días, afectando la actividad normal y el sueño El FEV1 está entre el 60 y 80%, y la variabilidad &gt; 30%.</p> <p><b>Crónico:</b> los síntomas son continuos. Las crisis o reagudizaciones son muy frecuentes y graves. El &lt; 60%, y la variabilidad &gt; 30%</p>

Tabla 1 Tipo de Asma

La autogestión del asma es un procedimiento sistemático que permite educar, capacitar e informar a los pacientes para controlar su enfermedad y evitarla cuando es posible y reducirla cuando sea necesario (Kotses & Creer, 2010). Una autogestión exitosa del asma puede representar una reducción de las interrupciones de las actividades diarias debido a los episodios de asma, una

mejora de la calidad de vida de los pacientes y sus familias, así como una reducción de los costos directos e indirectos (Luna Aveiga, et al., 2018).

De esta manera se demuestra la importancia de la aplicación de las nuevas tecnologías como autogestión de la salud en enfermedades crónicas como el asma.

## **2.2. Sistemas inteligentes de autogestión de la salud aplicados al asma**

El Instituto de Medicina de los Estados Unidos define la autogestión de la salud como las tareas que las personas deben emprender para vivir con una o más condiciones crónicas. Estas tareas incluyen tener la confianza para lidiar con la gestión médica, la gestión de roles y la gestión emocional de sus condiciones. En el contexto de una afección variable como el asma, el componente central está basado en el manejo médico, es decir en la utilización de la evidencia de pacientes que es útil para reconocer y actuar sobre el deterioro de los síntomas, se debe reconocer que los pacientes se enfrentan a retos como lidiar con el asma en su vida laboral, social y familiar. Para algunos, esto desafía sus roles en la sociedad y tiene un costo emocional significativo (Pinnock, 2015).

La autogestión es el pilar principal para el manejo del asma (Tan, et al., 2019). Asimismo, el empoderamiento y la alfabetización en salud se han señalado como elementos importantes para el manejo de enfermedades crónicas (Londoño & Schulz, 2015). Se demostró que el autocontrol del asma disminuye las visitas médicas no programadas, y las hospitalizaciones (Dürr, et al., 2017).

Los sistemas de diagnóstico asistidos por computadora se han desarrollado como herramientas eficientes que ayudan a los médicos para realizar un mejor diagnóstico. Las técnicas difusas como métodos para representar el conocimiento incierto pueden mejorar la eficiencia del diagnóstico, pronóstico, evaluación y estimación en medicina (Zolnoori M. , Mohammad Hossein, Moin, Heidarnezhad, & Kazemnejad, 2010). Al inicio, los doctores consideraron a los sistemas inteligentes como cajas negras por su naturaleza crítica. Además, requirieron evaluarlos a fondo para poder aceptarlos. Los sistemas inteligentes han llegado a ser un componente de la tecnología médica que contribuye a la toma de decisiones, crea una base de conocimientos de datos epidemiológicos, patológicos y clínicos para la auto gestión de la salud mejorando la velocidad y la precisión de los diagnósticos clínicos.

Los sistemas de apoyo a la decisión clínica (CDSS) son sistemas informáticos diseñados para impactar la toma de decisiones del clínico sobre pacientes individuales. La eficacia de los CDSS se ha demostrado en mejorar tanto los resultados del paciente como el costo de la atención (Berner & La Lande, 2007 )

El uso de los sensores médicos y de la tecnología de comunicación ayudan a mejorar la atención de enfermedades crónicas, por tal motivo las personas que padecen de asma buscan apoyo en la salud móvil para ayudar con el manejo del asma.

El número de aplicaciones médicas ha aumentado considerablemente en la última década. A partir de 2012, había más de 13,000 aplicaciones relacionadas con la atención médica disponibles para los usuarios de iPhone de Apple y más de 6,000 disponibles en la tienda de Android. Se está volviendo común que los pacientes pidan a sus médicos que los ayuden a elegir aplicaciones, pero muchos médicos no se sienten seguros al recomendar aplicaciones a los pacientes. (Wu, Carpenter, & Himes, 2015)

A continuación, se mencionarán algunos tipos de sistemas que servirán para comprender de mejor manera el funcionamiento de los enfoques actuales relacionados con monitoreo del asma:

### **2.2.1 Un sistema de diagnóstico experto para identificar Automáticamente el asma y la enfermedad pulmonar obstructiva crónica en entornos clínicos (Badnjevic, Gurbeta , & Cust, 2018).**

El propósito de este trabajo fue evaluar el impacto de introducir el Sistema de diagnóstico experto (EDS) en un sistema de salud. La hipótesis fue que un EDS preciso podría diferenciar a los pacientes con asma, EPOC y una función pulmonar normal con una tasa de clasificación superior al 90%. Para probar esta hipótesis, desarrollaron un EDS basado en datos de 3657 pacientes y se utilizaron algoritmos combinados de ANN y FL. Luego implementaron el sistema desarrollado en un hospital local en Sarajevo, Bosnia y Herzegovina. El sistema EDS se probó en 1650 pacientes, y los resultados mostraron que el sistema podía alcanzar una tasa de clasificación muy superior al 90%. Los resultados que obtuvieron demostraron que el sistema EDS desarrollado es confiable y que una herramienta de diagnóstico automatizada de este tipo es beneficiosa para las instituciones

de salud, especialmente las de atención primaria y de salud remota (Badnjevic, Gurbeta , & Cust, 2018).

Así también, trabajaron con redes neuronales artificiales las que están inspiradas en redes neuronales biológicas, que se basan en una familia de unidades interconectadas, llamadas neuronas artificiales. Cada conexión puede recibir una señal de neuronas artificiales como entrada, cambiar el estado interno y transmitir la salida a otras neuronas artificiales conectadas a ella. Los ANN podrían aprender y modelar relaciones no lineales complejas en los conjuntos de datos (Xiao Wang, Wang, Lachman, Chowdhry, & M. Pengetnze, 2019).

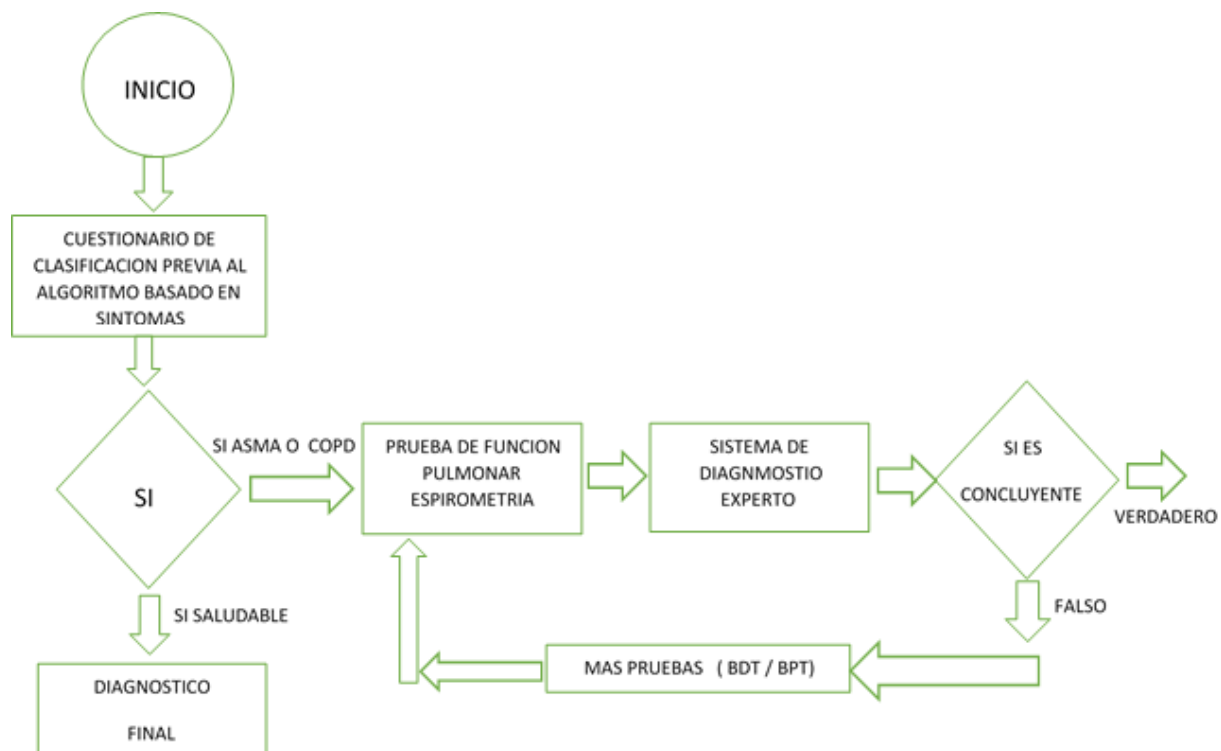


Figura 1 Arquitectura de un sistema de diagnóstico

En la figura 1 se presenta un diagrama de bloques del SED para la identificación automática de EPOC y asma. Consiste en un algoritmo de clasificación previa utilizado para determinar si se necesitan pruebas confirmatorias de la función respiratoria basadas en un cuestionario de síntomas y un clasificador basado en una combinación de una sola capa ANN y FL. El primer paso de este EDS es utilizar un algoritmo de clasificación previa para realizar la detección inicial de todos los pacientes (sanos frente a EPOC / asma) en función de las respuestas proporcionadas a un



cuestionario basado en síntomas. A partir de las respuestas del paciente, se determina la probabilidad de tener EPOC o asma. Si la probabilidad calculada indica que el paciente cae en la categoría "Normal", el paciente es diagnosticado como "Saludable" y el proceso finaliza. Sin embargo, si el algoritmo de clasificación previa indica que la probabilidad de ser afectado por asma o EPOC es mayor al 50%, se deben realizar pruebas SPIR. Los resultados de la prueba de función pulmonar se utilizan como entradas para sistema de diagnóstico experto implementado (EDS). En relación a la terminología EDS está denominado al diagnóstico concluyente, basado en las mediciones de espirometría pueden derivarse (es decir, dar como resultado un diagnóstico final) o pruebas adicionales (como la broncodilatación Se requieren pruebas de BDT y / o bronco-provocación (BPT) para llegar a una decisión más sólida. Una vez que el EDS analiza todas las pruebas requeridas, se obtiene la decisión final (Badnjevic, Gurbeta , & Cust, 2018).

### **2.2.2 ADEMA un sistema de apoyo a la toma de decisiones para el cuidado de la salud del asma (Sefion, Ennaji, & Gailhardou, 2003)**

Es un sistema de apoyo a la decisión para el cuidado de la salud del asma. Al tomar una decisión para un paciente, el médico utiliza tanto su experiencia como su conocimiento académico. Su objetivo es mejorar el recurso a la experiencia. Para el desarrollo de este sistema se ha elegido el paradigma de razonamiento basado en casos (CBR). CBR es una técnica de inteligencia artificial que intenta resolver un problema dado dentro de un dominio específico mediante la adaptación de soluciones establecidas a problemas similares. Para diseñar un sistema basado en casos es necesario determinar un modelo de caso, indexación de casos y una métrica de similitud. Para determinar este modelo de conocimiento, se utilizan métodos inteligentes de análisis de datos; se utiliza un mapa auto organizado para analizar datos. La métrica de similitud está basada en el método MVDM y los dos métodos propuestos para la adaptación del ciclo CBR.

En este proyecto se utiliza la metodología denominada razonamiento basado en casos (CBR). El núcleo de un sistema de CBR es el caso, que denota usualmente una situación problema o experiencia previa, la cual ha sido capturada y aprendida, y puede ser reutilizada para resolver problemas futuros (Valencia, 2017). En la figura 2, se puede visualizar la arquitectura de CBR.

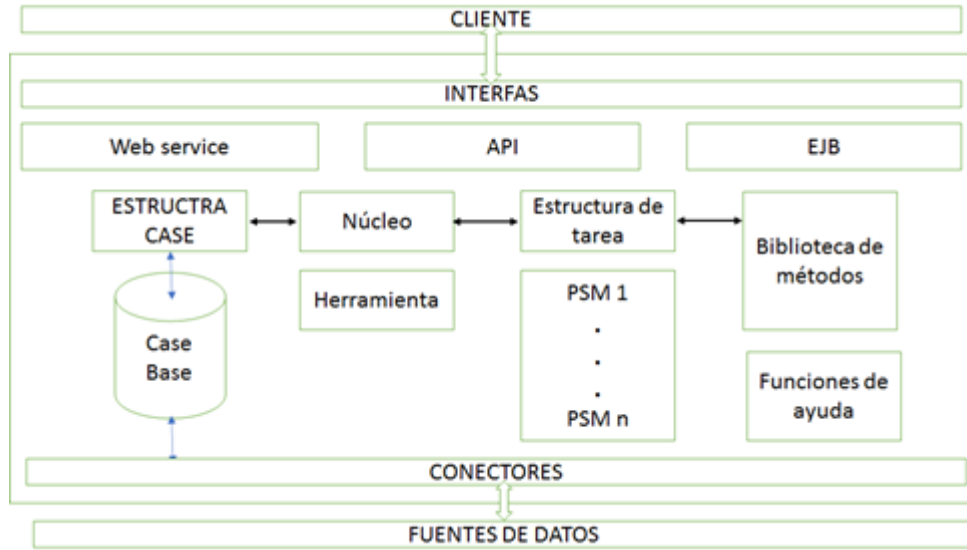


Figura 2: Arquitectura CBR

En ADEMA, diseña un prototipo de sistema de soporte de decisiones. ADEMA se desarrolló utilizando el lenguaje Matlab. La biblioteca de casos se organizó como una base de datos en un archivo de texto y Matlab se utilizó para implementar la recuperación, los procesos de adaptación y la interfaz de usuario de ADEMA. En la figura 3, podemos ver el proceso y es así, que el primer paso, el usuario debe dar valores de consulta sobre el paciente asmático. Después del paso de recuperación, el sistema da los cinco casos más similares en orden descendente como segundo paso. En el tercer paso, el sistema propone una solución global después del paso de adaptación. En el cuarto paso, puede usar una herramienta de análisis de datos para analizar sus datos. (Sefion, Ennaji, & Gailhardou, 2003).

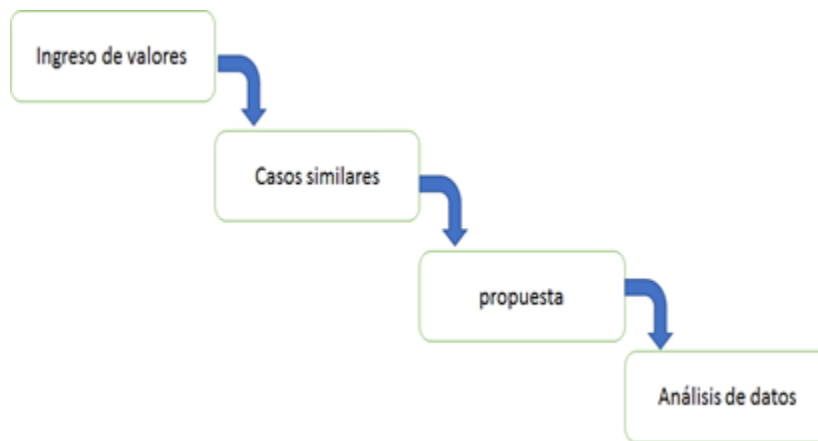


Figura 3: proceso de ADEMA

Para evaluar la precisión de la aplicación de CBR ADEMA, se aplicó un método de evaluación "round robin" de la siguiente manera: cada uno de los 190 casos se eliminó temporalmente de la biblioteca de casos y luego se presentó a ADEMA como un caso para evaluación. La salida del sistema CBR se comparó con la solución del caso probado. Demostraron que los mejores resultados se obtuvieron con el método MVDM para la métrica de similitud y sin adaptación. Entonces, obtuvieron los resultados de la siguiente manera:

	Gravedad	Tratamiento	Ambos
exactitud	61 %	71.2%	53%

Tabla 2: Resultados de la evaluación

En la tabla 2 se puede observar el porcentaje de exactitud obtenida al aplicar el método MVDM con un 61% en gravedad, 71.2% en tratamiento y 53% en ambos. La precisión de la solución de un sistema CBR para el cuidado de la salud del asma depende de manera crítica de la distribución y el número de la población de estudio almacenada en la biblioteca de casos. Por lo tanto, la precisión de ADEMA posiblemente aumente siempre que se incluyan casos adicionales en la biblioteca de casos. (Sefion, Ennaji, & Gailhardou, 2003)

Como conclusión de los resultados presentados, el trabajo sobre el diseño de un sistema basado en casos para la atención médica del paciente asmático está asentado en relación a las ventajas dentro del campo médico, donde se define la presentación gracias a un análisis inteligente de datos que se realizó con el mapa auto organizado. Luego, se probó la técnica MVDM para la medida de similitud y se demostró que este enfoque es el mejor para la aplicación. Una comparación de la tasa de reconocimiento de varios métodos muestra que el método MVDM tiene el mejor resultado. Se implementaron dos algoritmos de adaptación y demostró que obtuvimos los mejores resultados sin adaptación. Estos tres aspectos se integraron en el sistema basado en casos. El prototipo ADEMA se implementó con el software Matlab. El razonamiento basado en casos como método de inteligencia artificial se utilizó con éxito para desarrollar un sistema de apoyo a la decisión para la atención de la salud del asma con buen rendimiento. Sin embargo, se necesitan más estudios para definir con más detalle el impacto clínico de ADEMA (Sefion, Ennaji, & Gailhardou, 2003).

En este estudio se utilizó una aplicación en la salud con el objetivo de recopilar una amplia gama de datos clínicos, fisiológicos, conductuales y ambientales utilizando los sistemas actuales de Health y monitoreo en el hogar para determinar en qué medida pueden usarse para predecir control del asma y la aparición de exacerbaciones (Honkoop, et al., 2017). Es así como los sistemas difusos se usan ampliamente tanto en medicina aplicada como experimental y son uno de los temas más frecuentes de la informática médica actual (Pabbi, 2015).

La figura 4 se visualiza el esquema de estudio de este diseño, donde la visita de referencia, todos se explican los procedimientos del estudio. En la fase 1 que se desarrolla en el primer mes, los participantes son monitoreados diariamente. En la fase 2 consta de seguimiento semanal. Además, se considera en la fase que los bloques de pacientes serán aleatorizados para una segunda serie de dos semanas de seguimiento diario considerado fase 1.



Figura 4 Cronología y Procedimientos

En el trabajo en mención, se consideró una población de estudio de ciento cincuenta pacientes con diagnóstico confirmado de asma. Los pacientes fueron reclutados de clínicas ambulatorias y de prácticas generales. Los participantes asistieron a su médico de cabecera y al hospital como de costumbre, y tomando sus medicaciones según lo recomendado por su atención médica. Además de su atención habitual, los participantes registran parámetros de control en el aplicativo. Al final

de este estudio los investigadores consideran que se genera en la decisión online un sistema de apoyo y autogestión en la salud.

### **2.2.3. Aplicación de sistemas inteligentes en la enfermedad del asma: diseño de un difuso Sistema basado en reglas para evaluar el nivel de exacerbación del asma (Zolnoori, Hossein, Zarandi, & Mostafa, Application of Intelligent Systems in Asthma Disease: Designing a Fuzzy Rule-Based System for Evaluating Level of Asthma Exacerbation, 2011).**

En este trabajo se estudió la utilización de un sistema basado en reglas difusas para estimar el nivel de exacerbación del asma, considerando que el asma como enfermedad crónica no puede curarse, el mantener controlada la patología es el objetivo final del tratamiento del asma

De acuerdo con la investigación de Zolnoori, Hossein & Mostafa, para el desarrollo de la correcta implementación de sistemas inteligentes en enfermedades crónicas se deben considerar aspectos como el reconocimiento de patrones de síntomas del paciente, orientación al especialista en la toma de decisiones clínicas, guía al momento de prescribir, monitoreo al paciente, establecimiento de procesos para la gestión de información del paciente, representación de la incertidumbre y las preferencias del paciente, pronóstico de posibles efectos para advertir posibles situaciones como servicios de atención médica o emergencias hospitalarias, e identificación de posibles casos.

En el trabajo en mención, se proporciona una clasificación de aplicaciones de sistemas inteligentes en la enfermedad y se concentran en la metodología de generar un sistema experto difuso para evaluar el grado de exacerbación del asma.

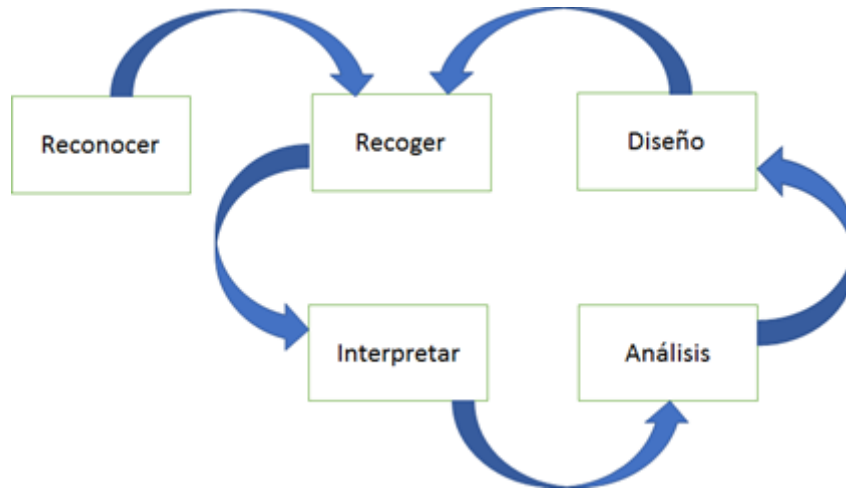


Figura 5 Ciclo de vida de adquisición del conocimiento

En la figura 5, se esquematiza el proceso de adquisición del conocimiento, considerando la colección de conocimiento, por medio de expertos y usuarios finales, posterior se proceden a la interpretación del conocimiento extraído y dando paso al análisis, descubrimiento resolución y conocimiento heurístico

El sistema en referencia se aplicó a 25 pacientes asmáticos en el centro de Asma, Alergia e Inmunología de Irán. En el proceso de comparación de los resultados obtenido del sistema y la evaluación de los médicos utilizando el coeficiente Kappa (K) refuerza el valor de  $K = 1$ . Además, este sistema asigna un grado en gradación (0-10) a cada paciente que representa las pequeñas diferencias entre los pacientes asignados a una categoría específica.

El valor obtenido para K refuerza la correspondencia completa entre la evaluación del sistema y evaluación médica (para estos 25 pacientes asmáticos). Además, el resultado de este sistema inteligente presenta la ligera diferencia entre los pacientes asmáticos asignados a una categoría de niveles de exacerbación del asma.

#### **2.2.4. CAIDSA. (Chakraborty, Mitra, Mukherjee, & Ray, 2009).**

Este es un sistema de evaluación, cuyos valores son asignados por expertos médicos como un factor emergente, hace preguntas dependiendo de la respuesta de un paciente a la pregunta anterior, y finalmente, basado en la evaluación subjetiva, el tipo específico de asma se identifica con su nivel de gravedad en términos de probabilidad. Esta probabilidad de enfermedad se estima utilizando una red neuronal donde las reglas de decisión se establecen para recomendar si al paciente se le deben realizar pruebas confirmatorias (pruebas clínicas) o no. Si se sospecha o incluso se detecta un paciente, este es enviado para pruebas confirmatorias en función de las cuales se confirma la enfermedad y su probabilidad de enfermedad se revisa nuevamente para aumentar la precisión del diagnóstico. En esta herramienta propuesta de CAIDSA, también hay un alcance para aprender las características de diagnóstico para una mejora del diagnóstico.

Los factores principales de riesgo que CAIDSA considera para estudiar el asma bronquial son los siguientes:

- Externamente: el humo, cambios climáticos y gases de combustible.
- Dentro de casa: perfumes, detergentes, desodorantes, pintura, productos, químicos.
- La actividad física, especialmente si se desarrolla en condiciones de frío y seco.
- Casos hormonales, como el síndrome premenstrual.
- El humo del tabaco

CAIDSA desarrolla una base de conocimiento clínico-epidemiológico para diagnosticar un caso, en el aplicativo se realizan una serie de preguntas relevantes a los pacientes y se procede a registrar sus respuestas, no todas las preguntas pueden ser necesariamente consideradas en el diagnóstico. Según la respuesta en una pregunta, la siguiente pregunta se realizará lógicamente. En el siguiente gráfico se puede observar el diagrama esquemático del sistema de diagnóstico inteligente asistido por computadora para el asma bronquial (ver figura 6).

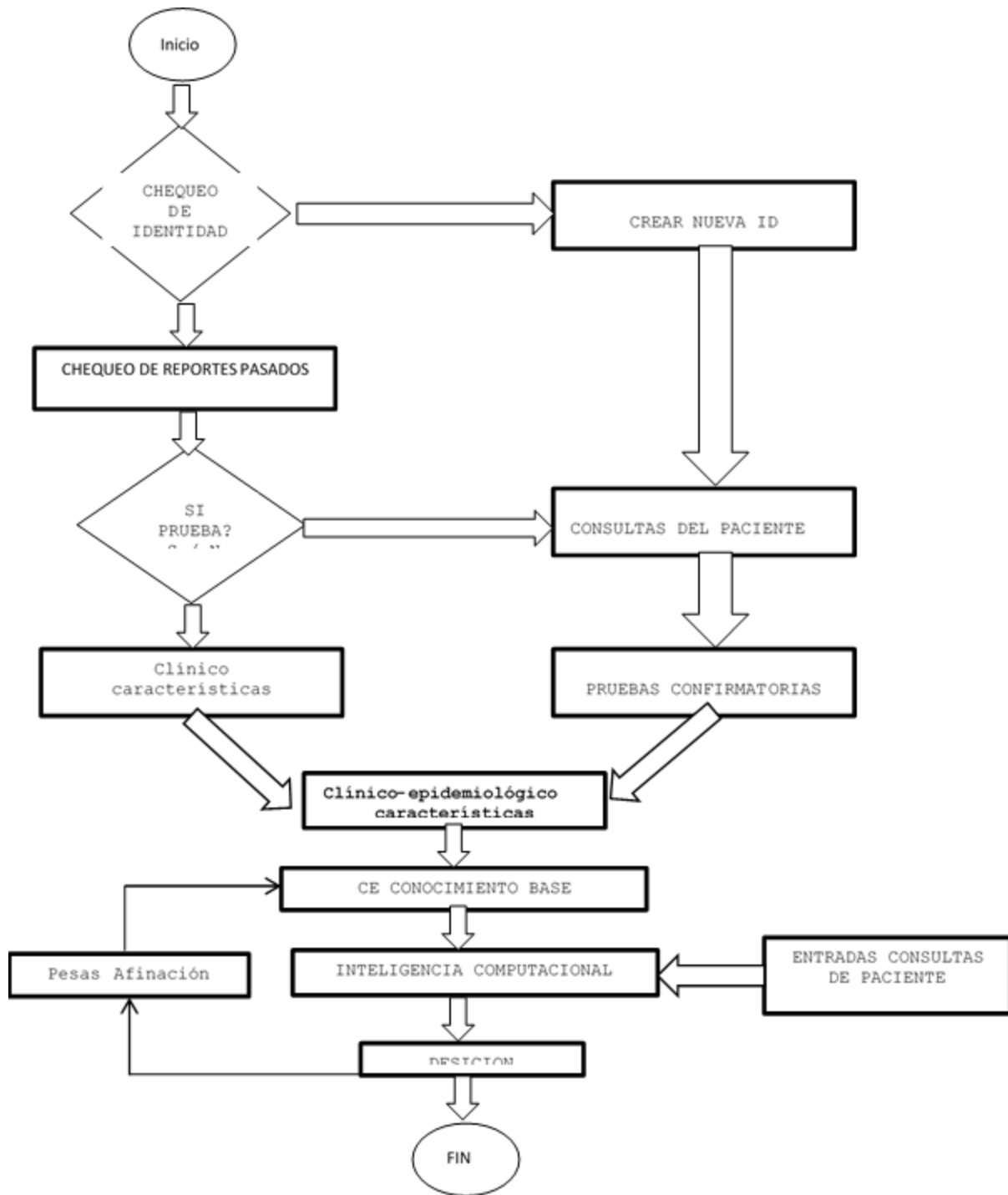


Figura 6. CAIDSA

El sistema CAIDSA realiza el diagnóstico interactivo de la patología de asma bronquial, en el estudio se logró un 90.03% de precisión, este sistema mantiene un seguimiento del registro de



pacientes y también actualiza la base de conocimiento a través de un proceso de aprendizaje basado en redes neuronales.

### **2.2.5. Utilización de arquitectura Neurofuzzy para el Diagnóstico automático del asma. (Ansari, Neeraj, & Ekata, 2012).**

La arquitectura de este sistema integra la adaptabilidad de una red neuronal basada en propagación hacia atrás y la capacidad para tomar decisiones de un sistema difuso basado en reglas. La arquitectura propuesta puede lidiar con sistemas complejos. Esto incluye el encadenamiento de reglas. Se ha logrado un buen nivel de acuerdo con las opiniones de los médicos utilizando sistemas Neurofuzzy. La investigación propuesta puede tener una amplia aplicación en muchos campos, como la ciencia médica, el reconocimiento del habla ruidosa, el ruido filtrado de imágenes, control adaptativo no lineal, agentes inteligentes y análisis de rendimiento de sistemas dinámicos. En las zonas rurales, donde no hay disponibilidad fácil de un médico, este trabajo de investigación puede ser considerado para el diagnóstico preliminar del asma a través de mensajes móviles.

Se desarrolla un algoritmo basado en reglas de los datos recopilados. Se logra un buen nivel de acuerdo con las opiniones del médico utilizando sistemas Neurofuzzy. Los factores que afectan el asma que se consideran son: edad, género, situación económica, consumo de alcohol y humo.

La figura 7 muestra la metodología propuesta para la enfermedad del asma utilizando el sistema Neurofuzzy. Las particiones de espacio de entrada/salida determinan el número de reglas extraídas de los datos de entrenamiento, así como el número de conjuntos difusos en el universo de divulgación del discurso de la variable de imputación. La partición de los datos de entrada reduce el tiempo de cálculo de las ejecuciones de modelado preliminares

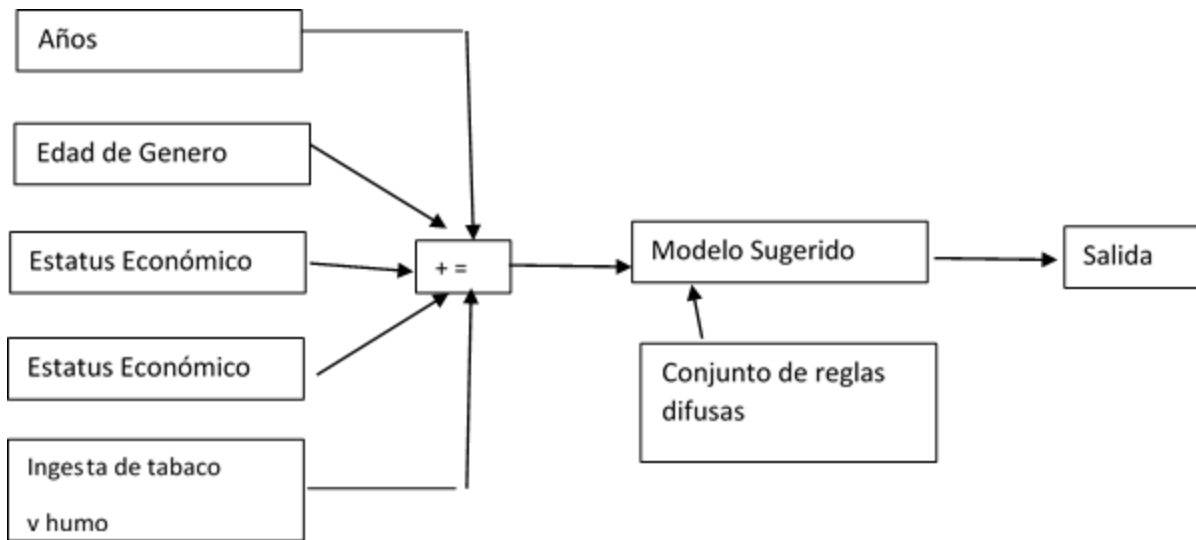


Figura 7 Diagrama de bloques del sistema Neurofuzzy para el asma

Por medio de reglas lingüísticas establecidas se organiza la información obtenida y se puede clasificar a los pacientes de acuerdo con su edad, género, estado económico, exposición al tabaco o humo, lo que permite obtener un resultado de producción en parámetros de alto, medio y bajo.

### **2.2.6. Diseño e implementación de un sistema experto difuso para detectar y Estimación del nivel de asma y enfermedad pulmonar obstructiva crónica. (Anand, Kalpana, & Vijayalakshmi, 2013)**

Este trabajo presenta un sistema experto difuso que tiene en cuenta los detalles de varios pacientes e identifica el problema que el paciente tiene probablemente. También se puede evaluar el nivel de gravedad del problema. Para reducir la complejidad del sistema general, se han diseñado varios subsistemas con controladores inteligentes independientes. También se llevan a cabo análisis de sensibilidad para probar el grado de pertinencia de insumos específicos. A continuación, se realizará la explicación sobre cada controlador inteligente.

Controlador inteligente 1: Un controlador inteligente tiene en cuenta los valores de 'síntomas nocturnos', 'Hora del día', 'Fiebre', 'respiración ruidosa', 'Tasa respiratoria' como entradas. Dependiendo de estos valores, se puede evaluar el grado de 'Estado de alerta' y 'Disnea'. 'Se ha observado que las variaciones en 'respiración ruidosa' y Síntomas nocturnos 'se muestran picos muy altos en' Alerta 'y' Disnea ' depende principalmente de la extensión de 'Tasa respiratoria'.

Controlador inteligente 2: Un controlador inteligente tiene en cuenta los valores de "esteroides orales" e "índice de masa corporal" como entradas. Dependiendo de estos valores, se puede evaluar la gravedad de "asma", "tuberculosis" y "COPD". Se ha observado que las variaciones en los "esteroides orales" tienen un tremendo impacto en la determinación de "asma" y "EPOC".

Diseño del controlador inteligente 3: Un controlador inteligente tiene en cuenta los valores de "tos", "sibilancias" y "dificultad para hablar" como entradas. Dependiendo de estos valores, se puede evaluar la gravedad de "asma", "tuberculosis" y "EPOC". Se ha observado que las variaciones en "Wheeze" muestran cambios abruptos en "asma" y "EPOC". Se encuentra que "Tuberculosis" depende principalmente de "Tos".

Diseño del controlador inteligente 4: Muestra un controlador inteligente que tiene en cuenta los valores de "tos", "frecuencia respiratoria" y "fumar" como entradas. Dependiendo de estos valores, se puede evaluar la gravedad de "asma", "tuberculosis" y "EPOC". Se ha observado que las variaciones en la "frecuencia respiratoria"

Este trabajo ha propuesto la arquitectura del sistema Neurofuzzy para el asma, la cual integra la adaptabilidad de una red neuronal basada en propagación hacia atrás y la capacidad de toma de decisiones de un sistema difuso basado en reglas, también incluye el encadenamiento de reglas, con lo cual ha logrado un buen nivel de acuerdo con las opiniones de los médicos utilizando sistemas Neurofuzzy. El sistema ofrece una buena idea sobre las diversas enfermedades pulmonares al predecir su gravedad casi equivalente a la de un experto médico, así como también proporciona una visión integral del funcionamiento de un sistema de gestión pulmonar.

### **2.2.7. Predicción de la patología del asma en niños preescolares sintomáticos mediante un enfoque de sistema inteligente. (Chatzimichail, E. Paraskakis, M. Sitzimi, & A. Rigas, 2013) .**

En este trabajo se han desarrollado modelos para examinar los posibles factores de riesgo de sibilancias que persiste durante al menos 12 meses en niños cada caso con al menos un padre atópico, con sibilancias en la vida temprana.

En la tabla 3 se muestran los parámetros de entrada de este sistema que dependen de factores como edad del paciente, número de horas activas por día, peso y altura del paciente, número de días que se prolonga, habilidad para hablar (número de palabras), temperatura del paciente, número de despertares nocturnos en una semana, cantidad de esteroides consumido por día, número de respiraciones por minuto, cantidad de cigarrillos por día en formato de 24 horas, número de días que se prolonga, y los parámetros de salida dependen de una representación de la gravedad de la enfermedad en una escala de 1- 10.

Tipo		
(entrada / salida)	Parámetro	Factor del que depende
Entrada	Años	Edad del paciente
	Vigilancia	Número de horas activas por día.
	BMI	Peso y altura del paciente
	Tos	Número de días que se prolonga
	Dificultad para hablar	Habilidad para hablar (número de palabras)
	Fiebre	Temperatura del paciente
	Síntomas nocturnos	Número de despertares nocturnos en una semana
	Esteroides orales	Cantidad de esteroides consumidos
	La frecuencia respiratoria	por día
	De fumar	Numero de respiraciones por minuto
	Hora del día	Cantidad de cigarrillos por día
	Jadear	en formato de 24 horas
		Número de días que se prolonga
Salida	Asma	Se representa la gravedad de la enfermedad. en una escala de 1-10
	COPD	
	Tuberculosis	

Tabla 3: Parámetros y sus funciones correspondientes.

En la Figura 8 se muestra un diagrama de flujo de los sistemas inteligentes para la predicción del asma. Los pasos de implementación del algoritmo siguen una secuencia determinada. En primer lugar, los datos del paciente fueron recogidos y preparados en un formulario electrónico adecuado

para su posterior procesamiento. Después de este paso, todos los parámetros (donde es necesario) se codificaron y las salidas se asignaron con la etiqueta 1 (persistencia del asma) o 0 (sin persistencia del asma). Por fin, la dimensión del conjunto de datos que tenía 46 entidades se redujo a 18 entidades utilizando el método PCA.

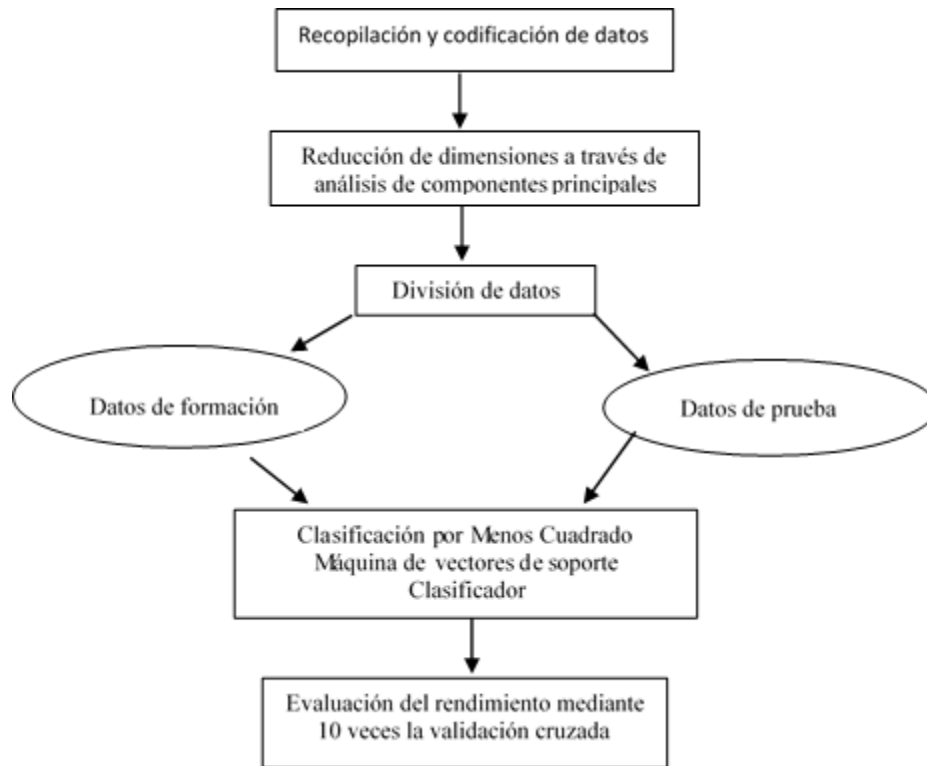


Figura 8 Diagrama de flujo del sistema inteligente propuesto para la predicción del asma.

El sistema de predicción en mención dio resultados de asma con un éxito del 95,54 %. El estudio indica que el sistema puede ser utilizado como una herramienta de apoyo a la toma de decisiones que es potencialmente útil para predecir la incidencia del asma y también indica que algunos factores de riesgo mejoran su capacidad predictiva.

### 2.2.8. Utilización de un sistema de inferencia difusa como medio de diagnóstico del nivel de asma. (Hanum & Subiyanto, 2015).

Este proyecto analiza el sistema de inferencia difusa para diagnosticar los niveles de asma. Proceso de análisis se realiza a partir de los síntomas que registra el paciente con asma que son utilizados por los especialistas para su diagnosticar los casos de asma tales como dificultad para respirar, sibilancias, nivel de alerta / síntomas únicos, frecuencia respiratoria, nivel del habla, pulso / minuto, así como PEF después de broncodilador.

En la figura 9 se muestra la arquitectura del sistema que incluye una base de datos que Contiene el resumen médico de los datos del paciente, así como también información sobre las quejas sufridas por el paciente que fueron receptadas por un experto médico, adicional cuenta con la base de reglas, un ejemplo de esta reglas es: si la tensión es moderada, la sibilancia es media, la conciencia es inquieta, la frecuencia respiratoria es moderada, el nivel de habla es frase, el pulso/minuto es moderado, el PEF es 60–80% entonces son niveles moderados de asma.

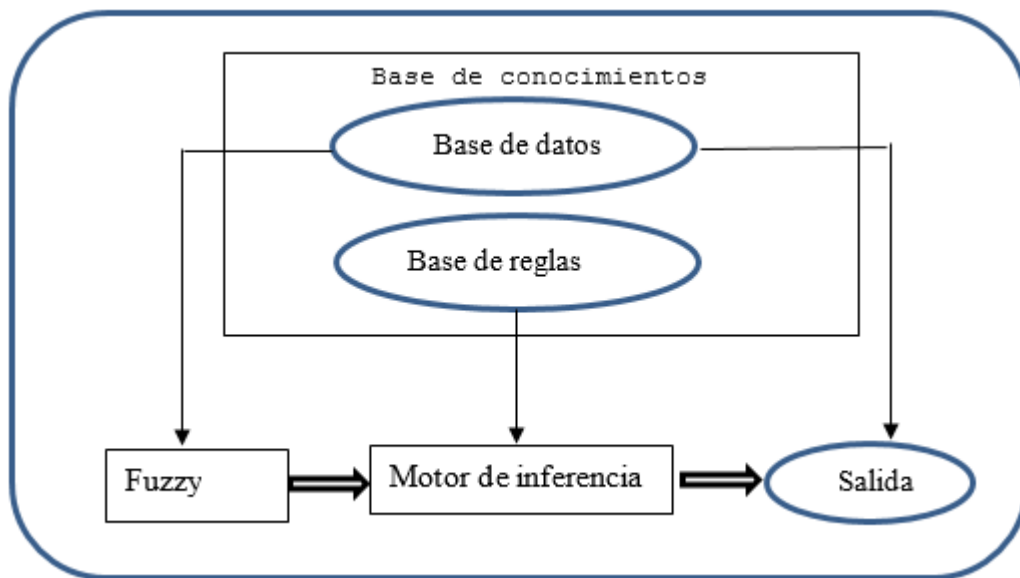


Figura 9 Arquitectura del sistema de inferencia difusa

A continuación, se explican alguno de los módulos del sistema.

Base de datos: Contiene el resumen médico de los datos del paciente. También incluye información sobre las quejas sufridas por el paciente que fueron receptadas por un experto médico.

Base de reglas: que contiene las reglas que desafían la conexión entre la entrada y la salida de la variable difusa. Un ejemplo de regla aplicada es: si la tensión es moderada, la sibilancia es media, la conciencia es inquieta, la frecuencia respiratoria es moderada, el nivel de habla es frase, el pulso/minuto es moderado, el PEF es 60–80% entonces los niveles de asma son moderados.

El módulo de motor de inferencia evalúa todas las reglas de la base de reglas y toma de decisiones que se procesa los valores de intervalos ingresados por el especialista. En las tablas 4 y 5 se establecen valores de intervalos difuso para cada síntoma los mismos que se basan en un estudio realizado por Zolnoori (2012). Es así como después de que el paciente dijo sus síntomas a los expertos médicos, estos proporcionan un valor subjetivo de los síntomas basado en las tablas y lo implementan en el sistema. Para el diagnóstico de síntomas se consideran, niveles el asma, los valores y los intervalos difusos

Síntomas	Valores	Intervalo difuso
Difícil respirar	Ligero	0-3
	Moderado	2-7
	Pesado	5-10
Sibilancias	Sin sibilancias	0-1
	Ligero	0-4
	Moderado	2-7
	Pesado	6-10
Conciencia	Normal	0-3
	Inquieto	2-7
	Confuso	6-10
La frecuencia respiratoria	Ligero	0-3
	Moderado	2-7
	Pesado	4-10

Tasa de conversación	Oración	0-3
	Frase	2-7
	Palabra	5-9
	No puedo hablar alto	8-10
Ritmo cardiaco/ minuto	Ligero	0-3
	Moderado	2-7
	Pesado	5-8
PEF después broncodilatador	80-100%	75-100
	60-80%	55-85

Tabal 4 Diagnóstico de los síntomas del nivel de asma. Zolnoori

Valores	intervalo
Ligero	0-3
Moderado	2-6
Pesado	5-8
RAI (detención respiratoria Inminente) / insuficiencia respiratoria	7-10

Tabla 5 Tabla de resultados del nivel de asma de Zolnoori

Las pruebas del sistema se realizaron en el hospital Pertamina Cilacap con un total de 20 pacientes que sufren de asma, los resultados del sistema fueron comparados con los ofrecidos por médicos expertos o por médicos que trataron a los pacientes- Los resultados obtenidos en las pruebas que realizó el sistema fueron del 90% según el diagnóstico del médico.

### **2.2.9 Un sistema experto basado en reglas difusas para diagnosticar el asma (Zarandi, Zolnoori, Moin, & Heidarnejad, 2010)**

En este proyecto considerado un sistema experto en el cual se representa la comprensión del análisis de asma mediante la inclusión de sintomatologías, datos de históricos. El motor diseñado para este sistema involucra los módulos de síntomas para la rinitis alérgica, factores genéticos,



síntoma hiperreactividad, factores médicos y ambientales, consumo de drogas a corto plazo y datos de laboratorio con referencia al proceso de diagnóstico.

Los conocimientos en estos módulos se presentan como producción normas. Las reglas se consideran en la base de conocimientos, que presenta preguntas relevantes para los pacientes en la interfaz de usuario. Un ejemplo de módulo de reglas del factor genético es: si el paciente tiene síntomas respiratorios graves (tos / disnea / sibilancias / opresión en el pecho) durante la exposición o después de 6-12 minutos o 1-2 horas de exposición al polvo especialmente en la cama y / o polen de árboles y / o pasto y / o un sistema de enfriamiento (enfriador de agua) o calefacción (calentador de gas, estufa de leña) entonces el grado de posibilidad de asma es alto

#### **2.2.10 La efectividad del sistema de autogestión del asma basado en la web, My Asthma Portal (MAP): un ensayo piloto controlado aleatorizado (Ahmed, et al., 2016).**

Este portal se desarrolló para ayudar al paciente en su control del asma y mejorar la atención con un proceso diseñado de manera iterativa. El impacto logrado en la autogestión de la salud se ocasiona principalmente por los cambios obtenidos en el comportamiento del paciente al tender la confianza en el sistema y participar en sus tareas y alcanzar mejores habilidades básicas que le permite controlar mejor su salud. Por lo tanto, las funciones de MAP se basan en aumentar el conocimiento de las personas, así como su confianza para llevar a cabo las conductas que son necesarias para que los pacientes mejoren su salud asmática.

Este sistema involucra módulos de información de salud personal (por ejemplo, medicamentos para el asma, otros problemas de salud); información general sobre el asma a través de enlaces a sitios web educativos específicos (Centro de aprendizaje) y recibir información adaptada a las lagunas de conocimiento identificadas (por ejemplo, medicamentos actuales); y monitorear y recibir comentarios sobre las prácticas actuales de autogestión.

MAP utiliza información de seguimiento ingresada por el paciente y datos de la base de datos administrativa provincial del Consultorio Médico del Siglo XXI (MOXXI), una historia clínica electrónica con receta y medicamento computarizado.

Entre la parte operativa del aplicativo esta una alerta por correo electrónico a los pacientes en las siguientes condiciones:

- 1 cuando el sistema identificó un control subóptimo del asma y el participante indicó que no inició las actividades descritas en su plan de acción;
- 2 si el plan de acción fue actualizado por la enfermera según lo prescrito por el médico del paciente;
- 3 si no se habían conectado durante al menos siete días.

Se le dio al paciente la oportunidad de actuar sobre estas alertas; si no se había producido ninguna acción dentro de las 48 horas, el estado de alerta se escalaba para notificar a la enfermera administradora de casos.

El sistema de gestión se diseñó para que las enfermeras puedan:

- 1 identificar rápidamente a los pacientes que pueden requerir atención inmediata;
- 2 recopilar información médica y de seguimiento relevante para cada paciente;
- 3 documentar la información de gestión de casos, incluidas las interacciones (teléfono y correos electrónicos).

### **2.2.11 Utilización Evaluación de un sistema de autogestión del asma basado en la web: un ensayo piloto controlado aleatorio (Wiecha, et al., 2015).**

Este proyecto web interactivo para niños con asma promueve el cumplimiento de los medicamentos para el asma, permite el control entre los especialistas - pacientes, y proporcionar a los doctores información actualizada sobre síntomas y datos sobre el uso de medicamentos. Los módulos con los cuales cuenta son: los de atención primaria, síntomas informados y el uso de medicamentos, comunicaciones en línea a través de un panel de discusión con sus pacientes y con un especialista en asma.

BostonBreathes (BB) se caracteriza por ser es un sistema interactivo de educación, monitoreo y comunicación sobre el asma diseñado para mejorar la atención del asma con 3 objetivos principales: primero mejorar la adherencia a los medicamentos para el control del asma entre los

niños con asma a través de la educación, el autocontrol y las recompensas; segundo mejorar el trabajo en equipo entre los profesionales de la salud que atienden a niños con asma al proporcionar una plataforma de comunicación; y por último mejorar la conciencia del médico de atención primaria sobre el estado de sus pacientes con asma entre encuentros clínicos.

Los parámetros de control que aplica el sitio web de BostonBreathes son los mencionados a continuación:

Por parte de los pacientes

- Flujo máximo, tos, sibilancias, dificultad para respirar, ilimitaciones en las actividades, visitas a la sala de emergencias, informar el uso de medicamentos,

Por parte del especialista

- Datos a nivel del paciente sobre síntomas, uso de medicamentos, visitas a urgencias, revise los datos de flujo máximo y las zonas de flujo máximo, envíe sus consultas a la enfermera de asma y / o al médico especialista en asma, alertas de valores peligrosos (rango de flujo máximo de la zona roja)

### **2.2.12 Herramientas de autogestión para el asma basadas en la web o en papel: las opiniones de los pacientes y la calidad de los datos en un estudio cruzado aleatorio (Cruz-Correia, y otros, 2007)**

El portal de evaluación y autogestión de Asma P'ASMA es una aplicación basada en la web. La aplicación fue diseñada para apoyar el autocontrol del asma, mejorar la evaluación y los registros médicos y fortalecer la comunicación médico-paciente.

P'ASMA permite la recopilación y el almacenamiento centralizado de un registro de paciente electrónico y proporciona, tanto al paciente como al médico, información inmediata sobre el estado del paciente ayudando a las decisiones terapéuticas. También permite al paciente acceder a información educativa sobre el asma y se pueden elegir opciones (p. ej., monitorización de los síntomas una vez a la semana y antes de las visitas médicas).

Entre los parámetros de control por parte del paciente PEF - flujo espiratorio máximo, FEV1 - Volumen espiratorio forzado en un segundo, síntomas y exacerbaciones. Adicional también

existen alertas automáticas se activan cuando se cumplen las condiciones predefinidas, por ejemplo, un color rojo en el plan de acción o un programar una consulta, los especialistas cuentan con el historial médico de sus pacientes, clasificaciones de control del asma, gravedad y las clasificaciones de alto riesgo de asma casi fatal

### **2.2.13 Análisis comparativo de los sistemas orientados al Asma.**

En este capítulo se han descrito sistemas de tratamiento de asma cuya mayoría son sistemas de soporte de decisiones (DSS). Estos sistemas muestran resultados que proporcionan información detallada a especialistas médicos que reflejan oportunidades de diagnósticos que ayudan al momento de determinar el grado de afectación que tiene el paciente.

Estos sistemas permiten la posibilidad de seguir diferentes parámetros de control del asma como, por ejemplo, mediciones de espirometría, frecuencia respiratoria, edad de pacientes, si fuma o non la exacerbación, casos hormonales, ritmo cardiaco, alergia, etc. La captura de datos para ingresos en el sistema en unos casos se realiza de forma manual o automática y a partir de éste y otros datos.

Estos sistemas generan recomendaciones y alertas entre otras funciones dependiendo del tipo de asma que analizan conforme a los parámetros que de una u otra manera dan un soporte y ayudan a los médicos especialistas. La mayoría de los sistemas estudiados están basados en el conocimiento donde se busca la justificación de la presencia de asma en pacientes y luego clasificar su gravedad, estos parámetros son usados como entradas, en la metodología usada algunos de los sistemas se basan en reglas y mientras que otros en casos. Sin embargo, encontramos otros sistemas no basados en conocimiento que utilizan técnicas de clasificación supervisada tales como redes neuronales artificiales.

Las arquitecturas usadas en los sistemas analizados pueden ser adaptadas a diferentes sistemas operativos, poseen interfaces muy amigables con presentaciones de pantalla fáciles de usar por los doctores. Con el actual avance de la tecnología en la parte de desarrollo, estos estudios podrían hacer uso de ello como el uso de mecanismos de almacenamiento en la nube lo cual llevaría a estas aplicaciones a otro nivel facilitando la portabilidad de este. Los autores de estos estudios han

buscado la ayuda de la tecnología a través del análisis de datos clínicos, con la finalidad de ofrecer una herramienta que ayude tanto a controlar como a orientar a los doctores, lo cual aporta a que los pacientes tengan la posibilidad de llevar un mejor control de su enfermedad.

<b>Sistemas de Apoyo a la Decisión</b>	<b>Datos Entrada</b>	<b>Datos Salida</b>	<b>Evaluación del Sistema</b>	<b>Técnicas y herramientas</b>	<b>Dominio</b>
Sistema de diagnóstico experto para identificar automáticamente el asma y la enfermedad pulmonar obstructiva crónica en entornos clínicos.	Mediciones de espirometría. Broncodilatación se requieren pruebas de BDT y / o bronco-provocación (BPT)	Diagnóstico automatizado.	3657 pacientes	Algoritmo de clasificación.	Identificar automáticamente el asma y la enfermedad pulmonar obstructiva crónica en entornos clínicos.
ADEMA	Frecuencia de genes respiratorios Frecuencias revela noches Frecuencia de uso beta2 Consulta de motivos Paciente de edad Asciennete asma Fuma Exacerbación	Sistema de apoyo a la decisión para la atención de la salud del asma.	190 casos	Elegimos el paradigma de razonamiento basado en casos (CBR). CBR es una técnica de inteligencia artificial que intenta resolver un problema dado dentro de un dominio específico mediante la adaptación de soluciones establecidas a problemas similares.	Mejorar la calidad de la atención médica para pacientes asmáticos.
Aplicación de sistemas inteligentes en la enfermedad de asma: diseño de un sistema basado en reglas difusas para evaluar el nivel de exacerbación del asma.	Gravedad sin aliento Gravedad de sibilancias Alerta Frecuencia respiratoria Estado de las conversaciones Pulso cardíaco / min PEF después del broncodilatador inicial Grado de exacerbación	Diagnosticar o identificar un posible caso que se pueda presentar.	25 pacientes	Sistema basado en reglas difusas.	Evaluar el nivel de exacerbación del asma.
CAIDSA	Exterior afecta: el humo, cambios climáticos y gases de combustible, Interior afecta: perfumes, detergentes, desodorantes, pintura, productos, químicos.  La parte física los ejercicios especialmente si se desarrollan en condiciones de frío y seco.  Casos hormonales, como en el síndrome premenstrual.  Humo de tabaco.	Diagnóstico inteligente asistido por computadora para el asma bronquial.	No determina Pero indica una precisión 90.03%	Base de conocimientos.	Control asma bronquial.

Utilización de arquitectura Neurofuzzy para el Diagnóstico automático del asma	Edad Género Situación económica Consumo de alcohol y humo	Diagnóstico automático de asma usando.	No determina	Sistema difuso basado en reglas.	Enfermedad del asma.
Diseño e implementación de un sistema experto difuso para detectar y Estimación del nivel de asma y enfermedad pulmonar obstructiva crónica.	Respiración ruidosa Fiebre Hora del día Frecuencia respiratoria Síntomas nocturnos	Identifica el problema que el paciente probablemente tenga.	25 pacientes	Sistema Neurofuzzy.	Sistema de gestión pulmonar.
Predicción de la patología del asma en niños preescolares sintomáticos mediante un enfoque de sistema inteligente.	Años Vigilancia BMI Tos Dificultad para hablar Fiebre Síntomas nocturnos Esteroides orales La frecuencia respiratoria De fumar Hora del día Jadear	Predicción de los resultados del asma.	148 pacientes indica una precisión 95,54 %	Análisis de componentes.	Predicción sintomáticos.
Utilización de un sistema de inferencia difusa como medio de diagnóstico del nivel de asma	Difícil respirar Sibilancias conciencia La frecuencia respiratoria Tasa de conversación Ritmo cardiaco/ minuto PEF después broncodilatador	Diagnóstico a nivel de asma.	20 pacientes	Conocimiento, fuzzyfier y motor de inferencia.	Enfermedad del asma.
A Fuzzy Rule-Based Expert System for Diagnosing Asthma	rinitis alérgica, factores genéticos, síntoma hiperreactividad, factores médicos, ambientales factores	Diagnóstico a nivel de asma.	106 pacientes	Base de conocimiento	Enfermedad del asma.
La efectividad del sistema de autogestión del asma basado en la web, My Asthma Portal (MAP): un ensayo piloto controlado aleatorizado.	control del asma, plan de acción por la enfermera, identificar atención inmediata. recopilar información médica, de seguimiento relevante para cada paciente, documentar la información de gestión de casos, incluidas las interacciones	Diagnóstico a nivel de asma.	49 pacientes	Base de conocimientos.	Mejorar la calidad de la atención médica para pacientes asmáticos.

Utilización Evaluación de un sistema de autogestión del asma basado en la web: un ensayo piloto controlado aleatorio	medicamentos para el control del asma entre los niños síntomas y el deterioro del asma, flujo máximo	Diagnóstico a nivel de asma	58 pacientes	Base de conocimiento	Mejorar la calidad de la atención médica para pacientes asmáticos.
Herramientas de autogestión para el asma basadas en la web o en papel: las opiniones de los pacientes y la calidad de los datos en un estudio cruzado aleatorio	PEF - flujo espiratorio máximo, FEV1 - Volumen espiratorio forzado en un segundo, síntomas y exacerbaciones	Diagnóstico a nivel de asma	29 pacientes	Base de conocimientos.	Mejorar la calidad de la atención médica para pacientes asmáticos.

Tabla 6 Análisis comparativo de los sistemas estudiados orientados al Asma



En la tabla 6 se realiza un análisis comparativo de los sistemas orientados al asma, de los doce sistemas analizados en el control de parámetros conocidos en casos de crisis de asma como lo es presencia de tos, valores de flujo espiratorio máximo, volumen espiratorio forzado en un segundo, entre otros. Además, que todos se implementan con un objetivo común que es el de mejorar la calidad de la atención médica para pacientes asmáticos, cada uno ha tenido un resultado positivo en sus objetivos planteados.

### **2.3 Aplicaciones móviles para la autogestión del asma**

Desde hace más de una década, los teléfonos móviles ya se están utilizando como una herramienta para mejorar el tratamiento de enfermedades crónicas (Alquran, et al., 2018,). Las aplicaciones móviles hacen que teóricamente sea posible el monitorear e intervenir cuando y donde se produzcan condiciones médicas agudas y crónicas (Ida Sim, 2019). El asma se controla mejor si los pacientes auto monitorean sus síntomas y el flujo máximo (Liu, et al., 2020).

Los beneficios que hoy en día brindan los teléfonos celulares son muy variados, al mismo tiempo la gran cantidad de personas que los poseen hace que sean una potencial herramienta muy útil para la medicina, el hecho de que una App sea de fácil instalación en un teléfono inteligente la vuelve sumamente accesible, a más de eso si su uso es sencillo y enfocado en una enfermedad, permite que el celular sea un dispositivo cuyo uso pueda ser muy beneficioso en el tratamiento del asma. Muchos médicos en EEUU y el Reino Unido utilizan actualmente las aplicaciones como un apoyo para el tratamiento de sus pacientes, sin embargo, aún existe un énfasis marcado en la importancia de garantizar que las aplicaciones médicas son efectivas.

La tecnología ha proporcionado muchos aspectos que favorecen a la raza humana, así mismo la tecnología móvil ha cumplido con los estándares de accesibilidad, práctica, participación, viabilidad e incluso el costo económico, lo que le permite ser el líder a la hora de seleccionar un aliado que controle y trate enfermedades crónicas (Medina-Moreira, Lagos-Ortiz, Luna-Aveiga, & Paredes, Usage of Diabetes Self-management Mobile Technology: Options for Ecuador, 2016)

Al realizar un estudio de las aplicaciones móviles existentes en la actualidad que están relacionadas con la autogestión del asma, se consideró automáticamente elegibles a todas las aplicaciones compatibles con los dos sistemas operativos móviles más difundidos como lo son Android e IOS, así mismo se decidió no incluir aplicaciones de plataformas como BlackBerry ya que su cuota de mercado ha disminuido muchísimo. Para detectar nuevas aplicaciones se realizó un proceso escalonado de búsqueda, escogitamiento de problemas y evaluación. Se indagó en las tiendas de apps públicas antes mencionadas usando términos de búsqueda como “asma”, “inhalador”, “flujo máximo” y sus respectivas variantes gramaticales como por ejemplo el término “asmático”.

Por medio de una evaluación sistemática de contenidos, herramientas y la realización de búsquedas, se identificaron 137 aplicaciones diferentes en las diversas vitrinas de aplicaciones para Android y Apple, diseñadas para teléfonos inteligentes, de las mismas de descartaron 8 que no pudieron ser revisadas, y otras 27 que solamente referenciaban información médica general, dando un resultado de 102 apps analizadas. (ver figura 10).

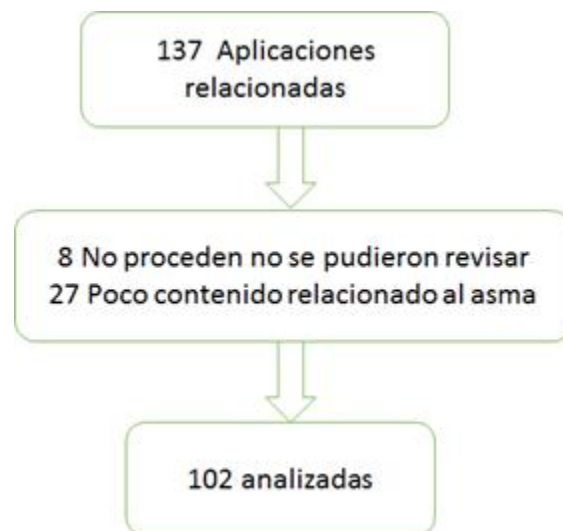


Figura 10 Diagrama del proceso de selección de aplicaciones.

### **2.3.1. Clasificación de las aplicaciones móviles para el asma**

Dado el creciente uso de la tecnología en todos los grupos demográficos y que las intervenciones digitales ofrecen una estrategia potencial para aumentar el acceso a la información y atención

médica (Bennett, Goldstein, Gathright, Hughes, & Latner, 2017). A continuación se realizó un análisis de las aplicaciones como AsthmaMD, FindAir-Asthma Diary, Asthma Tracker, Smart Asthma forecast Asthma with peak Flow Char, SaniQ Asthma-Lunge & Allergie, Asthma PRO, Peak Flow, Kiss My Asthma basado en tres categorías que se describen a continuación.

### **2.3.1.1. Tratamiento médico para el asma**

Esta categoría está enfocada en el tipo de tratamiento médico utilizado para combatir la enfermedad del asma, el software móvil usado es diseñado con interfaces visuales, estas aplicaciones interactúan con los usuarios a través del dispositivo, con lo cual se busca lograr un autocontrol del asma.

Es así como considerando las características mencionadas se pudo ubicar aplicaciones como AsthmaMD, por medio de un controlador inteligente que tiene en cuenta los valores de "tos", "frecuencia respiratoria" y "fumar" como entradas, se realizan los ingresos, y dependiendo de estos valores, se puede evaluar la gravedad de "asma", "tuberculosis" y "EPOC". La aplicación App como AsthmaMD permite al usuario a diario de forma rápida y sencilla ingresar los motivos de su asma, sus síntomas y medicamento. Los médicos realizan el ingreso de los registros del paciente y los usuarios pueden observar de forma gráfica los reportes del manejo del asma.

Existen varias aplicaciones para el tratamiento del asma, los usuarios de AsthmaMD pueden optar opcionalmente y permitir que la aplicación envíe de forma segura datos cifrados y anónimos, como la gravedad de sus ataques de asma, los desencadenantes, la hora, la fecha y la ubicación a una base de datos administrada por Google. De esta manera, dando a los investigadores visibilidad para encontrar correlación entre las tasas más altas de asma en una zona específica, hora, fecha, contaminante y clima, por nombrar diversos aspectos.

### **2.3.1.2. Aplicaciones de seguimiento que muestran información sobre la salud**

Esta categoría se refiere al tipo de aplicaciones que permiten al médico realizar un seguimiento de sus pacientes mostrando información organizada sobre la salud de estos. En el tema del control del asma es muy importante tanto para pacientes como para cuidadores que las aplicaciones móviles

sean interactivas y que garanticen que las comunicaciones entre los especialistas y pacientes sean inmediatas, una de las ventajas de este tipo de aplicaciones es que generan reportes y gráficos del monitoreo del estado de salud de los pacientes.

Esta característica la mantienen muchas aplicaciones, una de ellas Asthma Storylines, que está patrocinada por Allergy & Asthma Network, una organización sin fines de lucro activa a nivel nacional en educación pública y asuntos gubernamentales (Kagen & Garland, 2019). Esta aplicación es gratuita para los consumidores, permite a los usuarios-pacientes ingresar y almacenar datos de uso de medicamentos e inhaladores, así como localizar especialistas.

Las aplicaciones que pueden recibir los resultados de la medición de los datos médicos del paciente directo al móvil son pocas las que ofrecen esta captura mediante un dispositivo externo. No obstante, el registro de los datos médicos del paciente en la gran mayoría las apps se los realiza manualmente.

### **2.3.1.3. Bases de datos de referencia de control.**

La tele monitorización proporciona alternativas para llevar a cabo un seguimiento y control continuo de pacientes con asma, de acuerdo con Martínez-Ramos Carlos se define como: El conjunto de sistemas de soporte y servicios médicos, que permite conocer y realizar un seguimiento a distancia de la situación de un paciente y de sus parámetros vitales, de esta manera permite la provisión de asistencia y cuidados de salud a los pacientes en su entorno habitual. En este contexto, la tele monitorización representa una opción para mantener el control y seguimiento de pacientes con asma. registros diarios, cuestionario GINA (Iniciativa Global Para el Asma), formulario de ACT (Prueba de Control del Asma), informe de crisis, gráficas, alarmas, consultar medicamentos, notificaciones, y configurar datos (Gregorio, López Domínguez, Hernández Velázquez, & Pomares Hernández, 2014).

Esta característica se ha podido encontrar en aplicaciones que por lo general realizan ciertos cuestionarios a los usuarios cuando se hace el registro de parámetros de control contribuyendo a determinar ciertos aspectos del entorno del usuario. La aplicación permite a los usuarios ingresar datos como estados de ánimo o dificultades de respiración en otras.

### 2.3.2. Comparativo de aplicaciones

Se efectuó la revisión de aplicaciones móviles interactivas usadas para control del asma que están disponibles en campo digital para teléfonos inteligentes y disponibles para Android e IOS, que garanticen la fiabilidad en la información del paciente y el control de la atención.

En tabla 7, se puede observar información referente a las app como costo para el usuario, app para Android, para IOS, cantidad de descargas, calificación, website. La clasificación de descarga de estas aplicaciones es de 4.10 basado en Android ya que las apps para IOS no proporcionan esta información, el 87.5% son aplicaciones gratuitas, el 100% son para Android y el 75% para IOS. Otro dato interesante es que el 50% del promedio de descarga es mayor a 10.000. Otro factor que se pudo observar de la app es la baja actualización de las aplicaciones. También se puede observar en la tabla 7 que la mayor calificación es el 4.9 de AsthmaPRO, pero tiene un número inferior de descargas de 100 si lo comparamos con AsthmaMd que posee una calificación de 3.6 y una descarga de más de 10.000.

Información sobre aplicaciones para el control del asma						
APP	Costo para el usuario	Versión Android	Versión Ios	Cantidad de descargas	Calificación	Website
AsthmaMd	No	Si	Si	10 K+	3.6	<a href="http://www.asthmamd.org/">http://www.asthmamd.org/</a>
FindAir-Asthma Diary	Si	Si	Si	10 K+	4.0	<a href="http://www.findair.eu">http://www.findair.eu</a>
Asthma Tracker	No	Si	Si	5 K+	3.0	<a href="http://www.asthma-app.com/en">http://www.asthma-app.com/en</a>
Smart Asthma forecast Asthma with peak Flow Char	No	Si	Si	10 K +	4.5	<a href="http://smartpeakflow.com">http://smartpeakflow.com</a>
SaniQ Asthma-	Si	Si	Si	5 K +	4.0	<a href="http://saniq.org/de/">http://saniq.org/de/</a>

Lunge & Allergie						
AsthmaPRO	No	Si	No	100 +	4.9	<a href="http://briota.co">http://briota.co</a>
Peak Flow	No	Si	No	10 K+	4.5	<a href="http://peakflow.amugofjava.me.uk/">http://peakflow.amugofjava.me.uk/</a>
Kiss My Asthma	No	Si	Si	500 +	4.3	<a href="http://kissmyasthma.org.au/">http://kissmyasthma.org.au/</a>

Tabla 7 información sobre aplicaciones para el control del asma

En la Tabla 8, se relacionan las principales secciones seleccionadas para la comparación de las distintas aplicaciones móviles seleccionadas que son: AsthmaMd, FindAir-Asthma Diary, Asthma Tracker, Smart Asthma forecast Asthma with peak Flow Char, SaniQ Asthma-Lunge & Allergie, AsthmaPRO, Peak Flow, Kiss My Asthma. Algunos criterios considerados para la selección de las mismas son su funcionalidad, accesibilidad, presencia en tiendas virtuales de Android e IOS.

<b>Función</b>	<b>Características</b>
Datos de entrada del usuario	Permite registrar diariamente los diversos parámetros de control de la enfermedad.
Entrada automática de datos	Interactúa con datos de dispositivos que monitorean factores del asma.
Uso del inhalador: entradas del usuario	Permite determinar que el paciente ingrese manualmente la información sobre el uso de su inhalador y con estos datos recuerdan a los pacientes el momento que deben tomar sus medicamentos y recopilan datos para los controles de atención médica.
Uso del inhalador: automático	Permite determinar la frecuencia de uso, del inhalador por medio de Bluetooth, recuerdan a los pacientes el momento que deben tomar sus medicamentos y recopilan datos para los controles de atención médica.
Síntomas de pronóstico	Permite estar al tanto de los síntomas del asma que pueden aparecer en cualquier momento.
FEV-1 datos de entrada del usuario	Permite el registro de volumen de aire que se expulsa durante el primer segundo de la espiración forzada.

Entradas de usuario de flujo máximo	Permite el ingreso de los datos de medición de la exhalación de aire de los pulmones.
Plan de acción para el asma	Permite establecer el conjunto de instrucciones que el paciente y médico crearán para ayudar a controlar el asma.
Instrucciones de emergencia	Permite en base al conociendo de historia clínica síntomas, pruebas alertar de posibles casos de crisis de asma en el paciente.
GPS	Permite la ubicación del usuario en caso de emergencia.
Contenido educativo	Permite acceder a información relacionada al asma.

Tabla 8 funciones analizadas en aplicaciones

En la Tabla 9, se puede observar que unas aplicaciones ofrecen más funciones que otras, donde Asthma Md y Smart Asthma forecast Asthma with peak Flow Char poseen 10 de las 11, es decir son los más completos, las características estudiadas incluyen ingreso de datos de entrada del usuario, entrada automática de datos, uso del inhalador: entradas del usuario, uso del inhalador: registro automático, síntomas de pronóstico, FEV-1 datos de entrada del usuario, entradas de usuario de flujo máximo, plan de acción para el asma, instrucciones de emergencia y contenido educativo. La característica menos común encontrada es la del uso del GPS. El resto de aplicaciones mostradas en la Tabla 9 poseen entre 2 y 8 características de las antes mencionadas, cabe destacar que solamente las aplicaciones FindAir y Asthma Diary poseen la característica de uso del GPS en el dispositivo móvil. El resultado de este análisis permite determinar la ayuda, eficiencia y disponibilidad de las apps móviles para el control y tratamiento del asma, donde los pacientes que sufren de asma hacen uso de estas para para lograr llevar un control integral de su caso. Por la necesidad de ofrecer aplicaciones que mejoren estos requerimientos de los pacientes, doctores y del mismo entorno familiar del paciente se deben trabajar en nuevos modelos que estén orientados a la autogestión de la salud mejorando la gestión del conocimiento que logre mayor eficacia y efectividad en el tratamiento del asma.

Características del aplicativo								
	Asthma Md	FindAir-Asthma Diary	Asthma Tracker	Smart Asthma forecast Asthma with peak Flow Char	SaniQ Asthma-Lunge & Allergie	Asthma PRO	Peak Flow	Kiss My Asthma
Datos de entrada del usuario	Si	Si	Si	Si	Si	Si	-	Si
Entrada automática de datos	Si	-	-	Si	-	-	-	-
Uso del inhalador: entradas del usuario	Si	Si	Si	Si	Si	Si	-	Si
Uso del inhalador: automático	Si	Si	-	Si	-	-	-	-
Síntomas de pronóstico	Si	Si	Si	Si	Si	Si	-	-
FEV-1 datos de entrada del usuario	Si	-	Si	Si	Si	Si	-	Si
Entradas de usuario de flujo máximo	Si	-	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Plan de acción para el asma	Si	-	Si	Si	Si	Si	-	Si
Instrucciones de emergencia	Si	-	Si	Si	Si	Si	Si	-
GPS	-	Si	-	-	-	-	-	-
Contenido educativo	Si	-	Si	Si	Si	-	-	Si

Tabla 9 características de aplicaciones para el control del asma



## **2.4. Objetivos de la tesis doctoral**

### **2.4.1. Motivación**

El asma es un padecimiento que afecta a más de 330 millones de personas en el mundo, es una de las enfermedades más recurrentes en la actualidad, por lo tanto, su tratamiento es de suma importancia en el ámbito médico. El aprovechar los beneficios que proporciona la tecnología en la actualidad es un factor preponderante que definitivamente puede cambiar la forma de tratar esta patología, así como brindar nuevas alternativas para pacientes y médicos en el proceso de cuidado médico.

La realización de propuestas tecnológicas que conlleven al combate 24/7 de enfermedades crónicas permitirá alcanzar un mejor estilo de vida a los pacientes que sean beneficiados con la utilización de estas ya que los sistemas de alerta temprana contribuyen a atenuar las enfermedades. En los últimos años estos sistemas han usado distintas tecnologías para extraer conocimiento sobre la enfermedad y sus síntomas, han evolucionado significativamente gracias al concepto de autogestión que es un componente clave para la mejora de la salud que es la gestión y prevención de enfermedades. Estos sistemas mejoran con la facilidad con que el usuario puede entender los datos, analizarlos correctamente y utilizarlos. En el diagnóstico del asma la esencia es la historia clínica minuciosa, de la cual el especialista consigue las manifestaciones clínicas través del interrogatorio con lo que logra obtener información importante referente a agentes que pueden agravar el cuadro patológico. También los especialistas realizan la flujometría que es la medición de la reversibilidad del flujo espiratorio máximo o PEF (Peak Expiratory Flow) y la espirometría con broncodilatador que determina la obstrucción y la reversibilidad bronquial que son aspectos característicos del asma. Existen casos en los que no es posible el diagnóstico de asma al realizar estas pruebas, sea por características congénitas del paciente o por la propia enfermedad. Podemos aprovechar la gran cantidad de información relacionada al asma para conseguir mejorar la prevención y monitorización en los tratamientos en el área de la salud.

Del estudio del estado del arte se concluye que, aunque existen estudios y aplicaciones móviles actualmente relacionadas con la autogestión de la salud dentro del asma, estos sistemas todavía no

son suficientes para controlar esta enfermedad de manera correcta tanto por los pacientes como por los médicos.

Esta tesis doctoral pretende proporcionar una herramienta inteligente basada en reglas que contribuya en la autogestión de la salud aplicada en el dominio asma, lo cual contribuirá a optimizar costos en la monitorización prevención y cuidado de la enfermedad, así como generar recomendaciones a doctores y pacientes.

### **2.4.2. Objetivos**

El objetivo principal de esta tesis doctoral es el desarrollo de una herramienta inteligente y colaborativa que permita estudiar los datos introducidos por los pacientes para lograr procesos de autogestión de la salud en enfermedades crónicas y más concretamente en el asma que permita la monitorización, prevención, diagnóstico y tratamiento. Para conseguir este objetivo se plantearon los siguientes sub-objetivos:

- Obtención de una base de conocimiento basada en reglas dentro del dominio del asma.
- Obtención de un sistema para la monitorización de distintos parámetros del asma.
- Obtención de un sistema para la recomendación al paciente usando un sistema basado en reglas.
- Obtención de un sistema para el seguimiento de tratamientos y recomendaciones.
- Obtención de una herramienta integral móvil para la autogestión del asma y la monitorización, prevención y tratamiento de esta enfermedad en pacientes.

### **2.4.3. Metodología**

Esta tesis doctoral se desarrolló mediante 3 fases principalmente la primera fase fue el estudio del estado del arte que se ha mostrado en este capítulo, la segunda fue la elaboración de la aplicación inteligente del asma para la monitorización y seguimiento usando un modelo de reglas, y la tercera la validación de la propuesta.

- Estudio del estado del arte: Estudio de los conceptos y términos de las tecnologías de la información (TI) en el campo de la salud, análisis de arquitecturas existentes en el tratamiento del asma y la autogestión de la salud utilizando sistemas inteligentes. Además, se analizaron las distintas aplicaciones móviles en el ámbito de la autogestión de la salud relacionadas con el asma y se identifican las características principales de estas aplicaciones móviles.

- Elaboración de la aplicación inteligente el monitoreo y seguimiento del asma usando un modelo de reglas y un enfoque de autogestión de la salud: Con el aporte de experiencias y conocimientos de expertos, se logró determinar un conjunto de reglas y recomendaciones en el control tratamiento del asma. Se diseñó una aplicación web y móvil usando reglas de inferencia, basadas en el conocimiento y dominio de los expertos que permite la monitorización, gestión de alertas y recomendaciones para pacientes con asma.

Validación de la propuesta: Con la colaboración de expertos y pacientes en el dominio del asma, se realizaron pruebas constantes del sistema de autogestión, basado en indicadores de control de la enfermedad. Se pudo evaluar la evolución del paciente antes y después del uso de la aplicación de autogestión y finalmente se evaluó la adaptabilidad de pacientes y médicos en el uso de la herramienta.



### **3. Capítulo 3 Healthmonitor: Sistema para autogestión de la salud para la monitorización del asma**

El aumento del acceso a los teléfonos inteligentes ha permitido aumentar el desarrollo y el uso de aplicaciones de teléfonos inteligentes, también llamadas Apps (McKay, et al., 2016). Por otro lado, la prestación de servicios de salud ha experimentado enormes cambios durante los últimos años. La salud móvil o mHealth es un motor clave de avance en la vanguardia de esta revolución. (Banos, et al., 13 August 2015). Entre los importantes beneficios de las aplicaciones móviles se encuentran la portabilidad y la accesibilidad. Según distintos estudios, la integración de una aplicación móvil nativa con un portal web aumenta el valor y la calidad del sistema final. (Dobrica & Pietraru, 07 July 2017).

Como se ha comentado en el apartado anterior, el objetivo propuesto en este trabajo doctoral es el desarrollo de un sistema de tecnologías inteligentes para la autogestión de la salud aplicado en el control del asma. El sistema propuesto se basa en una herramienta informática desarrollada que está puesta a disposición de doctores y pacientes para un control de primer orden donde este aplicativo busca un mecanismo que facilite incorporar el seguimiento y control como un medio de apoyo, donde el aporte de los especialistas en la salud con dominio en la patología del asma ha permitido documentar, validar la estructura y el funcionamiento del programa de autogestión de la salud. Con el uso del aplicativo se busca obtener beneficios como reducción en los tiempos de hospitalización por problemas relacionados a fallas respiratorias ocasionadas por algún detonante y por defecto mejora la calidad de vida del paciente que está siendo monitoreado y vinculado a dicha App. La plataforma de autogestión Healthmonitor para monitoreo del asma, se basa en sistemas establecidos en conocimiento y tecnologías móviles que ayudan a manejar temáticas importantes del asma y problemas que se relacionan con sus desencadenantes, tales como: restricciones de actividad, medicamentos, síntomas, entre otros, así como el seguimiento de parámetros como presión arterial, temperatura, actividad física, frecuencia cardíaca, entre otros. Healthmonitor realiza distintas recomendaciones que fundamentan sus parámetros por el estado de salud y los síntomas del paciente para reducir su exacerbación y prevenir la crisis asmática convirtiéndose en un medio que apoya el proceso de la autogestión del asma.

Las complicaciones de asma se pueden presentar seriamente en cualquier momento de vida del paciente, esto se evidencia sintomáticamente con aspectos como: tos persistente, alteraciones de sueño, incapacidad física; pero no solo podría ser tomado como severo ya que dichas complicaciones pueden volverse crónicas desarrollando neumonía, fallas respiratorias, secreciones bronquiales terminales, neumotórax provocado por un colapso pulmonar y neumomediastino.

Es de conocimiento que el asma puede tener antecedentes genéticos y existen diversos tipos que se basan en función de: factores desencadenantes, niveles de control y gravedad y frecuencia. Dentro de este último orden de ideas según las investigaciones realizadas las alergias conocidas como neuroalérgicas (polen, ácaros, pelo de animales y antecedentes familiares) están dentro de los factores desencadenantes en los pacientes al igual que el cambio de estaciones (invierno y verano), factores irritantes como el humo, desodorantes, productos de limpieza, perfumes y algún cambio de temperatura conocidos como no alérgica. A esto le sumamos las ocupacionales (sustancias químicas, polvos, compuestos orgánicos, resinas, plásticos, etc.), las que se producen por actividades físicas (antes o después de haber realizado ejercicio físico) y las que se manifiestan en las noches (media noche o madrugada).

Para evitar complicaciones los niveles de control deben estar constantemente monitoreados. El paciente puede estar controlado pero cualquier factor mencionado en el párrafo anterior podría desencadenar una crisis. Existen pacientes que muestran tranquilidad al encontrarse parcialmente controlados, pero debido a esta forma de manejar su salud han llegado a tener fallas graves que los han llevado a terapia intensiva e inclusive la muerte. Cuando las crisis se tornan muy crónicas el médico que asiste el problema considera al paciente no controlado. La gravedad y frecuencia de dichos factores desarrollan que los síntomas se vuelvan más persistentes, intermitentes, persistente leve, persistente moderado o crónico, esto afecta mucho al estilo y calidad de vida del paciente.

Por ello, los pacientes con dicha patología deben estar en tratamiento de forma farmacológica (proveedores de control y alivio). Cabe recalcar que se debe a un agente ligado genéticamente y también de manera no farmacológica (ejercicio, evitar contacto con agentes desencadenantes dietas). Con relación a la figura 11, esta muestra un mapa de información del asma que se fundamenta en el análisis realizado con especialistas del asma los cuales relacionan los causantes

de la patología, en indicadores como: complicaciones, síntomas, tipo de función y enfermedad genética.

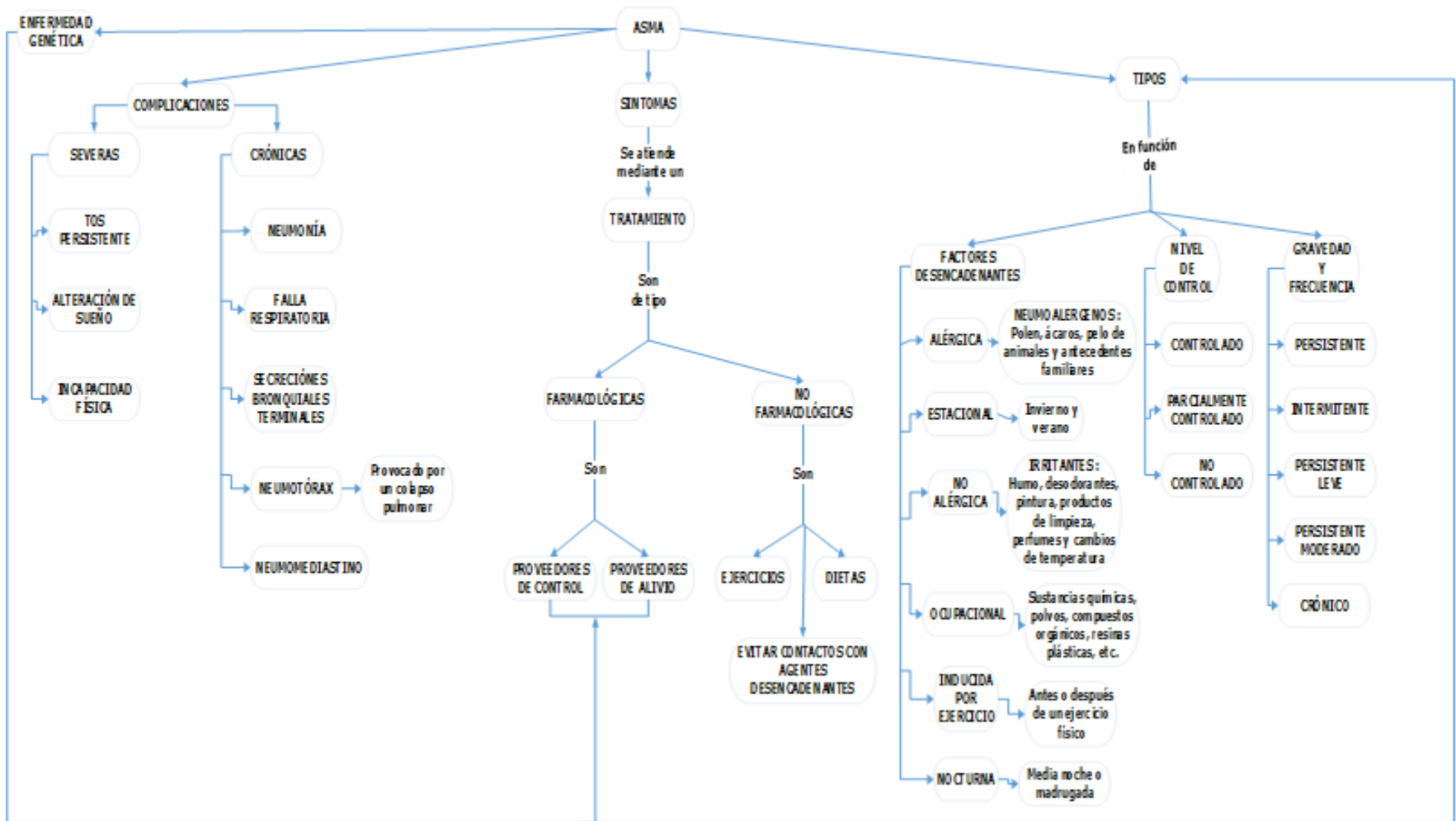


Figura 11 Mapa de Información del Asma



El manejo de datos ayuda mucho a las aplicaciones móviles. El Análisis de base de datos de salud brinda la posibilidad de mejorar la atención, reducir los errores médicos y reducir costos. (Do, Robinson, & Tran, 2015). Una intervención de telesalud apoyada por una aplicación móvil, un dispositivo de autocontrol y el uso de un WAAP mejoró la autogestión del asma en otras investigaciones (Zairina, et al., 2016). Además, la telemedicina puede proporcionar información de salud que se recopila de forma remota desde dispositivos médicos o dispositivos móviles personales. (Alotaibi & Federico, 2017).

### **3.1. Arquitectura del sistema**

La arquitectura de la plataforma de autogestión para la salud Healthmonitor, aplicado específicamente en la patología crónica del asma, es un aplicativo colaborativo que tiene como objetivo el control y monitoreo de síntomas presentes en la enfermedad. La funcionalidad de la aplicación se basó en el análisis obtenido de profesionales especialistas de la salud en el campo de enfermedades crónicas respiratorias y alergias. Los factores que están presentes en las crisis asmáticas de pacientes suelen presentar síntomas como presión en el pecho, falta de aire, respiración sibilante o tos durante la noche y que mantienen diversos tipos de tratamientos como: broncodilatadores, corticosteroides, entre otros. Este tipo de ayuda farmacológica depende directamente del estado del paciente y sus indicadores. Además, durante el desarrollo del aplicativo se trabajó con un grupo de pacientes los cuales fueron parte del diseño del sistema y también apoyaron como grupo para su evaluación médica.

En la figura 12 se muestra la estructura del sistema de la plataforma HealthMonitor que se forma por los siguientes módulos: motorización de parámetros y gestión de alertas, recomendaciones de salud y personalización de contenidos, además se implementó un esquema cliente-servidor. La comunicación entre el servidor y el cliente es a través de servicios web basados en REST. Por consiguiente, para el desarrollo del aplicativo se utilizó la metodología ágil SCRUM, donde se formaron equipos de desarrollo técnicamente fuertes y se mantuvo reuniones diarias que garantizaron una comunicación efectiva que logró adaptabilidad a los requisitos en etapa de evolución. Esta metodología ayudo a trabajar mucho con los especialistas dentro el ámbito de la salud, por el desarrollo ágil o adaptativo están orientados a ajustarse rápidamente a la realidad cambiante. (Santos, Kroll, Sales, Fernandes, & Wildt, 2016)



Figura 12 Healthmonitor para monitoreo del asma.

La arquitectura del Healthmonitor, está formada por de tres capas: la primera capa es la de presentación donde se le proporciona una aplicación móvil a los pacientes con la cual ellos logran realizar registros de sus parámetros clínicos, así como los síntomas de salud. Además, se les proporciona a los especialistas un resumen sobre los datos de sus pacientes tanto de los parámetros clínicos y síntomas de salud mediante una interfaz web. La segunda capa, denominada servicios inteligentes corresponde a módulos de control tales como: educación y seguimiento del asma, así como también de un módulo que genera las recomendaciones médicas de acuerdo con los síntomas y parámetros médicos que presenta el paciente. Por último, la tercera capa es de datos, esta permite el almacenamiento en la plataforma de toda información generada, incluye recomendaciones médicas de los expertos y los datos registrados por los pacientes. En este sentido se comprende la figura 13, donde muestra la arquitectura funcional de Healthmonitor para monitoreo del asma, la cual se fundamenta en un modelo cliente-servidor, donde se distribuyen las actividades de cada módulo entre los diversos clientes y proveedores de servicios, logrando escalabilidad y fácil mantenimiento.

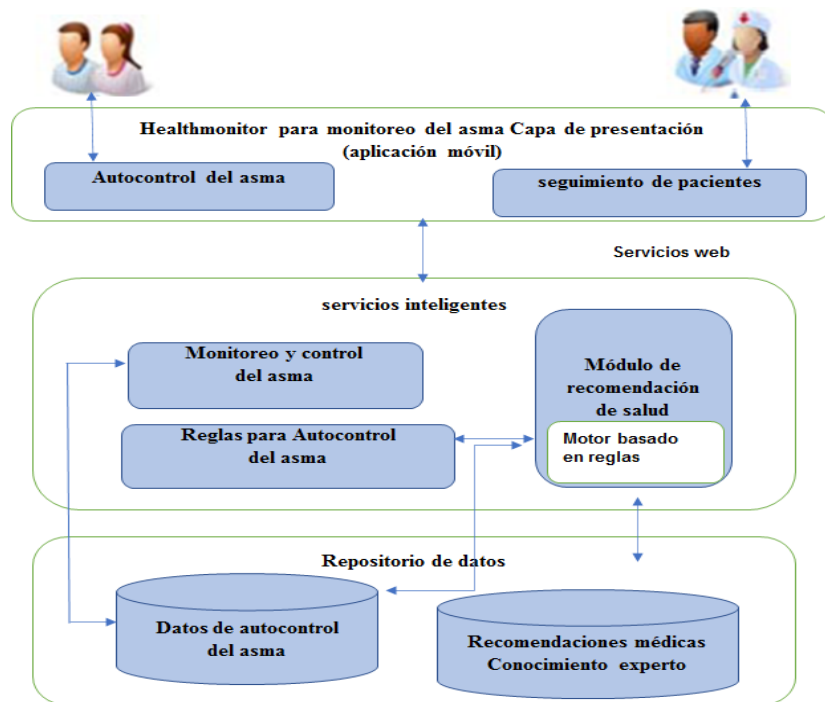


Figura 13 Arquitectura Healthmonitor para monitoreo del asma.

A continuación, se describen los distintos módulos detallando sus componentes aplicados en Healthmonitor para la monitorización del asma.

### 3.1.1 Capa de presentación.

La aplicación móvil de autogestión para la salud Healthmonitor enfocada en el monitoreo del asma permite realizar diferentes tipos de tareas. El funcionamiento del software tiene como beneficio informar, capacitar y educar al paciente, promover el control del asma mediante el seguimiento de síntomas y parámetros relacionados con la enfermedad como: la frecuencia cardíaca, temperatura, actividad física, presión arterial, entre otros. Esto se logra por medio del uso de un sistema de reglas del asma que pueden llevar a factores desencadenantes, tales como: medicamentos, restricciones de actividad, síntomas, entre otros. Asimismo, el aplicativo permite al paciente encontrar recursos y recomendaciones médicas asentadas en los síntomas y el estado de salud del paciente, lo que permite prevenir crisis asmáticas y sobre todo llegar a reducir la exacerbación.

Dentro de la capa de presentación se reflejan los módulos de registro de usuario por la cual inicia la aplicación (ver figura 14). Dentro de este primer paso el usuario que no esté registrado

deberá hacerlo creando una cuenta, en caso de estar registrado en la aplicación, se usa la opción Iniciar sesión directamente

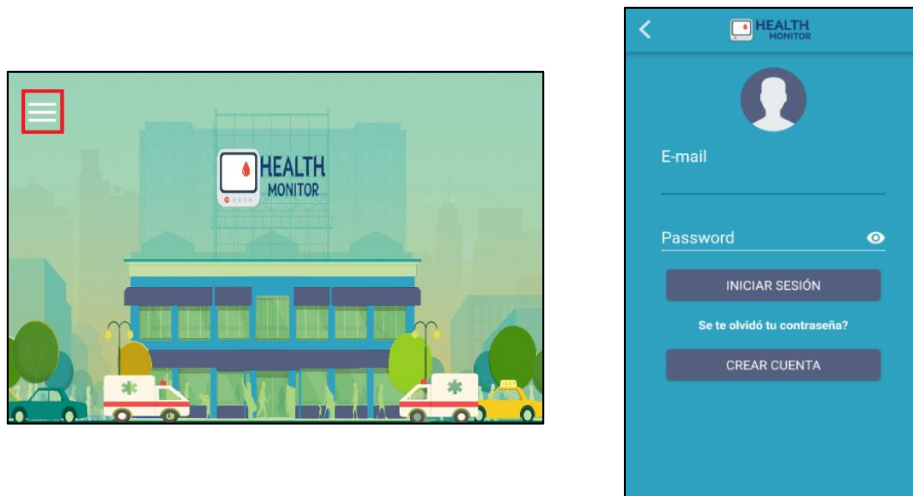


Figura 14 inicio de la aplicación Healthmonitor para monitoreo del asma

Al crear dicha cuenta surgirá una nueva pantalla, que presenta dos opciones: iniciar sesión en la App usando la cuenta de Facebook o registrar una nueva cuenta. En el caso de la segunda opción, en la siguiente pantalla, se procede a llenar los datos del nuevo usuario (ver figura 15).



Figura 15 Registrar una nueva cuenta de la aplicación Healthmonitor para la monitorización del asma

Una vez realizada la validación de los datos se procede al ingreso de datos referentes al paciente como: año de nacimiento, sexo, peso, altura, confirmación que tiene asma, para después agregar datos sobre su estado civil y la nacionalidad (ver figura 16).

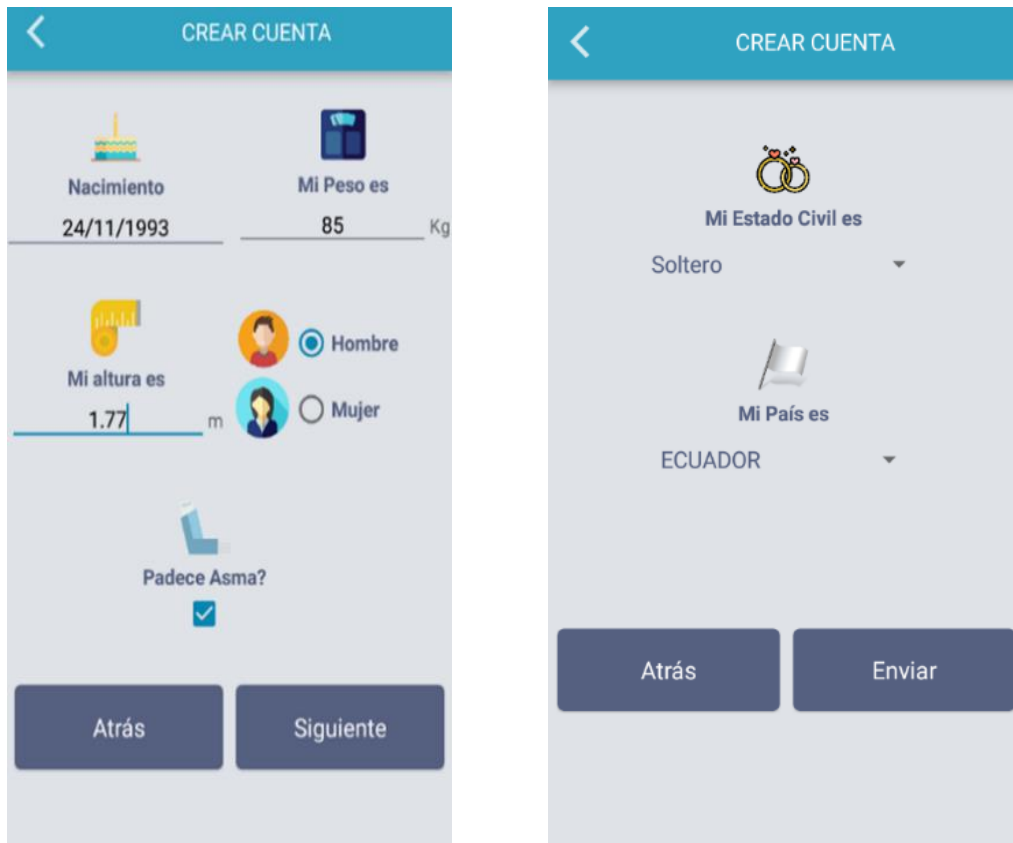


Figura 16 Ingreso de datos del paciente en la aplicación Healthmonitor para la monitorización del asma

En la pantalla de inicio se pueden realizar las acciones de: controles generales, control asma, ejercicio-dietas, alarma de medicamentos donde a través del tap sobre el menú tipo hamburguesa o sobre los ítems se puede ingresar a las distintas funciones del aplicativo. Además, la opción control general permite llevar los registros de: pulso, presión, peso, estado de ánimo, enfermedad, mis doctores (ver figura 17). Adicional a esto, la opción control asma permite que el paciente lleve un registro de flujo máximo, sibilancia, inhaladores, nebulizadores, alergia, medicamentos y actividades deportivas. Por lo tanto, la opción ejercicio-dietas permite llevar un control de rutinas-ejercicios, alimentación y fitness, y demás.

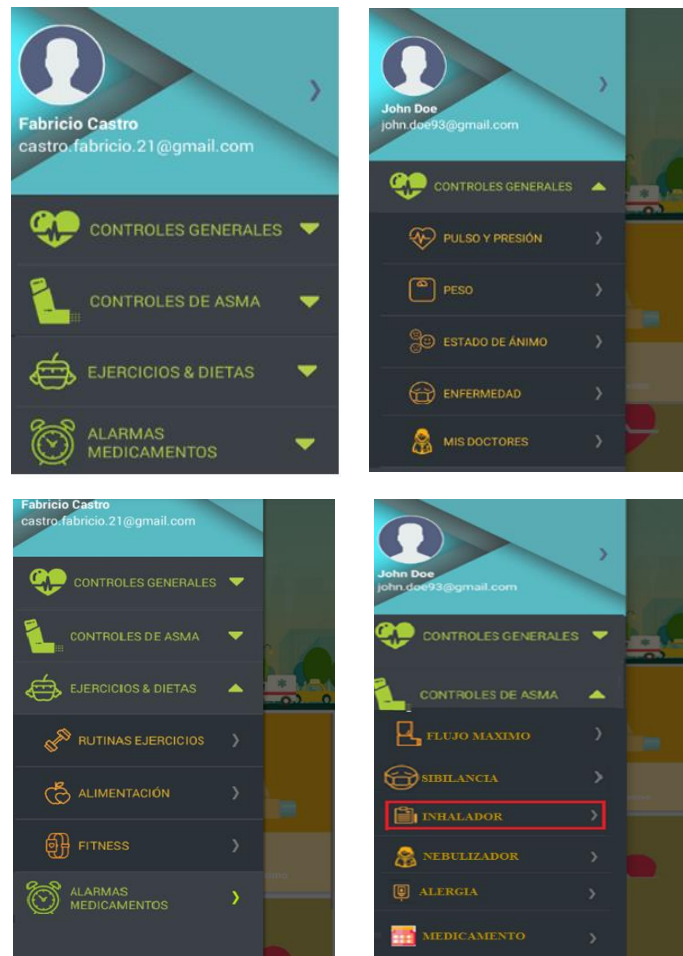


Figura 17 funciones del aplicativo Healthmonitor para monitoreo del asma

### 3.1.1.1 Inserción de datos en los parámetros para el autocontrol

Esta opción que forma parte de la capa de presentación en la cual el paciente procede al registro de los factores que influyen en su enfermedad es prioritaria al elaborarla, dado que para su diseño y desarrollo participaron especialistas de la salud en el área del asma y alergias quienes indicaron que por lo general la mitad de las personas con asma son asintomáticas la gran parte del tiempo de su enfermedad. En los casos de asma leve persistente, severa persistente, moderada persistente o de difícil control se presenta con síntomas de forma constante que terminan en la mayoría de los casos con problemas graves y tratamientos de emergencia. Healthmonitor tuvo como objetivo desde el principio la interacción de los doctores para determinar con certeza aquellos parámetros que los pacientes deben controlar de forma personal para que se puedan registrar datos, los mismos que deben ser analizados y medidos por el aplicativo que involucra el tratamiento para esta enfermedad crónica. De tal manera se logran definir los siguientes parámetros de salud para ser monitorizados por la plataforma:

Flujo máximo, pulso-presión, peso y sibilancia (identificar si existe dificultad para respirar), dificultad de actividades diarias. Así como también el registro de uso de inhaladores, nebulizadores o medicamentos de control, ejercicios-rutinas y alimentación.

- **Flujo máximo:** Es el flujo espiratorio máximo (FEM) o peak expirator y flow (PEF) en terminología anglosajona. Es el mayor flujo que se alcanza durante una maniobra de espiración forzada. Se consigue al haber expirado el 75-80% de la capacidad pulmonar total (dentro de los primeros 100 ms de espiración forzada) y se expresa en litros/minuto, litros/segundo o como porcentaje de su valor de referencia. Refleja el estado de las vías aéreas de gran calibre, y es un índice aceptado como medida independiente de la función pulmonar (Veloz-Montenegro, Benalcázar-Game<sup>1</sup>, & Domínguez-Bernita, marzo, 2017). El índice de la función pulmonar es un control que el paciente realiza desde su hogar por medio de un equipo conocido como medidor de flujo máximo que es un dispositivo portátil que los pacientes utilizan manualmente para medir la exhalación de aire de los pulmones.

En Healthmonitor existe una opción para registrar esta información que permite el ingreso del flujo máximo del paciente (ver figura 18).

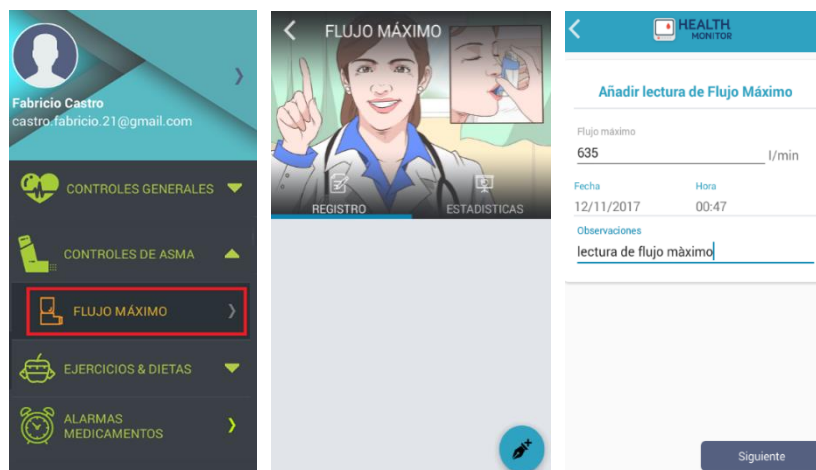


Figura 18 Ingreso de valores de flujo máximo en Healthmonitor para monitoreo del asma

El Peak Flow Meter (PFM) es el aparato para medición ambulatoria del Flujo Respiratorio Máximo (FEM). El flujo respiratorio máximo es el mayor flujo de aire alcanzado en una espiración forzada realizada tras una inspiración también forzada; se alcanza en los primeros

150 milisegundos de la misma y se expresa en litros por minuto, litros por segundo o como porcentaje de su valor de referencia (Miquel-Gomara J, 2002).

El análisis se realiza en relación altura-edad y sus valores dependen si es hombre o mujer y en casos de niños en relación solo a edad (ver tabla 10). Siendo el FEV1 o volumen de aire que el paciente ha aspirado de forma forzada en el primer segundo, se clasifica en tres niveles, de 80% al 100% el asma está bajo control, del 50% al 80% el asma está empeorando y si es inferior al 50% es un caso de urgencia médica.

El control del flujo máximo (FEM), el paciente lo realiza con el uso del dispositivo portátil de medición manual existente en el mercado. En algunos casos estos equipos médicos son digitales o manuales, esto permite al paciente realizar la medición de manera fácil, logrando la valoración de función pulmonar de forma preventiva o de control. Para el uso del equipo de medición el paciente deberá de tener una postura erguida parado o sentado, tomar aire profundamente de tal forma que llene sus pulmones con todo el aire que pueda, poner el medidor en su boca, cerrar sus labios alrededor de la boquilla sin que la lengua obstruya la misma, después proceder a soplar tan fuerte y rápido pueda, el paciente deberá de anotar el valor del flujo máximo. Los especialistas recomiendan para esta prueba que el paciente realice dos intentos y anotar el valor más alto.

<b>INTERPRETACIÓN DEL PEAK-FLOW VALORES NORMALES TEÓRICOS FLUJO RESPIRATORIO PICO (LITROS/MIN)</b>												
<b>Hombres Desviación normal 48 l/min</b>												
<b>Edad/ Altura</b>	<b>15 Años</b>	<b>20 Años</b>	<b>25 Años</b>	<b>30 Años</b>	<b>35 Años</b>	<b>40 Años</b>	<b>45 Años</b>	<b>50 Años</b>	<b>55 Años</b>	<b>60 Años</b>	<b>65 Años</b>	<b>70 Años</b>
<b>160 cm</b>	518	568	598	612	613	606	592	578	565	555	544	534
<b>168 cm</b>	530	580	610	623	623	617	603	589	577	566	556	546
<b>175 cm</b>	540	590	622	636	635	627	615	601	588	578	568	558
<b>183 cm</b>	552	601	632	645	646	638	626	612	600	589	578	568
<b>190 cm</b>	562	612	643	656	656	649	637	623	611	599	589	579



<b>Mujeres Desviación normal 42 l/min</b>												
<b>Edad/ Altura</b>	<b>15 Años</b>	<b>20 Años</b>	<b>25 Años</b>	<b>30 Años</b>	<b>35 Años</b>	<b>40 Años</b>	<b>45 Años</b>	<b>50 Años</b>	<b>55 Años</b>	<b>60 Años</b>	<b>65 Años</b>	<b>70 Años</b>
<b>145 cm</b>	438	445	450	452	452	449	444	436	426	415	400	385
<b>152 cm</b>	450	456	461	463	463	460	456	448	437	425	410	396
<b>160 cm</b>	461	467	471	474	473	470	467	458	449	437	422	407
<b>168 cm</b>	471	478	482	485	484	482	478	470	460	448	434	418
<b>175 cm</b>	481	488	493	496	496	493	488	480	471	458	445	428
<b>Niños menores de 15 años</b>												
<b>Altura</b>	<b>91 cm</b>	<b>99 cm</b>	<b>107 cm</b>	<b>114 cm</b>	<b>122 cm</b>	<b>130 cm</b>	<b>137 cm</b>	<b>145 cm</b>	<b>152 cm</b>	<b>160 cm</b>	<b>168 cm</b>	<b>175 cm</b>
	100	120	140	170	210	250	285	325	360	400	440	480
Tomado de Guia semFYC de actuación en atención primaria												

Tabla 10. Interpretación del Peak Flow. Información obtenida de (Perelló, Román Rodríguez, & Grupo de Respiratorio de la Societat Balear de , 2002)

En el momento de ingreso del flujo máximo por parte del paciente se debe de ingresar también fecha, hora y es posible también insertar observaciones adicionales observación.

- Registro de sibilancia. La sibilancia o silbido es un sonido agudo que se presenta en la respiración cuando se produce un bloqueo parcial en las vías respiratorias. Si el paciente tiene dificultad al respirar y se mantiene de forma progresiva, o empieza a tener una disminución del nivel de consciencia el paciente necesitara atención médica. La sibilancia es uno de los parámetros que se presenta en los pacientes con asma. Por tal motivo, Healthmonitor considera que el paciente registre si presenta síntomas de sibilancia. Si el paciente realiza el registro de sibilancia el aplicativo móvil pone automáticamente la fecha y hora como parte de la información que se va a ingresar de ese registro o tupla. Además, a esto se registra tres controles más relacionados con la sibilancia como es: 1.-) si presenta tos, 2.-) si presenta Dificultad para Respirar y 3.-) si puede realizar sus actividades habituales. Adicionalmente deberá de seleccionar el desencadenante que son características

que permite ayudar a identificar factores externos que motivan se activen casos de asma como son: aire acondicionado, caminar mucho tiempo, calor, impresión fuerte, exceso de ejercicio, correr, insolación, frio, pelusa de animales, polen (ver figura 19).

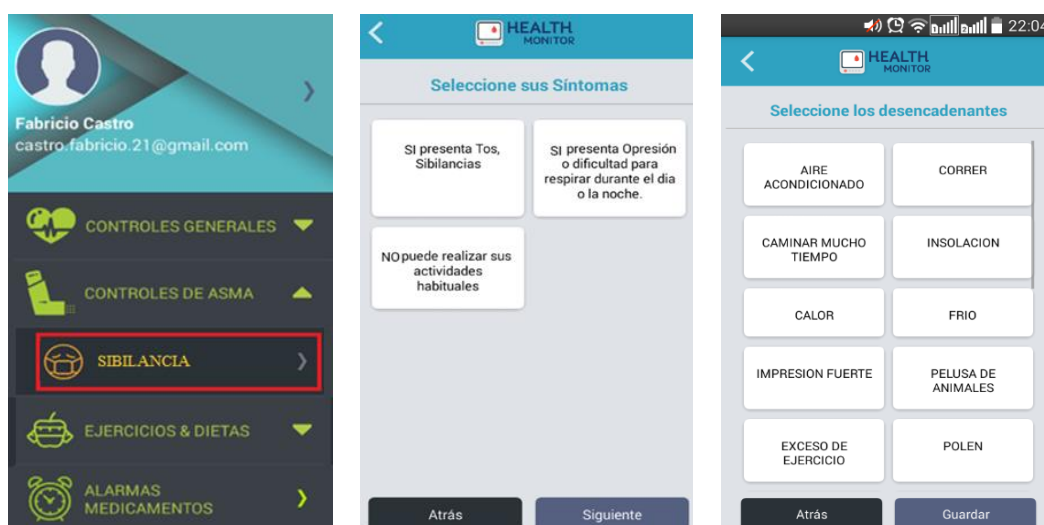


Figura 19 Registro de sibilancia Healthmonitor para monitoreo del asma

- Inhaladores. Los pacientes con asma en muchos casos hacen uso de inhaladores, lo cuales son dispositivos portátiles que el mismo paciente puede aplicarse vía oral por medio del cual permite aplicar el medicamento hacia los pulmones. Es así como por el uso de este medicamento se logra controlar los síntomas del asma, en muchas ocasiones el uso del inhalador puede ser por periodos largos, así como también en ciertos casos los pacientes lo aplican como alivio rápido antes de realizar algún deporte lo cual contribuye a prevenir la falta de aire.

Es así como el aplicativo cuenta con esta opción de control que permite el registro del uso de inhalador, en el cual el paciente deberá de ingresar fecha y hora de aplicación, usualmente cada 4 a 6 horas es su uso según sea necesario y conforme a la indicación del especialista. Además, también cuenta con un campo para dejar una observación (ver figura 20). Al culminar con ingreso el paciente cuenta con dos botones flotantes, uno usado para guardar los datos, y el otro para limpiar el formulario.



Figura 20 Ingreso de uso de inhalador de Healthmonitor

- Los nebulizadores son artefactos de uso más prolongado a diferencia de los inhaladores y permiten el uso de medicamento líquido el cual se aplica en forma de aerosol que crea una capa nebulosa por medio de una mascarilla. Dichos aparatos son usados en casos agudos de asma tanto a nivel hospitalario o ambulatorio. El aplicativo cuenta con esta opción de control que permite el registro del uso de nebulizador, en el cual el paciente deberá ingresar fecha y hora de aplicación, usualmente se utiliza una vez al día y conforme a la indicación del especialista. Además, también cuenta con un campo medicación donde debe ingresar el medicamento usado y otro campo para dejar una observación (ver figura 21). Al culminar con ingreso el paciente cuenta con dos botones flotantes, uno usado para guardar los datos, y el otro para limpiar el formulario.

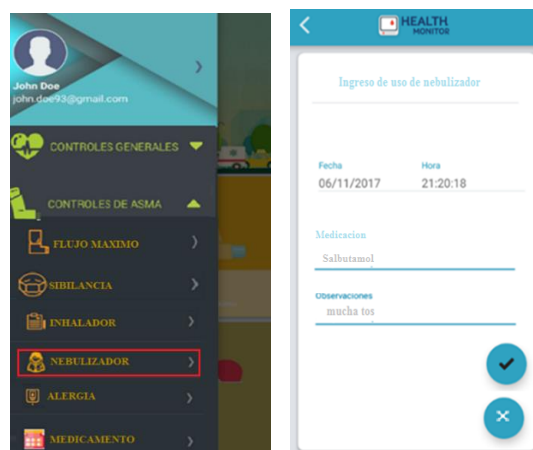


Figura 21 Ingreso de uso de nebulizador de Healthmonitor

- Las alergias son otro tipo de causa en las crisis de asma. Estas se dan cuando el sistema inmunológico determina como sustancias peligrosas a sustancias inofensivas como por ejemplo el polvo o el polen. En estos casos el organismo libera químicos para poder atacar

a dichas sustancias. El paciente con alergia suele presentar tos, dificultad al respirar, irritación en el cuerpo, congestión nasal, goteo pos nasal, estornudos, ojos llorosos, picazón, entre otros síntomas.

Healthmonitor implementa la opción alergias que permite al paciente a registrar la fecha y hora en la que se presenta la alergia. Además, también cuenta con un campo medicación donde debe ingresar el medicamento usado (ver figura 22). Al culminar con el ingreso, el paciente cuenta con dos botones flotantes, uno usado para guardar los datos, y el otro para limpiar el formulario. Adicional a esto se le presenta otra pantalla donde el paciente debe indicar los síntomas que están presentes en la alergia.

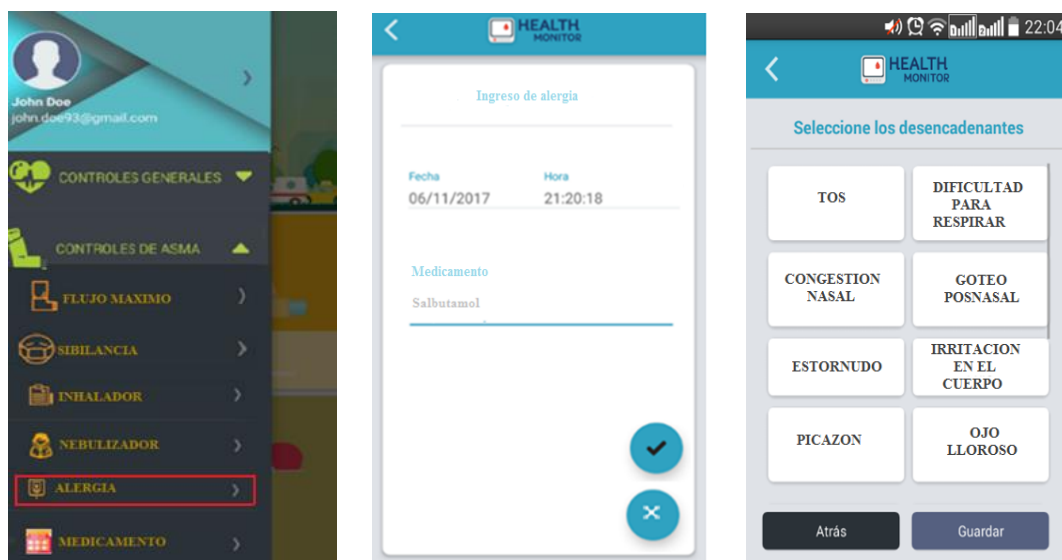


Figura 22 Ingreso de alergia en Healthmonitor

- La opción medicamentos permite el registro del uso de medicamentos previamente recetados por el especialista. El sistema cuenta con un campo de búsqueda de medicamentos donde selecciona el que ha sido asignado por el especialista (ver figura 23), el paciente cuenta con dos botones flotantes, uno usado para guardar los datos, y otro para limpiar el formulario.

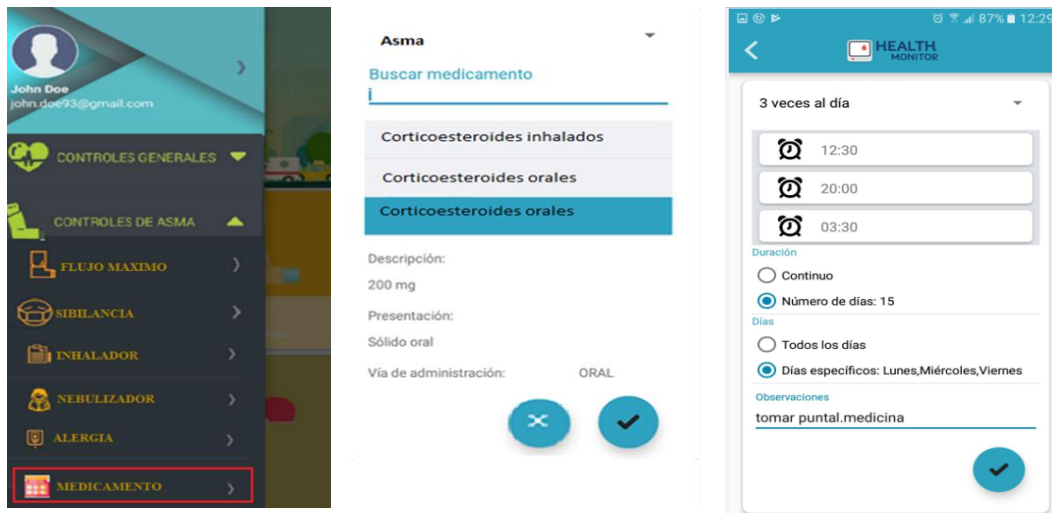


Figura 23 Ingreso de uso de medicamentos de Healthmonitor

Adicional a esto se registra fecha y la hora a la que debe suministrarse sea esta en la mañana, mediodía, tarde y noche. Además, se define la cantidad de veces que debe tomarse el medicamento y los días de la semana en los que se suministra (ver figura 24).

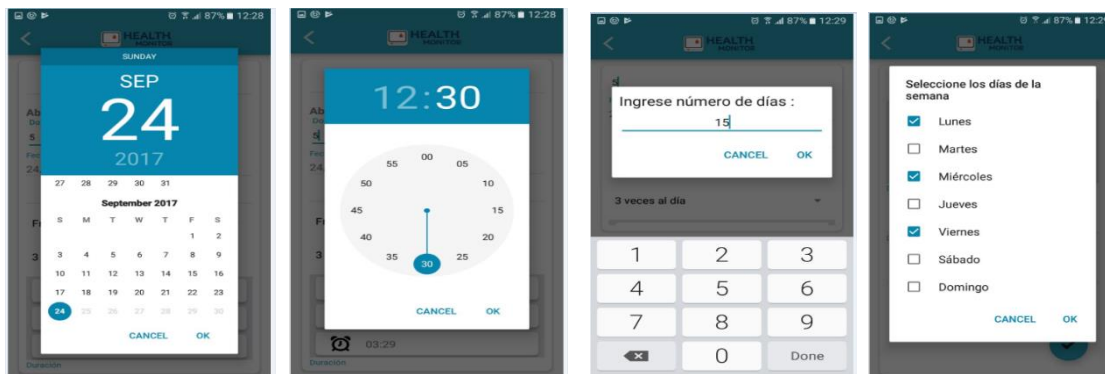


Figura 24 Ingreso de tiempo de suministro de medicamento de Healthmonitor

- Pulso y presión arterial, la hipertensión arterial es uno de los principales factores de riesgo de las enfermedades cardiovasculares (Tagle, 2018). La relación entre el asma y la enfermedad cardiovascular es cada vez más evidente (Soto-Campos, 2015). En la capa de presentación se encuentra en control de este parámetro. Lo primero que ve el paciente es la pantalla, donde se puede medir su ritmo cardiaco, con el botón + (ver figura 25). Entonces se observarán dos botones flotantes, que consisten en realizar un registro de pulso de forma manual donde el paciente debe ingresar los datos obtenidos por algún dispositivo y también el botón de cancelar el proceso.

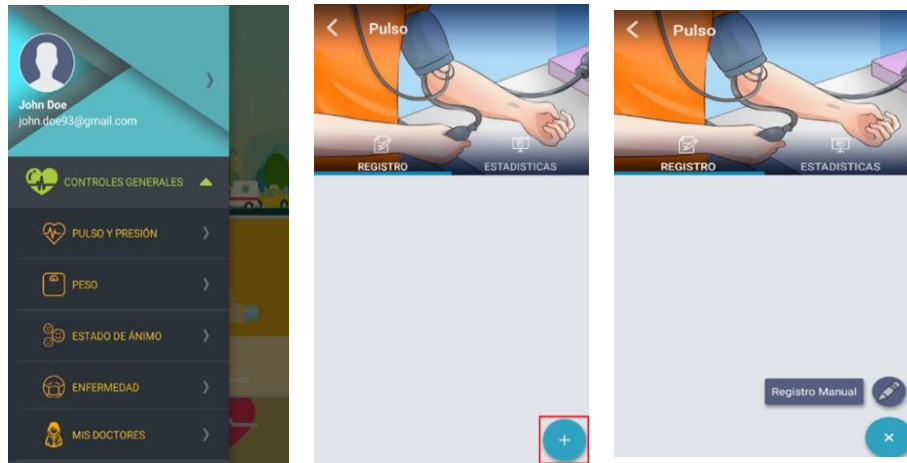


Figura 25 funciones Pulso y presión de Healthmonitor

En el registro manual de pulso y presión, el paciente debe ingresar las pulsaciones por minuto, por lo cual debe de registrar la presión arterial sistólica y la presión arterial diastólica que han sido tomadas con otras herramientas. También debe ingresar la hora y la fecha en la cual se ha realizado la toma. Además, en este control el paciente debe seleccionar el estado en que se realiza la medición (descanso, después de ejercicio, antes de ejercicio, cansado, enfermo, general) y también cuenta con un campo para dejar una observación (ver figura 26). Al culminar con la toma de pulso y la presión, el paciente da un clic sobre el botón + el cual despliega dos botones flotantes, uno usado para guardar los datos de pulso y presión, y el otro para limpiar el formulario.

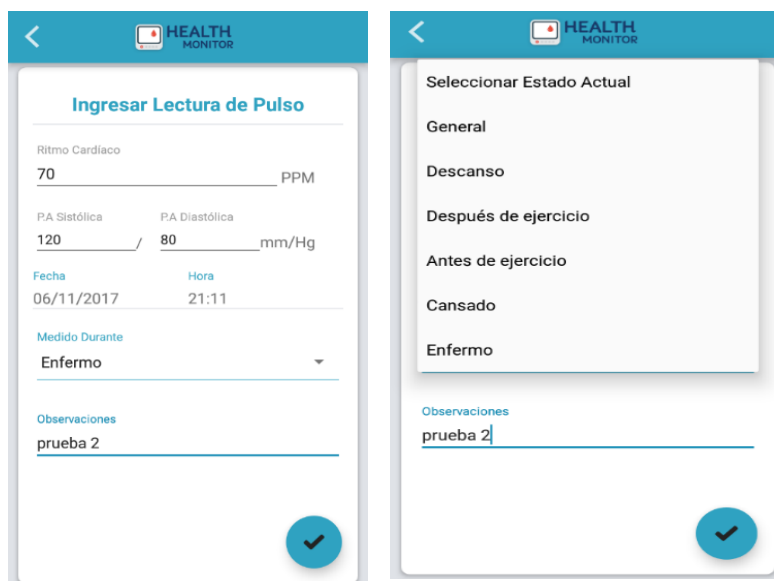


Figura 26 Ingreso manual de presión arterial de Healthmonitor

La hipertensión arterial sistémica (HAS) se define como la elevación de la presión arterial sistólica a más de 140 mmHg y/o de la presión arterial diastólica a más de 90 mmHg. En el caso de la hipertensión sistólica aislada, se encuentra elevación de la presión arterial sistólica a más de 140 mmHg y una presión diastólica igual o menor de 89 mmHg. (Mandujano, Morales López, & Álvarez Díaz, 2016).

Los valores de 100 y 140 mm de Hg son rangos de control de la presión sistólica. Los especialistas indican que lo ideal para la presión sistólica es no superar desde los 120 mm Hg. a los 130 mm Hg. Mientras que para la presión diastólica los valores de 60 y 90 mm de Hg son rangos de control y lo ideal para la presión diastólica es estar por debajo de los 90 mm Hg. Si la presión es mayor igual a 140/90 mm de Hg, los especialistas consideran que el paciente está comenzando a ser hipertenso.

- **Peso.** El trastorno crónico de la obesidad y el asma se encuentran relacionados, un mayor grado de obesidad puede desarrollar mayor gravedad en el asma, por este motivo el aplicativo permite al paciente registrar la información de su peso, sea de manera diaria, semanal, quincenal o mensual. Los especialistas recomiendan que se realice por lo menos dos veces al mes. Al seleccionar la opción se visualiza donde el paciente puede ingresar el peso (ver figura 27).

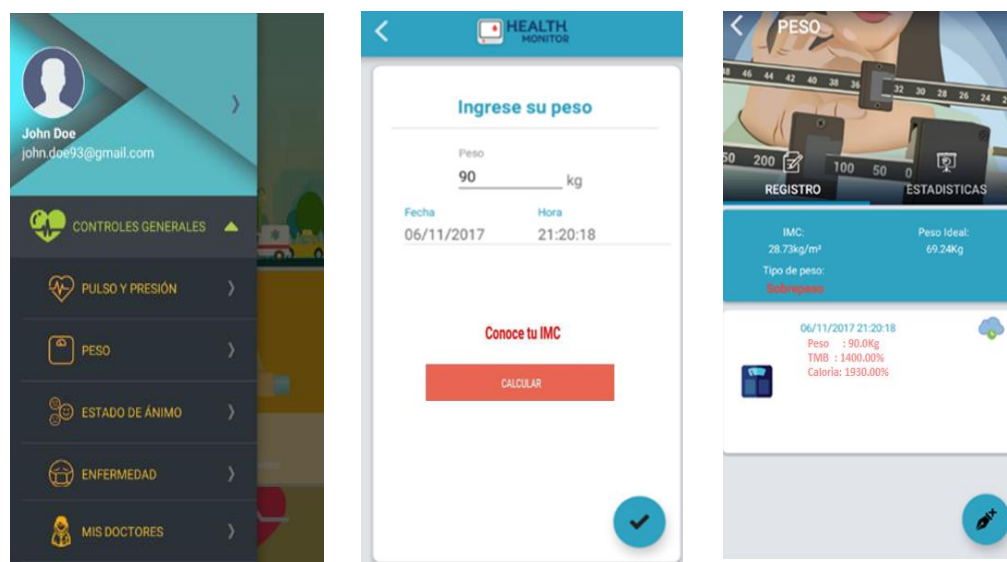


Figura 27 Ingreso de peso de Healthmonitor para monitoreo del asma

Esta opción de control permite el registro de peso que junto con la edad del paciente el aplicativo calcula los siguientes parámetros de control: La masa corporal o IMC, es

considerado un indicador que permite establecer el estado del peso del paciente si está bajo de peso, peso normal, sobre peso, obesidad, obesidad mórbida, esto se obtiene aplicando la fórmula  $IMC = \text{peso kg} / \text{altura (m)}^2$ . La tabla 10, muestra la relación peso-altura aplicando la fórmula IMC para el cálculo.

Si IMC es mayor a	40			se considera obesidad mórbida									
Si IMC está entre	30	y	40	se considera obesidad									
Si IMC está entre	25	y	30	se considera sobrepeso									
Si IMC está entre	18.5	y	25	se considera peso normal									
Si IMC está debajo	18.5			se considera bajo de peso									
IMC= Peso Kg / Altura m <sup>2</sup>													
Altura en cm													
<b>IMC</b>	145	150	155	160	165	170	175	180	185	190	195	200	
<b>Peso en Kg</b>	45	21.4	20.0	18.7	17.6	16.5	15.6	14.7	13.9	13.1	12.5	11.8	11.3
	50	23.8	22.2	20.8	19.5	18.4	17.3	16.3	15.4	14.6	13.9	13.1	12.5
	55	26.2	24.4	22.9	21.5	20.2	19.0	18.0	17.0	16.1	15.2	14.5	13.8
	60	28.5	26.7	25.0	23.4	22.0	20.8	19.6	18.5	17.5	16.6	15.8	15.0
	65	30.9	28.9	27.1	25.4	23.9	22.5	21.2	20.1	19.0	18.0	17.1	16.3
	70	33.3	31.1	29.1	27.3	25.7	24.2	22.9	21.6	20.5	19.4	18.4	17.5
	75	35.7	33.3	31.2	29.3	27.5	26.0	24.5	23.1	21.9	20.8	19.7	18.8
	80	38.0	35.6	33.3	31.3	29.4	27.7	26.1	24.7	23.4	22.2	21.0	20.0
	85	40.4	37.8	35.4	33.2	31.2	29.4	27.8	26.2	24.8	23.5	22.4	21.3
	90	42.8	40.0	37.5	35.2	33.1	31.1	29.4	27.8	26.3	24.9	23.7	22.5
	95	45.2	42.2	39.5	37.1	34.9	32.9	31.0	29.3	27.8	26.3	25.0	23.8
	100	47.6	44.4	41.6	39.1	36.7	34.6	32.7	30.9	29.2	27.7	26.3	25.0
	105	49.9	46.7	43.7	41.0	38.6	36.3	34.3	32.4	30.7	29.1	27.6	26.3
	110	52.3	48.9	45.8	43.0	40.4	38.1	35.9	34.0	32.1	30.5	28.9	27.5
115	54.7	51.1	47.9	44.9	42.2	39.8	37.6	35.5	33.6	31.9	30.2	28.8	
120	57.1	53.3	49.9	46.9	44.1	41.5	39.2	37.0	35.1	33.2	31.6	30.0	
125	59.5	55.6	52.0	48.8	45.9	43.3	40.8	38.6	36.5	34.6	32.9	31.3	

Tabla 10 IMC Relación peso-altura

El paciente ingresa su peso en kilogramos. La Tasa Metabólica Basal (TMB) es la energía indispensable para el desarrollo y mantenimiento de las funciones orgánicas básicas. (PE, Polanco, & Rosero, Octubre 2019). El TMB permite mantener latidos del corazón, el funcionamiento del hígado, la temperatura corporal, pulmones, cerebro, entre otros. El TMB estándar establecido para un adulto sano es para varones 1600 Kcal día y para mujeres 1400 Kcal día. La Densidad Mineral Ósea o DMO permite



determinar y detectar problemas óseos, representa la cantidad de minerales que hay en los huesos.

La tasa de metabolismo basal o TMB, permite cuantificar en estado de reposo cuál es el gasto de energía que hace el organismo. El cuerpo realiza actividades básicas de forma permanente para su funcionamiento como bombear sangre al corazón, el intercambio gaseoso de los pulmones, filtrado de la orina de los riñones, entre otros. Esto se lo conoce como la tasa de metabolismo basal que representa la energía que necesita exclusivamente el cuerpo para poder funcionar. Para el cálculo del TMB existen varias fórmulas de aproximación, la más usada es la fórmula Harris-Benedict que se determina por género e involucra peso, altura, edad, siendo la fórmula planteada la siguiente:

$$\text{TMB Hombre} = 66.473 + (13751 * \text{Peso Kg}) + (5.0033 * \text{Altura cm}) - (6.7550 * \text{Edad años})$$
$$\text{TMB Mujeres} = 655.1 + (9.463 * \text{Peso Kg}) + (1.8 * \text{Altura cm}) - (4.6756 * \text{Edad años}).$$

La ingesta diaria de calorías se la obtiene multiplicando por 1.3 la TMB del paciente

- Healthmonitor implementa la opción rutinas-ejercicios lo cual contribuye a mantener un mejor estilo de vida al paciente, aumentando su conocimiento y aportando al fortalecimiento de nuevas buenas costumbres, esto representa un beneficio para su salud.

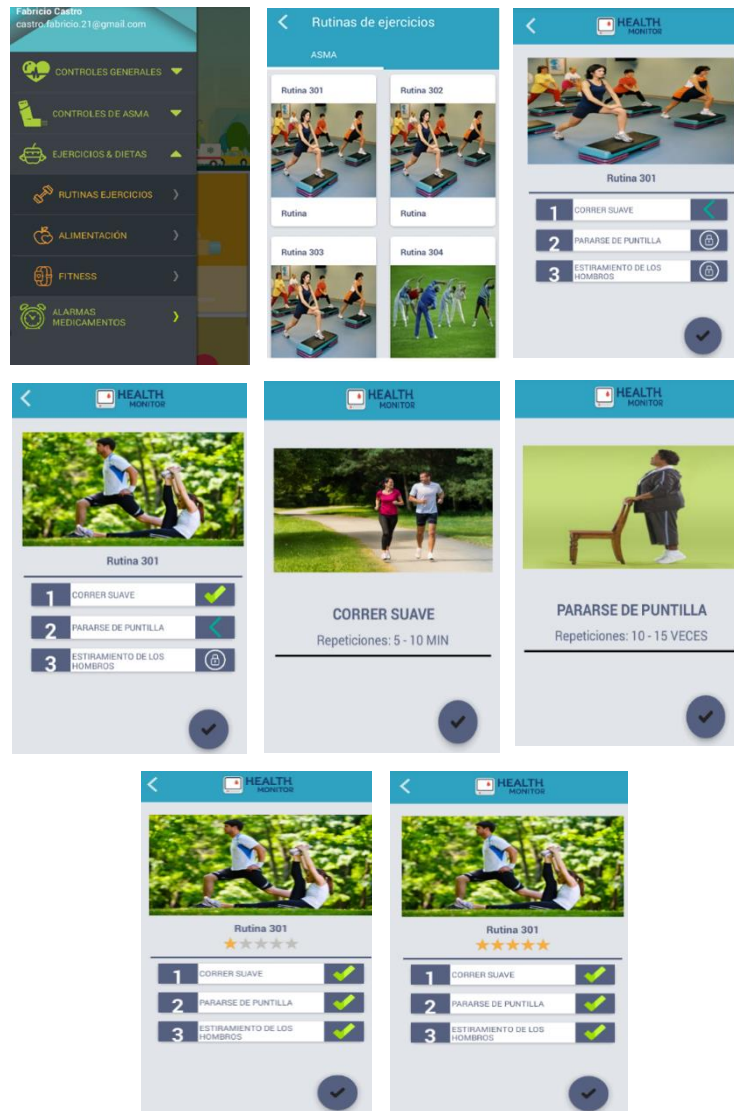


Figura 28 Rutinas de ejercicios de Healthmonitor

El ejercicio ayuda a mantener un peso saludable y estar en forma. Esto contribuye a fortalecer los músculos pectorales y a un mejor funcionamiento de los pulmones al respirar. Por este motivo se trabajó con especialistas para definir rutinas de ejercicios que ayuden a los pacientes con asma. Estas actividades se agruparon en cuatro rutinas con grados de dificultad diferente. Entre las actividades que recomendaron los especialistas están: correr suave, parase de puntilla, estiramiento de hombro, jugar tenis, nadar entre otras. El aplicativo permite al paciente seleccionar una rutina (ver figura 28) de una lista de rutinas de ejercicios disponibles para pacientes. Al seleccionar una rutina disponible se mostrará la lista de ejercicios correspondientes a la misma la cual tendrá un itinerario que cumplir; cada vez que el paciente acceda a los ejercicios y realice cada uno de ellos la aplicación le mostrará un visto de aceptación que indicaría

la finalización del circuito. Al finalizar los procedimientos físicos el paciente deberá evaluar sus rutinas mediante estrellas que van de 1 a 5.

- Una adecuada alimentación es fundamental para reducir problemas respiratorios que se generan por el sobrepeso. Generalmente, las personas con patologías respiratorias tienden a sufrir problemas de peso, debido a las dificultades que no les permite en algunos casos a realizar actividad física. Por ende, este aplicativo permite al usuario visualizar dos pestañas donde una está enfocada en la realización de una dieta y otra de ingreso de registro de alimento donde se solicita información sobre la cantidad de calorías de dichos alimentos, nombre del alimento, porcentaje de grasa que contiene, carbohidrato, proteínas, porciones (ver figura 29).

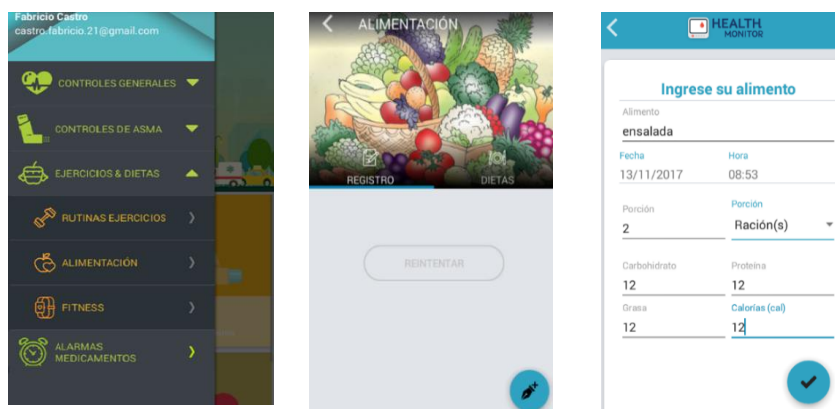


Figura 29 Alimentación de Healthmonitor

Cuando el paciente tiene un comportamiento nutricional adecuado, mejora su calidad de vida y ayuda a prevenir enfermedades. Sin embargo, es importante reconocer que no existe ninguna dieta que elimine los síntomas de asma, pero si puede reducir los problemas que generan el sobrepeso, presión arterial y otras patologías ligadas a una mala alimentación que a su vez perjudican al paciente con asma porque son desencadenantes de una crisis asmática al no tener un adecuado cuidado en la alimentación. Para ello, un especialista contribuyó realizando un análisis clínico nutricional basado una provisión baja en calorías que ofrezca al paciente una alimentación correcta. La opción “dieta” le permite al paciente visualizar la cantidad de caloría que ingrese dependiendo del producto de consumo. Esto se realiza de la siguiente manera: se debe ingresar la cantidad de calorías a ingerir, se presiona el botón buscar, el sistema muestra un listado de dietas a seguir por día y el paciente tiene la opción de seleccionar la que desee realizar. Adicional a esto, nos mostrará el detalle de la dieta la cual está dividida por secciones:

desayuno, media mañana, almuerzo, media tarde y merienda incluyendo el detalle de alimentos que componen cada sección (ver figura 30).

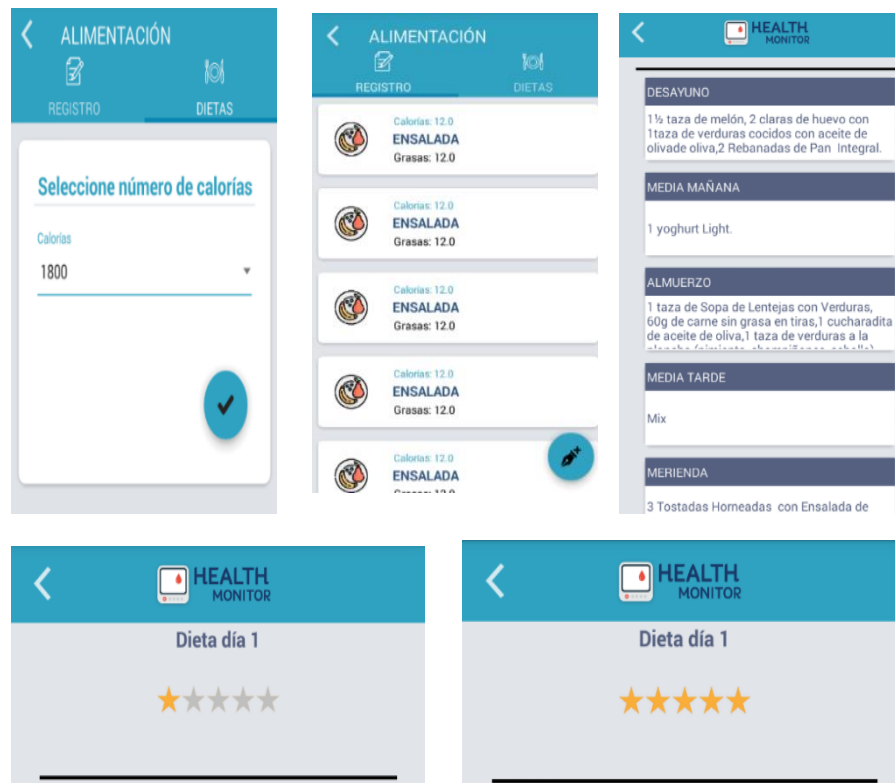


Figura 30 Dieta de Healthmonitor

- El aplicativo también permite acceder a una sección conocida como Fitness por medio de la aplicación Google Fit, que es una plataforma que almacena información de actividades físicas al contar con un dispositivo móvil. Para ello, se debe utilizar una cuenta de Google al inicio de sesión y una vez que se ha registrado el paciente por medio de la API GoogleApiClient se logra acceder a información de la API de Google GoogleApiClient para recuperar información de fitness Fitness.HISTORY\_API. Autorizado este procedimiento, se puede acceder al aplicativo Google fit, entonces se hace uso de los métodos de la app que ayudan a obtener información registrada de las actividades en Google Fit como visualización de estadísticas y el registro de calorías del paciente todo relacionado con fecha y hora (ver figura 31).

- Una vez autorizada la app a recuperar información de Google Fit ya se podrán utilizar los diferentes métodos para la app. Por el momento solamente se utiliza el siguiente método. `Fitness.HistoryApi.readData` - Método que permite recuperar información de las actividades registradas en Google Fit, para lo cual al seleccionar la opción y la cuenta registrada se mostrará una pantalla (ver figura 30) que permitirá visualizar el registro de calorías del paciente y visualización de estadísticas.

Los datos que son importados de la aplicación Google Fit se explican a continuación. La aplicación cuenta con dos pestañas una de registro de calorías y otra de estadística de calorías. La primera opción consulta los datos registrados en la aplicación Google Fit como valor de calorías, fecha de inicio de actividad, fecha de fin de actividad, mientras que la segunda opción registra las estadísticas de calorías y genera un reporte de la información ingresada en la aplicación Google Fit y se visualiza por día y cantidad de calorías registradas (ver figura 31).

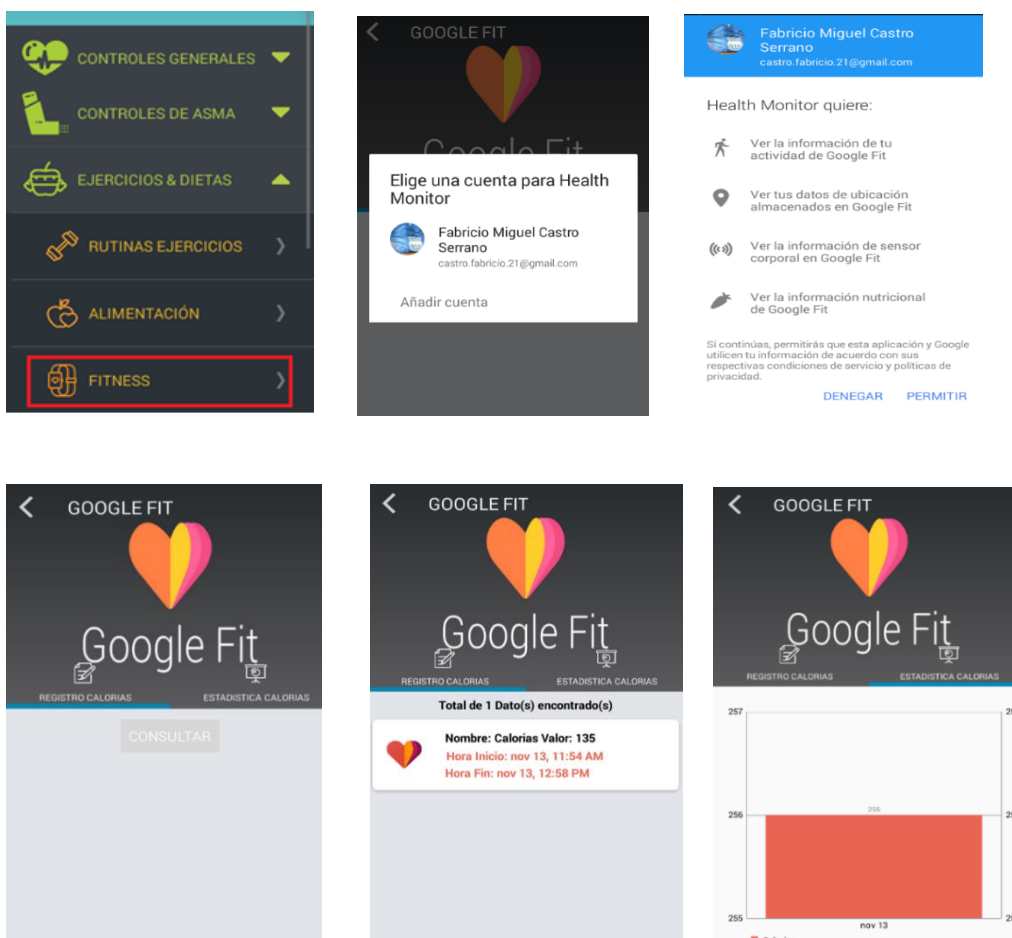


Figura 31 Fitness de Healthmonitor

- El estado de ánimo en los pacientes incide mucho en sus emociones que están directamente ligadas a una calidad de vida sustentable para evitar crisis de asma que se desarrollan por depresión, tristeza, enojo, llanto u excesiva alegría. Según los especialistas las personas con dicha patología deben mantener sus emociones bien reguladas para evitar ataques de ansiedad o pánico que desencadenan problemas respiratorios, para ello la plataforma Healthmonitor a través del aplicativo el paciente puede seleccionar el estado de ánimo, la fecha y hora además de observaciones. (ver figura 32).

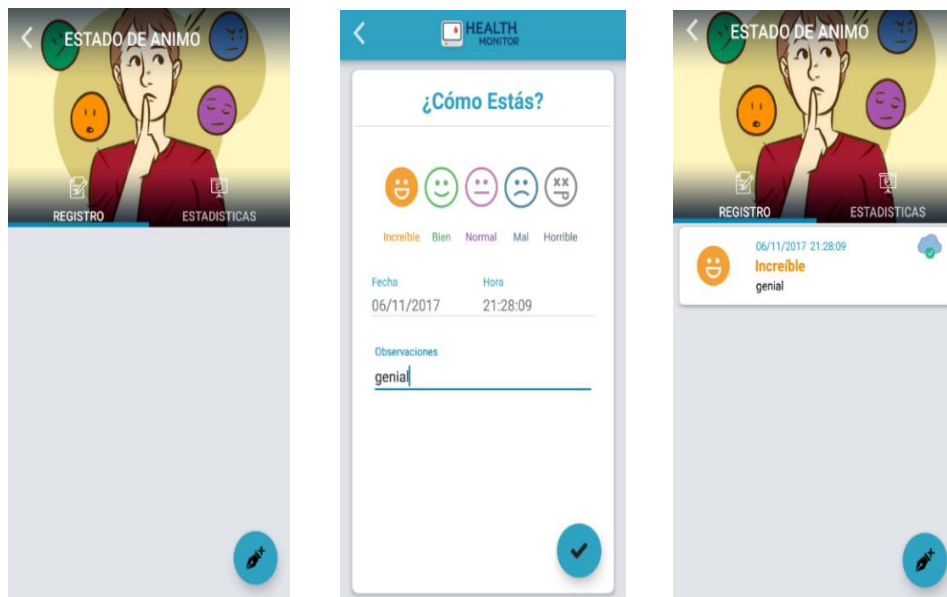


Figura 32 Ingreso de estado de ánimo de Healthmonitor para monitoreo del asma

Además, Healthmonitor permite conocer la medición de presión atmosférica y temperatura ambiente (ver figura 33), es una herramienta que el paciente revisa con frecuencia dado el efecto que genera los cambios de clima en las crisis asmáticas.

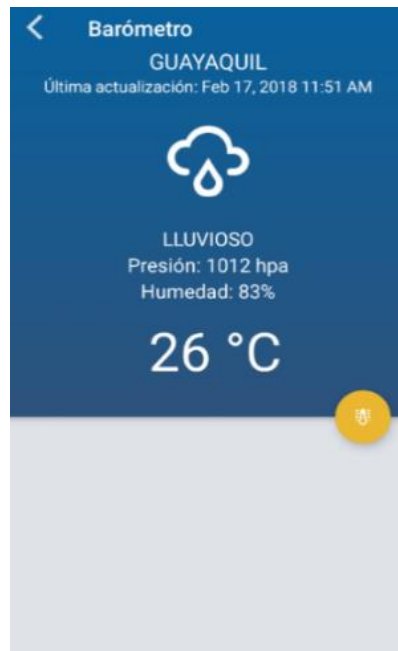


Figura 33 presión atmosférica de informe Healthmonitor

### 3.1.1.2 Seguimiento de pacientes

Esta opción forma parte de la capa de presentación, donde para su diseño y desarrollo participaron especialistas de la salud en el área del asma y alergias, quienes indican que los síntomas y exploración física del paciente dependen del estado en que se encuentra. Las opciones que se aplican aquí son: doctores, enfermedad y estadísticas.

“Mis doctores” es una opción con la cual cuenta la aplicación Healthmonitor para monitoreo del asma (ver figura 33). Es una base de datos de médicos la cual fue registrada por el administrador donde existen varias especialidades como: alergología, cardiología, nutricionista, medicina general, entre otros. Adicionalmente, la aplicación permite que un paciente se vincule a un especialista, el cual podrá llevar un control y tratamiento de forma personalizada gracias a la información clínica que se registra por parte del paciente.

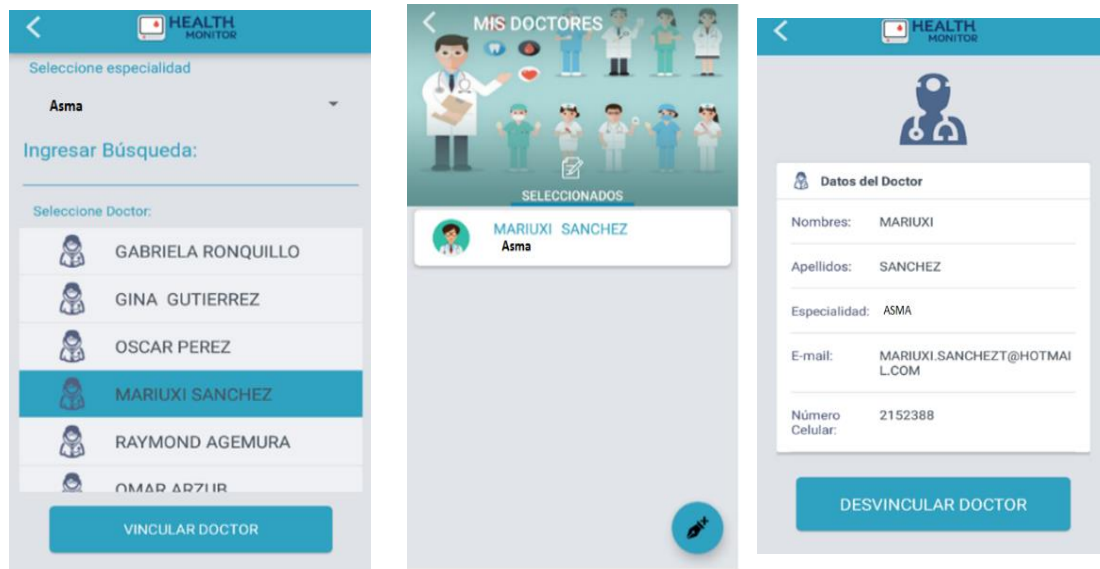


Figura 33 Selección de especialistas de Healthmonitor.

La opción módulo de enfermedad permite al paciente revisar su historial clínico, y poder conocer con exactitud sobre la evolución de su padecimiento sin necesidad de visitar al médico o acudir a un centro de salud (ver figura 34). Se puede visualizar el listado de enfermedades, la fecha en de registro de cada enfermedad y una observación. Además, se puede añadir al registro otras patologías.

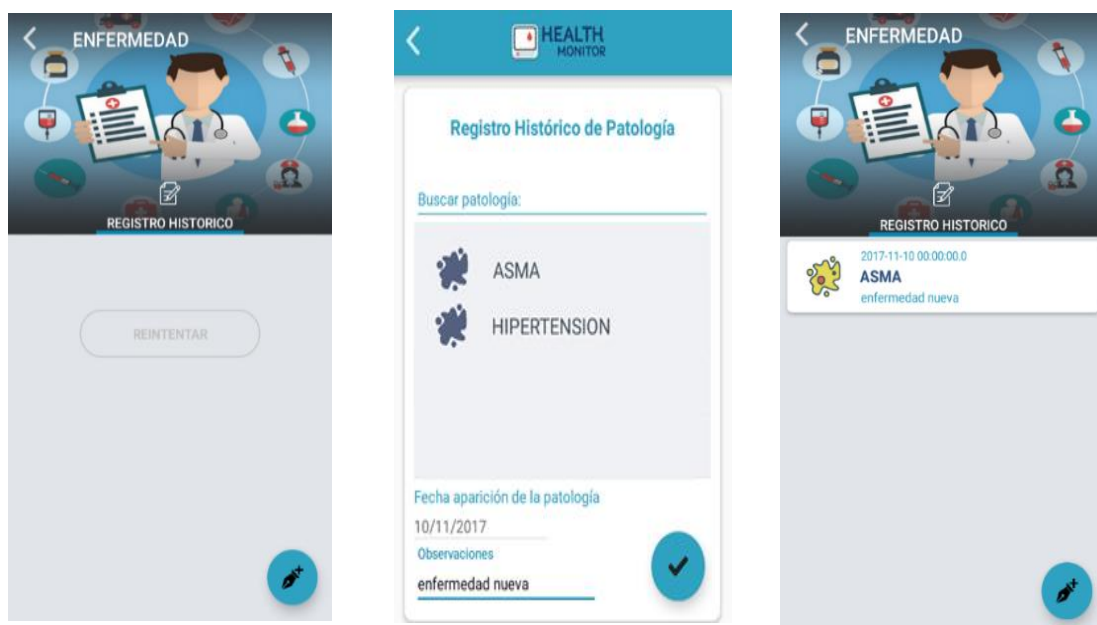


Figura 34 Selección de doctor de Healthmonitor para monitoreo del asma

En la sección de estadística, la aplicación Healthmonitor proporciona opciones que permiten al usuario poder ver reportes sobre flujo máximo, sibilancia, inhaladores, nebulizadores,



alergia. Asimismo, niveles de presión y pulso, estados de ánimos y rutinas de ejercicios, lo cual es utilizado en la parte de control y monitoreo. Para generar los reportes estadísticos se determina un rango de fechas desde – hasta (ver figura 35).

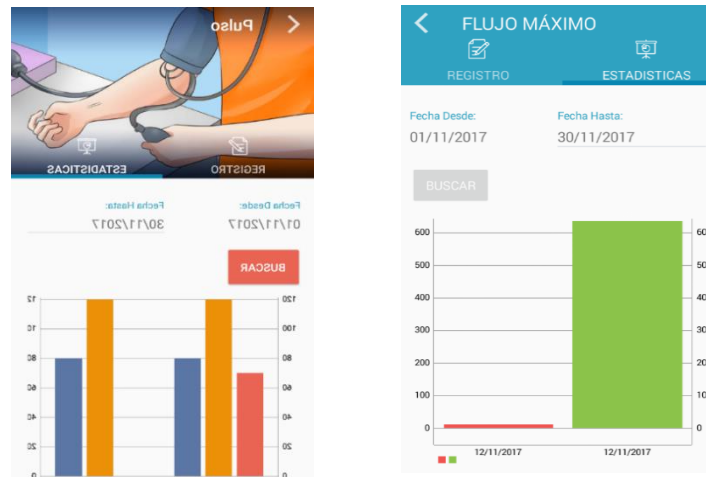


Figura 35 Estadísticas de parámetros de Healthmonitor para monitoreo del asma

### 3.1.2 La capa de servicios inteligentes.

La aceptación y el uso de teléfonos inteligentes se encuentra en su mejor auge, dada la situación económica y de comercio mundial existen diferentes dispositivos con capacidades variadas para el beneficio de los usuarios. Cada vez son más las personas que utilizan teléfonos inteligentes y se interesan activamente en asistencia sanitaria personalizada. Usando estos datos y las oportunidades los teléfonos inteligentes presentes son cruciales (Mayes, White, Byrne, & Mogg, 2016). Un sistema recomendador es una extensión de los entornos de aprendizaje, que utilizando la información de los perfiles obtenidos puede recomendar nuevos contenidos como materiales educativos (Día, et al., 2015).

Para utilizar filtrado colaborativo es necesario contar con datos mínimos para realizar la recomendación (Pérez & Goddard Close, 2015). Healthmonitor implementa un módulo sencillo de recomendación que proporciona al paciente conocimiento sobre su enfermedad. De esta manera el aplicativo contribuye con todo lo sugerido por los especialistas de la salud con especialización en problemas respiratorios y enfermedades relacionadas. Esta capa está

formada por 3 módulos: 1.) Monitoreo y control del asma, 2.) Reglas para el auto control del asma, 3.) Recomendación de salud (motor de base de reglas).

### **3.1.2.1 Monitoreo y control del asma**

El aplicativo Healthmonitor se basa en la autogestión de la salud y no en el autocuidado. La autogestión ayuda, orienta e informa al paciente con supervisión del especialista, mientras que el segundo busca evitar al especialista lo cual siempre lleva un riesgo. El autocuidado del asma moderada a grave depende de la capacidad del paciente para acceder a la atención médica. (Perez, et al., 2016).

Por tal motivo, los especialistas médicos son importantes al momento de la implementación y aplicación de la autogestión en la salud, que cada día va superando y mejorando con el apoyo de la tecnología. La relación médico-paciente (DPR) es uno de los temas más importantes de la sociología médica y la política sanitaria debido al entendimiento mutuo. Los DPR no distorsionados ya que no solo dan como resultado la satisfacción tanto de los médicos como de los pacientes, sino que también ayudan a reducir las cargas financieras para los pacientes y el sistema de atención médica.

Con Healthmonitor el especialista en asma podrá acceder a datos muy importantes como flujo máximo, sibilancia, dificultad para respirar, dificultad de actividades diarias, pulso y presión arterial, peso o estado de ánimo. Estos datos procesados se presentan en diversos tipos de reportes estadísticos que resumen el cuadro clínico del paciente facilitando así a los doctores el poder entender e interpretar el estado en que su paciente se encuentra y con esto poder identificar patrones donde se logre detectar posibles situaciones de riesgo donde el paciente vaya a requerir de una inmediata atención médica. A su vez, con la ayuda de estos reportes gráficos el médico especialista orienta al paciente en sus dudas para mejorar el control del asma (ver figura 36).



Figura 36 Monitoreo y control de Healthmonitor para monitoreo del asma

Con el uso del módulo de monitoreo y control del asma los especialistas del asma pueden interpretar ciertos patrones como, por ejemplo: una presión arterial alta en un paciente con asma se la asocia con ataques de asma graves (Luna-Aveiga, et al., 2018). Gracias a estos patrones analizados se permite determinar que está empezando una crisis de asma. Esta interpretación es establecida por el especialista considerando siempre que los pacientes tienen características diferentes y en pocas ocasiones son similares. Por consiguiente, el doctor puede observar con el análisis de los parámetros si no existen síntomas de asma, si se trata de una exacerbación o de ataque de asma y determinar la escala de la patología del asma entre Bajo-Moderado, Alto, Muy alto, Severo, o Extremo. También, hay otros tipos de parámetros que se controlan en el aplicativo que influyen en un posible ataque de asma como flujo máximo, sibilancia, alergias, presión arterial, pulso, peso, e incluso la rutina de ejercicios en la cual incluye desde caminatas suaves hasta actividades de mayor esfuerzo como natación, tenis, correr entre otras, estados de ánimo, que llevan a un desencadenante. Estos tipos de problemas que influyen en la enfermedad de un paciente son los que el aplicativo llevará para su control. Del mismo modo, el aplicativo Healthmonitor cuenta con su interfaz Web (ver figura 37), siendo otra opción de ingreso por la Web.

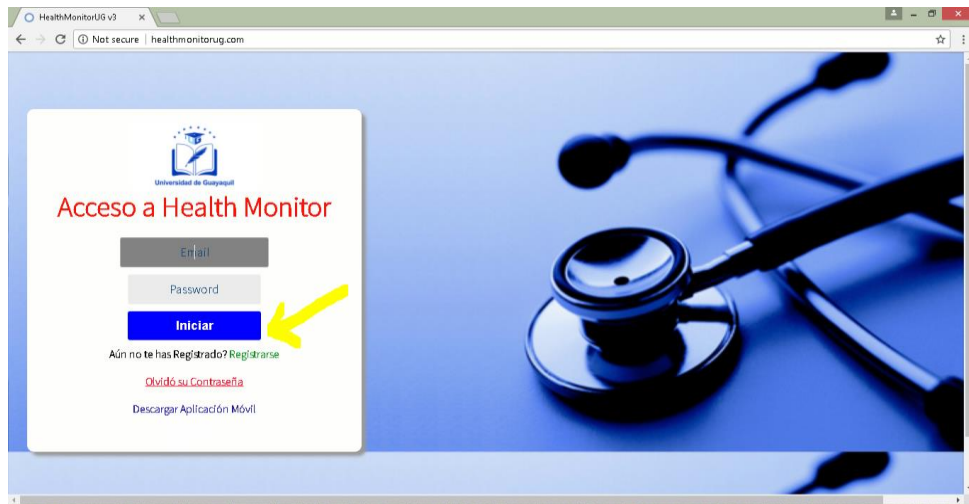


Figura 37 Ingreso a plataforma web de Healthmonitor para monitoreo del asma

En la pantalla principal del portal web se visualizan acceso a los parámetros de control como son peso, presión arterial, inhalador, sibilancia, alergias, flujo máximo (ver figura 38) por medio del cual podrá realizar registro de valores como lo realiza con la aplicación móvil. Adicionalmente se despliega un menú que permite el acceso a consulta de pacientes para revisar sus reportes y filtrado donde se puede realizar búsquedas relacionadas con género y edad.



Figura 38 Registro de control de Healthmonitor para monitoreo del asma

De igual forma, se puede visualizar en la figura 39, la pantalla de la opción de monitorización global, la aplicación web por medio de esta interfaz permite al especialista la visualización de gráficos estadísticos de cada una de las opciones consultadas



Figura 39 Monitorización global de Healthmonitor para monitoreo del asma

Como por ejemplo la opción control peso (ver figura 40), al momento de ser consultado se podrá visualizar de tres formas: tipo lineal, barras y pastel, esto podrá ser escogido por el usuario.

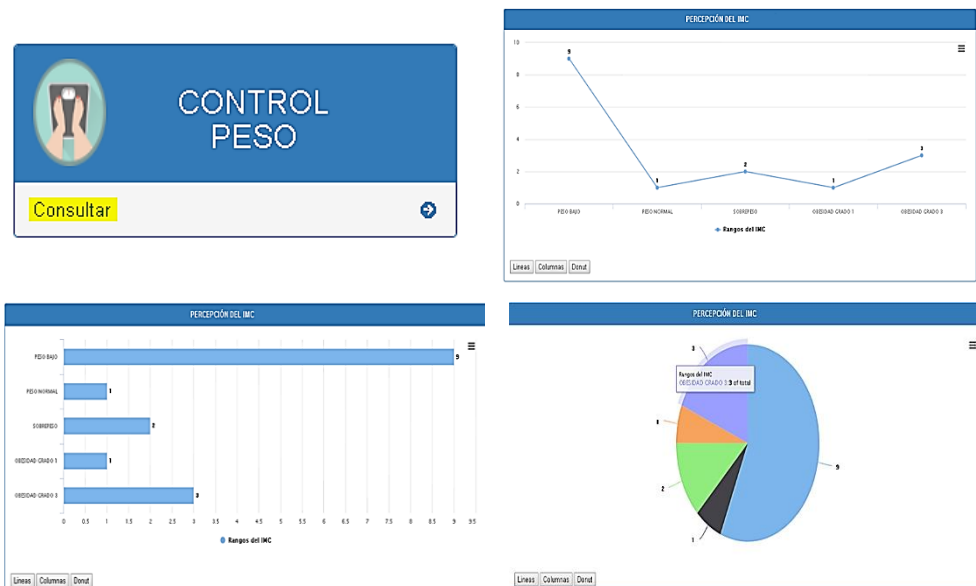


Figura 40 Reporte de peso de Healthmonitor para monitoreo del asma

De esta forma el especialista tiene la opción de poder controlar todos los pacientes q tiene a su cargo. Adicional puede realizar 4 diferentes formatos de exportación de los resultados (ver figura 41).

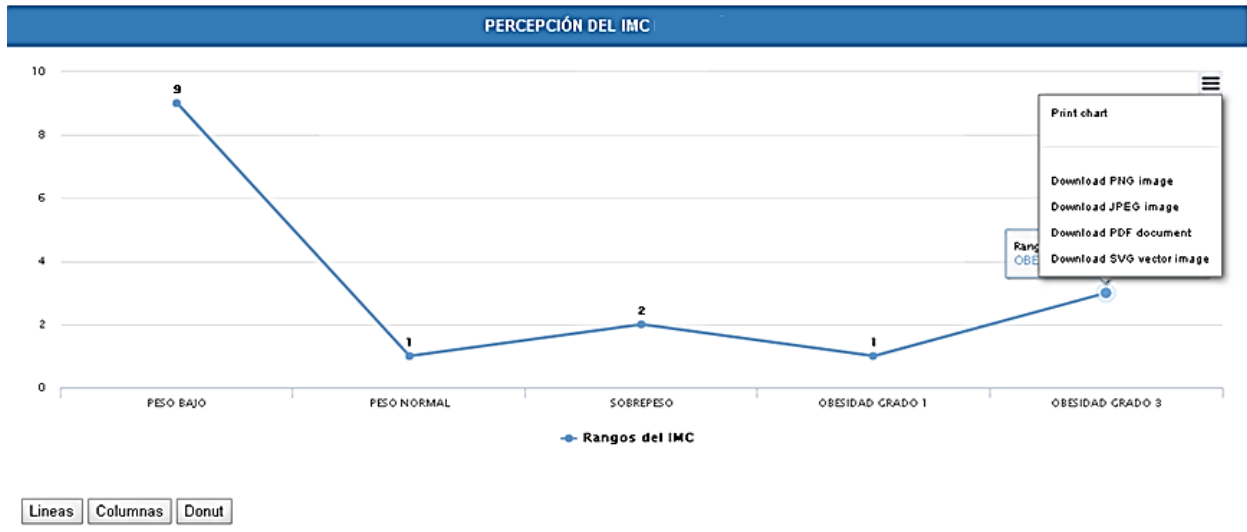


Figura 41 Exportar reporte de peso de Healthmonitor para monitoreo del asma

En la figura 42, se puede visualizar la pantalla de la opción de consulta paciente en la cual al hacer clic en el botón a consultar se mostrará el último registro ingresado del indicador, así como el nombre del paciente en cuestión.

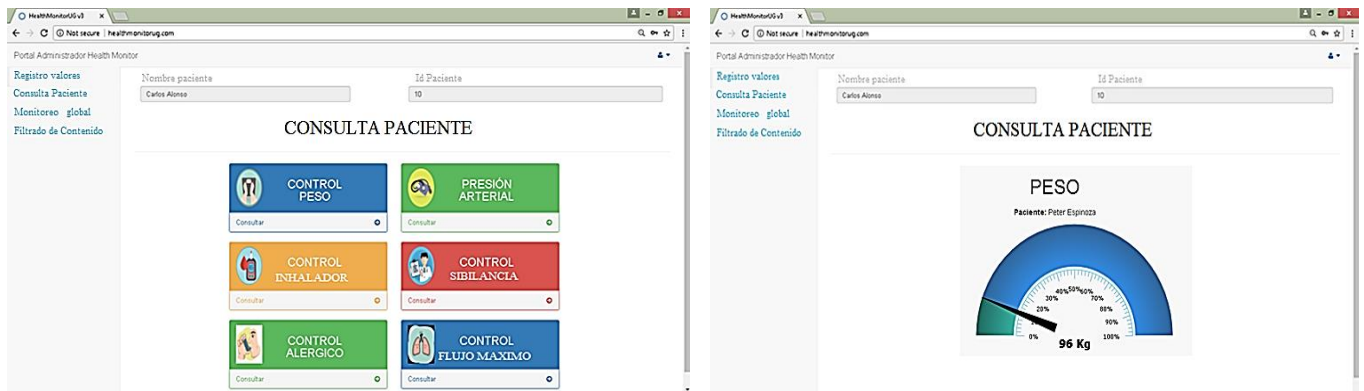


Figura 42 Reporte de peso de Healthmonitor para monitoreo del asma

Asimismo, en la figura 43, se puede visualizar un ejemplo del reporte de consulta de otros para metros como son pulso, presión arterial y flujo máximo.

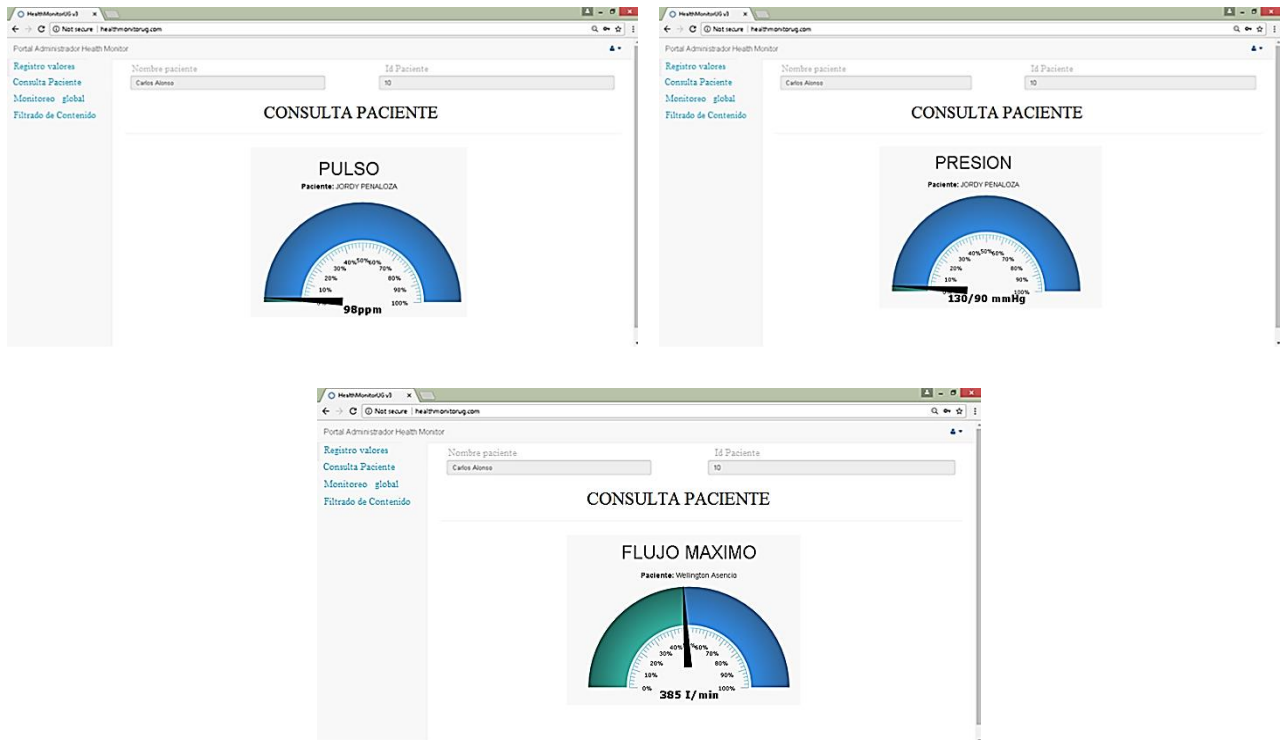


Figura 43 Reporte de parámetros de Healthmonitor para monitoreo del asma

Se puede observar en la figura 44, muestra la opción filtrada de contenido que en su interfaz trabaja seleccionando la patología asma, el género masculino o femenino y la edad, al ejecutar la consulta se visualizara el promedio de peso, pulso, presión y flujo máximo conforme a los parámetros previamente seleccionados.

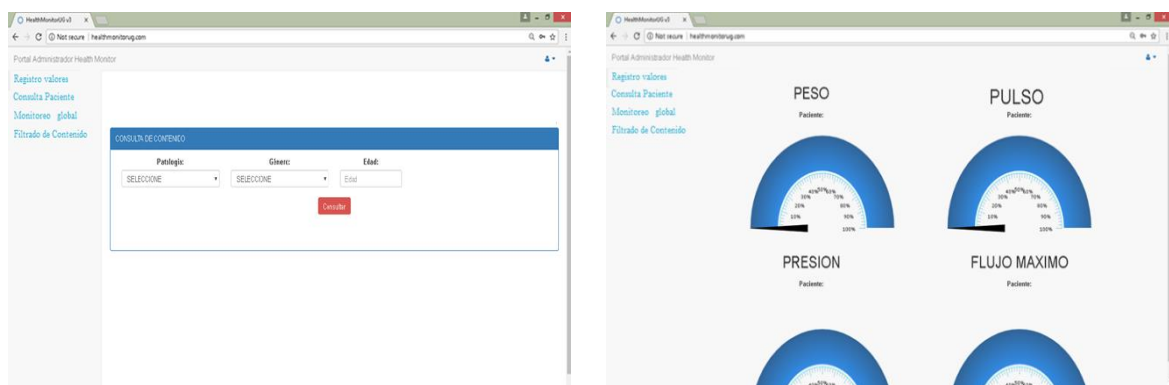


Figura 44 Reporte de promedio de Healthmonitor para monitoreo del asma

### 3.1.2.2 Base de conocimiento de reglas para la autogestión del asma

El propósito de un sistema de recomendación es encontrar elementos que sean relevantes para el usuario, en función de las decisiones anteriores de los usuarios. Los sistemas de

recomendación utilizan estas decisiones y las decisiones de otros usuarios para establecer lo que puede ser relevante para el usuario. (Zie, Verbert, Felfernig, & Holzinger, 2016) La base de conocimiento de reglas desarrollada en esta tesis doctoral tiene como objetivo generar alertas cada vez que el aplicativo encuentre factores de riesgos. Para determinar esta alerta médica se requiere del aporte del conocimiento del médico que con los análisis de los síntomas del paciente genera una correcta recomendación. Parte de la representación del funcionamiento para este sistema de recomendación es: 1.) Entrada. 2.) Método que se utiliza para formar recomendaciones. 3.) Personalización que se pueda lograr. 4.) Salida, (ver figura 45).

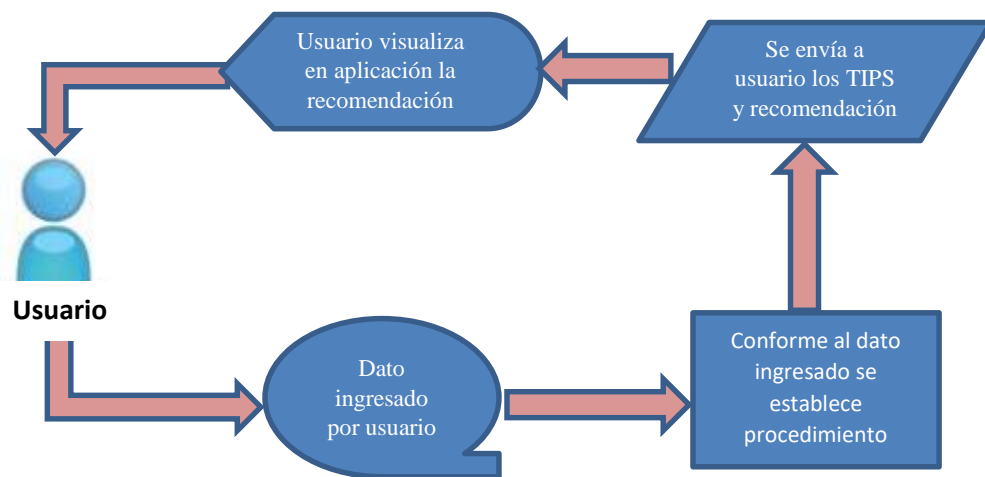


Figura 45. Proceso de recomendación de Healthmonitor

Como se puede observar en la figura 45, las “Entradas” están basadas en los datos de usuarios activos, así como también se consideran ítems de otros usuarios del aplicativo que trabajan como colaboradores. El aplicativo entiende al paciente por medio de parámetros de control que lleva registrando en el aplicativo como: flujo máximo, peso, pulso-presión arterial, alergia, deporte, entre otros, los mismos que son datos requisitos dentro del contexto de la enfermedad.

Conforme a la información ingresada se establece un procedimiento de reglas las cuales envían al usuario recomendaciones o alertas para su visualización. Es por este motivo que la retroalimentación de los usuarios es fundamental para las próximas recomendaciones. Las reglas para el autocontrol permiten generar alertas cada vez que se observa un riesgo en el paciente. A continuación, se muestran los factores considerados en Healthmonitor como desencadenantes de alertas:



- Flujo máximo PEF (Peak Expiratory Flow). Este se mide a través de equipos de flujometría, donde el índice de flujo máximo está en relación con la edad, la estatura y el sexo del paciente. Los especialistas en asma recomiendan que los pacientes realicen el control por lo menos dos veces por semanas, adicionalmente se recuerda que los PEF se presenta más elevados en horario tarde – noche.

Según el estudio realizado por (Miguel-Gomara Perelló, 2015) el cual se utilizó para el análisis de las reglas, el valor de flujo máximo está en relación edad-altura; donde el estudio considera a hombres desde una altura de 160 cm en adelante y de 145 cm en mujeres desde los 15 años de edad en adelante para ambos casos (ver tabla 10), la misma que demuestra el valor adecuado del PEF para el paciente.

Por ejemplo, si el sexo del paciente es masculino, la edad es 45 años y la altura 168 cm su flujo máximo debe de ser 603 litros por minutos. Al comparar con el flujo máximo ingresado por el paciente la regla realizará la correspondiente recomendación.

A continuación, se detallan los ejemplos de reglas de control de flujo máximo las cuales se basan en la tabla 10 donde se encuentran los índices máximos considerando el sexo, la edad y la altura.

Se ponen en consideración tres zonas: (1) Caso control mayor al 80% (ver tabla 11 y anexo 1), (2) Caso Leve – persistente mayor a 50% y menor a 80%, (ver tabla 12 y anexo 2) y (3) Caso Severo- Persistente menor al 50% (ver tabla 13 y anexo3). Adicional a la tabla 14 (ver anexo 4) se puede observar las reglas aplicadas a menores de 15 años.

Caso de ejemplo de Reglas aplicada en caso de Hombre mayor a 15 menores a 20 años

- Caso masculino bajo control mayor igual al 80%

```
If (Paciente_sexo=Masculino) AND (Paciente_Edad >= 15 años AND Paciente_Edad < 20 años) AND
(Paciente_estatura >= 160 cm AND Paiente_estatura < 168 cm) AND (((Paciente_PEF*100) /518) >= 80%)
THEN "RECOMENDACIÓN PEF VERDE."
```

```
If (Paciente_sexo=Masculino) AND (Paciente_Edad >= 15 años AND Paciente_Edad < 20 años) AND
(Paciente_estatura >= 168 cm AND Paiente_estatura < 175 cm) AND (((Paciente_PEF*100) /530) >= 80%)
THEN "RECOMENDACIÓN PEF VERDE"
```

If (Paciente\_sexo=Masculino) AND (Paciente\_Edad >= 15 años AND Paciente\_Edad < 20 años) AND (Paciente\_estatura >= 175 cm AND Paiente\_estatura < 183 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/540) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”

- Caso femenino bajo control mayor igual al 80%

If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 15 años AND Paciente\_Edad < 20 años) AND (Paciente\_estatura >= 145 cm AND Paiente\_estatura < 152 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/438) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE.”

If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 15 años AND Paciente\_Edad < 20 años) AND (Paciente\_estatura >= 152 cm AND Paiente\_estatura < 160 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/450) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”

If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 15 años AND Paciente\_Edad < 20 años) AND (Paciente\_estatura >= 160 cm AND Paiente\_estatura < 168 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/461) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”

Tabla 11 Reglas para control de flujo máximo mayor igual a 80%

- Caso masculino Leve – persistente mayor igual a 50% y menor a 80%

If (Paciente\_sexo=Masculino) AND (Paciente\_Edad >= 15 años AND Paciente\_Edad < 20 años) AND (Paciente\_estatura >= 160 cm AND Paiente\_estatura < 168 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/518) >= 50%) AND (((Paciente\_PEF\*100)/518) < 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF AMARILLA.”

If (Paciente\_sexo=Masculino) AND (Paciente\_Edad >= 15 años AND Paciente\_Edad < 20 años) AND (Paciente\_estatura >= 168 cm AND Paiente\_estatura < 175 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/530) >= 50%) AND (((Paciente\_PEF\*100)/530) < 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF AMARILLA”

If (Paciente\_sexo=Masculino) AND (Paciente\_Edad >= 15 años AND Paciente\_Edad < 20 años) AND (Paciente\_estatura >= 175 cm AND Paiente\_estatura < 183 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/540) >= 50%) AND (((Paciente\_PEF\*100)/540) < 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF AMARILLA”

- Caso femenino Leve – persistente mayor igual a 50% y menor a 80%

If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 15 años AND Paciente\_Edad < 20 años) AND (Paciente\_estatura >= 145 cm AND Paiente\_estatura < 152 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/438) >= 50%) AND (((Paciente\_PEF\*100)/438) < 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF AMARILLA.”

If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 15 años AND Paciente\_Edad < 20 años) AND (Paciente\_estatura >= 152 cm AND Paiente\_estatura < 160 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/450) >= 50%) AND (((Paciente\_PEF\*100)/450) < 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF AMARILLA”

If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 15 años AND Paciente\_Edad < 20 años) AND (Paciente\_estatura >= 160 cm AND Paiente\_estatura < 168 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/461) >= 50%) AND (((Paciente\_PEF\*100)/461) < 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF AMARILLA”

Tabla 12 Reglas para control de flujo máximo menor 80% y mayor igual a 50%

- Caso masculino Severo- Persistente menor al 50%

If (Paciente\_sexo=Masculino) AND (Paciente\_Edad >= 15 años AND Paciente\_Edad < 20 años) AND (Paciente\_estatura >= 160 cm AND Paiente\_estatura < 168 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /518) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF ROJA.”

If (Paciente\_sexo=Masculino) AND (Paciente\_Edad >= 15 años AND Paciente\_Edad < 20 años) AND (Paciente\_estatura >= 168 cm AND Paiente\_estatura < 175 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /530) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF ROJA”

If (Paciente\_sexo=Masculino) AND (Paciente\_Edad >= 15 años AND Paciente\_Edad < 20 años) AND (Paciente\_estatura >= 175 cm AND Paiente\_estatura < 183 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /540) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF ROJA”

- Caso femenino Severo- Persistente menor al 50%

If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 15 años AND Paciente\_Edad < 20 años) AND (Paciente\_estatura >= 145 cm AND Paiente\_estatura < 152 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /438) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE.”

If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 15 años AND Paciente\_Edad < 20 años) AND (Paciente\_estatura >= 152 cm AND Paiente\_estatura < 160 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /450) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”

If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 15 años AND Paciente\_Edad < 20 años) AND (Paciente\_estatura >= 160 cm AND Paiente\_estatura < 168 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/461) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”

Tabla 13 Reglas para control de flujo máximo menor a 50%

- Casos menores de 15 años bajo control mayor igual al 80%

If (Paciente\_Edad < 15 años AND (Paciente\_estatura >= 91 cm AND Paiente\_estatura < 99 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/100) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”

If (Paciente\_Edad < 15 años AND (Paciente\_estatura >= 99 cm AND Paiente\_estatura < 107 cm) AND (((Paciente\_PEF\*120)/100) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”

If (Paciente\_Edad < 15 años AND (Paciente\_estatura >= 107 cm AND Paiente\_estatura < 114 cm) AND (((Paciente\_PEF\*140)/100) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”

- Casos menores de 15 años Leve – persistente mayor a 50% y menor a 80%

If (Paciente\_Edad < 15 años AND (Paciente\_estatura >= 91 cm AND Paiente\_estatura < 99 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/100) < 80%) AND (((Paciente\_PEF\*100)/100) >= 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF AMARILLA”

If (Paciente\_Edad < 15 años AND (Paciente\_estatura >= 99 cm AND Paiente\_estatura < 107 cm) AND (((Paciente\_PEF\*120)/100) < 80%) AND (((Paciente\_PEF\*120)/100) >= 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF AMARILLA”

If (Paciente\_Edad < 15 años AND (Paciente\_estatura >= 107 cm AND Paiente\_estatura < 114 cm) AND (((Paciente\_PEF\*140)/100) < 80%) AND (((Paciente\_PEF\*140)/100) >= 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF AMARILLA”

- Casos menores de 15 años Severo- Persistente menor al 50%

If (Paciente\_Edad < 15 años AND (Paciente\_estatura >= 91 cm AND Paiente\_estatura < 99 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/100) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF ROJA”

If (Paciente\_Edad < 15 años AND (Paciente\_estatura >= 99 cm AND Paiente\_estatura < 107 cm) AND (((Paciente\_PEF\*120)/100) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF ROJA”

If (Paciente\_Edad < 15 años AND (Paciente\_estatura >= 107 cm AND Paiente\_estatura < 114 cm) AND (((Paciente\_PEF\*140)/100) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF ROJA”

Tabla 14 Reglas para control de flujo máximo menores de 15 años

En la tabla 15, se puede encontrar la descripción para las recomendaciones de flujo máximo agrupadas en tres rangos: casos bajo control, casos leve-persistentes, casos severos-persistentes

<p>RECOMENDACIÓN PEF VERDE</p> <p>PEF &gt;= 80</p>	<p>Usted se encuentra libre de síntomas FELICITACIONES. Puede seguir con programa de control que lleva del asma.</p>
<p>RECOMENDACIÓN PEF AMARILLA</p> <p>PEF &lt; 80 Y PEF &gt;= 50</p>	<p>CUIDADO puede estar formándose cuadros de crisis asmáticas verifique si ha seguido las indicaciones establecidas por su médico para su tratamiento, se recomienda contactar al especialista por posibles cambios en tratamiento</p>
<p>RECOMENDACIÓN PEF ROJA</p> <p>PEF &lt; 50</p>	<p>PELIGRO tratamiento de asma no está controlando sus síntomas del asma, aplicar su broncodilatador inhalable, en caso de que el flujo máximo no mejore contactar urgente a su médico</p>

Tabla 15 Recomendaciones de flujo máximo

- Sibilancia. Se presenta durante la crisis asmática o durante la noche en todos los pacientes donde el asma no se encuentra controlada. Se asemeja a un silbido o sonido agudo producto del paso del aire por las vías respiratorias que están parcialmente bloqueadas. Los pacientes presentan signos clínicos como dificultad para respirar, tos o la dificultad para realizar actividades de forma normal. Además, estos síntomas clínicos pueden ser producidos por aire acondicionado, correr, caminar mucho, calor, impresiones fuertes, polen, pelusas animales, frío, insolación, exceso de ejercicio. Por consiguiente, si el paciente registra algunas de estas alertas en el aplicativo se activarán las recomendaciones.

A continuación, se detallan las reglas de Sibilancia las cuales se basan en la presencia de sibilancia, acompañado de indicadores de dificultad para respirar, tos y si tiene dificultad para realizar actividades normales (ver Tabla 16).

If (Paciente_Sibilancia = SI) AND (Paciente_ dificultad para respirar = NO) AND (Paciente_ dificultad para realizar actividades normales = NO) AND (Paciente_ tiene tos = NO) Then “Recomendación sibilancia peligrosa”
If (Paciente_Sibilancia = SI) AND ((Paciente_ dificultad para respirar = SI) AND (Paciente_ dificultad para realizar actividades normales = NO) AND (Paciente_ tiene tos = NO)) Then “Recomendación sibilancia leve”
If (Paciente_Sibilancia = SI) AND ((Paciente_ dificultad para respirar = NO) AND (Paciente_ dificultad para realizar actividades normales = SI) AND (Paciente_ tiene tos = NO)) Then “Recomendación sibilancia leve”
If (Paciente_Sibilancia = SI) AND ((Paciente_ dificultad para respirar = NO) AND (Paciente_ dificultad para realizar actividades normales = NO) AND (Paciente_ tiene tos = SI)) Then “Recomendación sibilancia leve”
If (Paciente_Sibilancia = SI) AND (Paciente_ dificultad para respirar = SI) AND (Paciente_ dificultad para realizar actividades normales = SI) AND (Paciente_ tiene tos = SI) Then “Recomendación sibilancia peligrosa”.

Tabla 16 Reglas para Sibilancia

La tabla 17, podemos encontrar la descripción para las recomendaciones de sibilancia agrupadas en tres rangos casos moderada, leve, peligrosa

Recomendación sibilancia moderado	Usted presenta un cuadro moderado de sibilancia se recomienda descansar para evitar caso crítico tomar reposo
Recomendación sibilancia leve	Usted presenta un cuadro leve de sibilancia se recomienda tomar medicación de control antes que se pase a un caso crítico
Recomendación sibilancia peligrosa	Usted presenta un cuadro peligro de sibilancia se recomienda solicitar ayuda al doctor

Tabla 17 Recomendaciones para Sibilancia

- Las alergias constituyen un factor de riesgo en casos de asma. En la actualidad existe un incremento en la prevalencia asma – alergia. En Healthmonitor la alergia se clasifica en tres niveles: en prevención, en desarrollo, en supervisión. La etapa de prevención, cuando el paciente se encuentra en un estado bajo control, el paciente debe de seguir con los cuidados que realiza a diario. Mientras que la etapa en desarrollo el paciente se encuentra con síntomas que pueden ser tos, congestión nasal, estornudo, picazón, dificultad para respirar, goteo posnasal, irritación en el cuerpo, ojo lloroso, entre otros los que se están presentando de forma leve y deben ser controlados con medicación. En cambio, la etapa de supervisión, el paciente se encuentra un cuadro de alergia crítica la cual ya necesita de atención médica, así, mismo se presentan desencadenantes como en la etapa mencionada anteriormente.

A continuación, se detallan las reglas de alergias las cuales se basan en la presencia de desencadenantes, como la tos, congestión nasal, estornudo, picazón, dificultad para respirar, goteo posnasal, irritación en el cuerpo, ojo lloroso (ver Tabla 18).

<p>If (Paciente_Alergia = SI) AND (Paciente_ tos = NO) AND (Paciente_ congestión_nasal = NO) AND (Paciente_estornudo = NO) AND (Paciente_picazón = NO) AND (Paciente_ dificultad_para_respirar = NO) AND (Paciente_ goteo_ponasal = NO) AND (Paciente_ irritación_en_el_cuerpo = NO) AND (Paciente_ ojo_lloroso = NO) Then “Recomendación alergia prevención”</p>
<p>If (Paciente_Alergia = SI) AND ((Paciente_ tos = SI) AND (Paciente_ congestión_nasal = SI) AND (Paciente_estornudo = SI) AND (Paciente_picazón = SI) AND (Paciente_ dificultad_para_respirar = SI) AND (Paciente_ goteo_ponasal = SI) AND (Paciente_ irritación_en_el_cuerpo = SI) AND (Paciente_ ojo_lloroso = SI) ) Then “Recomendación alergia desarrollo”</p>
<p>If (Paciente_Alergia = SI) AND ((Paciente_ tos = SI) AND (Paciente_ congestión_nasal = NO) AND (Paciente_estornudo = NO) AND (Paciente_picazón = NO) AND (Paciente_ dificultad_para_respirar = NO) AND (Paciente_ goteo_ponasal = NO) AND (Paciente_ irritación_en_el_cuerpo = NO) AND (Paciente_ ojo_lloroso = NO) ) Then “Recomendación alergia desarrollo”</p>
<p>If (Paciente_Alergia = SI) AND ((Paciente_ tos = NO) AND (Paciente_ congestión_nasal = SI) AND (Paciente_estornudo = NO) AND (Paciente_picazón = NO) AND (Paciente_ dificultad_para_respirar = NO) AND (Paciente_ goteo_ponasal = NO) AND (Paciente_ irritación_en_el_cuerpo = NO) AND (Paciente_ ojo_lloroso = NO) ) Then “Recomendación alergia desarrollo”</p>
<p>If (Paciente_Alergia = SI) AND ((Paciente_ tos = NO) AND (Paciente_ congestión_nasal = NO) AND (Paciente_estornudo = SI) AND (Paciente_picazón = NO) AND (Paciente_ dificultad_para_respirar =</p>

<p>NO) AND (Paciente_ goteo_ponasal = NO) AND (Paciente_ irritación_en_el_cuerpo = NO) AND (Paciente_ ojo_lloroso = NO) ) Then “Recomendación alergia desarrollo”</p> <p>If (Paciente_Alergia = SI) AND ((Paciente_tos = NO) AND (Paciente_ congestión_nasal = NO) AND (Paciente_estornudo = NO) AND (Paciente_picazón = SI) AND (Paciente_ dificultad_para_respirar = NO) AND (Paciente_ goteo_ponasal = NO) AND (Paciente_ irritación_en_el_cuerpo = NO) AND (Paciente_ ojo_lloroso = NO) ) Then “Recomendación alergia desarrollo”</p> <p>If (Paciente_Alergia = SI) AND ((Paciente_tos = NO) AND (Paciente_ congestión_nasal = NO) AND (Paciente_estornudo = NO) AND (Paciente_picazón = NO) AND (Paciente_ dificultad_para_respirar = SI) AND (Paciente_ goteo_ponasal = NO) AND (Paciente_ irritación_en_el_cuerpo = NO) AND (Paciente_ ojo_lloroso = NO) ) Then “Recomendación alergia desarrollo”</p> <p>If (Paciente_Alergia = SI) AND ((Paciente_tos = NO) AND (Paciente_ congestión_nasal = NO) AND (Paciente_estornudo = NO) AND (Paciente_picazón = NO) AND (Paciente_ dificultad_para_respirar = NO) AND (Paciente_ goteo_ponasal = SI) AND (Paciente_ irritación_en_el_cuerpo = NO) AND (Paciente_ ojo_lloroso = NO) ) Then “Recomendación alergia desarrollo”</p> <p>If (Paciente_Alergia = SI) AND ((Paciente_tos = NO) AND (Paciente_ congestión_nasal = NO) AND (Paciente_estornudo = NO) AND (Paciente_picazón = NO) AND (Paciente_ dificultad_para_respirar = NO) AND (Paciente_ goteo_ponasal = NO) AND (Paciente_ irritación_en_el_cuerpo = SI) AND (Paciente_ ojo_lloroso = NO) ) Then “Recomendación alergia desarrollo”</p> <p>If (Paciente_Alergia = SI) AND ((Paciente_tos = NO) AND (Paciente_ congestión_nasal = NO) AND (Paciente_estornudo = NO) AND (Paciente_picazón = NO) AND (Paciente_ dificultad_para_respirar = NO) AND (Paciente_ goteo_ponasal = NO) AND (Paciente_ irritación_en_el_cuerpo = NO) AND (Paciente_ ojo_lloroso = SI) ) Then “Recomendación alergia desarrollo”</p> <p>If (Paciente_Alergia = SI) AND ((Paciente_tos = SI) AND (Paciente_ congestión_nasal = SI) AND (Paciente_estornudo = SI) AND (Paciente_picazón = SI) AND (Paciente_ dificultad_para_respirar = SI) AND (Paciente_ goteo_ponasal = SI) AND (Paciente_ irritación_en_el_cuerpo = SI) AND (Paciente_ ojo_lloroso = SI) ) Then “Recomendación alergia supervisión”</p>
--

Tabla 18 Reglas para alergia

En la tabla 19, podemos encontrar la descripción para las recomendaciones de alergias agrupadas en tres rangos en prevención, en desarrollo, en supervisión.

Recomendación alergia en prevención	Usted presenta un cuadro moderado de alergia se recomienda descansar para evitar factores desencadenantes
-------------------------------------	---



Recomendación alergia en desarrollo	Usted presenta un cuadro leve de alergia se recomienda tomar medicación de control antes que se pase a un caso crítico
Recomendación alergia en supervisión	Usted presenta un cuadro peligro de alergia se recomienda solicitar ayuda al doctor, esto puede contribuir a casos de asma

Tabla 19 recomendaciones para alergia

- Presión arterial se considera una hipertensión arterial cuando la elevación de la presión arterial sobre pasa límites de la PAS que es la presión arterial sistólica y de la PAD que es la presión arterial diastólica cuyos rangos se observan en la tabla 20

Tipo de presión arterial	Presión arterial sistólica P.A.S.	Presión arterial diastólica P.A.D.
Normal	Menor a 120	Menor a 80
Prehipertensión	120 a 139	80 a 89
Hipertensión Grado 1	140 a 159	90 a 99
Hipertensión Grado 2	Mayor a 160	Mayor a 100

Tabla 20 Rangos de presión arterial

En caso de que un paciente presente hipertensión esta puede actuar como factor agravante y desencadenante de un ataque de asma agudo, como por ejemplo si la PAS es mayor a 140 y la PAD es mayor a 90 y el paciente podría presentársele un cuadro asmático

A continuación, en la tabla 21 se detalla algunos ejemplos de reglas de control de hipertensión que se basan en las medidas descritas en la tabla 25 donde se encuentran los índices de P.A.S. y de P.A.D

If (Paciente_PAS <= 120) AND (Paciente_PAD <= 80) Then "Recomendación hipertensión normal".
---

<p>If ((Paciente_PAS &gt; 120) AND (Paciente_PAS &lt; 139)) AND ((Paciente_PAD &gt; 80) AND (Paciente_PAD &lt; 89)) Then “Recomendación hipertensión Prehipertensión”.</p> <p>If ((Paciente_PAS &gt; 140) AND (Paciente_PAS &lt; 159)) AND ((Paciente_PAD &gt; 90) AND (Paciente_PAD &lt; 99)) Then “Recomendación Hipertensión Grado 1”</p> <p>If (Paciente_PAS &gt; 160) AND (Paciente_PAD &gt; 100) Then “Recomendación Hipertensión Grado 2”</p>
--

Tabla 21 Reglas para presión arterial

La tabla 22, se puede encontrar la descripción para las recomendaciones de hipertensión agrupadas en cuatro rangos en normal, Prehipertensión, Recomendación Hipertensión Grado 1, Recomendación Hipertensión Grado 2

Recomendación hipertensión normal	Felicitaciones no presenta síntomas de hipertensión
Recomendación hipertensión Prehipertensión	CUIDADO usted presenta síntomas de prehipertensión tome su medicamento antes que se pase a un caso de hipertensión
Recomendación Hipertensión Grado 1	CUIDADO usted presenta síntomas de Hipertensión Grado 1 tome su medicamento y contacte a su médico, esto puede contribuir a un caso de asma
Recomendación Hipertensión Grado 2	CUIDADO usted presenta síntomas de Hipertensión Grado 2 tome medicamento necesita atención médica urgente contacte a su doctor, puede desencadenar crisis de asma

Tabla 22 recomendaciones para hipertensión

- El sobrepeso y el asma son enfermedades consideradas hoy en día un a nivel mundial como un problema de salud y esta entre las 10 principales causas de muerte. La obesidad contribuye al desarrollo de muchas enfermedades, en healthmonitor el paciente registra su peso y con la altura registrada en sus datos se calcula el IMC o masa corporal aplicando la formula  $IMC = \text{peso kg} / \text{altura (m)}^2$ , con lo cual se logra establecer las reglas

correspondientes a casos de que el paciente presente problemas de sobre peso (ver tabla 23).

Adicionalmente, en la recomendación se incluye el cálculo del peso mínimo y máximo ideal del paciente conforme al rango imc de 18.5 a 25 como eso idóneo respectivamente, donde la formula aplicada es:

$$\text{peso mínimo saludable} = (\text{imc\_ideal\_mínimo} * \text{Paciente\_peso}) / \text{paciente\_imc}$$

$$\text{peso máximo saludable} = (\text{imc\_ideal\_maximo} * \text{Paciente\_peso}) / \text{paciente\_imc}$$

Además, en la recomendación también se incluye la tasa de metabolismo basal o TMB que está dada por las fórmulas:

$$\text{TMB Hombre} = 66.473 + (13.751 * \text{Peso Kg}) + (5.0033 * \text{Altura cm}) - (6.7550 * \text{Edad años})$$

$$\text{TMB Mujeres} = 655.1 + (9.463 * \text{Peso Kg}) + (1.8 * \text{Altura cm}) - (4.6756 * \text{Edad años}).$$

Y el valor aproximado de ingesta diaria de calorías que resulta de la multiplicación del TMB del paciente por 1.3

If (Paciente\_sexo=Masculino) then

$$\text{Peso\_mínimo\_saludable} = \frac{(\text{imc\_ideal\_mínimo} * \text{Paciente\_peso})}{\text{paciente\_imc}}$$

$$\text{Peso\_máximo\_saludable} = \frac{(\text{imc\_ideal\_maximo} * \text{Paciente\_peso})}{\text{paciente\_imc}}$$

$$\text{TMB} = 66.473 + (13.751 * \text{Paciente\_peso}) + (5.0033 * \text{Paciente\_altura\_cm}) - (6.7550 * \text{Paciente\_edad})$$

$$\text{Calorias\_por\_dias} = \text{TMB} * 1.3$$

Else

$$\text{Peso\_mínimo\_saludable} = \frac{(\text{imc\_ideal\_mínimo} * \text{Paciente\_peso})}{\text{paciente\_imc}}$$

$$\text{Peso\_máximo\_saludable} = \frac{(\text{imc\_ideal\_maximo} * \text{Paciente\_peso})}{\text{paciente\_imc}}$$

$$\text{TMB} = 655.1 + (9.463 * \text{Peso Kg}) + (1.8 * \text{Altura cm}) - (4.6756 * \text{Edad años})$$

$$\text{Calorias\_por\_dias} = \text{TMB} * 1.3$$

If (Paciente\_imc > 40) then “Recomendación obesidad mórbida”, Peso\_mínimo\_saludable, Peso\_máximo\_saludable, TMB, Calorias\_por\_dias

<p>If (Paciente_imc &gt; 30) AND (Paciente_imc &lt;= 40) then “Recomendación obesidad”,  Peso_mínimo_saludable, Peso_máximo_saludable, TMB, Calorias_por_dias</p> <p>If (Paciente_imc &gt; 25) AND (Paciente_imc &lt;= 30) then “Recomendación sobrepeso”,  Peso_mínimo_saludable, Peso_máximo_saludable, TMB, Calorias_por_dias</p> <p>If (Paciente_imc &gt; 18.5) AND (Paciente_imc &lt;= 25) then “Recomendación peso normal”, TMB,  Calorias_por_dias</p> <p>If (Paciente_imc &lt;= 40) then “Recomendación bajo de peso”, Peso_mínimo_saludable,  Peso_máximo_saludable, TMB, Calorias_por_dias</p>
--

Tabla 23 Reglas para peso

La tabla 24, se puede encontrar la descripción para las recomendaciones de peso agrupadas en cinco rangos en obesidad mórbida, obesidad, sobrepeso, normal y bajo de peso

<p>Recomendación obesidad mórbida</p>	<p>CUIDADO usted presenta obesidad mórbida, un sobrepeso extremo lo que ocasionara numerosas enfermedades y crisis de asma se recomienda peso aproximado</p> <p>peso mínimo saludable= <math>\frac{(imc\_ideal\_mínimo * Paciente\_peso)}{paciente\_imc}</math></p> <p>peso máximo saludable= <math>\frac{(imc\_ideal\_maximo * Paciente\_peso)}{paciente\_imc}</math></p> <p>Su TMB Hombre o TMB Mujer</p> <p>Calorías aproximadas diaria TMB hombre *1.3 o TMB mujer * 1.13</p>
<p>Recomendación obesidad</p>	<p>CUIDADO usted presenta obesidad y esto puede ocasionar problemas severos de enfermedades cardiovasculares, respiratorias, diabetes de tipo 2, hipertensión, además de contribuir a un caso de asma se recomienda se recomienda peso aproximado</p> <p>peso mínimo saludable= <math>\frac{(imc\_ideal\_mínimo * Paciente\_peso)}{paciente\_imc}</math></p> <p>peso máximo saludable= <math>\frac{(imc\_ideal\_maximo * Paciente\_peso)}{paciente\_imc}</math></p>
<p>Recomendación sobrepeso</p>	<p>CUIDADO usted presenta sobrepeso y esto puede ocasionar problemas severos en su salud enfermedades crónicas, diabetes, además de contribuir a un caso de asma se recomienda se recomienda peso aproximado</p>

	<p>peso mínimo saludable= <math>\frac{(imc\_ideal\_mínimo * Paciente\_peso)}{paciente\_imc}</math></p> <p>peso máximo saludable= <math>\frac{(imc\_ideal\_maximo * Paciente\_peso)}{paciente\_imc}</math></p>
Recomendación peso normal	Felicitaciones su peso es normal siga con ejercicio y buena alimentación no presenta síntomas de hipertensión
Recomendación bajo de peso	<p>CUIDADO usted presenta un peso muy bajo esto puede ocasionar problemas en su salud y su sistema inmunológico y contribuir a casos de asma se recomienda se recomienda peso aproximado</p> <p>peso mínimo saludable= <math>\frac{(imc\_ideal\_mínimo * Paciente\_peso)}{paciente\_imc}</math></p> <p>peso máximo saludable= <math>\frac{(imc\_ideal\_maximo * Paciente\_peso)}{paciente\_imc}</math></p>

Tabla 24 recomendaciones peso

- El estado de ánimo puede afectar a pacientes de asma que en algunos casos los lleva a estados de ansiedad y estrés al ver ciertas limitaciones en sus actividades. A continuación, se mencionan elementos del entorno que afectan, tales como: aire acondicionado, caminar mucho tiempo, calor, impresión fuerte, exceso de ejercicio, correr, insolación, frío, pelusa de animales, polen, que llevan al paciente a situaciones que lo imposibilitan respirar y afecta el funcionamiento pulmonar. Es así que los pacientes que presentan altas puntuaciones de ansiedad tienden a necesitar ayuda preventiva de ataques de asma, consumiendo mayor cantidad de medicamentos y posibilidad de mayor caos de hospitalización. Por estas razones, Healthmonitor considera un registro de los siguientes estados de ánimo: increíble, bien, normal, mal y horrible con estos parámetros podemos establecer distintas reglas de recomendación como se muestra en tabla 25.

<p>If Paciente_el_estado_de_animo = horrible then “Recomendación ánimo horrible”.</p> <p>If Paciente_el_estado_de_animo = Increíble then “Recomendación ánimo increíble ”</p> <p>If Paciente_el_estado_de_animo = Mal then “Recomendación ánimo mal ”</p>
---

Tabla 25 Reglas estado de ánimo

La tabla 26, se encuentra la descripción para las recomendaciones de estado de ánimo agrupadas en tres rangos horrible, increíble, mal

Recomendación ánimo horrible	CUIDADO usted presenta un estado de ánimo horrible existe la posibilidad de crisis de asma realizar alguna actividad de su agrado y posibilidad
Recomendación ánimo increíble	Felicitaciones sigue feliz esto ayuda a tu salud
Recomendación ánimo mal	CUIDADO usted presenta estado de ánimo mal y esto puede ocasionar inicios problemas en su salud relaje y distráigase para no enfermar

Tabla 26 Recomendaciones estado de ánimo

El aplicativo Healthmonitor utiliza los Factores de riesgo (disparadores) que son parámetros de salud como el estado de ánimo, desencadenantes y síntomas como flujo máximo, sibilancia y la hipertensión que muestra el manejo del asma propuesto en este trabajo de autogestión del asma. Por lo consiguiente, las recomendaciones que recibe de ayuda el paciente para el control de su enfermedad están relacionadas: paciente-flujo máximo, paciente- sibilancia, paciente-peso, paciente-alergias, paciente-estado de ánimo, paciente-hipertensión.

### 3.1.2.3 Recomendación de salud (motor de base de reglas)

El sistema Healthmonitor cuenta con una serie de recomendaciones como se han descrito en el apartado anterior basada en el diseño de reglas. Estas reglas se definieron con la participación de especialistas en la salud en el dominio del asma. Cada recomendación depende de una condición o conjunto de condiciones afines a los síntomas como PEF, hipertensión, sibilancia, estados de ánimo, peso, alergias y los desencadenantes que se registran y monitorizan con la

aplicación. Esto permite a los pacientes poder llevar un control y seguimiento de su enfermedad, como por ejemplo conocer su histórico de PEF y las recomendaciones que ayudan a los pacientes asmáticos a mantener un control.

La base de conocimiento basada en reglas se almacena en una base de datos llamada repositorio de reglas. Los motores la base de reglas o la herramienta se encarga de la gestión y activación de las reglas.

El sistema de recomendaciones tiene como función dar a los usuarios sugerencias de interés, es decir recomendaciones personalizadas, mediante el uso de un filtro de procesos lógicos, donde la recolección de datos es proporcionada por el usuario cuando esta interactuar con la aplicación de forma implícita.

La técnica en la que sistema de recomendación se basa, es mediante Filtrado basado en contenido, con reglas if y reglas generales donde se presentan alertas y recomendaciones Tips, que son indicaciones que se muestran inmediatamente a través del aplicativo, una vez que el usuario ha ingresado un registro sea de Peak Flow, presión arterial, peso, alergia y se ha guardado el registro en el aplicativo se activa una función donde se analiza el dato que se ha registrado y conforme el resultado se da una alerta del estado al paciente. (ver figura 46).

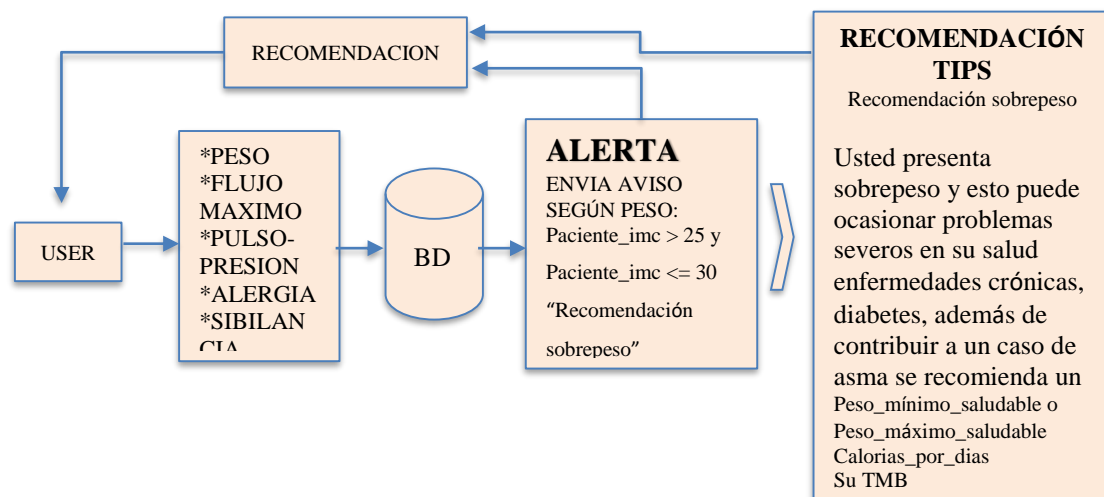


Figura 46 Interacción entre las reglas y recomendaciones alertas- tips

La figura 47, muestra el proceso de la técnica que usa de referencia principal todos los datos de los pacientes como su peso, flujo máximo, presión arterial, sibilancia, alergia, edad, sexo,

entre otros, logrando realizar el análisis y las validaciones con lo cual se activan alertas que las visualiza en la aplicación.

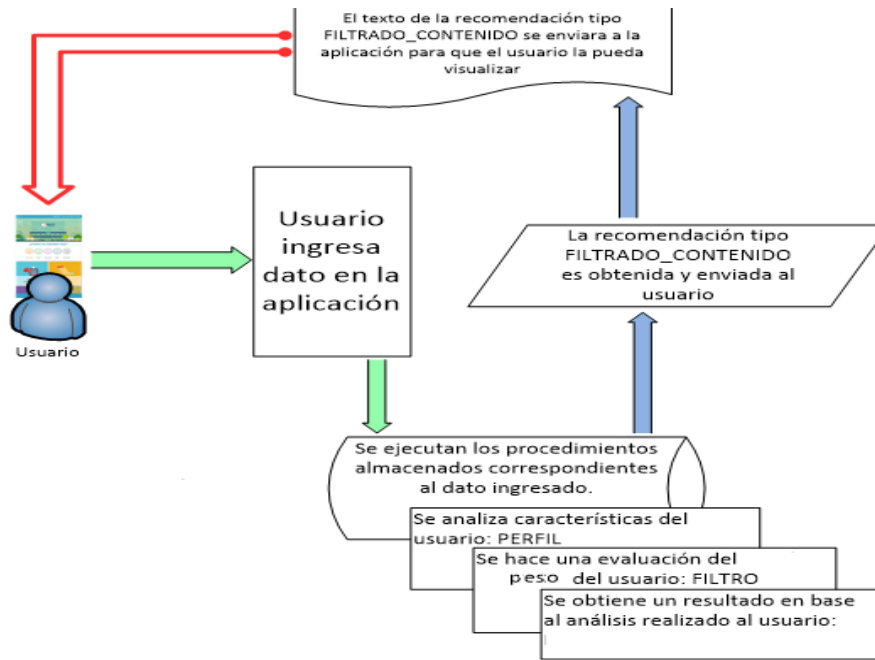


Figura 47 Proceso reglas y recomendaciones alertas- tips



## **4. Capítulo 4. Validación**

### **4.1. Descripción del proceso de validación**

En este capítulo se verificarán los resultados obtenidos por medio de la aplicación Healthmonitor para el control del asma. Se analizará la importancia del autocuidado de la salud en pacientes con enfermedades crónicas como el asma, que afecta la calidad de vida en familia, el trabajo y también genera altos costos hospitalarios, provocando ausentismo escolar en los niños y laboral en los adultos. En Ecuador se estima una prevalencia del 10% que padecen la enfermedad, por ello se ha realizado una evaluación y análisis, para determinar el aporte e importancia que se logra en el control y seguimiento del asma mediante la aplicación de la autogestión en salud a través del sistema Healthmonitor desarrollado en esta tesis doctoral.

Para comprobar los resultados obtenidos se implicó a una empresa privada de servicios de salud ambulatoria, en la que participaron 67 pacientes adultos que padecen asma y cuyas edades van desde los 20 años en adelante, se debe tener en cuenta que los pacientes que participaron del estudio no requirieron hospitalización. Todos fueron casos ambulatorios en los que se realizó un control y seguimiento durante 90 días, en los que realizaron sus registros de parámetros de control en la aplicación mientras cumplían sus actividades diarias, siguiendo las recomendaciones y tomando sus medicamentos de acuerdo a las indicaciones que el especialista brinda por medio de la aplicación.

El estudio se realizó en la ciudad de Guayaquil, que es la segunda ciudad más habitada del Ecuador, con una población de más de dos millones de habitantes, ubicada en la zona ecuatorial, su temperatura es cálida durante la mayor parte del año, posee un clima lluvioso y estación húmeda, donde su temperatura máxima promedio bordea los 37 grados Celsius y una temperatura baja promedio de 16 grados Celsius.

Para la realización del estudio, se brindó una charla a pacientes con asma sobre las ventajas que se logran mediante el uso de aplicaciones móviles. Los 67 pacientes que aceptaron tenían la aplicación instalada en sus dispositivos móviles. Se realizó una capacitación mediante la creación de una cuenta para cada paciente ingresando información mínima obligatoria para la funcionalidad del aplicativo, incluyendo datos como: nombre, apellido, email, password. Además, el paciente llenó los parámetros básicos de la aplicación como usuario nuevo registrado: fecha nacimiento, altura, peso, sexo, estado civil, país. En la explicación se

realizaron pruebas de registro de valores de presión arterial, pulso, flujo máximo, estado de ánimo y si presentaba sibilancia o factores desencadenantes, también se realizó el envío de un manual de usuario al correo para que el paciente comprenda la forma de comunicación que tendría con su médico, en este caso de estudio se contó con la participación de 3 médicos especialistas en asma.

Una vez superada la primera etapa de registro de pacientes y carga de valores iniciales, la aplicación pudo comenzar a realizar recomendaciones y alertas, en base a las reglas que se establecieron y estudiaron en el capítulo 3. La participación de los 67 pacientes se clasifica entre hombres y mujeres, donde hubo 38 hombres y 29 mujeres participantes, durante los 90 días de uso de la aplicación se realizaron 728 registros de valores de los parámetros de control, de los cuales 418 fueron realizados por hombres y 310 por mujeres (ver tabla 27).

	Participantes	Registros realizados en aplicativo	Promedio de registros por paciente
Hombre	38	418	11.00
Mujeres	29	310	10.69
Total	67	728	10.87

Tabla 27 Clasificación de participantes y registro realizados

La tabla 28, nos muestra la cantidad de pacientes por rango de edad y sexo.

Edad paciente por sexo

EDADES	HOMBRE	MUJER
20-25	3	2
26-30	5	3
31-35	6	2
36-40	3	2
41-45	3	1
46-50	1	5
51-55	4	2
56-60	2	4
61-65	3	0
66-70	4	2
> 71	4	6
TOTAL	38	29

Tabla 28 Edad paciente por sexo

En el proceso de monitoreo se registraron cinco casos de crisis de asma al presentar un FEM por debajo del 80 por ciento, de los cuales tres pacientes fueron de sexo masculino y dos femenino, lo que representa un 7.89% de presencia en los hombres y 6.90% en mujeres, lo cual se puede observar en la tabla 29.

	HOMBRE	MUJER
# Pacientes	38	29
Casos de crisis de asma	3	2
Porcentajes de casos	7.89	6.90

Tabla 29 crisis de asma

#### 4.1.1. Evolución de la sibilancia en paciente

Entre los valores registrados por los pacientes durante el periodo de estudio se encuentra la presencia de sibilancia, la cual registró los siguientes valores en ocho casos de hombres y seis casos de mujeres (ver Tabla 30): de los casos presentados en el sexo masculino solo tres se relacionaron con crisis de asma y en el sexo femenino solamente dos. Se pudo observar que el determinante que incidió mayormente fue la actividad deportiva sí como la exposición a ambientes con acondicionadores de aire. Se debe recordar que la realización de actividades deportivas en personas con dicha patología tiene complicaciones aún mayores si es que el paciente mantiene problemas de peso y presión arterial.

	HOMBRE	MUJER
Presencia de sibilancia en crisis de asma	3	2
Presencia de sibilancia sin crisis de asma	5	4

Tabla 30 Sibilancia en pacientes

Según se observa en la figura 48, en el periodo de prueba se puede determinar, como la presencia de sibilancia no siempre termina en una crisis asmática en el paciente, ya que de 14 casos de sibilancia solo 5 se presentaron con crisis asmática. Los casos que no terminan con problemas de FEM donde su porcentaje se mantiene por arriba de un 80 % son 4 casos en los cuales los pacientes realizaron la actividad física de correr y 5 casos por problemas de aire acondicionado. Dichos inconvenientes se presentaron cuando se encontraban en sus jornadas laborales, lo cual conlleva a una disminución de crisis asmáticas en los pacientes. Este es el caso de 9 pacientes que representan un 13.43 % de la muestra de pacientes y un 67 % de presencia de sibilancia los cuales activaron las alertas y recomendaciones en el aplicativo para el paciente. Lo cual contribuyó a que el usuario lleve un adecuado control y no pase a un cuadro emergente de la enfermedad que produzca una obstrucción mayor de los bronquios.

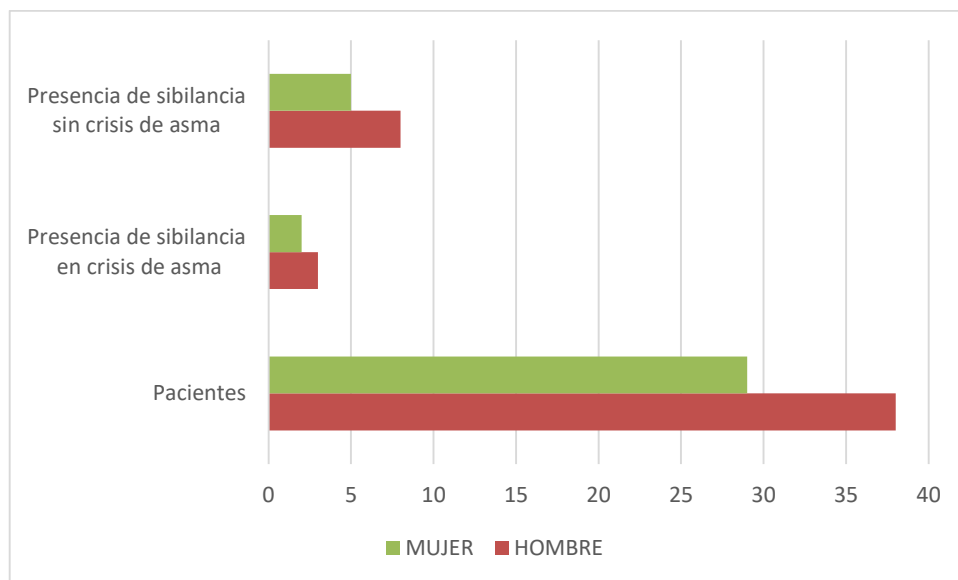


Figura 48 Evolución de Sibilancia

#### 4.1.2. Evolución de desencadenantes en casos de sibilancia

Los desencadenantes son factores que afectan a los pacientes de asma cuando son expuestos a ellos, los cuales se busca evitar para no llegar a caer en un caso de asma. Según recomendaciones de especialistas, los factores desencadenantes que el aplicativo considera para este estudio fueron los siguientes: aire acondicionado, caminar mucho tiempo, calor, impresión fuerte, exceso de ejercicio, correr, insolación, frío, pelusa de animales, polen, sobrepeso y problemas de presión. Según el estudio realizado los desencadenantes que se relacionaron con los casos de sibilancia y crisis de asma fueron: aire acondicionado 5, caminar mucho tiempo 1, impresión fuerte 2, correr 6, pelusa de

animales 1. Adicionalmente a esto se pudo establecer que, a pesar de existir 14 casos de desencadenantes, solo existieron 5 casos de crisis asmáticas, es decir no todos llevaron a una crisis asmática gracias al control. Adicionalmente a los 14 casos solo 6 presentan problemas de peso, de los cuales solamente 3 terminaron en crisis de asma siendo una mujer por caminar mucho y dos hombres, uno por correr y otro por pelusa de animal (ver tabla 31).

Desencadenantes	Cantidad Desencadenante	Presencia en Hombres	Presencia en Mujeres	Sibilancia Sin Crisis de Asma	Sibilancia Con Crisis Asma	Obesidad	Peso normal	Sobrepeso
aire acondicionado	5	2	3	5	-	1	3	1
caminar mucho tiempo	1	-	1	-	1	-	-	1
calor	-	-	-	-	-	-	-	-
impresión fuerte	1	-	1	-	1	-	1	-
exceso de ejercicio	-	-	-	-	-	-	-	-
correr	6	5	1	4	2	1	4	1
insolación	-	-	-	-	-	-	-	-
frio	-	-	-	-	-	-	-	-
pelusa de animales	1	1	-	-	1	-	-	1
polen	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	14	8	6	9	5	2	8	4

Tabla 31 Sibilancia y crisis de asma

En la figura 49 se muestra la evolución de los desencadenantes que se presentaron en los pacientes y en la figura 50 se puede observar su evolución en casos de crisis de asma.

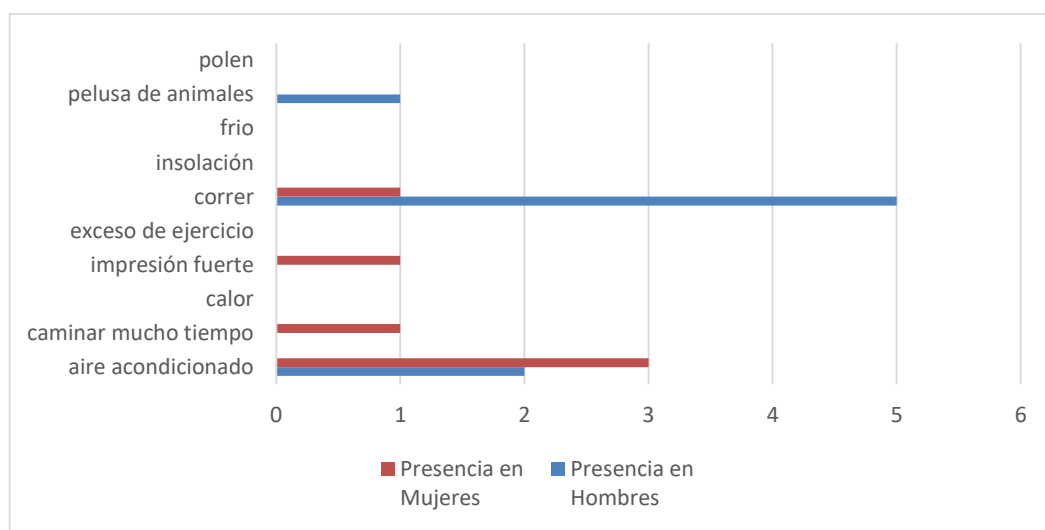


Figura 49 Desencadenante por género

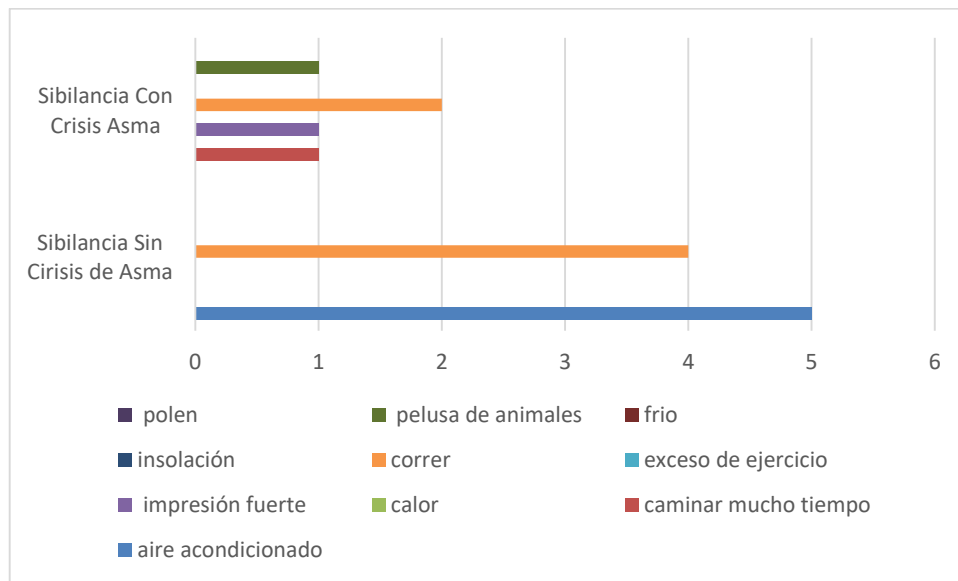


Figura 50 Desencadenante con presencia de sibilancia

De la muestra obtenida a partir de diez tipos de disparadores, solo cinco se presentaron durante el período de estudio de la aplicación, donde seis de los ocho casos en hombres se presentan al realizar actividad física de carrera y sus edades son menores de 40 años, mientras que, en las mujeres de los seis casos, solamente tres se presentan por estar expuestas a ambientes con aire acondicionado y su edad es mayor de 40 años. Además, se determinó que solo cuatro de los cinco desencadenantes ocurrieron en casos de ataques de asma que afectaron el FEM del paciente como se observa en la figura 56. La aplicación generó 14 alertas, 13 automáticas y 1 realizada por el médico especialista.

#### 4.1.3. Evolución del flujo máximo en paciente

El FEM o flujo máximo es el aire que el paciente puede expulsar de sus pulmones al exhalar con el mayor esfuerzo. Según los registros ingresados por los pacientes en la aplicación y según las reglas establecidas en el capítulo 3, cinco casos de flujo máximo finalizaron en los casos de asma, como se puede ver en la tabla 32, donde los porcentajes se mantuvieron por debajo del 80 por ciento y los pacientes necesitaron la ayuda de su medicación. La aplicación facilitó a los pacientes 16 alertas, 13 automáticas y 3 realizadas por el médico.

VALOR NORMAL	MEDIDA PACIENTE	% DE FEM	ESTADO	GÉNERO	ESTATURA	EDAD	PESO	ALERGIA	Presión arterial
555	268	48.29	HORRIBLE	M	1.65	61	SOBREPESO	NO	NORMAL
461	305	66.16	MAL	F	1.59	25	SOBREPESO	NO	NORMAL
482	380	78.84	MAL	F	1.71	27	NORMAL	NO	ALTA
623	450	72.23	MAL	M	1.72	31	OBESIDAD	NO	NORMAL
580	458	78.97	MAL	M	1.7	24	NORMAL	NO	NORMAL

Tabla 32 Picos de FEM

En la tabla 27, se puede observar la relación del pico de flujo máximo con otros parámetros de control como son el peso, la alergia y la presión arterial, donde se presentan tres casos de crisis de asma con un pico de flujo máximo, así como otra alerta sobre el peso y también una alerta de presión arterial alta.

Como se aprecia en la figura 51, la evolución del flujo máximo de un paciente que presentó un caso de crisis de asma durante el estudio de la aplicación, a quien el sistema ayudó con recomendaciones y alertas sobre su cuadro clínico, la paciente de sexo femenino y 25 años de edad, presenta un FEM del 66,16%, presencia de sibilancias provocadas por el factor desencadenante de caminar mucho así como deterioro del estado de ánimo.

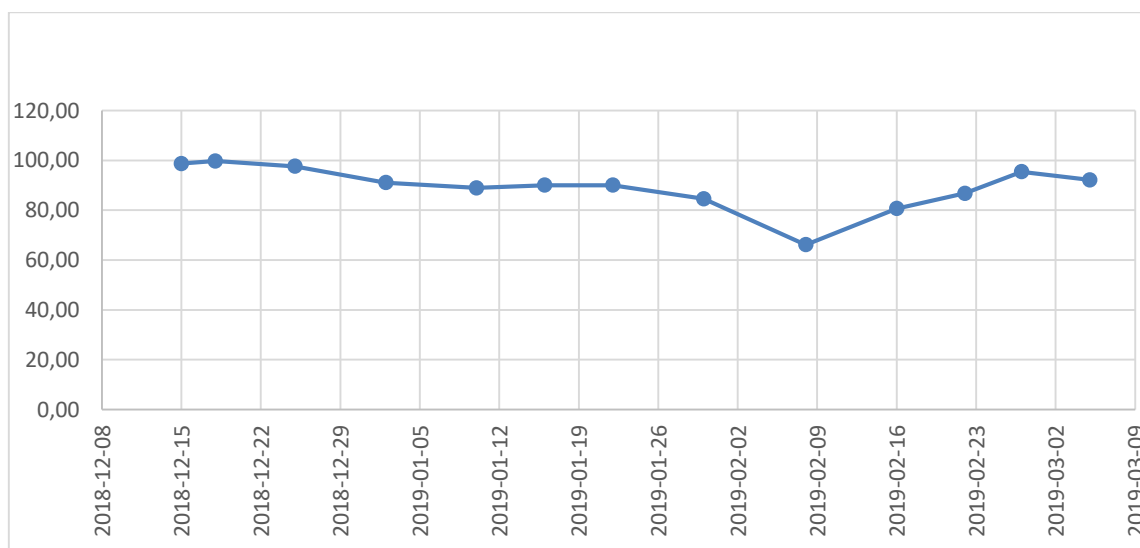


Figura 51 Evolución de FEM en un paciente con crisis

En la tabla 33 se puede observar que el estado de ánimo predominante es normal, lo cual, al ser analizado con el resto de los parámetros, indica que realizan sus actividades de forma controlada, De los 14 casos de sibilancias, solo 9 casos presentaron un estado de ánimo normal

producto de un disparador de actividad física que se realizó en 4 pacientes y 5 por aire acondicionado, que con recomendaciones de la aplicación fueron controlados.

ESTADO	HOMBRE	MUJER
INCREIBLE	13	11
BIEN	112	102
NORMAL	290	195
MAL	2	2
HORRIBLE	1	0
Total	418	310

Tabla 33 Estado de ánimo

#### 4.1.4. Evolución de la presión arterial en paciente

Otro parámetro de control que se implementó en la aplicación fue la hipertensión, que en ciertos casos puede activar un cuadro clínico de crisis de asma en el paciente. En la tabla 34, se puede observar el comportamiento de un paciente que presentó una crisis de asma y mantuvo la presión arterial alta. La Figura 52 muestra su comportamiento en el transcurso de las dos pruebas de 90 días.

FECHA DE TOMA	PAS-LDL	PAD-HDL	Estado de presión	Flujo Máximo	Estado de Ánimo	Peso	Alergia
Toma 1	116	74	Normal	83	BIEN	NORMAL	NO
Toma 2	117	75	Normal	85	BIEN	NORMAL	NO
Toma 3	125	73	Normal	82	BIEN	NORMAL	NO
Toma 4	120	72	Normal	86	BIEN	NORMAL	NO
Toma 5	118	76	Normal	83	BIEN	NORMAL	NO
Toma 6	118	76	Normal	86	BIEN	NORMAL	NO
Toma 7	147	87	Alta	79	HORRIBLE	NORMAL	NO
Toma 8	117	74	Normal	84	BIEN	NORMAL	NO
Toma 9	115	72	Normal	82	BIEN	NORMAL	NO
Toma 10	120	73	Normal	86	BIEN	NORMAL	NO
Toma 11	116	73	Normal	85	BIEN	NORMAL	NO

Tabla 34 Hipertensión en un paciente

En la tabla 34, se puede observar la relación de la presión arterial, otros parámetros de control como peso, alergia y flujo máximo, con la crisis de asma.



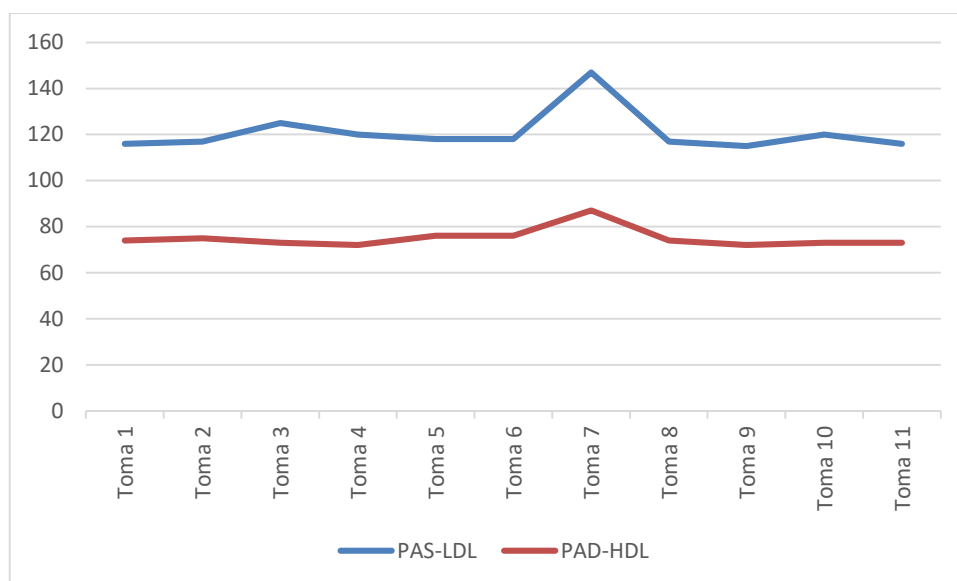


Figura 52 Hipertensión en un paciente

Se observa en la figura 52 que la variación de presión arterial se mantiene más o menos constante. La presión denominada alta o sistólica está en niveles normales y para la presión diastólica igual, exceptuando el pico que se presenta en el paciente quien registra un desencadenante de impresión fuerte, un estado de ánimo mal, sobrepeso y un FEM de 78.84%, el aplicativo generó 1 alerta automática.

#### 4.1.5. Evolución del sobrepeso en paciente

De los valores registrados por los pacientes durante el periodo de estudio está el peso, el cual registra 5 estados. En la tabla 35 podemos observar que se registraron los siguientes valores: tres casos de obesidad mórbida, dieciséis casos de obesidad, dieciocho casos de sobrepeso, treinta casos con peso normal y ningún caso de bajo peso. Además, podemos observar el promedio de IMC por cada estado de peso por género.

	HOMBRE	MUJER	IMC PROMEDIO HOMBRE	IMC PROMEDIO MUJER
Presencia de obesidad mórbida	2	1	44.25	41.62
Presencia de obesidad	7	9	32.50	34.80
Presencia de sobrepeso	10	8	27.31	27.08
Presencia de peso normal	19	11	22.80	22.45
Presencia de bajo de peso	0	0	0	0

Tabla 35 peso de pacientes

Según se observa en la tabla 36, en el periodo de prueba se pudo determinar que de 37 casos de problemas de peso, solo tres involucran pacientes con problema crisis de asma, pero estos casos también están relacionados con un cuadro de pico de flujo máximo.

VALOR NORMAL	MEDIDA PACIENTE	% DE FEM	ESTADO	GÉNERO	ESTATURA	EDAD	PESO	IMC	ALERGIA	Presión arterial
555	268	48.29	HORRIBLE	M	1.65	61	SOBREPESO	27.55	NO	NORMAL
461	305	66.16	MAL	F	1.59	25	SOBREPESO	30.6	NO	NORMAL
623	450	72.23	MAL	M	1.72	31	OBESIDAD	30.42	NO	NORMAL

Tabla 36 Peso de pacientes

Se observa en la figura 53 la variación de peso de los pacientes en relación a su clasificación.

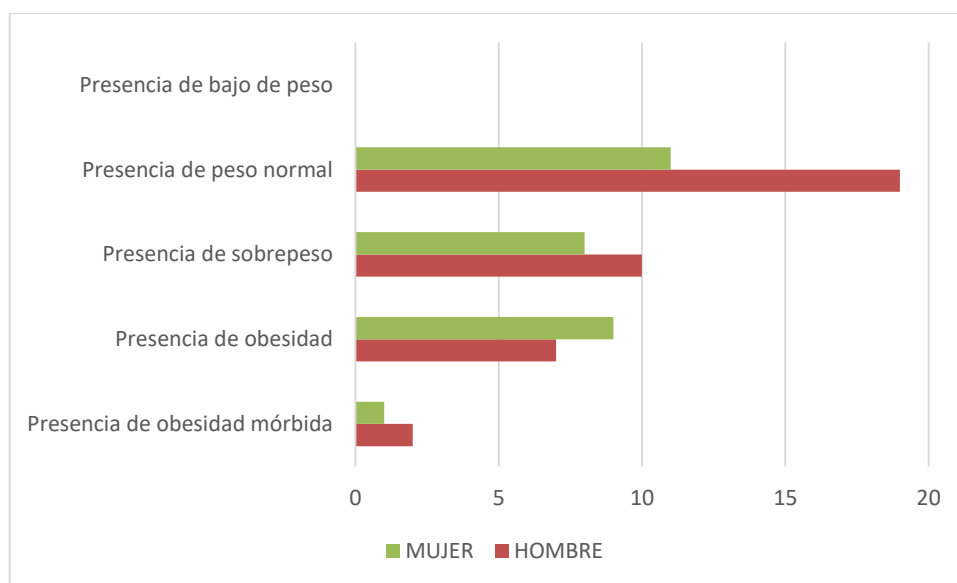


Figura 53 Evolución de peso

#### 4.1.6. Evolución de la alergia en paciente

De los factores registrados por los pacientes durante el periodo de estudio se encuentra la presencia de alergias, la cual registra los siguientes valores en nueve casos de hombres y cinco casos de mujeres, en ambos sexos se pudo observar que no llevó a desencadenar casos de crisis asmática (ver tabla 37).

	HOMBRE	MUJER
Presencia de alergia en crisis de asma	0	0
Presencia de alergia sin crisis de asma	9	6

Tabla 37 Alergia en pacientes

Según el estudio realizado, los desencadenantes que se relacionaron con los casos de alergia fueron: tos 0, dificultad al respirar 3, irritación en el cuerpo 3, congestión nasal 2, goteo pos nasal 2, estornudos 0, ojos llorosos 2, picazón 3. Adicionalmente a esto se pudo establecer que, a pesar de existir 15 casos de desencadenantes. No existieron casos de crisis asmáticas relacionados con estos (Ver tabla 38)

Desencadenantes	Cantidad desencadenante	Presencia en Hombres	Presencia en Mujeres
Tos	-	-	-
Dificultad al respirar	3	2	1
Irritación en el cuerpo	3	2	1
Congestión nasal	2	1	1
Goteo pos nasal	2	1	1
Estornudos	-	-	-
Ojos llorosos	2	1	1
Picazón	3	2	1
TOTAL	15	9	6

Tabla 38 Sibilancia y crisis de asma

Luego del análisis de los registros de datos clínicos de los pacientes que usaron la aplicación y de las entrevistas con pacientes y especialistas médicos, se consideró beneficioso para el sistema de salud contar con una herramienta de monitorización en el campo del asma. Además, se llega a las siguientes conclusiones:

- **Los indicadores clínico-analizados en relación con el asma presentan resultados positivos en monitorización a través de la autogestión de la salud.**

Con la monitorización que se realizó en referencia al control de desencadenantes, estados de ánimo, sobrepeso, sibilancia, alergias y la presión arterial, se puede evidenciar que los pacientes están más pendientes de los parámetros que afectan su salud, esto hace que ellos no descuiden o entren en casos que ocasionen un bajón en su estado de salud.

- **Los pacientes demostraron una mejora del control de su enfermedad crónica con el uso de la herramienta Healthmonitor para el control del asma.**

Los pacientes que intervinieron en el estudio consideraron el aplicativo como una ayuda, de tal manera que realizaban el seguimiento y tratamiento de su cuadro clínico con la aplicación, donde la interacción con los médicos, las recomendaciones y alertas ha contribuido a que los pacientes mejoren su cuidado médico. Es así como el uso del aplicativo de autogestión para la salud refleja en su reporte estadístico que los casos de crisis asmática fueron muy pocos, además el paciente se mantiene pendiente de sus medicamentos y recomendaciones.

Los especialistas que contribuyeron con este estudio indican que es una opción de prevención que disminuye los casos extremos en la salud.

- **La ayuda que incorpora la herramienta a especialistas y pacientes.**

Si bien es cierto, las herramientas de autogestión para la salud no pueden reemplazar la labor de un especialista, si pueden convertirse en una herramienta en la que todos los usuarios tanto pacientes como especialistas, pueden apoyarse y lograr mejores resultados. Además de esto, los especialistas pueden valorar una mayor cantidad de datos de comportamiento del paciente respecto a su enfermedad y los pacientes mejorar su calidad de vida al estar pendientes de su cuadro clínico.

## **4.2. Resultados del proceso de validación**

### **4.2.1. Resultados de las encuestas**

Las tablas 39 y 40 muestran la encuesta que se practicó para la evaluación de las características del aplicativo. Se evaluaron los aspectos en relación con la aplicación móvil como un recurso tecnológico y su funcionalidad a nivel paciente – especialista como herramienta de autogestión en la salud. Dentro de este proceso se contó con 40 participantes de los 67 que intervinieron en el estudio del aplicativo: 25 hombres y 15 mujeres cuyas edades están entre los 23 a 76 años.

Adicionalmente, en la tabla 41 se muestra la encuesta que se practicó a los doctores, en ella se evaluó el aspecto tecnológico y su funcionalidad a nivel especialista, dentro de este proceso se contó con 3 participantes que intervinieron en el estudio del aplicativo.

<b>Aplicación móvil como un recurso tecnológico</b>	
<b>Pregunta</b>	<b>Indicador</b>
<b>1. Considera que su grado de utilización de aplicaciones móviles es:</b>	Muy Alto Alto Medio Bajo Nulo
<b>2. ¿Cuán difícil fue el proceso de instalación?</b>	Muy Alto Alto Medio Bajo Nulo
<b>3. ¿Cuán difícil considera el uso del aplicativo?</b>	Muy complicado Complicado Medio Fácil Muy fácil
<b>4. ¿Anteriormente ha utilizado una aplicación que contribuya al control del asma?</b>	SI NO
<b>5. ¿Qué tan fácil considera la navegación en el aplicativo?</b>	Muy complicado Complicado Medio Fácil Muy fácil
<b>6. ¿Con qué frecuencia utiliza el aplicativo?</b>	Una vez al mes Una vez a la semana Dos o más veces a la semana
<b>7. ¿Con cuál de los siguientes indicadores calificaría la confianza en la seguridad y confidencialidad de la información generada en la aplicación?</b>	Muy Alto Alto Medio Bajo Nulo
<b>8. ¿Recomendaría este aplicativo?</b>	SI NO

Tabla 39 Aplicación móvil como un recurso tecnológico

Funcionalidad a nivel paciente – especialista como herramienta de autogestión en la salud	
Pregunta	Indicador
9. ¿Estaría de acuerdo con que un sistema móvil ayudara en su control del asma?	Totalmente de acuerdo De acuerdo Imparcial Desacuerdo Totalmente en desacuerdo
10. ¿Estaría de acuerdo con que un sistema móvil le proporcionase un plan de alimentación que contribuya a cuidar su salud?	Totalmente de acuerdo De acuerdo Imparcial Desacuerdo Totalmente en desacuerdo
11. ¿Considera de gran importancia la interacción médico-paciente a través del uso de una aplicación móvil?	Totalmente de acuerdo De acuerdo Imparcial Desacuerdo Totalmente en desacuerdo
12. ¿Cree usted que el ingreso de los parámetros de control solicitados en el aplicativo requiere de mucho tiempo?	SI NO
13. ¿Como valoraría las recomendaciones ofrecidas por el aplicativo?	Excelente Muy bueno Bueno Malo Inaceptable
14. ¿Cree usted que una aplicación móvil facilitaría el control del asma?	SI NO
15. ¿Cree usted que la aplicación genera beneficios en relación con la autogestión de la salud?	SI NO
16. ¿Cree usted que mediante un control diario usando una aplicación móvil, el paciente con asma podría mejorar su estilo de vida?	Totalmente de acuerdo De acuerdo Imparcial Desacuerdo Totalmente en desacuerdo
17. ¿Estaría de acuerdo con que el paciente pueda llevar un registro diario o semanal del flujo máximo?	SI NO
18. ¿Estaría de acuerdo con que el paciente pueda llevar un registro diario o semanal de desencadenante?	SI NO
19. ¿Cree usted que el aplicativo ofrece notificaciones y alertas útiles en cuanto al tiempo de respuesta y contenido?	Totalmente de acuerdo De acuerdo Imparcial Desacuerdo Totalmente en desacuerdo

Tabla 40 Funcionalidad a nivel paciente – especialista como herramienta de autogestión en la salud

<b>Aplicación móvil como recurso tecnológico para doctores</b>	
<b>Pregunta</b>	<b>Indicador</b>
<b>20.- ¿A su criterio, el uso del aplicativo es:?</b>	Muy complicado Complicado Medio complicado Fácil Muy fácil
<b>21.- ¿Ha trabajado previamente con aplicativos que contribuyan al control del asma?</b>	SI NO
<b>22.- ¿Con qué frecuencia utiliza el aplicativo?</b>	Entre una a cinco veces por semana Una vez al día Más de tres veces todos los días
<b>23.- ¿Considera que la utilización del aplicativo le ha permitido optimizar el recurso de tiempo de atención a pacientes?</b>	Completamente de acuerdo Parcialmente de acuerdo En desacuerdo
<b>24.- ¿Considera que la utilización del aplicativo le ha permitido mejorar el seguimiento a pacientes?</b>	Completamente de acuerdo Parcialmente de acuerdo En desacuerdo
<b>25. ¿Recomendaría este aplicativo?</b>	SI NO

Tabla 41: Aplicación móvil como recurso tecnológico para doctores

A continuación, se presentan los análisis obtenidos en cada una de las preguntas de la encuesta.

La evaluación de la aplicación móvil como un recurso tecnológico, la pregunta 1 considera el grado de utilización de aplicaciones móviles como: Muy Alto, Alto, Medio, Bajo, Nulo. En la actualidad en Ecuador más de un millón trescientos mil personas tienen un Smartphone. El incremento del uso de aplicaciones móviles que van desde pedir un taxi, realizar compras o transacciones bancarias. En relación a la consulta realizada, la mayoría de los usuarios califica la pregunta como muy alto y alto, pero 6 usuarios la calificaron como bajo, lo cual está relacionado con la edad del usuario, ya que en estos casos está por encima de los 66 años (ver figura 54).

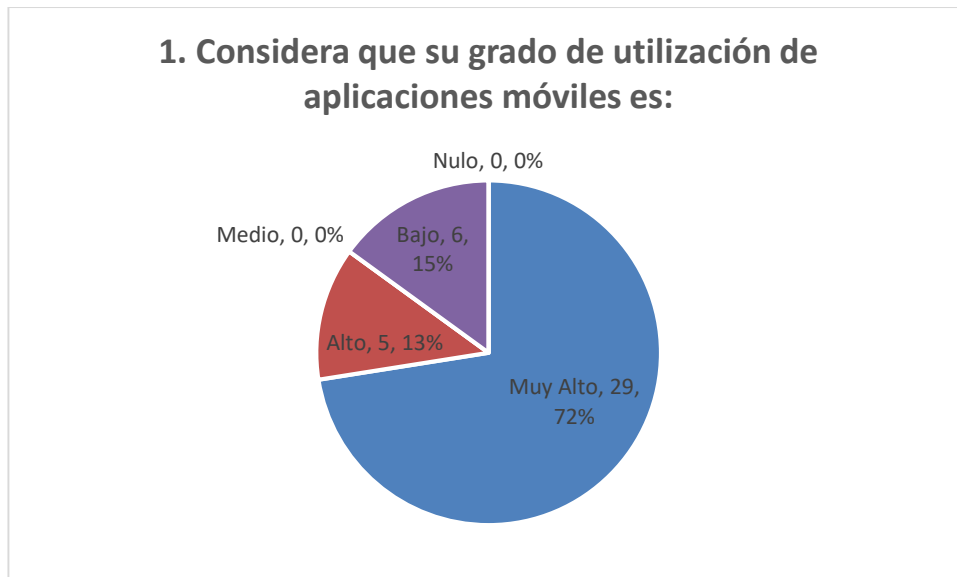


Figura 54 Resultados de la pregunta 1.

En la figura 55, se observa la evaluación de la pregunta 2. Con el uso de las aplicaciones móviles que aumentan y convirtiéndose en una herramienta que acompaña a los usuarios todo el tiempo, los procesos de instalación en los smartphone se han vuelto sencillos, es así que al consultar a los participantes sobre el proceso de instalación, se conoció que este no representó ningún problema en su gran mayoría ya que se encuentran familiarizados en descargar aplicativos app e instalarlos desde play-store. Solo dos casos de pacientes reportan algo de complejidad moderada.

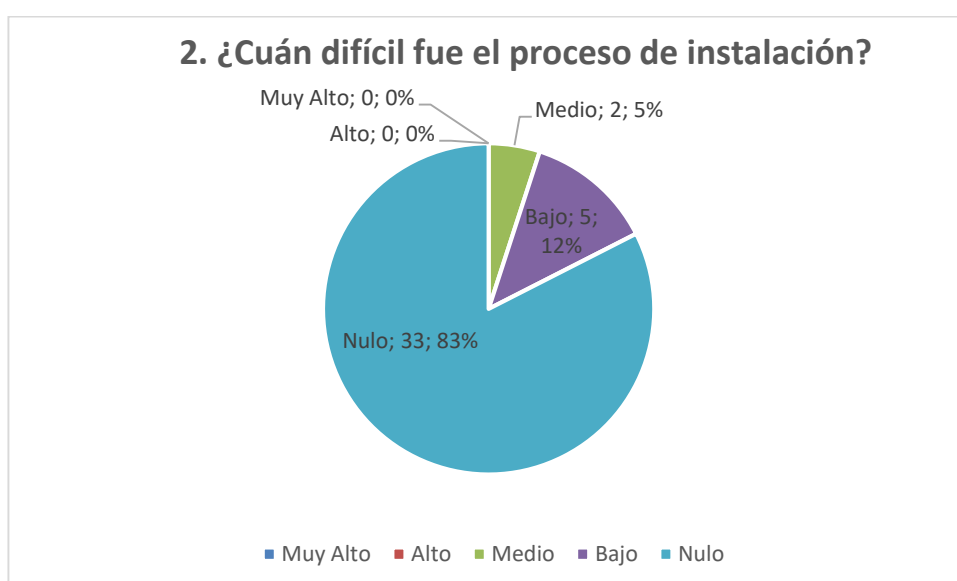




Figura 55 Resultados de la pregunta 2

En la figura 56, se observa la evaluación de la pregunta 3. En este caso, 26 pacientes consideran que el uso del aplicativo es muy fácil, 9 fácil y 5 encontraron algo de complejidad. Estos casos siguen relacionados con pacientes mayores de 66 años, esto brinda una apreciación donde el usuario tiene a su disposición una utilidad para su salud y que la misma no represente mayor complejidad.

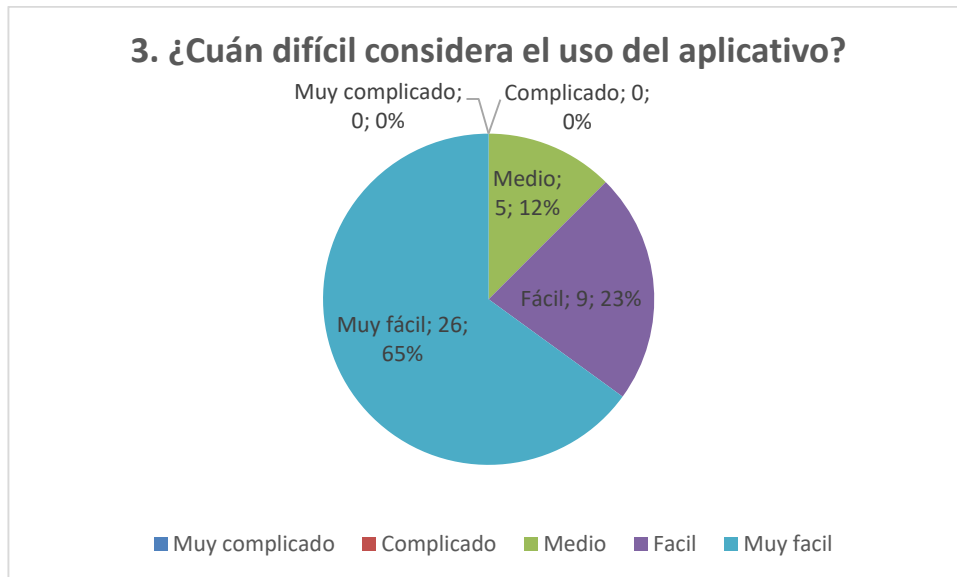


Figura 56 Resultados de la pregunta 3

En la figura 57, se observa la evaluación de la pregunta 4, ¿Anteriormente ha utilizado una aplicación que contribuya al control del asma?, solo el 15 por ciento de los encuestados han utilizado un aplicativo de control de asma, es decir 6 pacientes, el restante de pacientes nunca había utilizado un aplicativo de control de su enfermedad y habían realizado sus controles con visitas físicas a los especialistas en periodos de tiempo establecidos o en casos de crisis asmática.

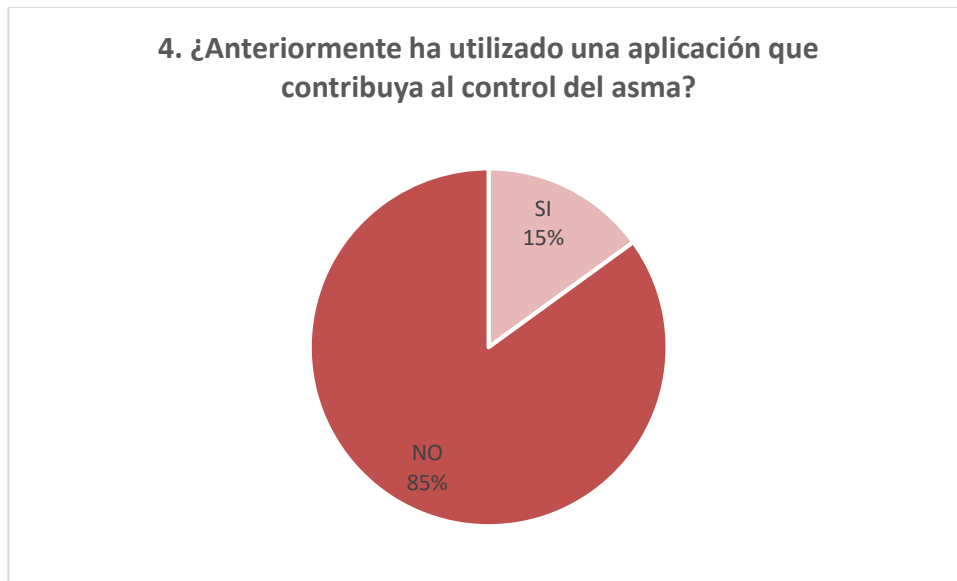


Figura 57 Resultados de la pregunta 4

En la figura 58, se observa la evaluación de la pregunta 5, ¿Qué tan fácil considera la navegación en el aplicativo? Para 35 pacientes encuestados la aplicación es de muy fácil uso y solo para dos representa un uso medio complejo, la aceptación de los usuarios se debe a la arquitectura aplicada en su diseño.

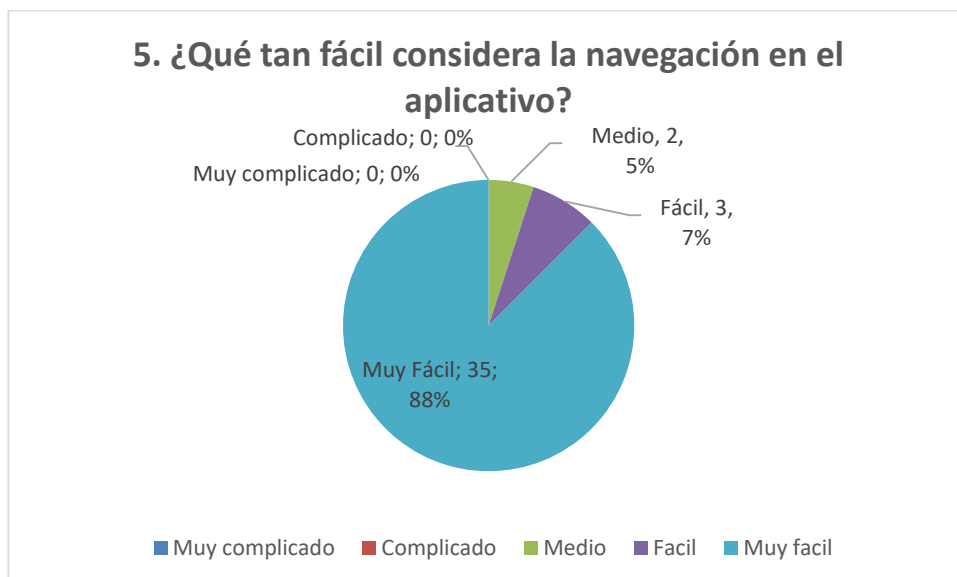


Figura 58 Resultados de la pregunta 5

En la figura 59, se observa la evaluación de la pregunta 6, ¿Con qué frecuencia utiliza el aplicativo? 25 pacientes encuestados respondieron que utilizan la aplicación una vez a la

semana y 15 pacientes más de dos veces por semana. Una vez revisado con los especialistas en este análisis se determina que el 62.5% de los pacientes mantiene su asma bajo control la mayoría del tiempo, lo cual hace que su monitoreo sea semanal, además indican que las crisis de asma pueden durar varias horas o días, lo cual es variante de acuerdo con el paciente. Si el paciente llegara a tener una crisis, el sistema enviará una alarma que notifique que debe medicarse inmediatamente; dicha medicina es de alivio rápido, este fármaco es conocido como “medicamento de rescate” por su efecto inmediato, lo cual permite que el paciente regrese a un cuadro clínico controlado en la mayoría de los casos de forma inmediata.

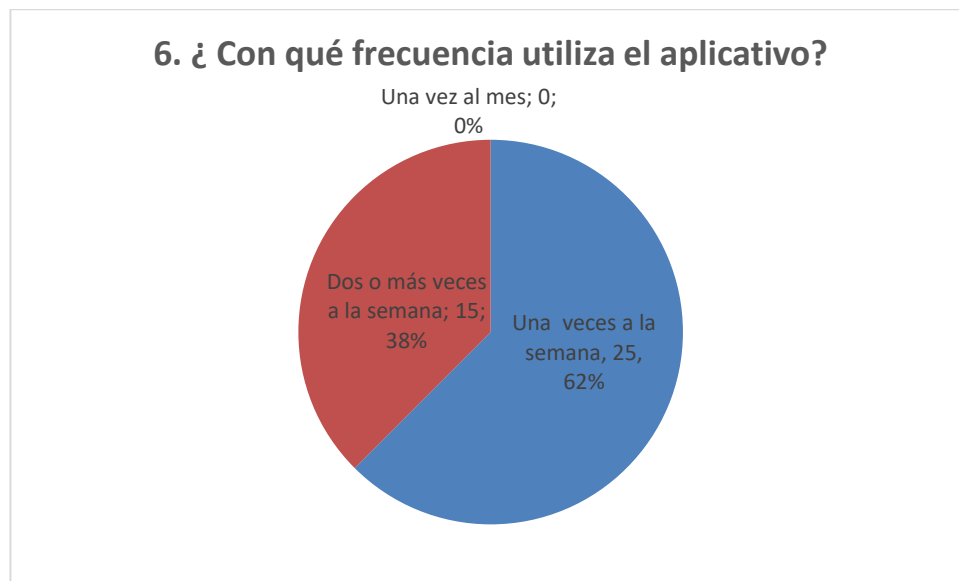


Figura 59 Resultados de la pregunta 6

En la figura 60, se observa la evaluación de la pregunta 7, ¿Con cuál de los siguientes indicadores calificaría la confianza en la seguridad y confidencialidad de la información generada en la aplicación? Para el 80 por ciento de los encuestados la aplicación genera confianza. Esto se debe a que sus datos no son compartidos con ninguna otra persona exceptuando su doctor. Además, la información solicitada es la necesaria, básica y fundamental para llevar el auto control de la enfermedad y está basada en una arquitectura de diseño fácil y amigable para el usuario.

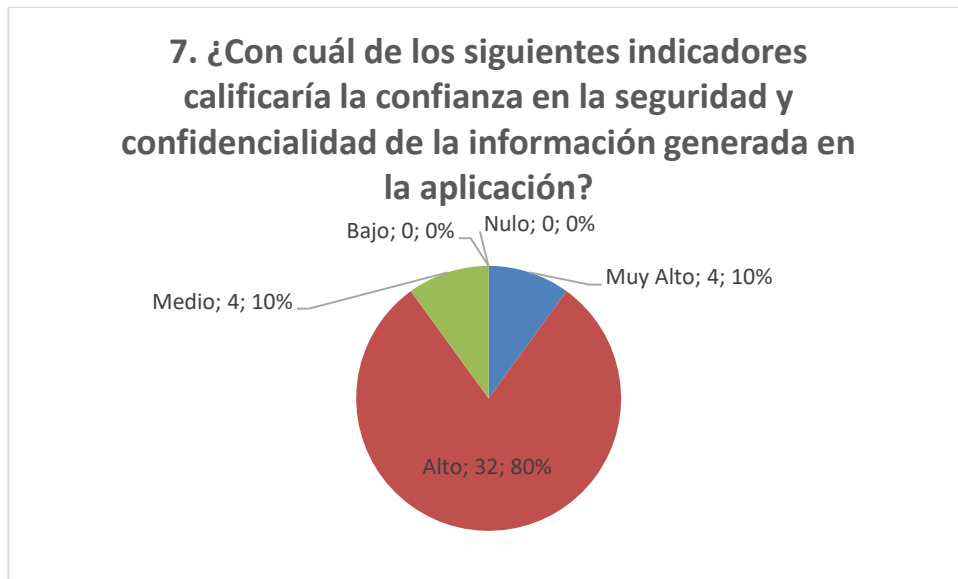


Figura 60 Resultados de la pregunta 7

En la figura 61, se observa la evaluación de la pregunta 8, ¿Recomendaría este aplicativo? El 95 por ciento de los pacientes recomienda el uso del aplicativo. Esta aceptación se debe en gran medida a que el aplicativo permitió al paciente llevar un control automático de sus parámetros básicos de la enfermedad, a poder percibir de forma gráfica como va su control de flujo máximo, saber que desencadenante le está afectando más, así como el control de su presión arterial, recomendaciones alimenticias y de ejercicios que el aplicativo le recomienda y recuerda.



Figura 61 Resultados de la pregunta 8

En la figura 62, se observa la evaluación de la pregunta 9, ¿Estaría de acuerdo con que un sistema móvil ayudara en su control del asma? Para los pacientes participantes en la prueba del aplicativo el 87.5% de los encuestados consideran estar totalmente de acuerdo con la ayuda del aplicativo y el 7.5% siente estar en desacuerdo, lo cual representa un 95 por ciento de aceptación en la ayuda que representa el sistema móvil para ellos, ayuda que se ha encontrado reflejada cuando el aplicativo móvil envía alertas, recordatorios y recomendaciones para el control del asma, donde el paciente cuenta con una herramienta a la cual recurrir si es que no existe una crisis asmática presente.

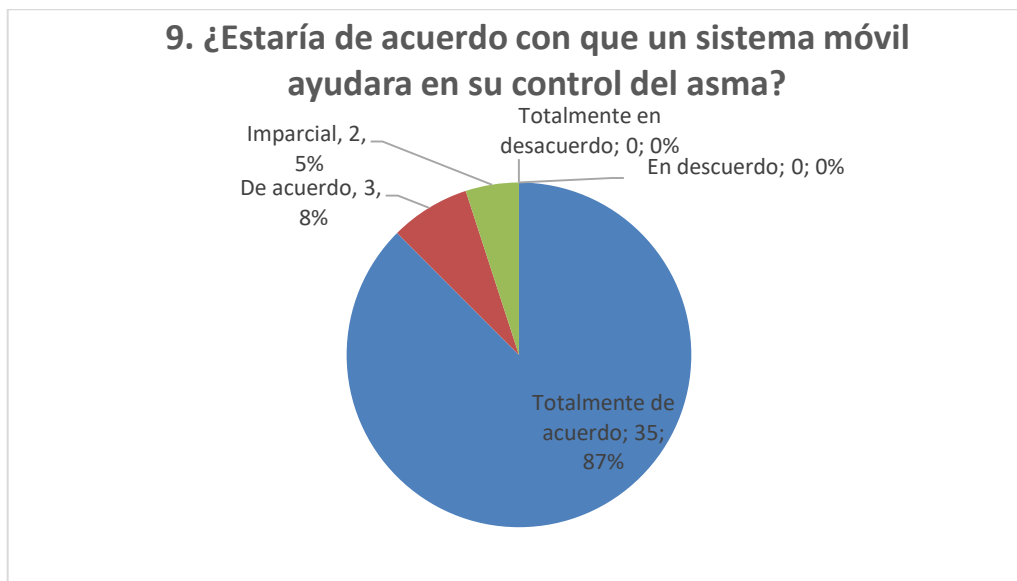


Figura 62 Resultados de la pregunta 9

En la figura 63, se observa la evaluación de la pregunta 10, ¿Estaría de acuerdo con que un sistema móvil le proporcionase un plan de alimentación que contribuya a cuidar su salud? Se puede apreciar la aceptación por parte de los encuestados; un 65 por ciento está totalmente de acuerdo y un 27.5 está en desacuerdo, mientras que el 7.5 es imparcial. Por consiguiente, los pacientes han visto que la ayuda proporcionada por el aplicativo en referencia a una guía alimentaria es una gran ayuda, considerando que en la actualidad existen muchos aplicativos nutricionales que guían a las personas con consejos de dietas para controlar su peso enfocados en mejorar la salud, así como también los que se enfocan en enfermedades en particular como la diabetes, las alergias, sobrepeso y problemas de presión arterial.

**10. ¿Estaría de acuerdo con que un sistema móvil le proporcionase un plan de alimentación que contribuya a cuidar su salud?**

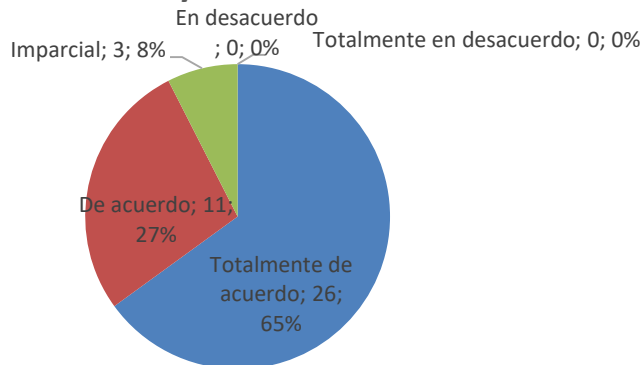


Figura 63 Resultados de la pregunta 10

En la figura 64, se observa la evaluación de la pregunta 11, ¿Considera de gran importancia la interacción médico-paciente a través del uso de una aplicación móvil? 30 de los 40 encuestados consideran estar en total acuerdo con la interacción médico-paciente, donde los pacientes consideran que la monitorización remota del médico es una ayuda y da seguridad al paciente al saber que su especialista médico está al tanto de su evolución clínica, logrando que el sistema de autogestión de la salud encuentre un apoyo con la aplicación móvil que proporciona a los pacientes la forma de gestionar sus propios controles, de permanecer más tiempo sanos y de estar siempre bajo el monitoreo de un especialista.

**11. ¿Considera de gran importancia la interacción médico-paciente a través del uso de una aplicación móvil.?**

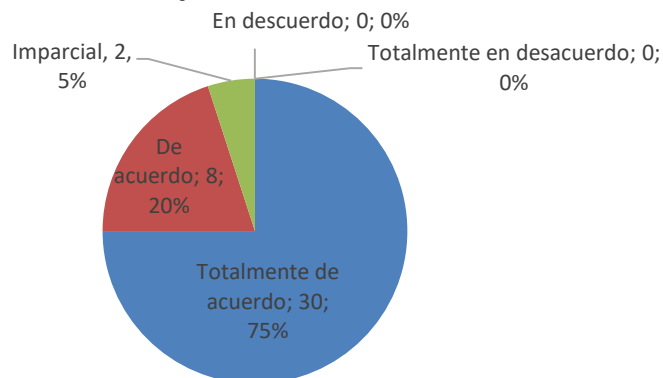


Figura 64 Resultados de la pregunta 11

En la figura 65, se observa la evaluación de la pregunta 12, ¿Cree usted que el ingreso de los parámetros de control solicitados en el aplicativo requiere de mucho tiempo? Para un 70% de los pacientes encuestados el ingreso de los valores de control en relación con el flujo máximo, desencadenantes, presión arterial entre otros, es considerado sencillo. Esto se debe a que la usabilidad es muy sencilla y amigable, dado que permite al paciente una fácil manipulación. Además, esta funcionalidad permite una mayor responsabilidad del paciente en su salud.

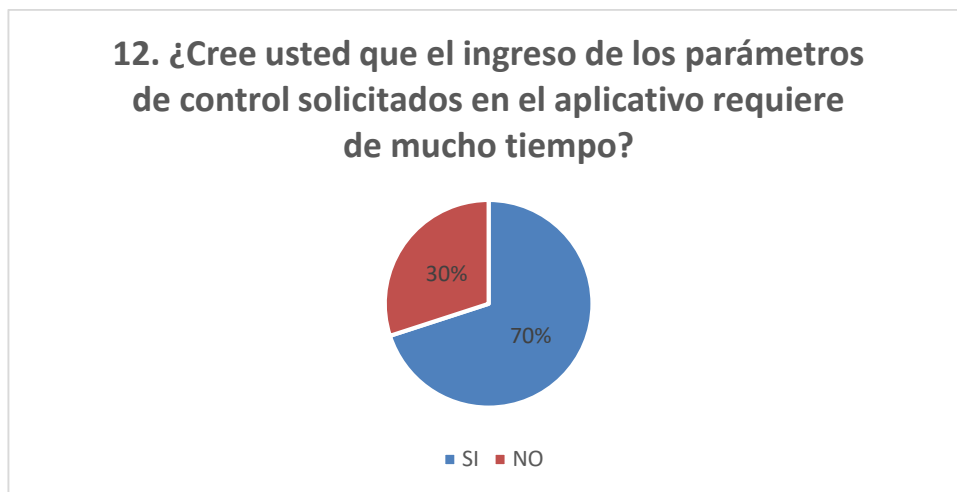


Figura 65 Resultados de la pregunta 12

En la figura 66, se observa la evaluación de la pregunta 13, ¿Cómo valoraría las recomendaciones ofrecidas por el aplicativo? El 72.5% de los pacientes encuestados, es decir 29 de los 40, han considerado que las recomendaciones ofrecidas por el aplicativo son excelentes, ya que sus contenidos y servicios están orientados para que puedan ser utilizados de forma satisfactoria, eficiente y efectiva por el mayor número de pacientes, sin necesidad de recurrir a especialistas.

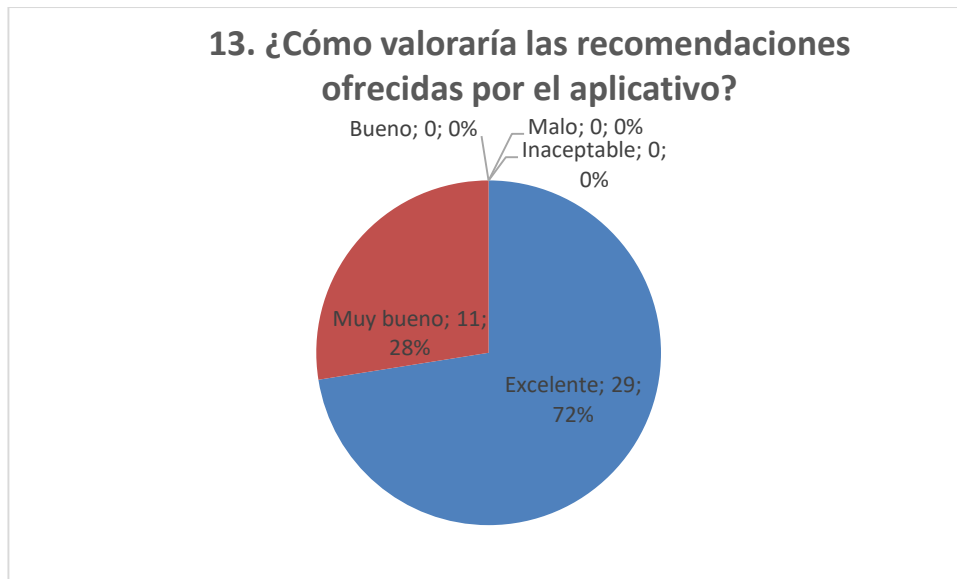


Figura 66 Resultados de la pregunta 13

En la figura 67, se observa la evaluación de la pregunta 14, ¿Cree usted que una aplicación móvil facilitaría el control del asma? Para el 95 por ciento de los pacientes participantes de la encuesta, la aplicación móvil ayuda al control, permitiendo la gestión de los síntomas del asma y seguimiento. Además, permite obtener al paciente recomendaciones que lo ayudarán a tratar mejor y mantener controlada esta enfermedad.



Figura 67 Resultados de la pregunta 14

En la figura 68 se observa la evaluación de la pregunta 15, ¿Cree usted que la aplicación genera beneficios en relación con la autogestión de la salud? Para el 97% de los encuestados se considera beneficiosa la autogestión de la salud, lo ven como una opción que les permite tener



la capacidad de resolver temas habituales de su enfermedad y la posibilidad de acceder a recomendaciones de especialistas sin necesidad de recurrir a ellos.

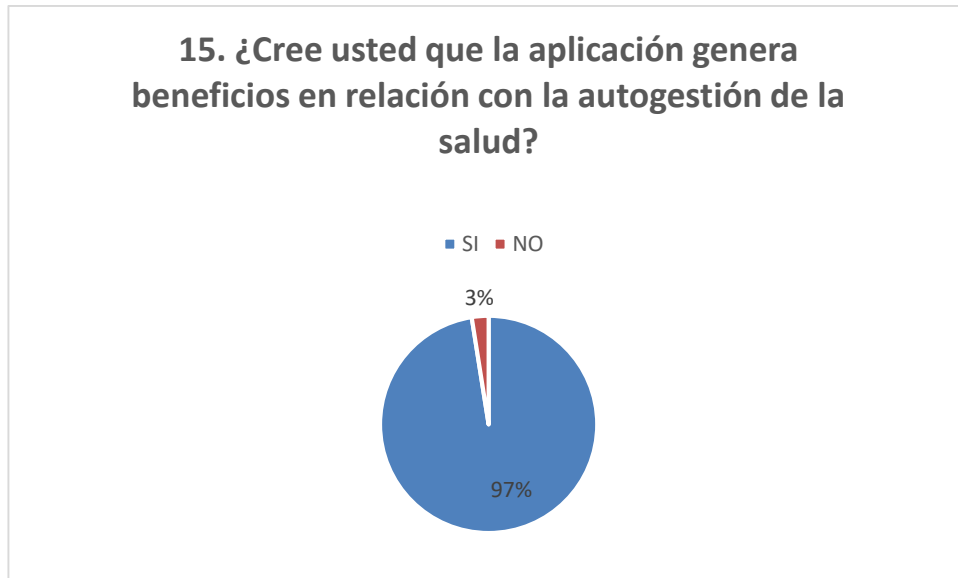


Figura 68 Resultados de la pregunta 15

En la figura 69 se observa la evaluación de la pregunta 16, ¿Cree usted que mediante un control diario usando una aplicación móvil, el paciente con asma podría mejorar su estilo de vida? 9 pacientes consideraron estar de acuerdo y 29 afirmaron estar totalmente de acuerdo con que un control diario puede contribuir a llevar un estilo de vida saludable, mediante un monitoreo y control de los síntomas básicos que orienten a realizar ejercicio y una dieta adecuada, lo cual aportaría a disminuir los casos de crisis asmática.

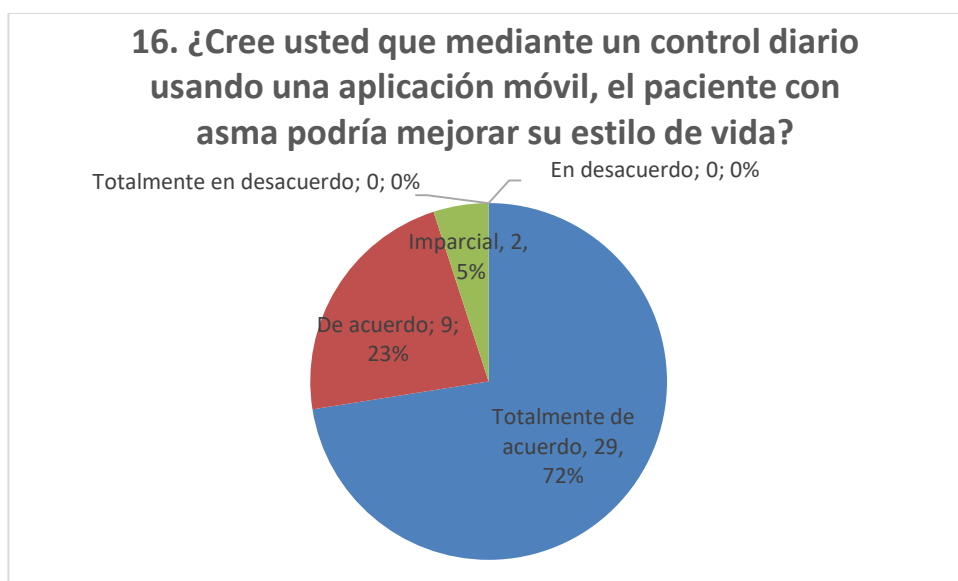


Figura 69 Resultados de la pregunta 16

En la figura 70 se observa la evaluación de la pregunta 17, ¿Estaría de acuerdo con que el paciente pueda llevar un registro diario o semanal del flujo máximo? El 97 por ciento de los pacientes considera muy importante el control de flujo máximo, dado que este parámetro es el indicador más relevante en casos de prevención de crisis asmáticas y es también el que les puede indicar si es necesaria la aplicación de medicamentos emergentes para el control de la crisis.



Figura 70 Resultados de la pregunta 17

En la figura 71 se observa la evaluación de la pregunta 18, ¿Estaría de acuerdo con que el paciente pueda llevar un registro diario o semanal de desencadenante? La importancia de poder llevar un historial de desencadenantes es primordial para los pacientes, es por eso que se ha tenido una aceptación del 97 por ciento, ya que el llevar un registro de desencadenantes como el uso de aire acondicionado, clima, ejercicio, polen, pelusa de animales, entre otros, servirá al paciente para evitar esos determinantes.

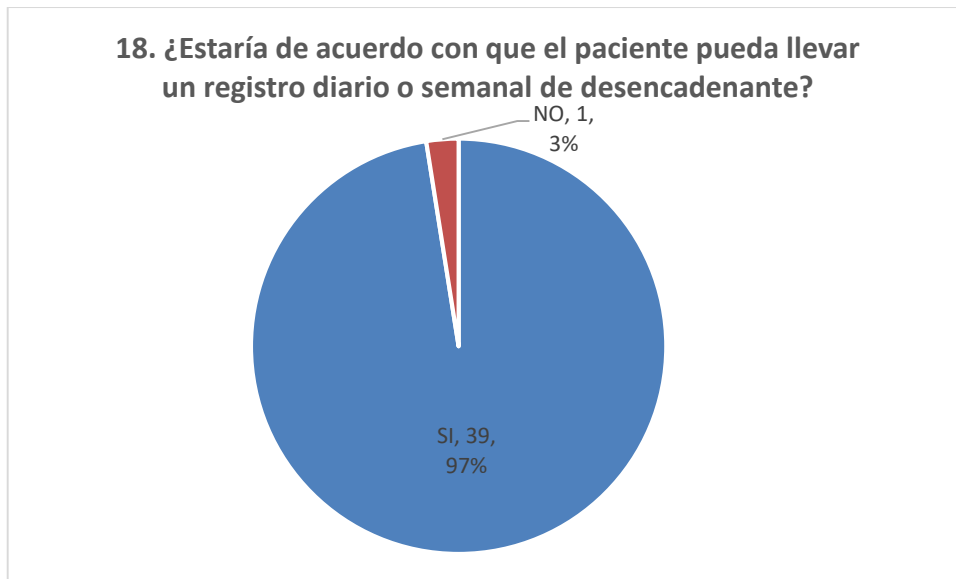


Figura 71 Resultados de la pregunta 18

En la figura 72 se observa la evaluación de la pregunta 19, ¿Cree usted que el aplicativo ofrece notificaciones y alertas útiles en cuanto a tiempo de respuesta y contenido? Los pacientes encontraron en el aplicativo que las notificaciones y alertas eran siempre oportunas tanto en su medicación, rutina de ejercicio, alimentación, dando una aceptación de 38 pacientes entre los que consideran estar de acuerdo y totalmente de acuerdo que equivale al 95 por ciento de aceptación.

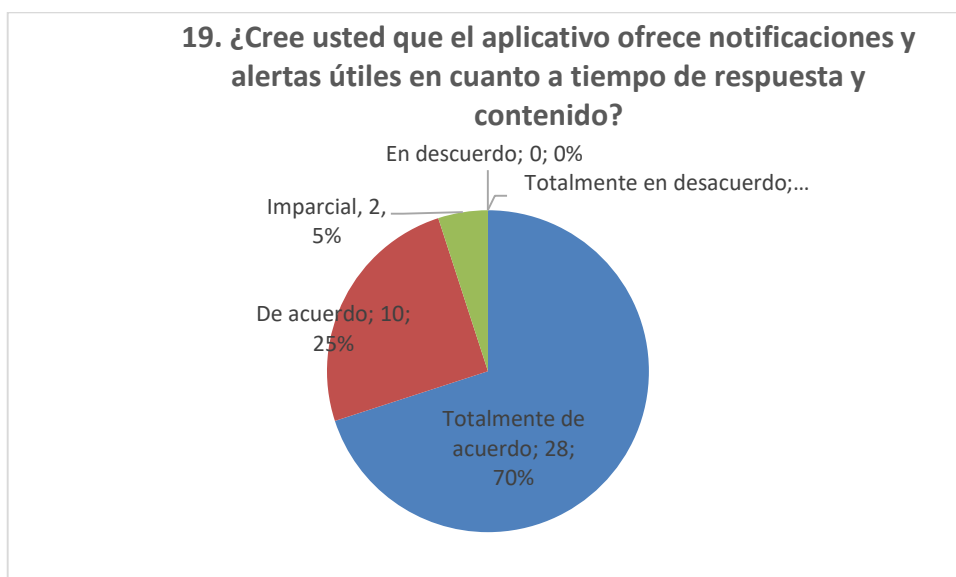


Figura 72 Resultados de la pregunta 19

En la figura 73 se observa la evaluación de la pregunta 20, A su criterio, el uso del aplicativo es: Los especialistas encontraron el uso del aplicativo muy fácil con una aceptación del 67% y el 33% lo consideran fácil de aceptación.

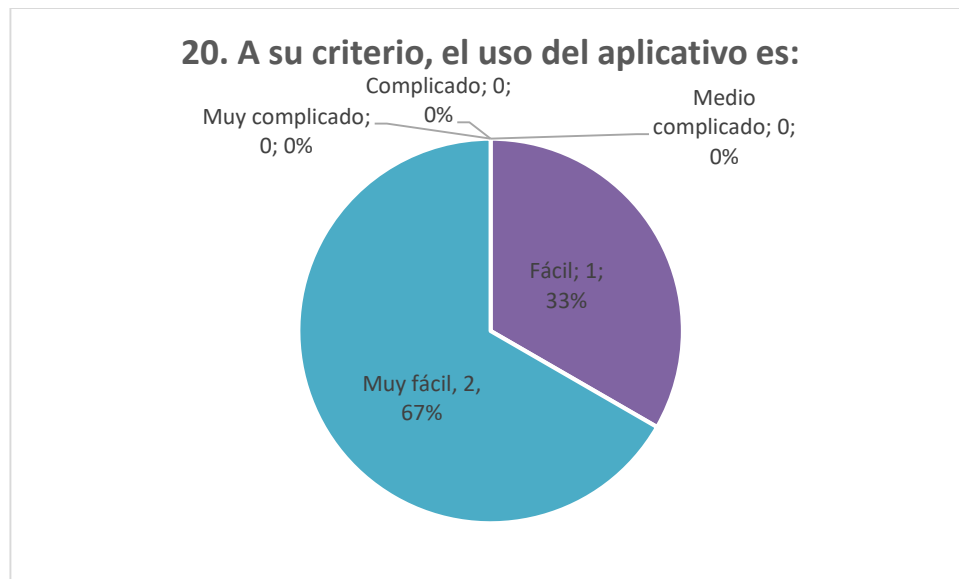


Figura 73 Resultados de la pregunta 20

En la figura 74 se observa la evaluación de la pregunta 21, ¿Ha trabajado previamente con aplicativos que contribuyan al control del asma? El 100% de los especialistas no habían utilizado ningún aplicativo móvil de control anteriormente.

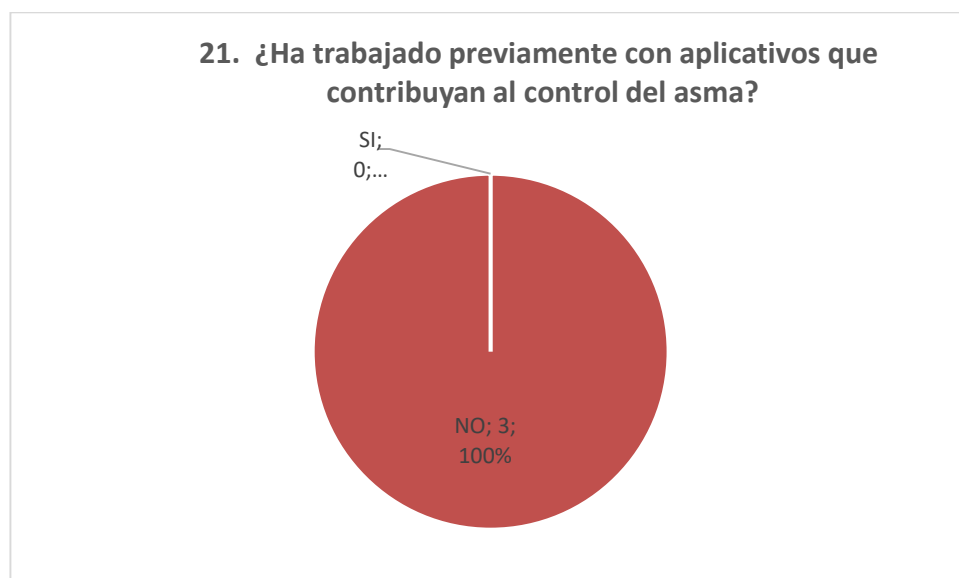


Figura 74 Resultados de la pregunta 21

En la figura 75 se observa la evaluación de la pregunta 22, ¿Con qué frecuencia utiliza el aplicativo? un 67% de los especialistas usó más de tres veces al día el aplicativo, mientras que un 33% una vez al día.

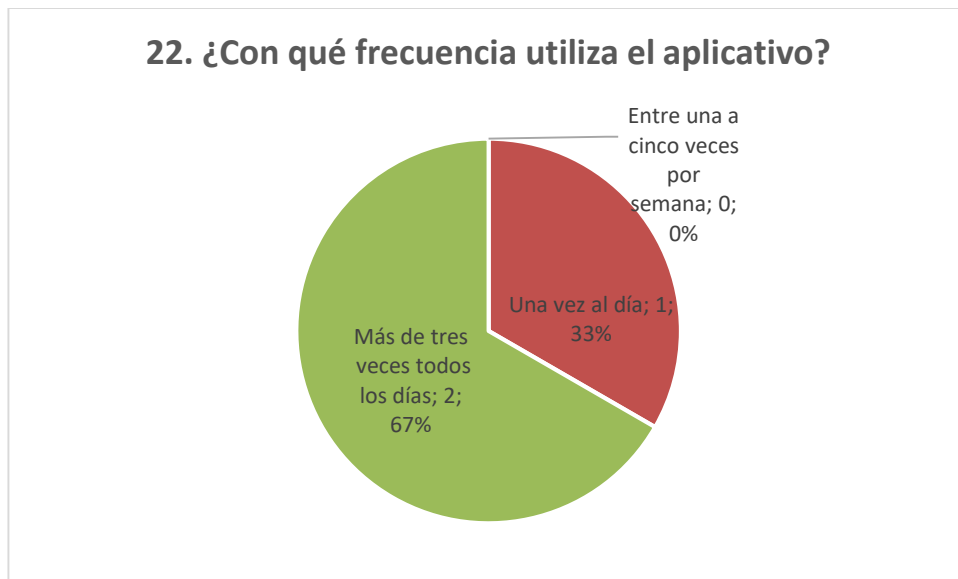


Figura 75 Resultados de la pregunta 22

En la figura 76 se observa la evaluación de la pregunta 23, ¿Considera que la utilización del aplicativo le ha permitido optimizar el recurso de tiempo de atención a pacientes? El 100% de los especialistas consideraron que el aplicativo les ayuda a optimizar el tiempo de atención a pacientes.

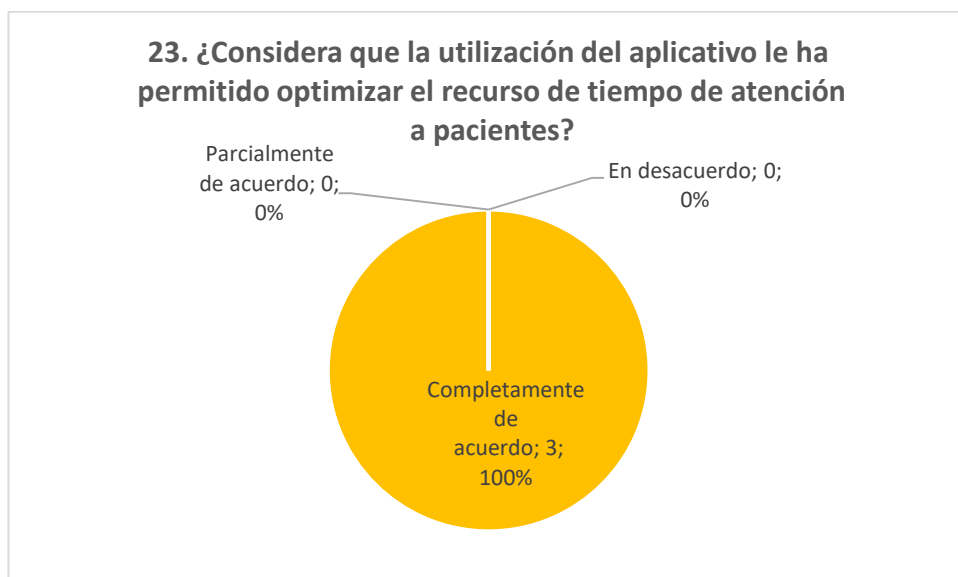


Figura 76 Resultados de la pregunta 23

En la figura 77 se observa la evaluación de la pregunta 24, ¿Considera que la utilización del aplicativo le ha permitido mejorar el seguimiento a pacientes? El 100 por ciento de los especialistas consideraron que el aplicativo ayuda a mejorar el seguimiento a sus pacientes.

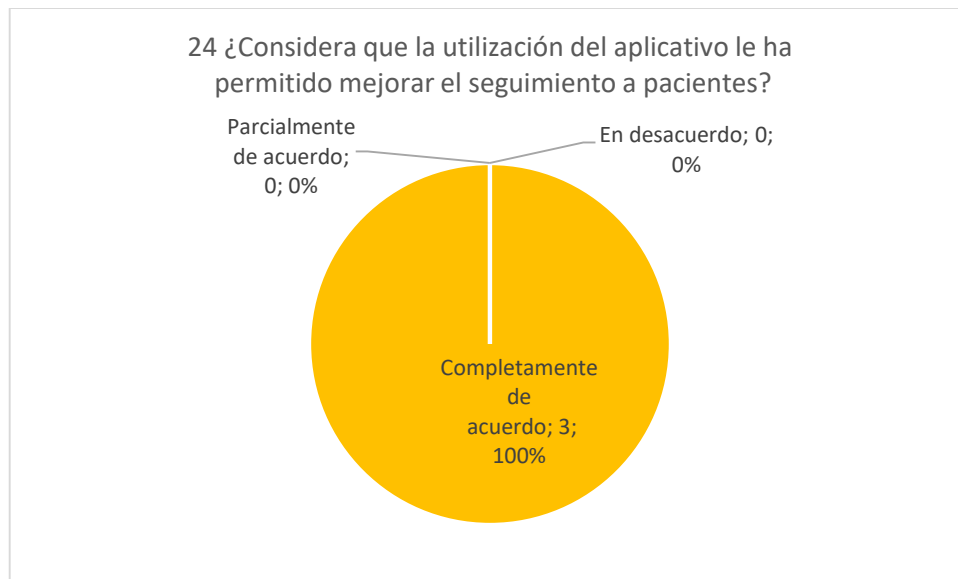


Figura 77 Resultados de la pregunta 24

En la figura 78 se observa la evaluación de la pregunta 25, ¿Recomendaría este aplicativo? El 100 por ciento de especialistas recomiendan el uso del aplicativo.



Figura 78 Resultados de la pregunta 25

En conclusión, una vez realizado el análisis de la encuesta, se puede observar que el 88 % de usuarios consideraron fácil y muy fácil el uso de la aplicación, el 95 % consideró fácil y muy fácil el registro de valores, lo que reflejó que el 84 % de los pacientes tuvieron confianza en la herramienta. En el transcurso de la evaluación del aplicativo solo 5 de los 67 pacientes presentaron caos de crisis de asma. Además, el 100 por ciento de los especialistas han considerado al aplicativo como una ayuda en seguimiento a pacientes y como una forma de optimización en el tiempo de atención.

Se puede determinar que la aplicación Healthmonitor para el control del asma, es una contribución de gran utilidad para los pacientes que padecen de asma. Es así como sus diversas opciones y ambiente amigable de uso proporcionados, son adecuados y pertinentes para los usuarios que participaron en este estudio, además debido a las alertas que se generaron en la aplicación se logró una mayor adherencia al control del asma.





## **5. Capítulo 5. Conclusiones y líneas futuras**

### **5.1 Conclusiones**

La sociedad ha experimentado un gran cambio con el avance tecnológico que se ha logrado en las últimas décadas. Hoy en día un smartphone contribuye a mejorar la calidad de vida de las personas, no es solamente un medio de comunicación, sino que representa también una herramienta para resolver problemas gracias al aporte de las apps. En el ámbito de la salud, Mhealth tiene como objetivo ayudar a mejorar el sistema de prevención en la salud de diversas formas, así como de disminuir costos de atención médica. Las nuevas tecnologías al servicio de la salud están en un crecimiento continuo, ya que ayudan a mejorar la calidad de servicios, evitan acudir presencialmente a consultas médicas, también reducen costos y errores mediante la utilización de algoritmos clínicos.

Esta tesis doctoral propone un sistema de ayuda basado en reglas, específicamente en el control y monitoreo del asma con el aporte de expertos de la salud. También se han incluido parámetros que van relacionados con las crisis de asma como lo son el sobrepeso, presión arterial, sibilancia, flujo máximo, alergia, así como el control de uso de medicamentos, inhaladores, nebulizadores y actividades deportivas; además de proporcionar una guía de ejercicios y alimentación. El aplicativo Healthmonitor para control del asma contiene características como registro de parámetros, mejora de la gestión clínica, almacenamiento de datos, con la posibilidad de compartición de información y gran potencial de cambio de hábitos. Está orientada a los usuarios con asma y sirve para llevar un control del tratamiento, además es rápida y su interfaz está simplificada para el uso del paciente, cuenta con funciones que permiten el registro y consulta de los datos médicos de cada paciente para así llevar un control detallado de los mismos.

Con esta aplicación se busca que los pacientes de asma cuenten con un tipo de ayuda que permita mantener una comunicación paciente-doctor con monitorización continua. Además, con la base de datos que posee, se busca mejorar el proceso de toma de decisiones. Adicionalmente los especialistas contarían con una herramienta que permite llevar el seguimiento de sus pacientes gracias a los reportes y alertas, esto representa un aporte a la mejora en la calidad de atención.

En el desarrollo de esta investigación se estudiaron diversos tipos de aplicaciones de control del asma, en las cuales se encontraron funcionalidades comunes para la monitorización del asma. Adicionalmente a esto, se incorporaron elementos como estado de ánimo, peso,

hipertensión, que son de interés para los especialistas, dado que pueden representar un desencadenante de crisis de asma y pasar a ser un factor que influye en el cuadro clínico del paciente. Además, a través del aporte en el dominio de los especialistas en el diseño de la base de conocimientos, se obtiene un modelo de reglas y la creación de una herramienta inteligente que es un aspecto útil en la determinación de validaciones y resultados.

El aplicativo Healthmonitor para monitoreo del asma plantea soluciones de control y prevención en el campo de la salud, específicamente en el asma. A continuación, se detallan las principales aportaciones de este trabajo de tesis:

### **Obtención de un modelo de reglas para la representación del conocimiento del dominio de la enfermedad crónica asma.**

El modelo obtenido basado en reglas, permite evaluar los parámetros que son desencadenantes de crisis asmáticas en los pacientes. Con el aporte de expertos médicos se logra establecer las expresiones que en conjunto con los indicadores que son registrados por los pacientes en la aplicación de forma manual, permiten obtener datos valiosos para el aplicativo y lograr así la creación de las reglas que definirán una recomendación para cada paciente en particular. Además, la extracción de la recomendación es proporcionada en tiempos cortos dado el diseño específico para descubrir reglas asociadas al síntoma que presenta el paciente. También se ha realizado la eliminación de inconsistencias y redundancias optimizando los resultados.

### **Obtención de un sistema para la monitorización de distintos parámetros vitales, físicos y mentales como desencadenantes de crisis de asma.**

El aplicativo Healthmonitor para monitoreo del asma cuenta con un generador de alertas que se activa cuando los indicadores se encuentran sobre los niveles permitidos en cada tipo de parámetros que son desencadenantes de crisis asmáticas. Cuando se activa una alerta, tanto el paciente como el doctor pueden recibir una notificación con un mensaje de texto, para que se consideren las medidas a seguir según sea el caso que presenta el paciente. Además, el aplicativo alerta en casos en los cuales los indicadores se acerquen a valores mínimos de control, así como también cuando se encuentren en niveles adecuados, logrando que el paciente esté siempre al tanto de su estado de salud, con una monitorización de su enfermedad

considerando cada parámetro médico a través del tiempo, logrando así identificar la presencia de una posible crisis asmática.

### **Obtención de un sistema para la recomendación específica al paciente basado en tecnologías del conocimiento.**

Con la participación de expertos en el área de enfermedades respiratorias, el aplicativo cuenta con sistema de recomendaciones que da a conocer al paciente los pasos establecidos en cada caso relacionado con su enfermedad que puedan presentarse y de acuerdo a los parámetros establecidos. Esta funcionalidad se activa según las reglas establecidas y con el registro de los valores proporcionados por el paciente, estos son, los antecedentes relacionados con su cuadro clínico. Adicionalmente a las recomendaciones de los medicamentos, la aplicación cuenta con otras recomendaciones como la de alimentos, ya que la nutrición adecuada evita el sobrepeso que es un factor causante de múltiples enfermedades; la recomendación de ejercicios que ayudan a ocasionar efectos positivos en la salud; entre otros, con las cuales el paciente aprende a reconocer y saber cómo actuar ante la presencia de una crisis de asma.

### **Obtención de un sistema para el seguimiento de tratamientos y recomendaciones de salud en el asma.**

Los registros de pacientes realizados en la plataforma por medio de las opciones que esta ofrece permiten poder contar con un seguimiento de los pacientes a través del tiempo, logrando generar reportes estadísticos basados en los valores registrados. Adicionalmente, el médico puede ver la evolución de sus pacientes y verificar si el tratamiento fue satisfactorio, todo esto por medio de la aplicación web. Además, se puede analizar si el paciente va mejorando sus hábitos o si es que las alertas negativas son más que las positivas, brindando la posibilidad de realizar acciones preventivas en el paciente para evitar casos de crisis asmáticas continuas, lo cual pone en mayor riesgo el estado de salud y perjudica el estilo de vida.

### **Obtención de una plataforma integral móvil para la prevención, monitorización y tratamiento del asma basada en la autogestión de la salud.**

Con el aplicativo Healthmonitor para monitoreo del asma se ha logrado obtener una plataforma inteligente integrada para la autogestión de la salud, enfocada específicamente en la enfermedad crónica del asma, ofreciendo al paciente la aplicación móvil y al especialista de la salud la opción web. Con la aplicación móvil se permite al paciente la interacción para el

registro de valores de control y con la web se permite al especialista la opción de dar seguimiento e interactuar con el paciente, lo que posibilita el flujo de información en ambos sentidos.

En el desarrollo de este trabajo doctoral se analizaron varios tipos de investigaciones y aplicaciones de control del asma, en las cuales al ser comparadas con Healthmonitor se pueden establecer funcionalidades comunes que contribuyen a la monitorización del asma tales como el uso del inhalador, flujo máximo, tos, alergias, entre otras. Con Healthmonitor se busca proporcionar una herramienta que ayude a mejorar la auto-gestión de la salud por parte de los pacientes, también los centros médicos y hospitales podrán ahorrar costes en la prevención, monitorización y cuidado de esta enfermedad.

Adicionalmente a los parámetros de control del asma, en Healthmonitor se ha incorporado elementos como estado de ánimo, peso, hipertensión, que son de interés para los especialistas, dado que estos nuevos parámetros pueden representar un desencadenante de crisis de asma, así como también se considera la alimentación y el ejercicio como parte importante para mantener una mejor calidad de vida en pacientes que sufren de asma.

## **5.2. Líneas futuras**

En referencia a líneas futuras, se recalca que siendo el asma una enfermedad crónica que cada día está en aumento, existen diversos temas no considerados en este trabajo de tesis los cuales abren otras líneas de investigación que pueden ser consideradas como futuros trabajos:

### **Incluir la motorización del asma ocupacional.**

En este trabajo se ha considerado las alergias como desencadenantes de casos de crisis asmáticas, pero existen también casos conocidos como asma de origen ocupacional, el cual es considerado como un proceso patológico de causa-efecto que se presenta en los lugares de trabajo, donde se estima que existen más de 400 agentes que pueden llegar a ocasionar el asma ocupacional,

los desencadenantes más comunes que se presentan en los lugares de trabajo son: el polvo, la madera, el polvo de los cereales, las proteínas del látex, la caspa y orina de los animales, los hongos y algunos químicos (Rico-Rosillo, Vega-Robledo, & Cambray-Gutiérrez, 2015). El asma ocupacional no solo afecta la salud de los trabajadores sino que económicamente también

son afectados sus empleadores y la sociedad en general Para poder realizar esta motorización será necesaria la colaboración de especialistas en alergias para así analizar los nuevos desencadenantes que se presenten.

### **Integrar dispositivos de captura digital de los datos médicos de los pacientes.**

Realizando una monitorización constante, la tecnología en el área de salud puede ayudar a detectar, prevenir y controlar enfermedades con precisión, ya que ésta cada vez es más especializada para hacer seguimientos o para tratar enfermedades de riesgo en pacientes, los especialistas de la salud están empezando a utilizar cada vez más los dispositivos de monitoreo remoto, que permiten registrar valores y parámetros de control de los pacientes de forma automática. Las tecnologías de la información y las comunicaciones buscan brindar mayor cobertura y acceso a los servicios de salud, por esta razón el hecho de incluir dispositivos tecnológicos que permiten al paciente su registro automático al aplicativo mejoraría la calidad de los datos. Adicionalmente a esto se debe considerar el factor económico que podría limitar por parte de los pacientes la utilización de este tipo de dispositivos.

### **Uso de ontologías para el modelado de la base de conocimiento del sistema del asma.**

Las ontologías se pueden definir como “especificaciones formales y explícitas de conceptualizaciones compartidas de un dominio” (R. Studer, 1998). Las ontologías se han utilizado en multitud de dominios para modelar sistemas expertos. Más concretamente, dentro de la medicina se han utilizado para modelar satisfactoriamente especialidades oncológicas (Valencia-García, Ruiz-Sánchez, Vivancos-Vicente., Fernández-Breis, & Martínez-Béjar, 2004) (Ruiz-Sánchez, Valencia-García, Fernández-Breis, Martínez-Béjar., & Compton, 2003), enfermedades infecciosas (García-Díaz, Cánovas-García, & Valencia-García, 2020) y el dominio de la biología molecular (Ruiz-Martínez, Valencia-García, Martínez-Béjar, & Hoffmann, 2012), entre otros.

El modelado de la base de conocimiento en el asma permitiría su mejor mantenimiento debido a que el dominio se modela en base a conceptos tales como enfermedades, síntomas,

desencadenantes, etc. Además, se podrían reutilizar ontologías de asma ya disponibles como la asthma ontology<sup>1</sup>.

### **Implementar en el aplicativo un modelo automático de aprendizaje para la prevención de casos de crisis en pacientes.**

El aplicativo Healthmonitor para monitoreo del asma, ha sido diseñado basado en la simulación de interpretación del razonamiento del especialista en la salud y usando reglas de inferencias, las mismas que no tienen la capacidad de autoaprendizaje. Los sistemas de recomendación basados en conocimiento realizan su función de acuerdo al historial de datos de un usuario para poder determinar así los intereses y preferencias del mismo. Con estos tipos de herramientas se podrán realizar estudios de patrones en pacientes con los mismos desencadenantes, permitiendo así al especialista de la salud resolver problemas con la ayuda de las experiencias de casos similares.

A continuación, se mencionarán algunos estudios relacionados con la utilización de algoritmos de aprendizaje en el ámbito de la salud:

(Buenaga, y otros, Septiembre de 2015), IPHealth es un proyecto que permite acceder a información relacionada con datos biomédicos de forma integrada e inteligente utilizando técnicas de extracción de información y PLN de grandes volúmenes de datos.

(Carrascal, Oviedo Carrascal, & Vélez Saldarriaga, Enero-Junio 2015), realizaron un estudio acerca del aporte de aplicaciones usando datos en el ámbito de la salud, con enfermedades como la hipertensión arterial, enfermedades cardiovasculares, enfermedades tumorales, diabetes, entre otras.

(Menasalvas, Rodríguez-González, Torrente, & Provencio, 10 de noviembre de 2019), hacen un planteamiento acerca de la aplicación de estas técnicas de aprendizaje en pacientes oncológicos; con la aplicación de técnicas de big data se analizan datos no estructurados como las notas clínicas, para poder obtener patrones que contribuyan a determinar efectos adversos de algunos medicamentos.

---

<sup>1</sup> <https://bioportal.bioontology.org/ontologies/AO>

## **6. Capítulo 6. Contribuciones científicas derivadas de la tesis doctoral**

### **6.1. Publicaciones en revistas**

1. Luna-Aveiga, H., Medina-Moreira, J., Apolinario-Arzube, O., Paredes-Valverde, M.A., Lagos-Ortiz, K., & Valencia-García, R. (2018). Astmapp: A Platform for Asthma Self-Management. *Journal of Universal Computer Science*, vol. 24, no. 11 (2018), 1496-1514 (factor de impacto: 0,910. Categoría: Computer Science-Theory and Methods, Q3)
2. Medina-Moreira, J., Lagos-Ortiz, K., Luna-Aveiga, H., Apolinario-Arzube, O., del Pilar Salas-Zárate, M., & Valencia-García, R. (2017). Knowledge acquisition through ontologies from medical natural language texts. *Journal of Information Technology Research (JITR)*, 10(4), 56-69.
3. Apolinario, Ó., Medina-Moreira, J., Lagos-Ortiz, K., Luna-Aveiga, H., García-Díaz, J. A., & Valencia-García, R. (2018). Tecnologías inteligentes para la autogestión de la salud. *Procesamiento del Lenguaje Natural*, 61, 159-162.
4. Apolinario, O., Medina-Moreira, J., Luna-Aveiga, H., García-Díaz, J.A., Valencia-García, R., Estrade-Cabrera, J.I. (2019) Prevención de enfermedades infecciosas basada en el análisis inteligente en RRSS y participación ciudadana. *Procesamiento del Lenguaje Natural*, 63, 163-166.

### **6.2 Capítulo en libro**

1. Medina-Moreira, J., Apolinario, O., Paredes-Valverde, M. A., Lagos-Ortiz, K., Luna-Aveiga, H., & Valencia-García, R. (2018). Health Monitor: An Intelligent Platform for the Monitorization of Patients of Chronic Diseases. In *Exploring Intelligent Decision Support Systems* (pp. 155-175). Springer, Cham.

### **6.3 Publicaciones en Congresos**

1. Luna-Aveiga, H., Medina-Moreira, J., Lagos-Ortiz, K., Apolinario, O., Paredes-Valverde, M.A., del Pilar Salas-Zárate, M. & Valencia-García, R. (2017). Sentiment

- Polarity Detection in Social Networks: An Approach for Asthma Disease Management. In Proceedings of ICCSAMA 2017 (AISC, volume 629 pp 141-152)
2. García-Díaz, J. A., Apolinario-Arzube, Ó., Medina-Moreira, J., Luna-Aveiga, H., Lagos-Ortiz, K., & Valencia-García, R. (2018). Sentiment Analysis on Tweets related to infectious diseases in South America. In Proceedings of the Euro American Conference on Telematics and Information Systems (pp. 1-5).
  3. Medina-Moreira, J., Apolinario, O., Luna-Aveiga, H., Lagos-Ortiz, K., Paredes-Valverde, M. A., & Valencia-García, R. (2017). A collaborative filtering based recommender system for disease self-management. In Third International Conference on Technologies and Innovation (pp. 60-71). Guayaquil. Ecuador
  4. Medina-Moreira, J., Lagos-Ortiz, K., Luna-Aveiga, H., Paredes, R., & Valencia-García, R. (2016, November). Usage of diabetes self-management mobile technology: options for Ecuador. In Proceedings of 2nd International Conference on Technologies and Innovation (pp. 79-89). Springer, Cham. Guayaquil. Ecuador



## Referencias

- Ahmed, S., Ernst, P., Bartlett, S., Valois, M.-F., Zaihra, T., Paré, G., . . . Tamblyn, R. (2016). The effectiveness of the web-based asthma self-management system, My Asthma Portal (MAP): a randomized controlled pilot trial. *Journal of Medical Internet Research*.
- Alizadeh, B., Safdari, R., Zolnoori, M., & Bashiri, A. (2015). Developing an Intelligent System for Diagnosis of Asthma Based on Artificial Neural Network. *This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>*.
- Alotaibi, Y. K., & Federico, F. (2017). The impact of health information technology on patient safety. *Saudi medical journal*.
- Alquran, A., Lambert, K., Farouque, A., Holland, A., Davies, J., Lampugnani, E., & Erbas, B. (2018,). Smartphone Applications for Encouraging Asthma Self-Management in Adolescents: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*.
- Amna, A., Asma, I., Aisha, R., Ali, A.-E., & Mohammed, T. (May 2015). REAL TIME WIRELESS HEALTH MONITORING APPLICATION USING MOBILE DEVICES. *International Journal of Computer Networks & Communications (IJCNC) Vol.7, No.3*.
- Anand, S. K., Kalpana, R., & Vijayalakshmi, S. (2013). *Design and Implementation of a Fuzzy Expert System for Detecting and Estimating the Level of Asthma and Chronic Obstructive Pulmonary Disease*. Middle-East Journal of Scientific Research 14 (11): 1435-1444, 2013.
- Ansari, A., Neeraj, K., & Ekata. (2012). Automatic Diagnosis of Asthma Using Neurofuzzy System.
- Apolinario, O., Medina-Moreira, J., Lagos-Ortiz, K., Luna-Aveiga, H., Garcia-Diaz, J.-A., & Valencia-Garcia, R. (2018). Tecnologías inteligentes para la autogestión de la salud. *Procesamiento del Lenguaje Natural n 61*, 159-162.
- Astobiza, A. M. (2020-05-26 ). Medicina digital y el futuro de la salud. *Revista Internacional de Éticas Aplicadas, nº 32* , 5-16.
- Badnjevic, A., Gurbeta, L., & Cust, E. (2018). An Expert Diagnostic System to Automatically Identify Asthma and Chronic Obstructive Pulmonary Disease in Clinical Settings. *SCIENTIFIC REPORTS [www.nature.com/scientificreports](http://www.nature.com/scientificreports)*.
- Banos, O., Villalonga, C., Garcia, R., Saez, A., Damas, M., Holgado-Terriza, J., . . . Rojas, I. (13 August 2015). Design, implementation and validation of a novel open framework for agile development of mobile health applications. *BioMedical Engineering OnLine volume 14, Article number: S6 (2015) Springer Link*.
- Bennett, B. L., Goldstein, C., Gathright, E., Hughes, J., & Latner, J. ( 2017). Internal health locus of control predicts willingness to track health behaviors online and with smartphone applications. *Psychol Health Med. 2017 Dec; 22(10): 1224–1229*.
- Berner, E. S., & La Lande, T. (2007 ). Overview of clinical decision support systems. *Clinical decision support systems – Springer*.

- Bi, J., & Abraham, A. (2012). An Intelligent Web-based Decision Support Tool for Enhancing Asthma Guideline Adherence. *IHI '12: Proceedings of the 2nd ACM SIGHIT International Health Informatics Symposium*, 51–60.
- Buenaga, M. d., Diego, G., Manuel J., M., Jacinto, M., L., B., & E.L., L. (Septiembre de 2015). IPHealth: Plataforma inteligente basada en open, linked y big data para la toma de decisiones y aprendizaje en el ámbito de la salud. *Procesamiento del Lenguaje Natural, Revista nº 55*, pp 161-164.
- Carrascal, E. A., Oviedo Carrascal, A., & Vélez Saldarriaga, G. (Enero-Junio 2015). Minería de datos: aportes y tendencias en el servicio de salud de ciudades inteligentes. *Revista Politécnica ISSN 1900-2351 (Impreso), ISSN 2256-5353 (En línea), Volumen 11, Año 11, Número 20, páginas 111-120*.
- Chakraborty, C., Mitra, T., Mukherjee, A., & Ray, A. (2009). CAIDSA: Computer-aided intelligent diagnostic system for bronchial asthma. *Expert Systems with Applications*.
- Chatzimichail, E., E. Paraskakis, M. Sitzimi, & A. Rigas. (2013). *An Intelligent System Approach for Asthma Prediction in Symptomatic Preschool Children*. Hindawi Publishing Corporation.
- Chérrez-Ojeda, I., Vanegas, E., Félix, M., Jiménez, F., Mata, V., & Cano, J. (2019). Influencia de la ansiedad y depresión sobre el control del asma en pacientes ecuatorianos. Estudio piloto. *Alergia Mexico*.
- Colombo-Mendoza, L., Valencia-García, R., Rodríguez-Gonzalez, A., Alor-Hernández, G., & Samper-Zapatero, J. J. (2015). RecomMetz: A context-aware knowledge-based mobile recommender system for movie showtimes. *Expert Systems with Applications Volume 42, Issue 3, 15, 1202-1222*.
- Cruz-Correia, R., Fonseca, J., Amaro, M. J., LIMA, L., Araujo, L., Delgado, L., & Caste, M. G. (2007). Web-based or paper-based selfmanagement tools for Asthma – patients’ opinions and quality of data in a randomized crossover study. *Library of congress control number 2007927199*.
- Día, J., Lanzarini, L., Emilia Charnelli, M., Baldino, G., Schiavoni, A., & Amadeo, P. (2015). Analítica del Aprendizaje y la personalización de la Educación. *SEDICI REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNLP*.
- Do, Q., Robinson, K., & Tran, S. (2015). Big Data Analysis: Why Not an Asthma APP. *Proceedings of Informing Science & IT Education Conference (InSITE) 2015*.
- Dobrica, L., & Pietraru, R. (07 July 2017). Experiencing Native Mobile Health Applications Development. *International Conference on Control Systems and Computer Science (CSCS)*.
- Dürr, S., Hersberger, K., Zeller, A., Scheuzger, J., Miedinger, D., Gregoriano, C., . . . Leuppi, J. (2017). The Integrated Care of Asthma in Switzerland (INCAS) Study: Changes in Asthma Control and Perception of Health Care through Asthma Education. *Respiration Clinical Investigations*.
- García-Díaz, J. A., Cánovas-García, M., & Valencia-García, R. (2020). Ontology-driven aspect-based sentiment analysis classification: An infodemiological case study regarding infectious diseases in Latin America. *Future Generation Computer Systems, 112, 641-657*.
- Gregorio, S. I., López Domínguez, E., Hernández Velázquez, Y., & Pomares Hernández, S. (2014). Diseño y Desarrollo de un Sistema Orientado al Seguimiento y Control a Distancia de

Pacientes con Asma Bronquial. *Conference: Encuentro Nacional de Ciencias de la Computación 2014* .

- Gustavo, S.-P., & Hernández-Rincón, E. (2015 septiembre-diciembre). Aplicaciones Médicas Móviles definiciones, beneficios y riesgos. *Salud Uninorte*, vol. 31, núm. 3, pp. 599-607.
- Haluzaa, D., & David, J. (January 2015). ICT and the future of health care: aspects of health promotion Volume 84, Issue 1. *International Journal of Medical Informatics*, Pages 48-57.
- Hanum, K., & Subiyanto. (2015). *Sistem diagnosa level asma menggunakan fuzzy inference system*. Jurnal Ners.
- Honkoop, P. J., Simpson, A., Bonini, M., Snoeck-Stroband, J., Meah, S., Fan Chung, K., . . . Sont, J. (2017). MyAirCoach the use of home monitoring and mHealth systems to predict deterioration in asthma control and the occurrence of asthma exacerbations study protocol of an observational study. *BMJ Open*.
- laeng, A. P., Choubey, J., Gupta, S. K., Verma Membe, M. K., IAENG, Prasad, R., & R, Q. (2012). Decision Support System for the Diagnosis of Asthma Severity Using Fuzzy Logic. *Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists 2012 Vol L. IMECS 2012*.
- Ida Sim, M. (2019). Mobile Devices and Health. *The new england journal of medicine*.
- Isinkaye, Folajimi, & Ojokoh. (2015). Recommendation systems: Principles, methods and evaluation. *Egyptian Informatics Journal*.
- Kagen, S., & Garland, A. (2019). Asthma and Allergy Mobile Apps in 2018. *Current Allergy and Asthma Reports Springer* .
- Konstan, J. A. (2008). Introduction to recommender systems. *ACM SIGMOD international* .
- Lai, C., Beasley, R., Crane, J., Foliaki, S., & Shah, J. (2009). Global Variation in the Prevalence and Severity of Asthma Symptoms: Phase Three of the International Study of Asthma and Allergic in Childhood (ISAAC). *Thorax*.
- Liu, W.-T., Huang, C.-D., Wang, C.-H., Lee, K.-Y., Lin, S.-M., & Kuo, H.-P. (2020). A mobile telephone-based interactive selfcare system improves asthma control. *European Respiratory journal*.
- Londoño, A. M., & Schulz, P. (2015). Influences of health literacy, judgment skills, and empowerment on asthma self-management practices. *Patient Education and Counseling*.
- LuisaTaylor, Waller, M., & Portnoy, J. (November–December 2019). Telemedicine for Allergy Services to Rural Communities. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology: In Practice*.
- Luna Aveiga, H., Medina Moreira, J., Apolinario Arzube, O., Paredes Valverde, M. A., Lagos Ortiz, K., & Valencia García, R. (2018). Astmapp: A Platform for Asthma Self-Management. *Journal of Universal Computer Science*.
- Luna-Aveiga, H., Medina-Moreira, J., Apolinario-Arzube, O., Paredes-Valverde, M., Lagos-Ortiz, K., & Valencia-García, R. (2018). Astmapp: A Platform for Asthma Self-Management. *Journal of Universal Computer Science*.

- Mandujano, A. G.-L., Morales López, S., & Álvarez Díaz, C. (2016). Técnica para una correcta toma de la presión arterial en el paciente ambulatorio. *Revista de la Facultad de Medicina (México) versión On-line ISSN 2448-4865 versión impresa ISSN 0026-1742*.
- Martell, J. A., & Fernández Vega, M. (2009). Diagnóstico de asma. *Neumología y cirugía de Torax Vol.68(S2): S116-S122*.
- Mayes, J., White, A., Byrne, M., & Mogg, J. (2016). How Smartphone Technology is Changing Healthcare in Developing Countries. *The Journal of global Health*.
- McKay, F. H., Cheng, C., Wright, A., Shill, J., Stephens, H., & Uccellini, M. (2016). Evaluating mobile phone applications for health behaviour change: A systematic review. *doi:10.1177/1357633X16673538. Interesting review on the methodology of evaluation of mHealth application*.
- Medina-Moreira, J., Lagos-Ortiz, K., Luna-Aveiga, H., & Paredes, R. (2016). Usage of Diabetes Self-management Mobile Technology: Options for Ecuador. *International Conference on Technologies and Innovation CITI 2016, 79-89*.
- Menasalvas, E., Rodríguez-González, A., Torrente, M., & Provencio, M. (10 de noviembre de 2019). ¿Puede data science ayudarnos a mejorar el pronóstico y tratamiento del paciente oncológico? *Comunicación y Hombre. Número 16. Año 2020*.
- Michael Dinh, M., & Chu, M. M. (2006). Evolution of health information management and information technology in emergency medicine. *EMA EMERGENCY MEDICINE AUSTRALASIA*.
- Miguel-Gomara Perelló, 2. (2015). Factores de riesgo asociados a síndrome metabólico en población habitante de 3600 y 4100 m.s.n.m. *Rev Med La Paz, 21(2); Julio - Diciembre 2015, 17*.
- Niespodziana, K., Borochova, K., Pazderova, P., Schlederer, T., Astafyeva, N., & Baronovskaya, T. (2020). Toward personalization of asthma treatment according to trigger factors. *Journal of Allergy and clinical immunology*.
- Nunes, C., Pereira, A., & Morais-Almeida, M. (2017). Asthma costs and social impact. *sthma Research and Practice volume 3, Article number: 1 (2017) Springer*.
- Ocampo, J., Gaviria, R., & Sánchez, J. (2017). Prevalencia del asma en América Latina. Mirada crítica a partir del ISAAC y otros estudios. *Revista alergia México*.
- OMS. (20 de Mayo de 2020). *Organizacion mundial de la salud*. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/asthma>
- Pabbi, V. (2015). Fuzzy Expert System for Medical Diagnosis. *tinal Journal Of Scientific And Research Publications, vol. 5, no. 1, pp. 1-3*.
- Panch, T., Szolovits, P., & Atun, R. (2018). Artificial intelligence, machine learning and health systems. *J Glob Health. 2018 Dec; 8(2): 020303*.
- Patra, S., & GourSundarMitra, T. (2013). A Proposed Neuro-Fuzzy Model for Adult Asthma Disease Diagnosis. *Rupak Bhattacharyya et al. (Eds) : ACER 2013, 191–205., 191-205*.
- PE, S., Polanco, J., & Rosero, R. (Octubre 2019). Tasa metabólica basal ¿una medición sin fundamento adecuado? *Revista colombiana de Endocrinología Diabetes & Metabolismo - revistaendocrino.org*.

- Perelló, J. M.-G., Román Rodríguez, M., & Grupo de Respiratorio de la Societat Balear de . (2002). Técnicas y procedimientos Medidor de Peak-flow: técnica de manejo y utilidad en Atención Primaria. *Medifam versión impresa ISSN 1131-5768*.
- Pérez, A. A., & Goddard Close, J. (2015). Sistemas de Recomendación. *Komputer Sapiens*, 12.
- Perez, L., Morales, K., Klusaritz, H., Han, X., Huang, J., Rogers, M., . . . Apter, A. (2016). A health care navigation tool assesses asthma self-management and health literacy. *The journal of Allergy and Clinical Immunology*.
- Pinnock, H. (2015). Supported self-management for asthma. *Breathe practice-focused education for respiratory professionals*.
- Plazzotta, F., Luna, D., & González Bernaldo de Quirós, F. (Jun. 2015). Sistemas de Información en Salud: Integrando datos clínicos en diferentes escenarios y usuarios. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*.
- R. Studer, R. B. ( 1998). Knowledge engineering: Principles and methods. . *Data & Knowledge Engineering*, 25(1–2):161–198,.
- Rico-Rosillo, G., Vega-Robledo, G., & Cambray-Gutiérrez, J. (2015). Asma ocupacional. *Revista Alergia México* , 62:48-59.
- Rocha, A. (2011). Evolution of Information systems and technologies maturity in healthcare. *Journal of healthcare information system and informatics*, 23.
- Rodríguez, J. P. (2002). Aplicación de la minería de datos en la bioinformática. *ACIMED versión impresa ISSN 1024-9435*.
- Rodríguez-Rodríguez, M., Antolín-Amérigo, D., Barbarroja-Escudero, J., & Sánchez-González, M. (2013). Protocolo diagnóstico del asma. *Medicine - Programa de Formación Médica Continuada Acreditado Volume 11, Issue 29,,* Pages 1829-1834.
- Ruiz-Martínez, J. M., Valencia-García, R., Martínez-Béjar, R., & Hoffmann, A. (2012). BioOntoVerb: A top level ontology based framework to populate biomedical ontologies from texts. . *Knowledge-Based Systems*, 36, 68-80.
- Ruiz-Sánchez, J. M., Valencia-García, R., Fernández-Breis, J., Martínez-Béjar., R., & Compton, P. (2003). An approach for incremental knowledge acquisition from text. *Expert Systems with Applications*, 25(1), 77-8.
- Santos, A., Kroll, J., Sales, A., Fernandes, P., & Wildt, D. (2016). Investigating the Adoption of Agile Practices in Mobile Application Development. *Proceedings of the 18th International Conference on Enterprise Information Systems Vol. 1, 2016*, pp. 490-497.
- Sefion, I., Ennaji, A., & Gailhardou, M. (2003). ADEMA: a decision support system for asthma health care. *Stud Health Technol Inform*, 95: 623-628.
- Soto-Campos, J. G. (2015). Asma, hipertensión y riesgo cardiovascular. *re recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/276405727\\_Asma\\_y\\_enfermedad\\_cardiovasclar\\_researchgate.net](https://www.researchgate.net/publication/276405727_Asma_y_enfermedad_cardiovasclar_researchgate.net)*.
- Tagle, R. (2018). Diagnóstico de hipertensión arterial. *Revista Médica Clínica Las Condes Volume 29, Issue 1, January–February 2018, Pages 12-20*, Pages 12-20.

- Tan, R., Cvetkovski, B., Kritikos, V., E O'Hehir, R., Lourenço, O., Bousquet, J., & Bosnic-Anticevic, S. (2019). Identifying an effective mobile health application for the self-management of allergic rhinitis and asthma in Australia. *Journal of Asthma*.
- Țaranu, I. (2015). Data mining in healthcare: decision making and precision. *Database Systems Journal vol. VI, no. 4/2015*.
- Tran, B. X., Thu Vu, G., Hai Ha, G., Hoang Vuong, Q., & Tung Ho, M. (2019). Global Evolution of Research in Artificial Intelligence in Health and Medicine: A Bibliometric Study. *Journal of Clinical Medicine*.
- Valencia, X. P. (2017). *Sistema genérico de razonamiento basado en casos (CBR) multi-clase como soporte al diagnóstico médico mediante técnicas de reconocimiento de patrones*. Salamanca, España: Universidad de Salamanca Facultad de ciencias.
- Valencia-García, R., Ruiz-Sánchez, J., Vivancos-Vicente., P., Fernández-Breis, J., & Martínez-Béjar, R. (2004). An incremental approach for discovering medical knowledge from texts. *Expert Systems with applications, 26(3), 291-299*.
- Vandenplas, O., Suojalehto, H., & Cullinan, P. (2017). Diagnosing occupational asthma. *Clinical & Experimental Allergy, 47, 6–18*.
- Velasco-Rodríguez, G. (2018). Mercadotecnia social: las aplicaciones móviles en el mercado sanitario. *Horizonte sanitario*.
- Veloz-Montenegro, M. A., Benalcázar-Game', J., & Domínguez-Bernita, E. (marzo, 2017). Algunas consideraciones sobre el examen de Pico Flujo y su medición. *dominios de la ciencias Dom. Cien., ISSN: 2477-8818 Vol. 3, núm., esp., , pp. 177-187*.
- Vera, J., Mamani, A., & Villalba, K. ( 2015). Modelo de sistema de recomendación de Objetos de Aprendizaje en dispositivos móviles, caso: Desarrollo del pensamiento computacional. *Nuevas Ideas en Informática Educativa TISE*.
- Villamizar, a., & Lobo, R. (2016). Antecedentes y experiencias de e-salud en Colombia. *Revista colombiana de computacion, 76-89*.
- Wahl, B., Cossy-Gantner, A., Germann, S., & Schwalbe, N. (2018). Artificial intelligence (AI) and global health: how can AI contribute to health in resource-poor settings? *BMJ Global Health volume 3 issue 4*.
- Wiecha, J. M., Adams, W., Rybin, D., Rizzodepaoli, M., Keller , J., & Clay, J. (2015). Evaluation of a web-based asthma self-management system: a randomised controlled pilot trial. *BMC Pulmonary Medicine*.
- Wildevuur, S. E., & Simonse, L. (2015). Information and Communication Technology–Enabled Person-Centered Care for the “Big Five” Chronic Conditions: Scoping Review. *Journal of Medical internet Research*.
- Wu, A. C., Carpenter, J. F., & Himes, B. E. (2015). Mobile health applications for asthma. *HHS public access Author manuscript Published online. doi: 10.1016/j.jaip.2014.12.011*.
- Xiao Wang, P., Wang, Z., Lachman, B., Chowdhry, V., & M. Pengetnze, Y. (2019). Deep learning models to predict pediatric asthma emergency department visits. *Learning MonitorarXiv:1907.11195v1*.

- Zairina, E., Abramson, M. J., McDonald, C. F., Li, J., Dharmasiri, T., Stewart, K., . . . Johnson, G. (2016). Telehealth to improve asthma control in pregnancy: A randomized controlled trial. *Asian Pacific Society of Respirology Journal Citation Reports (Clarivate Analytics): 12/64 (Respiratory System)*.
- Zarandi, M. F., Zolnoori, M., Moin, M., & Heidarnejad, H. (2010). A Fuzzy Rule-Based Expert System for Diagnosing Asthma. *Scientia Iranica*.
- Zie, M., Verbert, K., Felfernig, A., & Holzinger, A. (2016). Recommender Systems for Health Informatics: State-of-the-Art and Future Perspectives. *Machine Learning for Health Informatics, Lecture Notes in Computer Science LNCS 9605*.
- Zolnoori, M., Hossein, M., Zarandi, F., & Mostafa, M. (2011). Application of Intelligent Systems in Asthma Disease: Designing a Fuzzy Rule-Based System for Evaluating Level of Asthma Exacerbation. *Springer Science+Business Media, LLC 2011*.
- Zolnoori, M., Hossein, M., Zarandi, F., & Mostafa, M. (2011). Application of Intelligent Systems in Asthma Disease: Designing a Fuzzy Rule-Based System for Evaluating Level of Asthma Exacerbation. *Springer Science+Business Media, LLC 2011*.
- Zolnoori, M., Mohammad Hossein, F., Moin, M., Heidarnejad, H., & Kazemnejad, A. (2010). Computer-Aided Intelligent System for Diagnosing Pediatric Asthma. *Springer Science+Business Media, LLC 2010 J Med Syst DOI 10.1007/s10916-010-9545-5*.
- Zolnoori, M., Zarandi, F., Hossein, M., & Moin, M. (2018). Fuzzy Rule-Base Expert System for Evaluation Possibility of Fatal Asthma. *Journal of Health Informatics in Developing Countries*.





## ANEXOS

### Anexo 1 Reglas para control de flujo máximo mayor igual a 80%

- Caso masculino bajo control mayor igual al 80%
- If (Paciente\_sexo=Masculino) AND (Paciente\_Edad >= 15 años AND Paciente\_Edad < 20 años) AND (Paciente\_estatura >= 160 cm AND Paiente\_estatura < 168 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/518) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE.”
- If (Paciente\_sexo=Masculino) AND (Paciente\_Edad >= 15 años AND Paciente\_Edad < 20 años) AND (Paciente\_estatura >= 168 cm AND Paiente\_estatura < 175 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/530) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Masculino) AND (Paciente\_Edad >= 15 años AND Paciente\_Edad < 20 años) AND (Paciente\_estatura >= 175 cm AND Paiente\_estatura < 183 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/540) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Masculino) AND (Paciente\_Edad >= 15 años AND Paciente\_Edad < 20 años) AND (Paciente\_estatura >= 183 cm AND Paiente\_estatura < 190 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/552) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Masculino) AND (Paciente\_Edad >= 15 años AND Paciente\_Edad < 20 años) AND (Paciente\_estatura >= 190 cm AND (((Paciente\_PEF\*100)/562) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Masculino) AND (Paciente\_Edad >= 20 años AND Paciente\_Edad < 25 años) AND (Paciente\_estatura >= 160 cm AND Paiente\_estatura < 168 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/568) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Masculino) AND (Paciente\_Edad >= 20 años AND Paciente\_Edad < 25 años) AND (Paciente\_estatura >= 168 cm AND Paiente\_estatura < 175 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/580) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Masculino) AND (Paciente\_Edad >= 20 años AND Paciente\_Edad < 25 años) AND (Paciente\_estatura >= 175 cm AND Paiente\_estatura < 183 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/590) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Masculino) AND (Paciente\_Edad >= 20 años AND Paciente\_Edad < 25 años) AND (Paciente\_estatura >= 183 cm AND Paiente\_estatura < 190 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/601) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Masculino) AND (Paciente\_Edad >= 20 años AND Paciente\_Edad < 25 años) AND (Paciente\_estatura >= 190 cm AND (((Paciente\_PEF\*100)/612) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Masculino) AND (Paciente\_Edad >= 25 años AND Paciente\_Edad < 30 años) AND (Paciente\_estatura >= 160 cm AND Paiente\_estatura < 168 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/598) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Masculino) AND (Paciente\_Edad >= 25 años AND Paciente\_Edad < 30 años) AND (Paciente\_estatura >= 168 cm AND Paiente\_estatura < 175 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/610) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Masculino) AND (Paciente\_Edad >= 25 años AND Paciente\_Edad < 30 años) AND (Paciente\_estatura >= 175 cm AND Paiente\_estatura < 183 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/622) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”



- If (Paciente\_sexo=Masculino) AND (Paciente\_Edad >= 40 años AND Paciente\_Edad < 45 años) AND (Paciente\_estatura >= 175 cm AND Paiente\_estatura < 183 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /627) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Masculino) AND (Paciente\_Edad >= 40 años AND Paciente\_Edad < 45 años) AND (Paciente\_estatura >= 183 cm AND Paiente\_estatura < 190 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /638) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Masculino) AND (Paciente\_Edad >= 40 años AND Paciente\_Edad < 45 años) AND (Paciente\_estatura >= 190 cm AND (((Paciente\_PEF\*100) /649) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Masculino) AND (Paciente\_Edad >= 45 años AND Paciente\_Edad < 50 años) AND (Paciente\_estatura >= 160 cm AND Paiente\_estatura < 168 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /592) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Masculino) AND (Paciente\_Edad >= 45 años AND Paciente\_Edad < 50 años) AND (Paciente\_estatura >= 168 cm AND Paiente\_estatura < 175 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /603) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Masculino) AND (Paciente\_Edad >= 45 años AND Paciente\_Edad < 50 años) AND (Paciente\_estatura >= 175 cm AND Paiente\_estatura < 183 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /615) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Masculino) AND (Paciente\_Edad >= 45 años AND Paciente\_Edad < 50 años) AND (Paciente\_estatura >= 183 cm AND Paiente\_estatura < 190 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /626) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Masculino) AND (Paciente\_Edad >= 45 años AND Paciente\_Edad < 50 años) AND (Paciente\_estatura >= 190 cm AND (((Paciente\_PEF\*100) /637) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Masculino) AND (Paciente\_Edad >= 50 años AND Paciente\_Edad < 55 años) AND (Paciente\_estatura >= 160 cm AND Paiente\_estatura < 168 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /578) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Masculino) AND (Paciente\_Edad >= 50 años AND Paciente\_Edad < 55 años) AND (Paciente\_estatura >= 168 cm AND Paiente\_estatura < 175 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /589) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Masculino) AND (Paciente\_Edad >= 50 años AND Paciente\_Edad < 55 años) AND (Paciente\_estatura >= 175 cm AND Paiente\_estatura < 183 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /601) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Masculino) AND (Paciente\_Edad >= 50 años AND Paciente\_Edad < 55 años) AND (Paciente\_estatura >= 183 cm AND Paiente\_estatura < 190 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /612) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Masculino) AND (Paciente\_Edad >= 50 años AND Paciente\_Edad < 55 años) AND (Paciente\_estatura >= 190 cm AND (((Paciente\_PEF\*100) /623) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Masculino) AND (Paciente\_Edad >= 55 años AND Paciente\_Edad < 60 años) AND (Paciente\_estatura >= 160 cm AND Paiente\_estatura < 168 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /565) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”



- If (Paciente\_sexo=Masculino) AND (Paciente\_Edad >= 70 años AND (Paciente\_estatura >= 160 cm AND Paiente\_estatura < 168 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /534) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Masculino) AND (Paciente\_Edad >= 70 AND (Paciente\_estatura >= 168 cm AND Paiente\_estatura < 175 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /546) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Masculino) AND (Paciente\_Edad >= 70 años AND (Paciente\_estatura >= 175 cm AND Paiente\_estatura < 183 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /558) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Masculino) AND (Paciente\_Edad >= 70 años AND (Paciente\_estatura >= 183 cm AND Paiente\_estatura < 190 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /568) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Masculino) AND (Paciente\_Edad >= 70 AND (Paciente\_estatura >= 190 cm AND (((Paciente\_PEF\*100) /579) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
  
- Caso femenino bajo control mayor igual al 80%
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 15 años AND Paciente\_Edad < 20 años) AND (Paciente\_estatura >= 145 cm AND Paiente\_estatura < 152 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /438) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE.”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 15 años AND Paciente\_Edad < 20 años) AND (Paciente\_estatura >= 152 cm AND Paiente\_estatura < 160 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /450) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 15 años AND Paciente\_Edad < 20 años) AND (Paciente\_estatura >= 160 cm AND Paiente\_estatura < 168 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /461) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 15 años AND Paciente\_Edad < 20 años) AND (Paciente\_estatura >= 168cm AND Paiente\_estatura < 175 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /471) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 15 años AND Paciente\_Edad < 20 años) AND (Paciente\_estatura >= 175 cm AND (((Paciente\_PEF\*100) /481) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 20 años AND Paciente\_Edad < 25 años) AND (Paciente\_estatura >= 145 cm AND Paiente\_estatura < 152 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /445) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 20 años AND Paciente\_Edad < 25 años) AND (Paciente\_estatura >= 152 cm AND Paiente\_estatura < 160 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /456) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 20 años AND Paciente\_Edad < 25 años) AND (Paciente\_estatura >= 160 cm AND Paiente\_estatura < 168 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /467) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 20 años AND Paciente\_Edad < 25 años) AND (Paciente\_estatura >= 168cm AND Paiente\_estatura < 175 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /478) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”



- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 35 años AND Paciente\_Edad < 40 años) AND (Paciente\_estatura >= 168cm AND Paiente\_estatura < 175 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /484) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 35 años AND Paciente\_Edad < 40 años) AND (Paciente\_estatura >= 175 cm AND (((Paciente\_PEF\*100) /496) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 40 años AND Paciente\_Edad < 45 años) AND (Paciente\_estatura >= 145 cm AND Paiente\_estatura < 152 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /449) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 40 años AND Paciente\_Edad < 45 años) AND (Paciente\_estatura >= 152 cm AND Paiente\_estatura < 160 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /460) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 40 años AND Paciente\_Edad < 45 años) AND (Paciente\_estatura >= 160 cm AND Paiente\_estatura < 168 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /470) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 40 años AND Paciente\_Edad < 45 años) AND (Paciente\_estatura >= 168cm AND Paiente\_estatura < 175 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /482) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 40 años AND Paciente\_Edad < 45 años) AND (Paciente\_estatura >= 175 cm AND (((Paciente\_PEF\*100) /493) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 45 años AND Paciente\_Edad < 50 años) AND (Paciente\_estatura >= 145 cm AND Paiente\_estatura < 152 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /444) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 45 años AND Paciente\_Edad < 50 años) AND (Paciente\_estatura >= 152 cm AND Paiente\_estatura < 160 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /456) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 45 años AND Paciente\_Edad < 50 años) AND (Paciente\_estatura >= 160 cm AND Paiente\_estatura < 168 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /467) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 45 años AND Paciente\_Edad < 50 años) AND (Paciente\_estatura >= 168cm AND Paiente\_estatura < 175 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /478) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 45 años AND Paciente\_Edad < 50 años) AND (Paciente\_estatura >= 175 cm AND (((Paciente\_PEF\*100) /488) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 50 años AND Paciente\_Edad < 55 años) AND (Paciente\_estatura >= 145 cm AND Paiente\_estatura < 152 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /436) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 50 años AND Paciente\_Edad < 55 años) AND (Paciente\_estatura >= 152 cm AND Paiente\_estatura < 160 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /448) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”

- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 50 años AND Paciente\_Edad < 55 años) AND (Paciente\_estatura >= 160 cm AND Paiente\_estatura < 168 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /458) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 50 años AND Paciente\_Edad < 55 años) AND (Paciente\_estatura >= 168cm AND Paiente\_estatura < 175 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /470) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 50 años AND Paciente\_Edad < 55 años) AND (Paciente\_estatura >= 175 cm AND (((Paciente\_PEF\*100) /480) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 55 años AND Paciente\_Edad < 60 años) AND (Paciente\_estatura >= 145 cm AND Paiente\_estatura < 152 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /426) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 55 años AND Paciente\_Edad < 60 años) AND (Paciente\_estatura >= 152 cm AND Paiente\_estatura < 160 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /437) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 55 años AND Paciente\_Edad < 60 años) AND (Paciente\_estatura >= 160 cm AND Paiente\_estatura < 168 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /449) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 55 años AND Paciente\_Edad < 60 años) AND (Paciente\_estatura >= 168cm AND Paiente\_estatura < 175 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /460) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 55 años AND Paciente\_Edad < 60 años) AND (Paciente\_estatura >= 175 cm AND (((Paciente\_PEF\*100) /471) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 60 años AND Paciente\_Edad < 65 años) AND (Paciente\_estatura >= 145 cm AND Paiente\_estatura < 152 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /415) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 60 años AND Paciente\_Edad < 65 años) AND (Paciente\_estatura >= 152 cm AND Paiente\_estatura < 160 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /425) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 60 años AND Paciente\_Edad < 65 años) AND (Paciente\_estatura >= 160 cm AND Paiente\_estatura < 168 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /437) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 60 años AND Paciente\_Edad < 65 años) AND (Paciente\_estatura >= 168cm AND Paiente\_estatura < 175 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /448) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 60 años AND Paciente\_Edad < 65 años) AND (Paciente\_estatura >= 175 cm AND (((Paciente\_PEF\*100) /458) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 65 años AND Paciente\_Edad < 70 años) AND (Paciente\_estatura >= 145 cm AND Paiente\_estatura < 152 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /400) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”



- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 65 años AND Paciente\_Edad < 70 años) AND (Paciente\_estatura >= 152 cm AND Paiente\_estatura < 160 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/410) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 65 años AND Paciente\_Edad < 70 años) AND (Paciente\_estatura >= 160 cm AND Paiente\_estatura < 168 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/422) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 65 años AND Paciente\_Edad < 70 años) AND (Paciente\_estatura >= 168cm AND Paiente\_estatura < 175 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/434) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 65 años AND Paciente\_Edad < 70 años) AND (Paciente\_estatura >= 175 cm AND (((Paciente\_PEF\*100)/445) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 70 años AND (Paciente\_estatura >= 145 cm AND Paiente\_estatura < 152 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/385) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 70 AND (Paciente\_estatura >= 152 cm AND Paiente\_estatura < 160 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/396) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 70 años AND (Paciente\_estatura >= 160 cm AND Paiente\_estatura < 168 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/407) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 70 años AND (Paciente\_estatura >= 168cm AND Paiente\_estatura < 175 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/418) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 70 AND (Paciente\_estatura >= 175 cm AND (((Paciente\_PEF\*100)/428) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”

## Anexo 2 Reglas para control de flujo máximo menor 80% y mayor igual a 50%

- Caso masculino Leve – persistente mayor igual a 50% y menor a 80%
  - If (Paciente\_sexo=Masculino) AND (Paciente\_Edad >= 15 años AND Paciente\_Edad < 20 años) AND (Paciente\_estatura >= 160 cm AND Paiente\_estatura < 168 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/518) >= 50%) AND (((Paciente\_PEF\*100)/518) < 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF AMARILLA.”
  - If (Paciente\_sexo=Masculino) AND (Paciente\_Edad >= 15 años AND Paciente\_Edad < 20 años) AND (Paciente\_estatura >= 168 cm AND Paiente\_estatura < 175 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/530) >= 50%) AND (((Paciente\_PEF\*100)/530) < 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF AMARILLA”
  - If (Paciente\_sexo=Masculino) AND (Paciente\_Edad >= 15 años AND Paciente\_Edad < 20 años) AND (Paciente\_estatura >= 175 cm AND Paiente\_estatura < 183 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/540) >= 50%) AND (((Paciente\_PEF\*100)/540) < 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF AMARILLA”
  - If (Paciente\_sexo=Masculino) AND (Paciente\_Edad >= 15 años AND Paciente\_Edad < 20 años) AND (Paciente\_estatura >= 183 cm AND Paiente\_estatura < 190 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/552) >= 50%) AND (((Paciente\_PEF\*100)/552) < 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF AMARILLA”









- Caso femenino Leve – persistente mayor igual a 50% y menor a 80%
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 15 años AND Paciente\_Edad < 20 años) AND (Paciente\_estatura >= 145 cm AND Paiente\_estatura < 152 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/438) >= 50%) AND (((Paciente\_PEF\*100)/438) < 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF AMARILLA.”
  - If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 15 años AND Paciente\_Edad < 20 años) AND (Paciente\_estatura >= 152 cm AND Paiente\_estatura < 160 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/450) >= 50%) AND (((Paciente\_PEF\*100)/450) < 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF AMARILLA”
  - If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 15 años AND Paciente\_Edad < 20 años) AND (Paciente\_estatura >= 160 cm AND Paiente\_estatura < 168 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/461) >= 50%) AND (((Paciente\_PEF\*100)/461) < 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF AMARILLA”
  - If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 15 años AND Paciente\_Edad < 20 años) AND (Paciente\_estatura >= 168cm AND Paiente\_estatura < 175 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/471) >= 50%) AND (((Paciente\_PEF\*100)/471) < 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF AMARILLA”
  - If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 15 años AND Paciente\_Edad < 20 años) AND (Paciente\_estatura >= 175 cm AND (((Paciente\_PEF\*100)/481) >= 50%) AND (((Paciente\_PEF\*100)/481) < 80%)) THEN “RECOMENDACIÓN PEF AMARILLA”
  - If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 20 años AND Paciente\_Edad < 25 años) AND (Paciente\_estatura >= 145 cm AND Paiente\_estatura < 152 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/445) >= 50%) AND (((Paciente\_PEF\*100)/445) < 80%)) THEN “RECOMENDACIÓN PEF AMARILLA”
  - If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 20 años AND Paciente\_Edad < 25 años) AND (Paciente\_estatura >= 152 cm AND Paiente\_estatura < 160 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/456) >= 50%) AND (((Paciente\_PEF\*100)/456) < 80%)) THEN “RECOMENDACIÓN PEF AMARILLA”
  - If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 20 años AND Paciente\_Edad < 25 años) AND (Paciente\_estatura >= 160 cm AND Paiente\_estatura < 168 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/467) >= 50%) AND (((Paciente\_PEF\*100)/467) < 80%)) THEN “RECOMENDACIÓN PEF AMARILLA”
  - If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 20 años AND Paciente\_Edad < 25 años) AND (Paciente\_estatura >= 168cm AND Paiente\_estatura < 175 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/478) >= 50%) AND (((Paciente\_PEF\*100)/478) < 80%)) THEN “RECOMENDACIÓN PEF AMARILLA”
  - If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 20 años AND Paciente\_Edad < 25 años) AND (Paciente\_estatura >= 175 cm AND (((Paciente\_PEF\*100)/488) >= 50%) AND (((Paciente\_PEF\*100)/488) < 80%)) THEN “RECOMENDACIÓN PEF AMARILLA”
  - If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 25 años AND Paciente\_Edad < 30 años) AND (Paciente\_estatura >= 145 cm AND Paiente\_estatura < 152 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/450) >= 50%) AND (((Paciente\_PEF\*100)/450) < 80%)) THEN “RECOMENDACIÓN PEF AMARILLA”
  - If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 25 años AND Paciente\_Edad < 30 años) AND (Paciente\_estatura >= 152 cm AND Paiente\_estatura < 160 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/461) >= 50%) AND (((Paciente\_PEF\*100)/461) < 80%)) THEN “RECOMENDACIÓN PEF AMARILLA”
  - If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 25 años AND Paciente\_Edad < 30 años) AND (Paciente\_estatura >= 160 cm AND Paiente\_estatura < 168 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/471) >= 50%) AND (((Paciente\_PEF\*100)/471) < 80%)) THEN “RECOMENDACIÓN PEF AMARILLA”
  - If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 25 años AND Paciente\_Edad < 30 años) AND (Paciente\_estatura >= 168cm AND Paiente\_estatura < 175 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/482) >= 50%) AND (((Paciente\_PEF\*100)/482) < 80%)) THEN “RECOMENDACIÓN PEF AMARILLA”









- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 70 AND (Paciente\_estatura >= 152 cm AND Paiente\_estatura < 160 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/396) >= 50%) AND (((Paciente\_PEF\*100)/396) < 80%)) THEN “RECOMENDACIÓN PEF AMARILLA”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 70 años AND (Paciente\_estatura >= 160 cm AND Paiente\_estatura < 168 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/407) >= 50%) AND (((Paciente\_PEF\*100)/407) < 80%)) THEN “RECOMENDACIÓN PEF AMARILLA”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 70 años AND (Paciente\_estatura >= 168cm AND Paiente\_estatura < 175 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/418) >= 50%) AND (((Paciente\_PEF\*100)/418) < 80%)) THEN “RECOMENDACIÓN PEF AMARILLA”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 70 AND (Paciente\_estatura >= 175 cm AND (((Paciente\_PEF\*100)/428) >= 50%) AND (((Paciente\_PEF\*100)/428) < 80%)) THEN “RECOMENDACIÓN PEF AMARILLA”

### Anexo 3 Reglas para control de flujo máximo menor a 50%

- Caso masculino Severo- Persistente menor al 50%
  - If (Paciente\_sexo=Masculino) AND (Paciente\_Edad >= 15 años AND Paciente\_Edad < 20 años) AND (Paciente\_estatura >= 160 cm AND Paiente\_estatura < 168 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /518) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF ROJA.”
  - If (Paciente\_sexo=Masculino) AND (Paciente\_Edad >= 15 años AND Paciente\_Edad < 20 años) AND (Paciente\_estatura >= 168 cm AND Paiente\_estatura < 175 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /530) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF ROJA”
  - If (Paciente\_sexo=Masculino) AND (Paciente\_Edad >= 15 años AND Paciente\_Edad < 20 años) AND (Paciente\_estatura >= 175 cm AND Paiente\_estatura < 183 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /540) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF ROJA”
  - If (Paciente\_sexo=Masculino) AND (Paciente\_Edad >= 15 años AND Paciente\_Edad < 20 años) AND (Paciente\_estatura >= 183 cm AND Paiente\_estatura < 190 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /552) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF ROJA”
  - If (Paciente\_sexo=Masculino) AND (Paciente\_Edad >= 15 años AND Paciente\_Edad < 20 años) AND (Paciente\_estatura >= 190 cm AND (((Paciente\_PEF\*100) /562) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF ROJA”
  - If (Paciente\_sexo=Masculino) AND (Paciente\_Edad >= 20 años AND Paciente\_Edad < 25 años) AND (Paciente\_estatura >= 160 cm AND Paiente\_estatura < 168 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /568) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF ROJA”
  - If (Paciente\_sexo=Masculino) AND (Paciente\_Edad >= 20 años AND Paciente\_Edad < 25 años) AND (Paciente\_estatura >= 168 cm AND Paiente\_estatura < 175 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /580) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF ROJA”
  - If (Paciente\_sexo=Masculino) AND (Paciente\_Edad >= 20 años AND Paciente\_Edad < 25 años) AND (Paciente\_estatura >= 175 cm AND Paiente\_estatura < 183 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /590) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF ROJA”
  - If (Paciente\_sexo=Masculino) AND (Paciente\_Edad >= 20 años AND Paciente\_Edad < 25 años) AND (Paciente\_estatura >= 183 cm AND Paiente\_estatura < 190 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /601) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF ROJA”







- If (Paciente\_sexo=Masculino) AND (Paciente\_Edad >= 70 AND (Paciente\_estatura >= 168 cm AND Paiente\_estatura < 175 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/546) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF ROJA”
- If (Paciente\_sexo=Masculino) AND (Paciente\_Edad >= 70 años AND (Paciente\_estatura >= 175 cm AND Paiente\_estatura < 183 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/558) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF ROJA”
- If (Paciente\_sexo=Masculino) AND (Paciente\_Edad >= 70 años AND (Paciente\_estatura >= 183 cm AND Paiente\_estatura < 190 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/568) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF ROJA”
- If (Paciente\_sexo=Masculino) AND (Paciente\_Edad >= 70 AND (Paciente\_estatura >= 190 cm AND (((Paciente\_PEF\*100)/579) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF ROJA”
  
- Caso femenino Severo- Persistente menor al 50%
  - If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 15 años AND Paciente\_Edad < 20 años) AND (Paciente\_estatura >= 145 cm AND Paiente\_estatura < 152 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/438) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE.”
  - If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 15 años AND Paciente\_Edad < 20 años) AND (Paciente\_estatura >= 152 cm AND Paiente\_estatura < 160 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/450) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
  - If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 15 años AND Paciente\_Edad < 20 años) AND (Paciente\_estatura >= 160 cm AND Paiente\_estatura < 168 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/461) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
  - If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 15 años AND Paciente\_Edad < 20 años) AND (Paciente\_estatura >= 168cm AND Paiente\_estatura < 175 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/471) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
  - If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 15 años AND Paciente\_Edad < 20 años) AND (Paciente\_estatura >= 175 cm AND (((Paciente\_PEF\*100)/481) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
  - If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 20 años AND Paciente\_Edad < 25 años) AND (Paciente\_estatura >= 145 cm AND Paiente\_estatura < 152 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/445) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
  - If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 20 años AND Paciente\_Edad < 25 años) AND (Paciente\_estatura >= 152 cm AND Paiente\_estatura < 160 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/456) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
  - If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 20 años AND Paciente\_Edad < 25 años) AND (Paciente\_estatura >= 160 cm AND Paiente\_estatura < 168 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/467) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
  - If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 20 años AND Paciente\_Edad < 25 años) AND (Paciente\_estatura >= 168cm AND Paiente\_estatura < 175 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/478) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
  - If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 20 años AND Paciente\_Edad < 25 años) AND (Paciente\_estatura >= 175 cm AND (((Paciente\_PEF\*100)/488) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”



- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 35 años AND Paciente\_Edad < 40 años) AND (Paciente\_estatura >= 175 cm AND (((Paciente\_PEF\*100) /496) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 40 años AND Paciente\_Edad < 45 años) AND (Paciente\_estatura >= 145 cm AND Paiente\_estatura < 152 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /449) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 40 años AND Paciente\_Edad < 45 años) AND (Paciente\_estatura >= 152 cm AND Paiente\_estatura < 160 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /460) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 40 años AND Paciente\_Edad < 45 años) AND (Paciente\_estatura >= 160 cm AND Paiente\_estatura < 168 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /470) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 40 años AND Paciente\_Edad < 45 años) AND (Paciente\_estatura >= 168cm AND Paiente\_estatura < 175 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /482) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 40 años AND Paciente\_Edad < 45 años) AND (Paciente\_estatura >= 175 cm AND (((Paciente\_PEF\*100) /493) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 45 años AND Paciente\_Edad < 50 años) AND (Paciente\_estatura >= 145 cm AND Paiente\_estatura < 152 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /444) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 45 años AND Paciente\_Edad < 50 años) AND (Paciente\_estatura >= 152 cm AND Paiente\_estatura < 160 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /456) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 45 años AND Paciente\_Edad < 50 años) AND (Paciente\_estatura >= 160 cm AND Paiente\_estatura < 168 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /467) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 45 años AND Paciente\_Edad < 50 años) AND (Paciente\_estatura >= 168cm AND Paiente\_estatura < 175 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /478) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 45 años AND Paciente\_Edad < 50 años) AND (Paciente\_estatura >= 175 cm AND (((Paciente\_PEF\*100) /488) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 50 años AND Paciente\_Edad < 55 años) AND (Paciente\_estatura >= 145 cm AND Paiente\_estatura < 152 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /436) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 50 años AND Paciente\_Edad < 55 años) AND (Paciente\_estatura >= 152 cm AND Paiente\_estatura < 160 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /448) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 50 años AND Paciente\_Edad < 55 años) AND (Paciente\_estatura >= 160 cm AND Paiente\_estatura < 168 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /458) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”



- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 50 años AND Paciente\_Edad < 55 años) AND (Paciente\_estatura >= 168cm AND Paiente\_estatura < 175 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /470) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 50 años AND Paciente\_Edad < 55 años) AND (Paciente\_estatura >= 175 cm AND ((Paciente\_PEF\*100) /480) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 55 años AND Paciente\_Edad < 60 años) AND (Paciente\_estatura >= 145 cm AND Paiente\_estatura < 152 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /426) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 55 años AND Paciente\_Edad < 60 años) AND (Paciente\_estatura >= 152 cm AND Paiente\_estatura < 160 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /437) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 55 años AND Paciente\_Edad < 60 años) AND (Paciente\_estatura >= 160 cm AND Paiente\_estatura < 168 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /449) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 55 años AND Paciente\_Edad < 60 años) AND (Paciente\_estatura >= 168cm AND Paiente\_estatura < 175 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /460) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 55 años AND Paciente\_Edad < 60 años) AND (Paciente\_estatura >= 175 cm AND ((Paciente\_PEF\*100) /471) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 60 años AND Paciente\_Edad < 65 años) AND (Paciente\_estatura >= 145 cm AND Paiente\_estatura < 152 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /415) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 60 años AND Paciente\_Edad < 65 años) AND (Paciente\_estatura >= 152 cm AND Paiente\_estatura < 160 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /425) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 60 años AND Paciente\_Edad < 65 años) AND (Paciente\_estatura >= 160 cm AND Paiente\_estatura < 168 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /437) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 60 años AND Paciente\_Edad < 65 años) AND (Paciente\_estatura >= 168cm AND Paiente\_estatura < 175 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /448) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 60 años AND Paciente\_Edad < 65 años) AND (Paciente\_estatura >= 175 cm AND ((Paciente\_PEF\*100) /458) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 65 años AND Paciente\_Edad < 70 años) AND (Paciente\_estatura >= 145 cm AND Paiente\_estatura < 152 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /400) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 65 años AND Paciente\_Edad < 70 años) AND (Paciente\_estatura >= 152 cm AND Paiente\_estatura < 160 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /410) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”

- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 65 años AND Paciente\_Edad < 70 años) AND (Paciente\_estatura >= 160 cm AND Paiente\_estatura < 168 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /422) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 65 años AND Paciente\_Edad < 70 años) AND (Paciente\_estatura >= 168cm AND Paiente\_estatura < 175 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /434) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 65 años AND Paciente\_Edad < 70 años) AND (Paciente\_estatura >= 175 cm AND ((Paciente\_PEF\*100) /445) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 70 años AND (Paciente\_estatura >= 145 cm AND Paiente\_estatura < 152 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /385) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 70 AND (Paciente\_estatura >= 152 cm AND Paiente\_estatura < 160 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /396) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 70 años AND (Paciente\_estatura >= 160 cm AND Paiente\_estatura < 168 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /407) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 70 años AND (Paciente\_estatura >= 168cm AND Paiente\_estatura < 175 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100) /418) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_sexo=Femenino) AND (Paciente\_Edad >= 70 AND (Paciente\_estatura >= 175 cm AND ((Paciente\_PEF\*100) /428) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”

#### Anexo 4 Reglas para control de flujo máximo menores de 15 años

- Casos menores de 15 años bajo control mayor igual al 80%
  - If (Paciente\_Edad < 15 años AND (Paciente\_estatura >= 91 cm AND Paiente\_estatura < 99 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/100) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
  - If (Paciente\_Edad < 15 años AND (Paciente\_estatura >= 99 cm AND Paiente\_estatura < 107 cm) AND (((Paciente\_PEF\*120)/100) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
  - If (Paciente\_Edad < 15 años AND (Paciente\_estatura >= 107 cm AND Paiente\_estatura < 114 cm) AND (((Paciente\_PEF\*140)/100) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
  - If (Paciente\_Edad < 15 años AND (Paciente\_estatura >= 114 cm AND Paiente\_estatura < 122 cm) AND (((Paciente\_PEF\*170)/100) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
  - If (Paciente\_Edad < 15 años AND (Paciente\_estatura >= 122 cm AND Paiente\_estatura < 130 cm) AND (((Paciente\_PEF\*210)/100) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
  - If (Paciente\_Edad < 15 años AND (Paciente\_estatura >= 130 cm AND Paiente\_estatura < 137 cm) AND (((Paciente\_PEF\*250)/100) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
  - If (Paciente\_Edad < 15 años AND (Paciente\_estatura >= 137 cm AND Paiente\_estatura < 145 cm) AND (((Paciente\_PEF\*285)/100) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
  - If (Paciente\_Edad < 15 años AND (Paciente\_estatura >= 145 cm AND Paiente\_estatura < 152 cm) AND (((Paciente\_PEF\*325)/100) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
  - If (Paciente\_Edad < 15 años AND (Paciente\_estatura >= 152 cm AND Paiente\_estatura < 160 cm) AND (((Paciente\_PEF\*360)/100) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”

- If (Paciente\_Edad < 15 años AND (Paciente\_estatura >= 160 cm AND Paiente\_estatura < 168 cm) AND (((Paciente\_PEF\*400)/100) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_Edad < 15 años AND (Paciente\_estatura >= 168 cm AND Paiente\_estatura < 175 cm) AND (((Paciente\_PEF\*440)/100) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
- If (Paciente\_Edad < 15 años AND (Paciente\_estatura >= 175 cm AND (((Paciente\_PEF\*480)/100) >= 80%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF VERDE”
  
- Casos menores de 15 años Leve – persistente mayor a 50% y menor a 80%
  
- If (Paciente\_Edad < 15 años AND (Paciente\_estatura >= 91 cm AND Paiente\_estatura < 99 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/100) < 80%) AND (((Paciente\_PEF\*100)/100) >= 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF AMARILLA”
- If (Paciente\_Edad < 15 años AND (Paciente\_estatura >= 99 cm AND Paiente\_estatura < 107 cm) AND (((Paciente\_PEF\*120)/100) < 80%) AND (((Paciente\_PEF\*120)/100) >= 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF AMARILLA”
- If (Paciente\_Edad < 15 años AND (Paciente\_estatura >= 107 cm AND Paiente\_estatura < 114 cm) AND (((Paciente\_PEF\*140)/100) < 80%) AND (((Paciente\_PEF\*140)/100) >= 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF AMARILLA”
- If (Paciente\_Edad < 15 años AND (Paciente\_estatura >= 114 cm AND Paiente\_estatura < 122 cm) AND (((Paciente\_PEF\*170)/100) < 80%) AND (((Paciente\_PEF\*170)/100) >= 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF AMARILLA”
- If (Paciente\_Edad < 15 años AND (Paciente\_estatura >= 122 cm AND Paiente\_estatura < 130 cm) AND (((Paciente\_PEF\*210)/100) < 80%) AND (((Paciente\_PEF\*210)/100) >= 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF AMARILLA”
- If (Paciente\_Edad < 15 años AND (Paciente\_estatura >= 130 cm AND Paiente\_estatura < 137 cm) AND (((Paciente\_PEF\*250)/100) < 80%) AND (((Paciente\_PEF\*250)/100) >= 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF AMARILLA”
- If (Paciente\_Edad < 15 años AND (Paciente\_estatura >= 137 cm AND Paiente\_estatura < 145 cm) AND (((Paciente\_PEF\*285)/100) < 80%) AND (((Paciente\_PEF\*285)/100) >= 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF AMARILLA”
- If (Paciente\_Edad < 15 años AND (Paciente\_estatura >= 145 cm AND Paiente\_estatura < 152 cm) AND (((Paciente\_PEF\*325)/100) < 80%) AND (((Paciente\_PEF\*325)/100) >= 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF AMARILLA”
- If (Paciente\_Edad < 15 años AND (Paciente\_estatura >= 152 cm AND Paiente\_estatura < 160 cm) AND (((Paciente\_PEF\*360)/100) < 80%) AND (((Paciente\_PEF\*360)/100) >= 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF AMARILLA”
- If (Paciente\_Edad < 15 años AND (Paciente\_estatura >= 160 cm AND Paiente\_estatura < 168 cm) AND (((Paciente\_PEF\*400)/100) < 80%) AND (((Paciente\_PEF\*400)/100) >= 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF AMARILLA”
- If (Paciente\_Edad < 15 años AND (Paciente\_estatura >= 168 cm AND Paiente\_estatura < 175 cm) AND (((Paciente\_PEF\*440)/100) < 80%) AND (((Paciente\_PEF\*440)/100) >= 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF AMARILLA”

- If (Paciente\_Edad < 15 años AND (Paciente\_estatura >= 175 cm AND (((Paciente\_PEF\*480)/100) < 80%) AND (((Paciente\_PEF\*480)/100) >= 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF AMARILLA”
  
- Casos menores de 15 años Severo- Persistente menor al 50%
  
- If (Paciente\_Edad < 15 años AND (Paciente\_estatura >= 91 cm AND Paiente\_estatura < 99 cm) AND (((Paciente\_PEF\*100)/100) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF ROJA”
- If (Paciente\_Edad < 15 años AND (Paciente\_estatura >= 99 cm AND Paiente\_estatura < 107 cm) AND (((Paciente\_PEF\*120)/100) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF ROJA”
- If (Paciente\_Edad < 15 años AND (Paciente\_estatura >= 107 cm AND Paiente\_estatura < 114 cm) AND (((Paciente\_PEF\*140)/100) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF ROJA”
- If (Paciente\_Edad < 15 años AND (Paciente\_estatura >= 114 cm AND Paiente\_estatura < 122 cm) AND (((Paciente\_PEF\*170)/100) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF ROJA”
- If (Paciente\_Edad < 15 años AND (Paciente\_estatura >= 122 cm AND Paiente\_estatura < 130 cm) AND (((Paciente\_PEF\*210)/100) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF ROJA”
- If (Paciente\_Edad < 15 años AND (Paciente\_estatura >= 130 cm AND Paiente\_estatura < 137 cm) AND (((Paciente\_PEF\*250)/100) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF ROJA”
- If (Paciente\_Edad < 15 años AND (Paciente\_estatura >= 137 cm AND Paiente\_estatura < 145 cm) AND (((Paciente\_PEF\*285)/100) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF ROJA”
- If (Paciente\_Edad < 15 años AND (Paciente\_estatura >= 145 cm AND Paiente\_estatura < 152 cm) AND (((Paciente\_PEF\*325)/100) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF ROJA”
- If (Paciente\_Edad < 15 años AND (Paciente\_estatura >= 152 cm AND Paiente\_estatura < 160 cm) AND (((Paciente\_PEF\*360)/100) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF ROJA”
- If (Paciente\_Edad < 15 años AND (Paciente\_estatura >= 160 cm AND Paiente\_estatura < 168 cm) AND (((Paciente\_PEF\*400)/100) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF ROJA”
- If (Paciente\_Edad < 15 años AND (Paciente\_estatura >= 168 cm AND Paiente\_estatura < 175 cm) AND (((Paciente\_PEF\*440)/100) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF ROJA”
- If (Paciente\_Edad < 15 años AND (Paciente\_estatura >= 175 cm AND (((Paciente\_PEF\*480)/100) < 50%) THEN “RECOMENDACIÓN PEF ROJA”