



Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil Informática

SISTEMA DE RECOMENDACIÓN DE MINUTAS NUTRICIONALES AUTOMATIZADAS ENFOCADAS EN NUTRICIÓN CLÍNICA

Por

Dagoberto Rubilar Donoso

Trabajo realizado para optar al Título de
INGENIERO CIVIL EN INFORMÁTICA
Prof. Guía: Ana Aguilera Faraco
Enero 2020

Certifico que he leído este documento y que, en mi opinión, es adecuado en ámbito y calidad como trabajo para optar al título de Ingeniero Civil en Informática.

Ana Aguilera Faraco Profesor Guía

Aprobado por la Escuela de Ingeniería Civil en Informática, UNIVERSIDAD DE VALPARAÍSO.

Resumen

El estado nutricional describe la situación en la que se encuentra una persona con respecto a la ingesta y adaptación fisiológica tras el consumo de nutrientes, por lo que llevar un buen estado nutricional puede ser crucial tanto para prevenir como para tratar enfermedades con el fin de conseguir una buena calidad de vida. El proceso para llegar a realizar las minutias nutricionales que son recetadas a los pacientes es un trabajo que generalmente un nutricionista lo realiza de forma manual por cada uno de los pacientes que debe atender.

En la actualidad el uso de plataformas informáticas han tomado cada vez mayor protagonismo en el área de la salud. En el caso de Chile esto no es una excepción, ya que se han diseñado sistemas de información que apoyan la correcta y justa administración de salud en la población y forma parte de la política gubernamental la adopción de programas y lineamientos en este sentido, tal es el caso de los programas Elige Vivir Sano y Vida Sana [9] del Ministerio de Salud entre otros.

Es por esto que en el presente trabajo de título se propone la implementación de una aplicación la cual ayudará al profesional del área de la nutrición a agilizar su trabajo al momento de hacer las evaluaciones nutricionales y posteriormente al recomendarle las minutias nutricionales respectivas para los pacientes que padecan de algún tipo de enfermedad.

Índice general

Resumen	III
1. Introducción	5
2. Marco Conceptual y Estado del Arte	7
2.1. Marco Conceptual	7
2.1.1. Sistemas de Recomendación	7
2.1.2. Minutas Nutricionales	9
2.1.3. Nutrición Clínica	9
2.1.4. Árboles de decisión	11
2.2. Estado del Arte	11
2.2.1. Programa Dial	12
2.2.2. Programa Dietopro	13
2.2.3. Programa NutriBer	15
2.2.4. Programa Nutrisol	16
2.2.5. Sistema de evaluación nutricional y asignación de menús a minutias	16
2.2.6. Prototipo para el desarrollo de una aplicación web móvil de ayuda al tratamiento nutricional o dietético	16
2.2.7. Online Recommender System for Personalized Nutrition Advice	17
2.2.8. An overview of recommender systems in the healthy food domain	17
2.2.9. DIETOS: un sistema de recomendación dietética para el monitoreo y manejo de enfermedades crónicas	18
2.2.10. Nutrilize a Personalized Nutrition Recommender System: an enable study	19
2.2.11. Comparación y conclusiones de las plataformas existentes	20
3. Definición del Problema y Análisis	23
3.1. Trabajos de Título de Desarrollo	23
3.1.1. Definición del problema	23
3.1.2. Solución Propuesta	24

3.2.	Objetivos	25
3.2.1.	Objetivo General	25
3.2.2.	Objetivos Específicos	25
3.3.	Metodología	25
3.4.	Especificación de Requerimientos.	26
3.4.1.	Requerimiento funcionales	26
3.4.2.	Requerimiento no funcionales	27
3.5.	Ingeniería del conocimiento	27
3.5.1.	Modelo para ingeniería del conocimiento	28
3.5.2.	Ánálisis de datos	40
3.6.	Diagramas de casos de uso del sistema	41
3.6.1.	Funcionalidades generales	41
3.6.2.	Gestión de Pacientes	42
3.6.3.	Gestión de Alimentos	42
3.6.4.	Gestión de preparaciones	43
3.6.5.	Gestión de Patologías	44
3.6.6.	Evaluación nutricional	44
3.6.7.	Recomendación de minuta nutricional	45
3.6.8.	Informe de evolución del paciente	45
3.7.	Diagramas de Secuencia del Sistema	46
3.7.1.	Registro de nutricionista	46
3.7.2.	Gestión de paciente	47
3.7.3.	Gestión patología	51
3.7.4.	Gestión de alimentos	54
3.7.5.	Gestión de preparaciones	58
3.7.6.	Evaluación nutricional	62
3.7.7.	Generar recomendación de minuta	63
3.7.8.	Evolución del paciente	64
4.	Diseño	65
4.1.	Diseño arquitectónico	65
4.1.1.	Tecnologías utilizadas	65
4.1.2.	Diagrama de despliegue	66
4.2.	Diseño ingeniería del conocimiento	68
4.2.1.	Forward chaining (encadenamiento hacia adelante)	68
4.3.	Diseño de interfaz	69
4.3.1.	Navegabilidad del usuario	69
4.3.2.	Interfaces gráficas	70
4.4.	Diseño lógico	84
4.5.	Diseño de datos	85

4.5.1. Modelo entidad relación	86
4.5.2. Modelo relacional	87
4.6. Diseño de pruebas	87
4.6.1. Pruebas unitarias	88
4.6.2. Pruebas de Integración	89
4.6.3. Pruebas de aceptación	89
5. Implementación	91
5.1. Hardware utilizado	91
5.2. Software utilizado	91
5.3. Lenguajes de programación	92
6. Pruebas	93
6.1. Alcance	93
6.2. Herramienta para ejecución de pruebas	93
6.3. Estrategia de pruebas	94
6.4. Plan de pruebas	95
6.5. Resultados y conclusiones	95
7. Implantación	98
7.1. Docker	98
7.2. Proceso de implantación	99
8. Conclusiones	103
Bibliografía	105

Índice de figuras

2.1. Sistema de recomendación	9
2.2. Medidas antropométricas	11
2.3. Ejemplo de árbol de decisión	11
2.4. Programa Dial - Composición de plato	13
2.5. Dashboard Dietopro versión web	14
2.6. Dashboard Dietopro versión móvil	14
2.7. Menú principal programa Nutriber	15
2.8. Prototipo Dietos	19
2.9. Prototipo Nutrilize	20
3.1. Solución propuesta	24
3.2. Modelo Cascada	25
3.3. Árbol de decisión alimentos permitidos	29
3.4. Árbol de decisión alimentos a evitar	30
3.5. Árbol de decisión-hiperuricemia(permitido)	31
3.6. Árbol de decisión-hiperuricemia(evitar)	32
3.7. Árbol de decisión-diabetes(permitido)	32
3.8. Árbol de decisión-diabetes(evitar)	33
3.9. Árbol de decisión-HTA(permitido)	33
3.10. Árbol de decisión-HTA(evitar)	34
3.11. Árbol de decisión-dislipidemia(permitido)	35
3.12. Árbol de decisión-dislipidemia(evitar)	35
3.13. Árbol de decisión-hipotiroidismo(permitido)	36
3.14. Árbol de decisión-hipotiroidismo(evitar)	36
3.15. Árbol de decisión-hipertiroidismo(permitido)	37
3.16. Árbol de decisión-hipertiroidismo(evitar)	37
3.17. Árbol de decisión-IR(permitido)	38
3.18. Árbol de decisión-IR(evitar)	39
3.19. Diagrama de casos de uso funcionalidades generales	41
3.20. Diagrama de Casos de uso gestión de pacientes	42

3.21. Diagrama de Casos de uso gestión de alimentos	42
3.22. Diagrama de Casos de uso gestión de preparaciones	43
3.23. Diagrama de Casos de uso gestión de patologías	44
3.24. Diagrama de Casos de uso evaluación nutricional	44
3.25. Diagrama de Casos de uso recomendación de minuta nutricional	45
3.26. Diagrama de Casos de uso evolución del paciente	45
3.27. Diagrama secuencial registro de nutricionista	46
3.28. Diagrama secuencial registro de paciente	47
3.29. Diagrama secuencial modificación paciente	48
3.30. Diagrama secuencial eliminación paciente	49
3.31. Diagrama secuencial ingreso de patología	51
3.32. Diagrama secuencial modificación de patología	52
3.33. Diagrama secuencial eliminación de patología	53
3.34. Diagrama secuencial ingreso de alimento	54
3.35. Diagrama secuencial modificación de alimento	55
3.36. Diagrama secuencial eliminación de alimento	57
3.37. Diagrama secuencial ingreso de preparación	58
3.38. Diagrama secuencial modificación de preparación	59
3.39. Diagrama secuencial eliminación de preparación	61
3.40. Diagrama secuencial evaluación nutricional	62
3.41. Diagrama secuencial recomendación minuta nutricional	63
3.42. Diagrama secuencial evolución del paciente	64
4.1. Diseño arquitectónico	66
4.2. Diagrama de despliegue	67
4.3. Diseño ingeniería del conocimiento	68
4.4. Diseño motor de inferencia	69
4.5. Navegabilidad del usuario	70
4.6. Módulo de inicio del sistema	71
4.7. Módulo de registro	72
4.8. Módulo de login	73
4.9. Módulo de administración	74
4.10. Módulo ingreso de pacientes	75
4.11. Módulo asignación de patologías	76
4.12. Módulo de gestión	77
4.13. Módulo gestión de alimentos	78
4.14. Módulo gestión de preparaciones	79
4.15. Módulo gestión de patologías	80
4.16. Módulo consulta de pacientes	81
4.17. Módulo informe paciente	82

4.18. Módulo evaluación paciente	83
4.19. Módulo recomendación minuta nutricional	84
4.20. Diagrama de clases- diseño lógico	85
4.21. Modelo entidad relación	86
4.22. Modelo relacional	87
4.23. Modelo-v	88
4.24. Plantilla pruebas unitarias	89
6.1. Sistema de recomendación	96
6.2. Sistema de recomendación	96
7.1. Información de docker	99
7.2. Versión de docker	100
7.3. Archivo docker-compose.yml	101
7.4. creación de contenedor	102

Índice de tablas

2.1. Comparación entre sistemas - criterios generales	21
2.2. Comparación entre sistemas - criterios específicos(1)	21
2.3. Comparación entre sistemas - criterios específicos(2)	22
4.1. Escala de puntuación	89
4.2. pruebas de aceptación	90

Capítulo 1

Introducción

Según un informe de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), el 34,4 % de la población chilena mayor de 15 años presenta altos índices de obesidad, los que continúan en aumento, ya que en 2016 Chile ocupaba el octavo puesto entre los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) con un 25,1 %[17]. Esto es preocupante debido a que al menos 13 tipos de cáncer se asocian a la obesidad, lo cual componen el 40 % de todos los tipos de cáncer diagnosticados. En Chile, 1 de cada 4 muertes es causada por tumores por lo que fallecen alrededor de 26 mil personas al año. Además, según la asociación de isapres de Chile (AICH)[4] el cáncer es la segunda causa de muerte en Chile después de las enfermedades cardiovasculares (30 % de las muertes).

Estas son algunas de las patologías abordadas por la nutrición clínica, ya sea para seguir el tratamiento alimenticio respectivo para una enfermedad, o para su prevención. Dicho esto, se ve reflejado que el impacto de la nutrición en la calidad de vida de las personas es muy alto, debido a esto, los especialistas en el área de nutrición clínica tiene la gran responsabilidad de guiar correctamente la alimentación de los pacientes, para así lograr conseguirles una buena calidad de vida.

Este trabajo busca contribuir con los especialistas para reducir los tiempos de trabajo del nutricionista, lo que provocaría un impacto en el ámbito económico al optimizar los tiempos de trabajo. Otra importancia significativa que se le atribuye al presente trabajo de título es colaborar con los objetivos de instituciones que tengan como enfoque mejorar la calidad de vida de las personas, como lo es por ejemplo el caso del actual programa del ministerio de salud (MINSAL), Elige Vivir Sano [9], donde muchas de las causas que atienden y dan soporte se relacionan directamente con el área de la nutrición clínica (área base de este trabajo de título). Por lo que el presente trabajo sería una ayuda al objetivo principal del programa Elige Vivir Sano impulsado por el plan de gobierno. Respecto al

área tecnológica, incluir un sistema de recomendación en el área de la nutrición genera un impacto tecnológico al colaborar con la inserción de plataformas informáticas la cual toma cada vez mayor protagonismo dentro de la gran área de la salud. Dicho esto, se ve reflejada la importancia de la nutrición en la calidad de vida de las personas, y al automatizar la generación de minutazas nutricionales, se busca ayudar al profesional agilizando su trabajo al realizar las recomendaciones pertinentes de minutazas nutricionales.

La estructura del presente documento se compone de varias secciones. En la sección 2 que corresponde al marco conceptual y estado del arte, se definen los tópicos relevantes que son necesarios para el entendimiento del presente trabajo. En el estado del arte se describirán las plataformas informáticas que fueron encontradas en el área de la nutrición. La sección 3 define el problema que se está abordando, y se realiza un profundo análisis en la solución que se propone desarrollar, explicando la base del conocimiento, los requerimientos tanto funcionales como no funcionales y un análisis de los datos con los que se trabajará. Además esta sección contiene diagramas de casos de uso (para entender la funcionalidad de los módulos del sistema) y diagramas de secuencia (para entender el flujo de los procesos del sistema). En la sección 4 se aborda la etapa de diseño de este trabajo, definiendo el diseño arquitectónico, de ingeniería del conocimiento, de interfaz, de datos y pruebas.

Capítulo 2

Marco Conceptual y Estado del Arte

2.1. Marco Conceptual

En la presente sección se definirán los tópicos que conciernen a esta investigación, dando a entender sus significados en el contexto del presente trabajo.

2.1.1. Sistemas de Recomendación

Los sistemas de recomendación[31] son una herramienta o un conjunto de herramientas que se dedican a realizar recomendaciones respecto a un objetivo de estudio. El sistema de recomendación tiene la meta de recomendar al usuario una posible solución factible (en el mejor de los casos la solución óptima) dentro del universo de soluciones posibles que contiene el objetivo de estudio. Para la implementación de un sistema de recomendación se debe tener en consideración el tipo de información con el que se va a trabajar (ya que es la base en el diseño e implementación del sistema de recomendación), para el caso de estudio del presente trabajo son las minutas nutricionales. La estructura de un sistema de recomendación[32] está conformada por tres elementos principales los cuales son las entradas/salidas, el método usado para generar las recomendaciones y el grado de personalización (ver figura 2.1).

- Las entradas / salidas.

Para obtener una recomendación, se necesita saber información tanto del usuario a quien se le realizará la recomendación, como también información de los ítems con los cuales se va a trabajar para realizar la recomendación. Toda esta información que se necesita conforma las entradas del sistema.

Por otra parte, la salida será la recomendación generada del sistema a partir de la información obtenida en la entrada, esta salida varía principalmente por el tipo y cantidad de la información que propinó el usuario.

- Método usado para generar las recomendaciones.

A continuación se describirán una serie de métodos de recomendación que son implementados habitualmente en los sistemas de recomendación, estos métodos no son excluyentes entre sí, por lo que un mismo sistema de recomendación podría usar uno o más de ellos.

- Recomendación nula: En este método el sistema propina una interfaz de búsqueda directa a la base de datos de ítems, por lo que en sí se trata más de un sistema de búsqueda, pero ante el usuario se ve como una recomendación.
- Otros sistemas utilizan recomendaciones que fueron seleccionadas de forma manual por un experto en el campo que se basa el sistema de recomendación. Los expertos realizan recomendaciones de ítems basándose en sus propias preferencias.
- Hay sistemas que ofrecen resúmenes estadísticos que se calculan utilizando como referencia un criterio como por ejemplo las preferencias que han tenido los usuarios con ciertos ítems, la evaluación que les otorgan los usuarios a los ítems, o al porcentaje de usuarios que han satisfecho los ítems.

- Grado de personalización.

Existen tres grados de personalización en los cuales se clasifica un sistema de recomendación, estos son:

- No personalizado: Cuando el sistema de recomendación ofrece la misma información a todos los usuarios.
- Personalización efímera: Cuando el sistema de recomendación toma en consideración el comportamiento e información del usuario.
- Personalización persistente: Cuando el sistema de recomendación ofrece recomendaciones distintas para los usuarios, incluso cuando el objetivo a recomendar es el mismo.

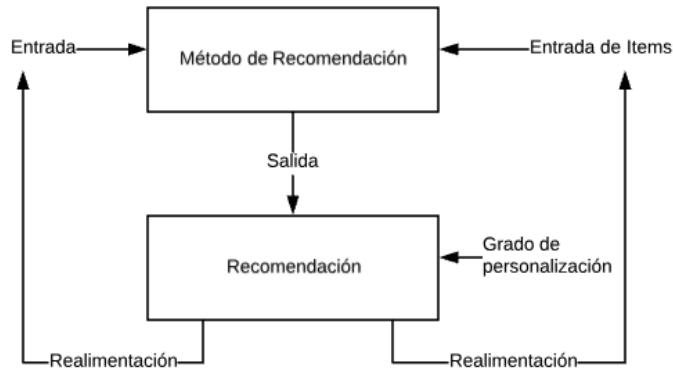


Figura 2.1: Sistema de recomendación

2.1.2. Minutas Nutricionales

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) una minuta o menú[3] es el conjunto de alimentos y/o preparaciones que son considerados en el tiempo de comida, mientras que la nutrición[3] la definen como el proceso autónomo de la utilización de los nutrientes en el organismo para convertirse en energía y cumplir las funciones vitales. Existen dos tipos de nutrición, la autótrofa y la heterótrofa:

- Autótrofa: Hace referencia a la nutrición que llevan a cabo las plantas produciendo su propio alimento.
- Heterótrofa: La alimentación se lleva a cabo partir de sustancias orgánicas que ya fueron sintetizadas por otros organismos.

2.1.3. Nutrición Clínica

La nutrición clínica[15] es una disciplina que se enfoca en la prevención, diagnóstico y tratamiento de enfermedades tanto agudas (enfermedades que tienen un comienzo y fin definidos y son de corta duración) como crónicas (enfermedades de larga duración y progresión lenta). Esta disciplina no solo se utiliza con un enfoque curativo, sino que también preventivo. Por ejemplo, en el caso de la diabetes la nutrición clínica trata la enfermedad, pero también con ella se puede prevenir. Los problemas que atiende la nutrición clínica con mayor frecuencia son relacionados con la malnutrición[7], la cual consta de un desequilibrios de la ingesta de energía y/o nutrientes de una persona. Cabe destacar que la malnutrición no solo abarca los grupos de sobrepeso y obesidad, sino que también comprende otros grupos como lo son:

- Desnutrición: Este grupo abarca 3 diferentes estados de desnutrición:

- Retraso del crecimiento: estatura inferior a la que corresponde a la edad.
 - Emaciación: peso inferior al que corresponde a la estatura.
 - Insuficiencia ponderal: peso inferior al que corresponde a la edad.
- Enfermedades no transmisibles relacionadas con el régimen alimentario: Patologías de larga duración con una progresión generalmente lenta

Existen situaciones en las que la ingesta de alimentos por la vía oral se encuentra obstruida, en esos casos se deben seguir otros tipos de soporte nutricional. Los dos más utilizados son:

- Nutrición enteral (NE)[27]: Administrar nutriente por sondas directo al tracto gastro-intestinal.
- Nutrición parenteral (NP)[13]: Administrar nutrientes al organismo por vía extra-digestiva.

La nutrición clínica va de la mano con la obtención de un correcto estado nutricional. El estado nutricional de una persona se determina con:

- Indicadores antropométricos[35], los cuales son valores de composición corporal que se obtienen utilizando instrumentos de medición (cálipers, balanzas y cintas métricas) en distintas zonas del cuerpo del paciente (ver figura 2.2).
- Sexo del paciente.
- Edad del paciente.
- Antecedentes médicos.

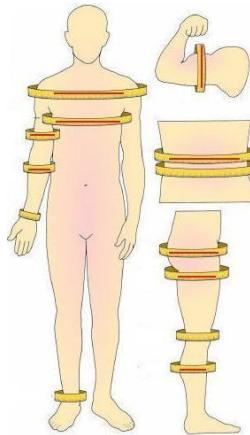


Figura 2.2: Medidas antropométricas

2.1.4. Árboles de decisión

Un árbol de decisión[29] es una representación gráfica de los resultados que existen dentro del universo de soluciones referentes a un contexto. Estos resultados son modelados en un mapa, en el cual se puede visualizar y analizar todas las soluciones que se tienen en un contexto dado (ver figura 2.3).

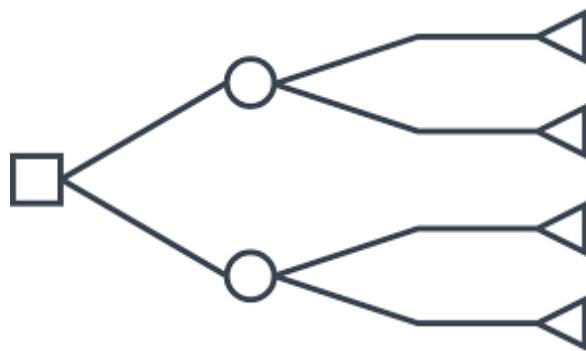


Figura 2.3: Ejemplo de árbol de decisión

2.2. Estado del Arte

Actualmente existen diversas plataformas informáticas que abordan el área de la nutrición desde distintos enfoques. A continuación se mencionarán las características de las

aplicaciones que fueron encontradas las cuales serán un apoyo para el desarrollo del presente trabajo.

2.2.1. Programa Dial

Este programa[10] fue realizado en la facultad de farmacia de la Universidad Complutense de Madrid, España. Está orientado para ser usado por personas que no necesariamente sean profesionales del área de la nutrición. Éste permite conocer las propiedades de preparaciones, consultar por el valor nutricional de alimentos, y crear minutas para conocer el beneficio nutricional que va a proporcionar dicha dieta creada. Además, el programa dial permite trabajar con más de una ventana a la vez, lo que facilita la comparaciones ya sea de un alimento, una preparación o una minuta.

El programa contiene aproximadamente 700 alimentos los cuales están descritos en base a sus propiedades. Algunas de las propiedades que están incluidas en el programa dial son la cantidad de ácidos grasos, energía, hidratos de carbono, minerales, vitaminas, colesterol, proteínas, aminoácidos, fibra, entre otros (llegando hasta un total del 140 propiedades distintas). Respecto a la búsqueda de los alimentos, se puede realizar no solo por su nombre común sino que se incluyen varias denominaciones, sumándole a éstas el nombre científico y su equivalencia en inglés.

Al momento de tener una ficha en pantalla (sea de alimentos, recetas o valoración nutricional), ésta se puede imprimir de acuerdo a un modelo de presentación reconfigurado del programa dial.

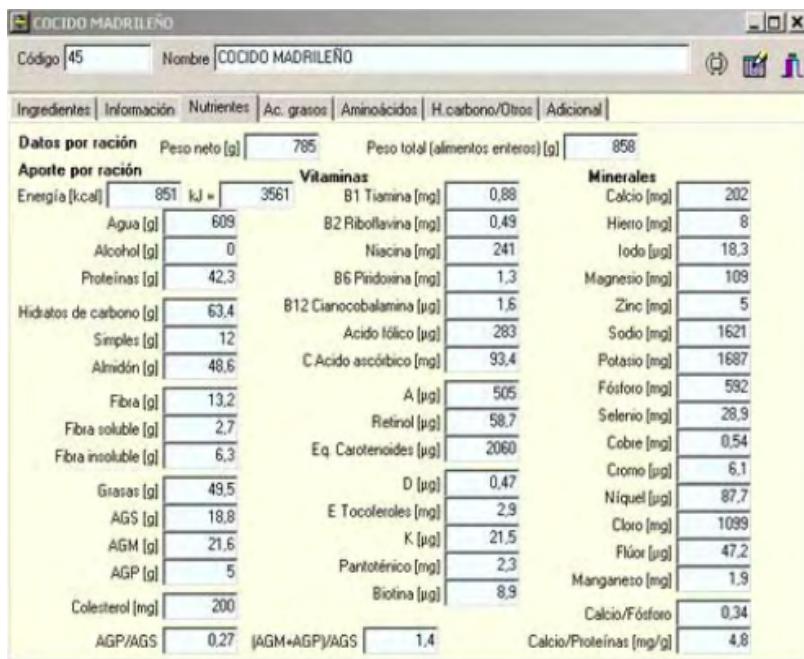


Figura 2.4: Programa Dial - Composición de plato

2.2.2. Programa Dietopro

Dietopro [2] es una herramienta de gestión dietoterapéutica basada en la tecnología cloud computing destinado para el uso de profesionales del área de la nutrición. Este programa es un sistema de apoyo para el profesional que lo esté ocupando debido a que sirve como administrador para las tareas que realiza. En dietopro se le permite al usuario crear una ficha clínica para un paciente con sus respectivas características en donde se detalla su estado nutricional y patológico. Luego el programa le permite al profesional crear una minuta nutricional para el paciente, dietopro cuenta con aproximadamente de 3200 platos y 650 alimentos (además de poder ingresar más platos y alimentos). Otra característica de este programa es que permite realizar seguimientos antropométricos y bioquímicos de los pacientes, además de poder asignarle a los pacientes las respectivas citas a consulta médica, las cuales pueden ser consultadas por el paciente junto a la planificaciones dietéticas que se le haya asignado.

Los usuarios que optan por una licencia de dietopro pueden personalizar la apariencia de la aplicación mostrando el logo del usuario (sea personal o de alguna empresa). Para poder registrarse y optar a la licencia, dietopro solicita adjuntar el certificado que ratifique algún título profesional en el área de nutrición, este certificado es posteriormente revisado por el personal de dietopro para proceder a aprobar la cuenta de la persona que

está haciendo la solicitud.



Figura 2.5: Dashboard Dietopro versión web



Figura 2.6: Dashboard Dietopro versión móvil

2.2.3. Programa NutrIBer

Programa realizado través de la Fundación Universitaria Iberoamericana (FUNIBER) en Barcelona, España. Este programa [12] está enfocado para ser usado por profesionales de la nutrición. Nutriber permite crear minutas nutricionales a pacientes, cuenta con una base de datos con aproximadamente 1100 alimentos (permite la inclusión de más alimentos) especificando la composición nutricional de estos. El programa cuenta con un módulo que da la posibilidad de ingresar las medidas antropométricas de los pacientes, las cuales son procesadas para luego mostrárselas al profesional como parámetros de interés. Además, el programa crea una ficha del paciente, en la cual se almacenan datos personales, hábitos, historia clínica, costumbres y preferencias alimenticias. Por otra parte el programa compara el crecimiento individual de un paciente basándose en la maduración ósea y la maduración sexual.

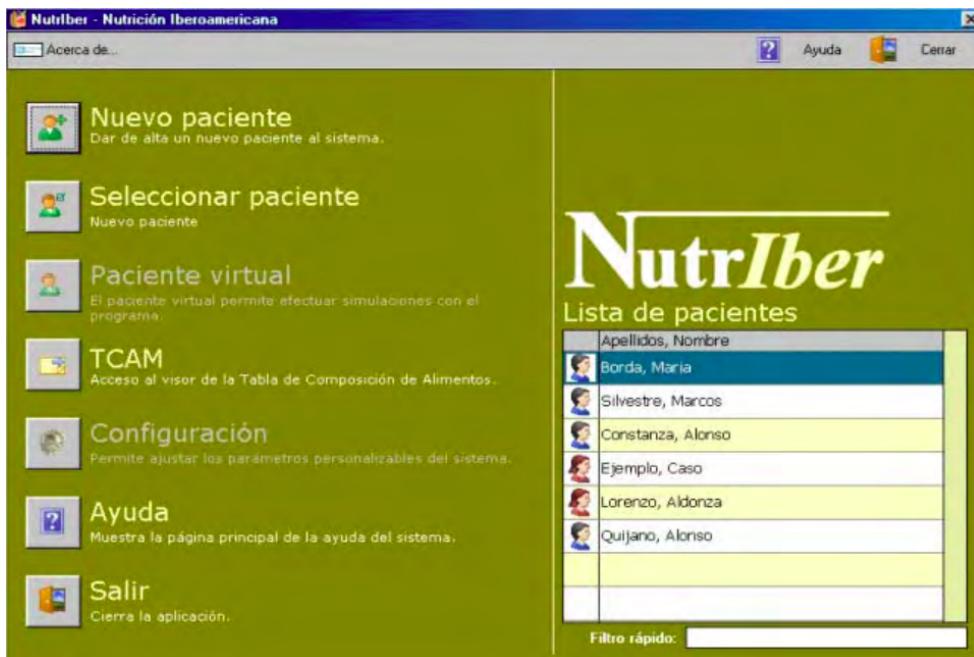


Figura 2.7: Menú principal programa Nutriber

2.2.4. Programa Nutrisol

Programa realizada en la Universidad de Málaga en Málaga, España. Este programa [6] sirve de instrumento para las evaluaciones nutricionales de los pacientes, por lo cual, es una ayuda en los estudios antropométricos. El programa cuenta con 3 grandes módulos:

- Epidemiología nutricional.

Módulo diseñada para trabajo epidemiológico en el cual se puede crear/abrir bases de datos que almacenen los datos personales de los pacientes, y por otro lado gestionar la ingesta de alimentos de cada persona.

- Análisis de dietas y/o recetas.

Módulo diseñado para gestionar los alimentos, crear/modificar dietas, consultar sobre los nutrientes respectivos que conforma una dieta, generar análisis de una dieta obteniendo el aporte nutricional de éste, y exportación de datos del análisis realizado.

- Solicitud de dieta.

El programa ofrece minutas estándares para ciertas patologías, entre ellas destacan obesidad, diabetes y hepatitis.

2.2.5. Sistema de evaluación nutricional y asignación de menús a minutas

El presente sistema [11] fue implementado para el Departamento de nutrición del Hospital Santo Tomás de Limache, consta de una aplicación de escritorio desarrollada en base al lenguaje de programación Visual Basic.Net y el motor de base de datos SQL SERVER por una alumna de la Universidad Católica de Valparaíso en Valparaíso, Chile. Esta aplicación tiene el fin de generar minutas nutricionales asociadas al menor costo monetario para el paciente. La búsqueda de los menús para conformar la minuta se realiza en base a una meta heurística de optimización llamada Simulated Annealing. Este tipo de heurísticas escoge una solución dentro del universo de soluciones posibles, donde finalmente es considerada la solución que más se acerque al óptimo. El criterio para descartar soluciones se basa en si cumple con el objetivo de reducir una determinada función de costo, o una probabilidad de aceptación predefinida.

2.2.6. Prototipo para el desarrollo de una aplicación web móvil de ayuda al tratamiento nutricional o dietético

Este prototipo [28] fue desarrollado por una estudiante de la Universidad de Carabobo, Venezuela. El objetivo de este prototipo es establecer los criterios necesarios para la detección de malnutrición por déficit o exceso con el fin de clasificarlas para generar un

sistema de alertas y así ayudar en el diagnóstico del paciente. Los criterios para la evaluación del estado nutricional del paciente se conforman en base a un árbol de decisión, en el cual interactúan variables tales como la edad, peso, talla e índice de masa corporal (IMC). Por lo cual, con este árbol de decisión se establecen un conjunto de reglas las cuales dan como resultado el estado nutricional del paciente.

2.2.7. Online Recommender System for Personalized Nutrition Advice

Sistema en línea[33] de uso para pacientes diseñado para proporcionar consejos de nutrición automatizados de forma personalizada con el fin de mejorar la dieta de las personas. Este sistema tiene como objetivo aumentar la efectividad y la aceptabilidad utilizando las siguientes dimensiones:

- Ingesta dietética.
- Preferencias del usuario.
- Respuestas de otros usuarios.
- Datos de población.
- Conocimiento de expertos en nutrición.

En base a resientes estudios sobre la intervención nutricional personalizada, se ha demostrado que las recomendaciones personalizadas son mucho mas efectivas que las recomendaciones con un foco de generalización o agrupación de una población para modificar el comportamiento de las personas respecto a su dieta[30]. Por esto, el presente sistema genera recomendaciones nutricionales considerando distintos factores, donde uno de los mas determinantes es la preferencia de alimentos por parte del paciente, para así conseguir una mejora de la dieta del paciente de una forma no tan radical.

2.2.8. An overview of recommender systems in the healthy food domain

Debido a la gran relevancia que tiene la alimentación para garantizar una vida saludable, hoy en día los sistemas de recomendación de alimentos han recibido una atención creciente. Es por esto que el presente paper[36] tiene como objetivo presentar una descripción general de las técnicas de recomendación para individuos y grupos en el dominio de alimentos saludables.

El paper menciona distintos tipos de sistemas de recomendación, siendo uno de estos los sistemas de recomendación de alimentos, el cual es el tipo de sistemas que influye directamente en el presenta trabajo de título. Según el paper, existen 2 tipos de sistemas de recomendación de alimentos. El primer tipo recomienda recetas más saludables o alimentos que son más similares a los gustos o preferencias del paciente. El segundo tipo de sistema de recomendación solo recomienda (a los pacientes) aquellos elementos que han sido identificados previamente por los proveedores de atención médica. Además, en esta sección, también de discuten otros dos tipos de sistemas de recomendación de alimentos:

- Tipo 3: generar recomendaciones sobre la base de considerar los dos criterios anteriores con el fin de equilibrar las preferencias del paciente y los elementos a considerar de manera estricta. Todos estos tipos de sistemas de recomendación están diseñados principalmente para recomendaciones personalizadas.
- tipo 4: representa recomendaciones grupales en las que los alimentos son consumidos por grupos de usuarios en lugar de una recomendación personalizada.

2.2.9. DIETOS: un sistema de recomendación dietética para el monitoreo y manejo de enfermedades crónicas

Sistema desarrollado por la universidad Magna Graecia, Catanzaro, Italia. Este sistema[26], está diseñado para el uso de pacientes, el cual genera recomendaciones nutricionales a pacientes sanos o con patologías crónicas. Las recomendaciones a realizar por parte de este sistema están basadas en alimentos almacenados en una base de datos los cuales son alimentos que provienen de Calabria, región del sur de Italia. Además, las recomendaciones están adaptadas al estado nutricional del paciente, y al mismo tiempo, el sistema indica los alimentos que afectan negativamente al paciente.

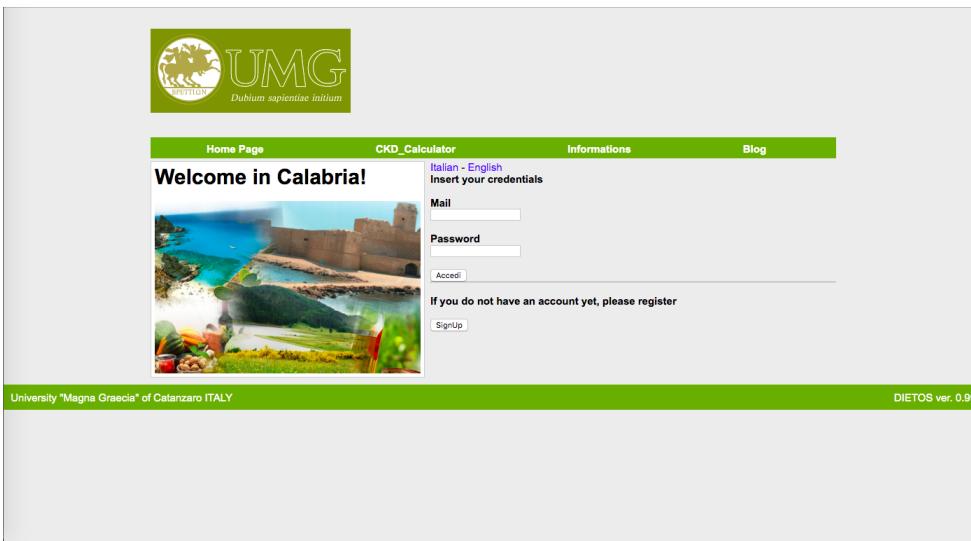


Figura 2.8: Prototipo Dietos

2.2.10. Nutrilize a Personalized Nutrition Recommender System: an enable study

Sistema móvil de asistencia nutricional desarrollado en la universidad técnica de Munich, Munich, Alemania. El objetivo de esta aplicación es recomendar recetas para ayudar a los usuarios a adaptar su comportamiento hacia una nutrición más saludable. El funcionamiento del presente sistema de recomendación se basa en 4 componentes:

- Base de datos nutricional precisa de alimentos para calcular el perfil nutricional de las recetas
- Perfil nutricional del usuario
- Base de datos de recetas
- Función de utilidad basada en el conocimiento para cada nutriente.

Para las recomendaciones, cada receta se clasifica comparando su perfil nutricional con las necesidades nutricionales del usuario. Además, Para proporcionar comentarios y recomendaciones personalizadas, la aplicación necesita información periódica del comportamiento nutricional del usuario.

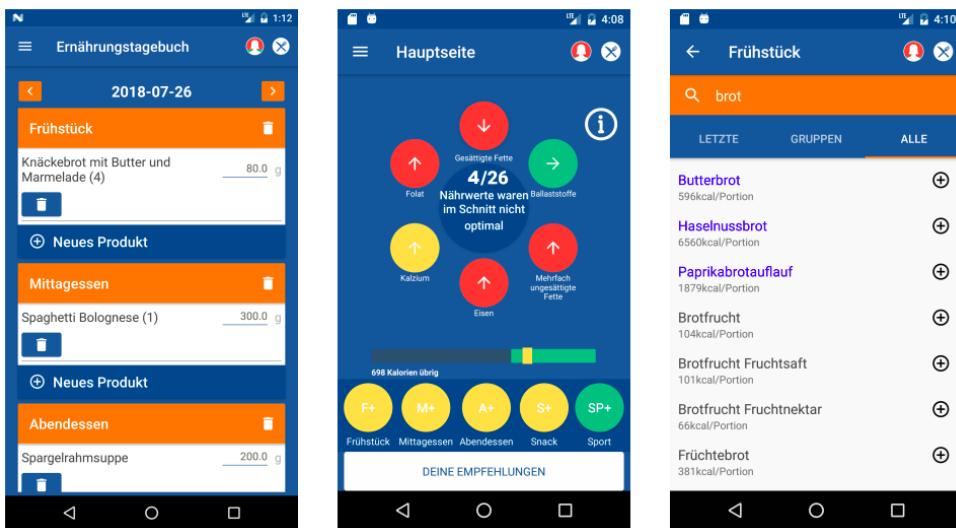


Figura 2.9: Prototipo Nutrilize

2.2.11. Comparación y conclusiones de las plataformas existentes

El estudio de las plataformas informáticas descritas con anterioridad, fue de mucha ayuda para conocer como se ha abordado el área de nutrición con respecto a la automatización de labores. El presente trabajo de título considerará como base las mejores características de las plataformas que se mencionaron, con el fin de conseguir un sistema que complemente las carencias de las plataformas ya existentes.

A pesar de que se obtuvieron muchas características beneficiosas para la implementación del sistema propuesto, no se logró encontrar un sistema que cumpla con todos los objetivos a realizar en el presente trabajo de título. Estos objetivos fueron representados como criterios generales (ver tabla 2.1) y criterios funcionales (ver tabla 2.2 y tabla 2.3), los cuales servirán de exclusión al momento de analizar y comparar la propuesta a realizar con las plataformas existentes. El no haber logrado encontrar plataformas que cubran el total de los criterios establecidos, hace que este trabajo de título tenga argumentos sólidos para su realización.

Evaluación de criterios generales			
Sistema	Tipo de usuario	usabilidad intuitiva de interfaz	Aplicación web
Programa Dial	Profesional		
Programa Dietopro	Profesional/paciente		X
Programa NUTRIBER	Profesional	X	
Programa Nutrisol	Profesional		
Sistema De Evaluación Nutricional Y Asignación De Menús A Minutas	Profesional		
Prototipo para el desarrollo de una aplicación web móvil de ayuda al tratamiento Nutricional o Dietético	Profesional		X

Tabla 2.1: Comparación entre sistemas - criterios generales

Evaluación de criterios específicos a sistemas				
Sistema	registro de nutricionista	gestión de alimentos y preparaciones	gestión de pacientes	realizar evaluaciones nutricionales
Programa Dial		X		
Programa Dietopro	X	X	X	X
Programa NUTRIBER		X	X	
Programa Nutrisol		X	X	
Sistema De Evaluación Nutricional Y Asignación De Menús A Minutas		X	X	X
Prototipo para el desarrollo de una aplicación web móvil de ayuda al tratamiento Nutricional o Dietético				X

Tabla 2.2: Comparación entre sistemas - criterios específicos(1)

Evaluación de criterios específicos a sistemas			
Sistema	selecciona patología	informar evolución del paciente	recomendar minuta nutricional
Programa Dial	X	X	
Programa Dietopro	X	X	
Programa NUTRIBER	X	X	
Programa Nutrisol	X	X	X
Sistema De Evaluación Nutricional Y Asignación De Menús A Minutas	X		X
Prototipo para el desarrollo de una aplicación web móvil de ayuda al tratamiento Nutricional o Dietético			

Tabla 2.3: Comparación entre sistemas - criterios específicos(2)

Capítulo 3

Definición del Problema y Análisis

3.1. Trabajos de Título de Desarrollo

3.1.1. Definición del problema

El propósito del estudio de la nutrición es explicar la respuesta metabólica y fisiológica del cuerpo ante la dieta que se lleva a cabo, el objetivo en la nutrición clínica es el mismo, con la salvedad que se dirige el enfoque a estudiar los cambios metabólicos y nutricionales en enfermedades (agudas o crónicas) causadas por un exceso o falta de energía. El proceso para generar una minuta nutricional enfocada en las condiciones que se encuentra un paciente, involucra distintos factores, entre los cuales se destacan las patologías que tiene el paciente, la tolerancia a los alimentos, la evaluación nutricional antropométrica, entre otros. Respecto a la evaluación antropométrica, ésta hace referencia al conjunto de mediciones corporales con el que se consigue la noción del nivel y estado nutricional en la cual se encuentra un individuo.

El objetivo del presente trabajo de título se enfoca en la recomendación de minutias nutricionales que sirvan de apoyo para los especialistas de la nutrición, con el propósito agilizar la toma de decisiones al momento de conformar la dieta de un paciente que necesiten tratar o incluso prevenir algún tipo de enfermedad. Dado que no todas las condiciones patológicas que tiene un paciente sigue un mismo accionar, se necesita que cada minuta esté focalizada en las condiciones y objetivos del paciente. Además, la evaluación nutricional antropométrica proporciona el estado nutricional del paciente, lo que viene siendo un factor crítico a considerar en la conformación de una minuta nutricional específica a un paciente determinado.

3.1.2. Solución Propuesta

Para satisfacer las necesidades del problema planteado con anterioridad, se propone en este trabajo de título el desarrollo de una aplicación web. En esta solución, la aplicación debe contar con distintos perfiles respecto a las patologías que se abordarán, esto para que el sistema pueda elaborar las minutas basándose en el perfil que se encuentre. Además el sistema proporcionará un módulo para el ingreso de los datos respectivos en la evaluación nutricional antropométrica, la cual se realiza de manera previa a la elaboración de la minuta. La manera en que el sistema procederá a tomar las decisiones para considerar ciertos alimentos en una minuta será en base a un algoritmo inteligente, el cual trabajará basándose en conocimientos que serán proporcionados por distintos nutricionistas, en donde se conformará un árbol de decisión el cual va a contener el universo de opciones que se manejarán con el fin de generar el conjunto de reglas que logren determinar los alimentos que necesita el paciente.

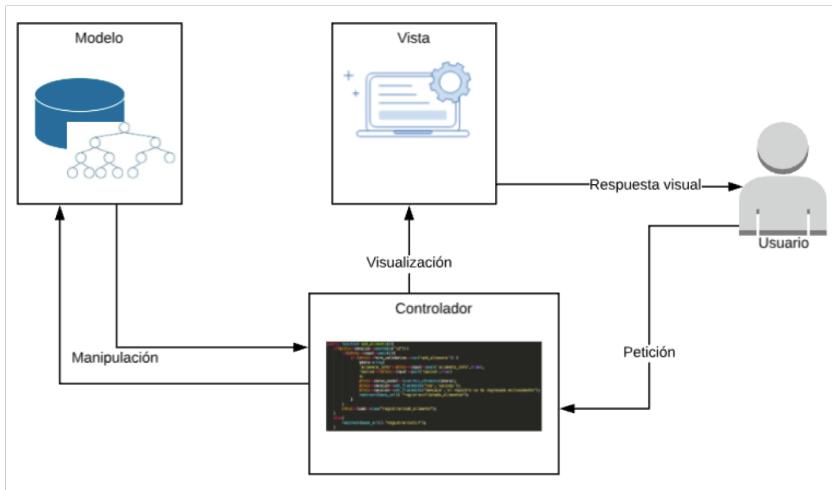


Figura 3.1: Solución propuesta

3.2. Objetivos

3.2.1. Objetivo General

Desarrollar una aplicación web que funcione como sistema de recomendación de minutas nutricionales para especialistas.

3.2.2. Objetivos Específicos

1. Advertir el estado nutricional de un paciente en base a la evaluación nutricional antropométrica.
2. Sugerir una minuta factible para cada caso que involucre nutrición clínica en pacientes.
3. Comparar fichas de un paciente en distintas instancias de tiempo para observar la evolución de su estado.

3.3. Metodología

Para el presente trabajo de título se utilizará una metodología de desarrollo en cascada, la cual se caracteriza por tener un flujo secuencial en el desarrollo de un producto desde su inicio hasta el final de las etapas que deben ser realizadas (observar figura 3.2). Esta metodología promueve un proceso de trabajo efectivo en donde se define antes que

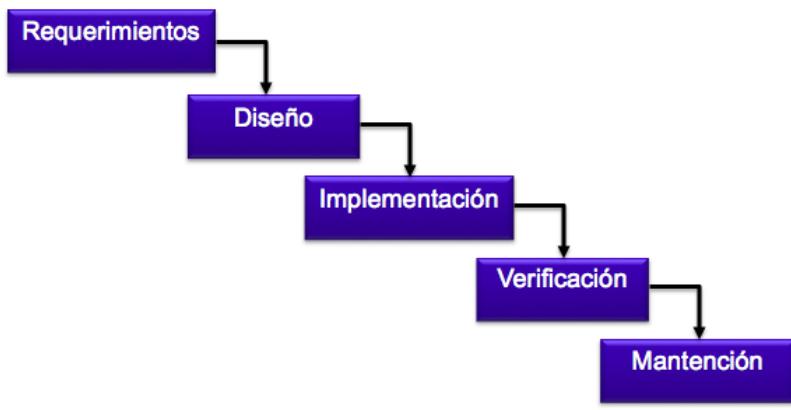


Figura 3.2: Modelo Cascada

diseñar, y se diseña antes de codificar. Esto es necesario para el presente trabajo ya que se

requiere una gran recopilación de información sobre nutrición clínica (seguido por el respectivo análisis) antes de realizar algún diseño o un prototipo funcional ya que los módulos con los que contará la aplicación tendrán una fuerte dependencia entre ellos para lograr el objetivo de conformar una minuta nutricional. Debido a esto, no sería viable utilizar alguna otra metodología que requiera de prototipos funcionales a corto plazo, o incrementos paulatinos de la aplicación por la poca o nula funcionalidad que tendrían esos prototipos. Además esta metodología dispone de una completa planificación y documentación, lo que se adapta en este trabajo de título ya que se deben planificar los plazos de entrega que se deben realizar y se deben redactar los informes en las entregas respectivas.

3.4. Especificación de Requerimientos.

En la sección presente se procederá a definir los requerimientos tanto funcionales como no funcionales que serán considerados para la implementación del sistema a desarrollar.

3.4.1. Requerimiento funcionales

Definición de requerimientos funcionales:

- RF01: El sistema debe permitir registrar a nutricionista.
- RF02: El sistema debe permitir iniciar sesión a nutricionista.
- RF03: El sistema debe permitir crear, modificar y eliminar alimentos especificando propiedades.
- RF04: El sistema debe permitir crear, modificar y eliminar preparaciones.
- RF05: El sistema debe permitir crear ficha de paciente.
- RF06: El sistema debe permitir ingresar medidas de la evaluación nutricional antropométrica.
- RF07: EL sistema debe calcular el índice de masa corporal y el porcentaje de grasa del paciente.
- RF08: El sistema debe informar el estado nutricional del paciente luego de finalizar la evaluación nutricional.
- RF09: El sistema debe permitir seleccionar el grupo patológico que se encuentra el paciente.

- RF10: El sistema debe desplegar las patologías asociadas al grupo patológico del paciente.
- RF11: El sistema debe permitir seleccionar la patología que padece el paciente.
- RF12: El sistema debe desplegar la minuta nutricional recomendada a las condiciones patológicas y nutricionales del paciente.
- RF13: La minuta nutricional debe contener El nombre del paciente, patología asociada, fecha, nombre nutricionista.
- RF14: La minuta nutricional debe informar los alimentos que se deben evitar consumir.
- RF15: El sistema debe permitir consultar por las fichas de los pacientes.
- RF16: El sistema debe permitir ver la evolución del paciente.
- RF17: La interfaz gráfica del sistema debe ser intuitiva.
- RF18: El nutricionista puede editar la minuta que recomienda el sistema.
- RF19: La minuta nutricional debe ser descargada en formato pdf.

3.4.2. Requerimiento no funcionales

- RNF01: El sistema debe tener una interfaz simple de usar.
- RNF02: La aplicación debe ser segura, solo las personas registradas pueden acceder a la información.
- RNF03: El tiempo de aprendizaje del sistema por un usuario deberá ser menor a 3 horas.

3.5. Ingeniería del conocimiento

Los conocimientos y razonamientos de la nutrición clínica se deben representar en el dominio del sistema para ser usados en la construcción de la minuta nutricional. Debido a esto, se debe generar una base del conocimiento la cual extraiga los conocimientos de expertos en el dominio del tema, que en el caso del presente trabajo de título es la nutrición clínica. Para esto, se contactó a 2 nutricionistas, con quienes se realizaron reuniones presenciales donde se abordaron los puntos necesarios para saber como crear una minuta nutricional. El primer paso que se realizó en la extracción del conocimiento, fue acotar el

universo de patologías, ya que muchas de éstas son atendidas por los expertos en casos muy esporádicos, y se necesita un raciocinio diferente con éstas. Debido a esto, se decidió en común acuerdo con ambos nutricionistas que están proporcionando el conocimiento, acotar el universo de patologías a las que son mayoritariamente atendidas por nutricionistas. Éstas se pueden clasificar en 2 grandes grupos, que son:

- Enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT).
- Enfermedades Autoinmunes.

El siguiente paso en la extracción del conocimiento, fue clasificar cada patología que se abordará en uno de los grupos que se definieron con anterioridad. Al trabajar con dos grupos patológicos y 2 expertos en el área de la nutrición, se decidió repartir un grupo patológico a cada especialista para proporcionar el conocimiento, sin embargo no se descarta la retroalimentación entre especialistas, además de la ayuda de un eventual tercer experto en el área de nutrición. Hasta el momento, la base del conocimiento que se está generando, ha sido definida mayormente en el grupo patológico de enfermedades autoinmune, donde se definieron las patologías a considerar y los tipos de dietas que se acomodan a cada una de las patologías. Los tipos de dietas especifican los grupos alimenticios que se tienen permitido consumir, y los que se tienen que evitar, estos tipos de dieta son:

- Dieta antiinflamatoria.
- Dieta Autoinmune.
- Dieta antialérgica.

Por otra parte, el estado nutricional de los pacientes es fundamental para determinar las porciones de alimentos que se considerarán en cada minuta nutricional. Estos datos también serán extraídos de los conocimientos de los especialistas con las cuales se está realizando la base del conocimiento del sistema. Uno de los datos más relevante que se considera en el estado nutricional de un paciente, es el porcentaje de grasa corporal que tiene. Sin embargo, los estándares mundiales de grasa corporal no se ajustan a la realidad en Chile, lo que llevaría a recomendar minutias nutricionales con porciones de comidas inconsecuentes a las condiciones de los pacientes. Debido a esto, se trabajará junto a los especialistas en adaptar estos valores a números razonables, para que así el sistema logre recomendar minutias nutricionales compatibles.

3.5.1. Modelo para ingeniería del conocimiento

La base del conocimiento está siendo modelada con árboles de decisión, donde se parte desglosando los grupos de patologías que serán abordadas (ECNT y las enfermedades autoinmunes). Dentro de estos grupos de enfermedades se categorizan una variedad de

patologías que fueron consideradas por los expertos. Cada una de las patologías autoinmunes apuntan a ser tratadas por los tipos de dietas definidos, las cuales también forman parte de la base del conocimiento del sistema. Estos tipos de dietas tienen el objetivo de informar los tipos de alimentos que se tienen que considerar al momento de consumir o evitar respecto a una patología. La figura 3.3 representa los tipos de alimentos permitidos respecto al tipo de dieta, mientras que la figura 3.4 muestra los alimento a evitar.

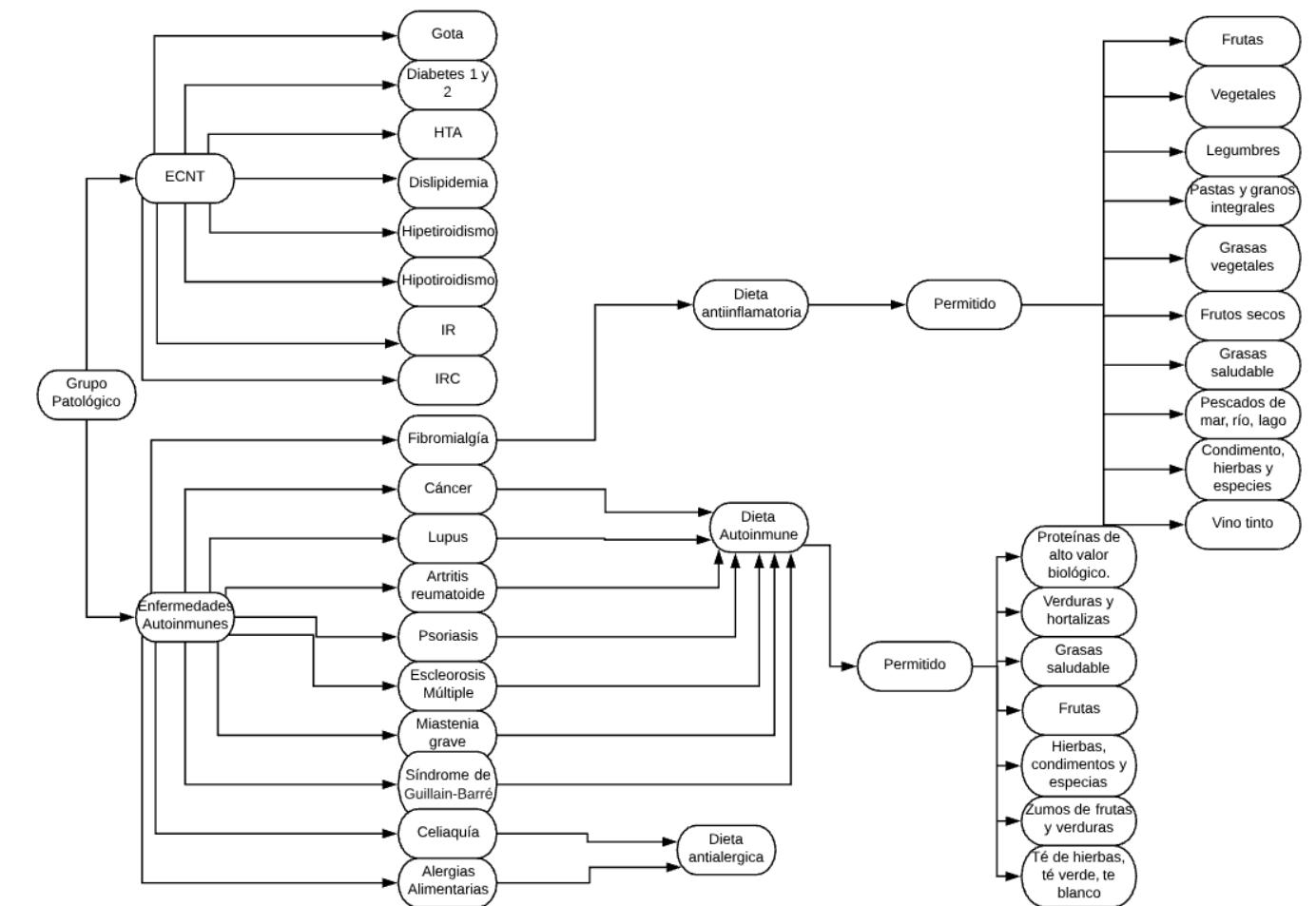


Figura 3.3: Árbol de decisión alimentos permitidos

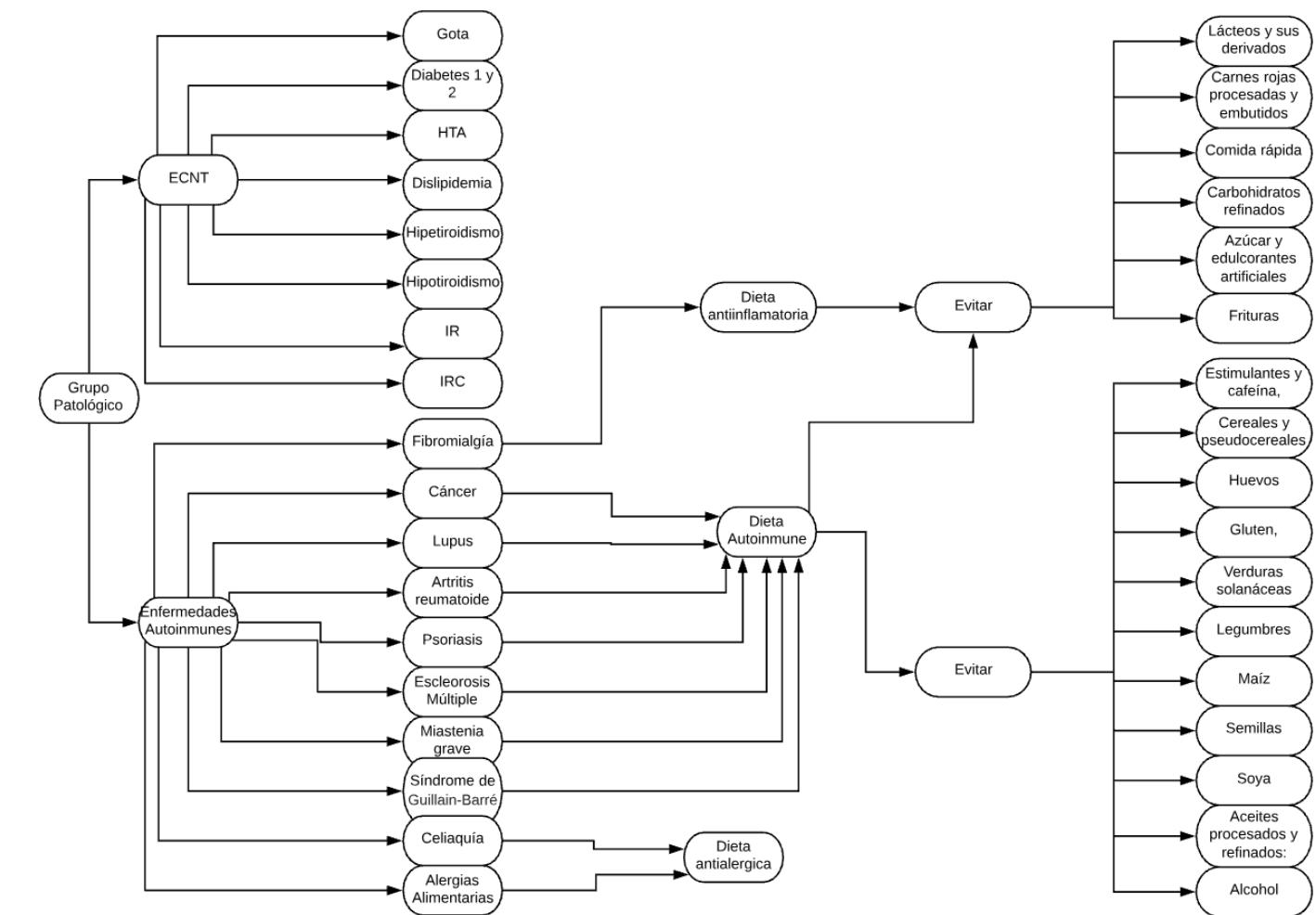


Figura 3.4: Árbol de decisión alimentos a evitar

En el caso de las enfermedades crónicas no transmisibles, no están sujetas a un tipo de dieta ya que los alimentos a considerar son variables en cada una de las enfermedades. Las siguientes figuras corresponden a cada una de estas patologías, identificando los tipos de alimentos a considerar en cada una de ellas.

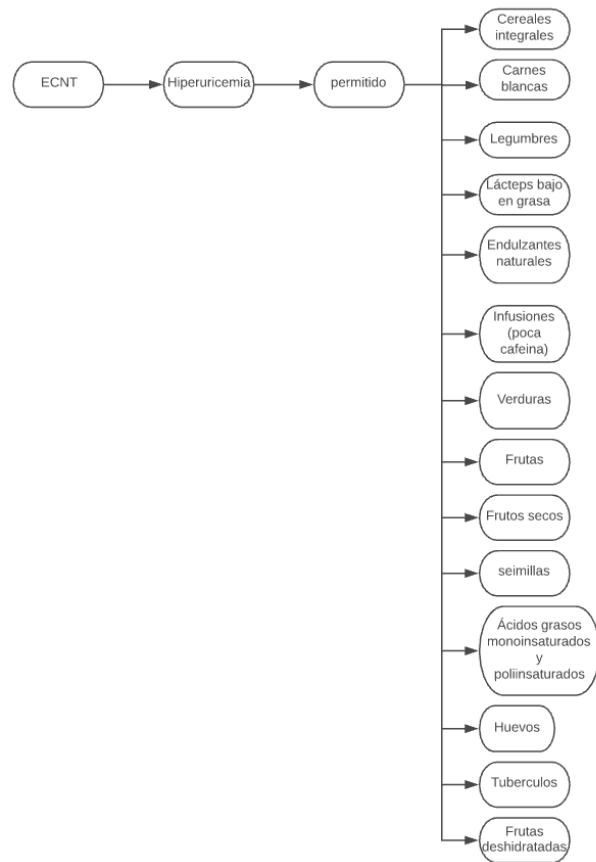


Figura 3.5: Árbol de decisión-hiperuricemia(permitido)

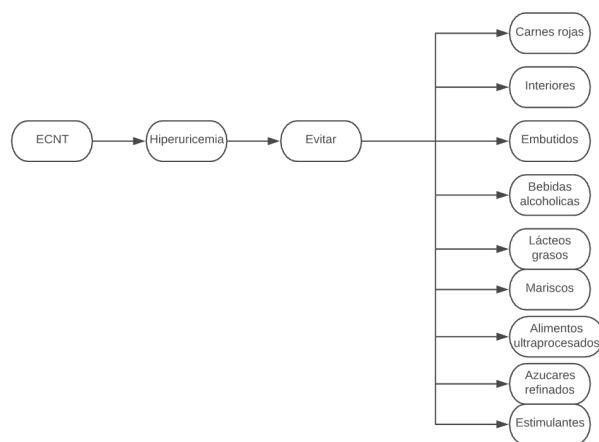


Figura 3.6: Árbol de decisión-hiperuricemia(evitar)

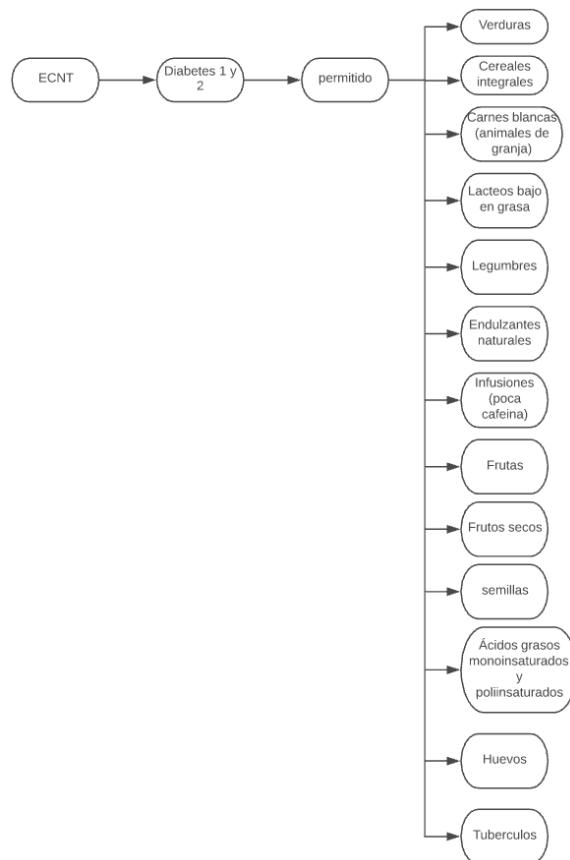


Figura 3.7: Árbol de decisión-diabetes(permitido)

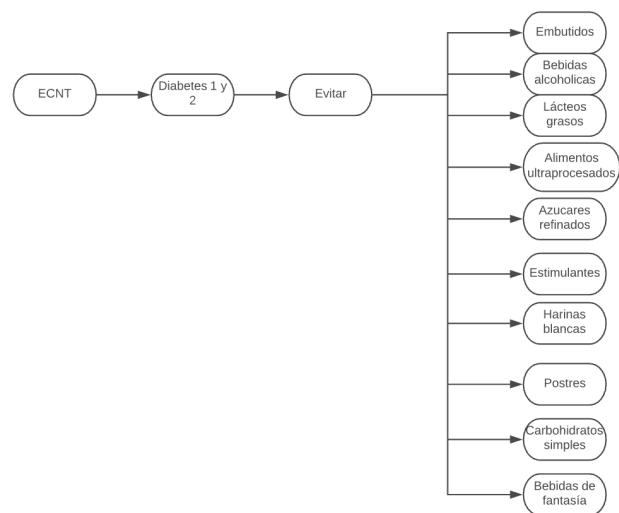


Figura 3.8: Árbol de decisión-diabetes(evitar)

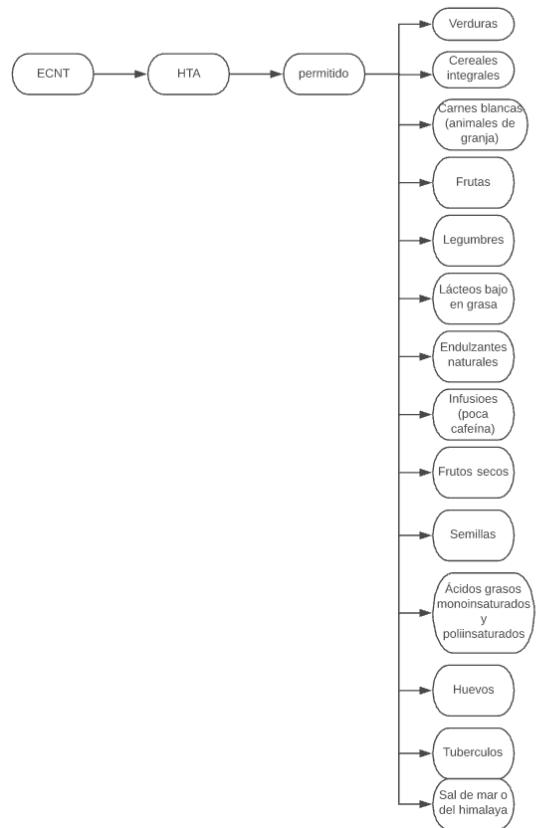


Figura 3.9: Árbol de decisión-HTA(permitido)

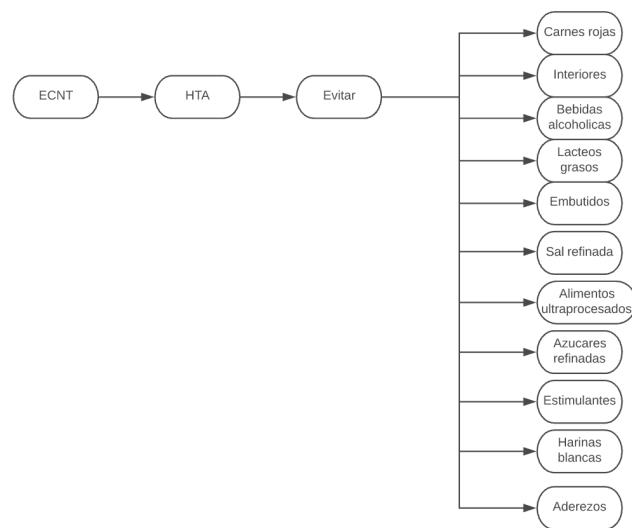


Figura 3.10: Árbol de decisión-HTA(evitar)

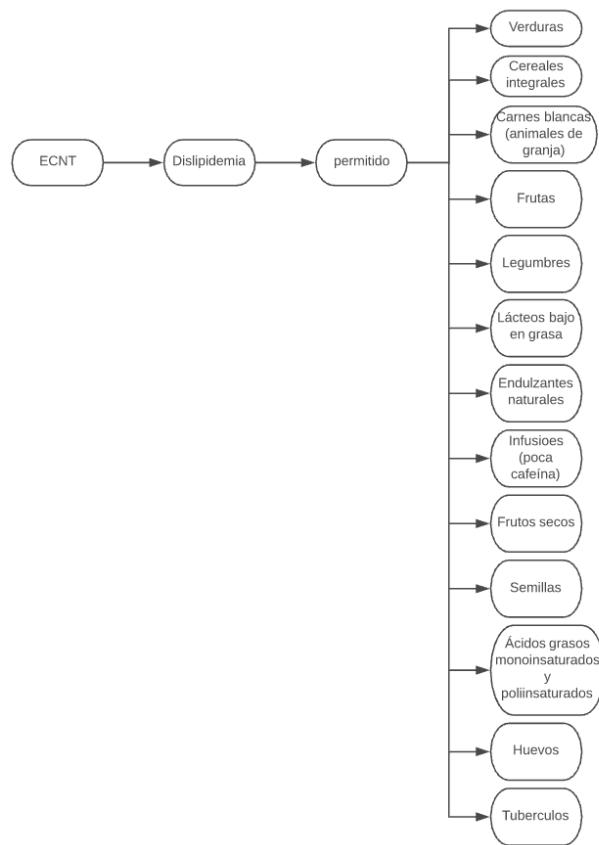


Figura 3.11: Árbol de decisión-dislipidemia(permitido)

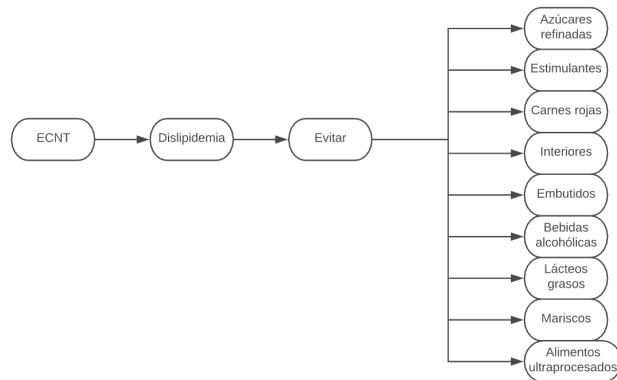


Figura 3.12: Árbol de decisión-dislipidemia(evitar)

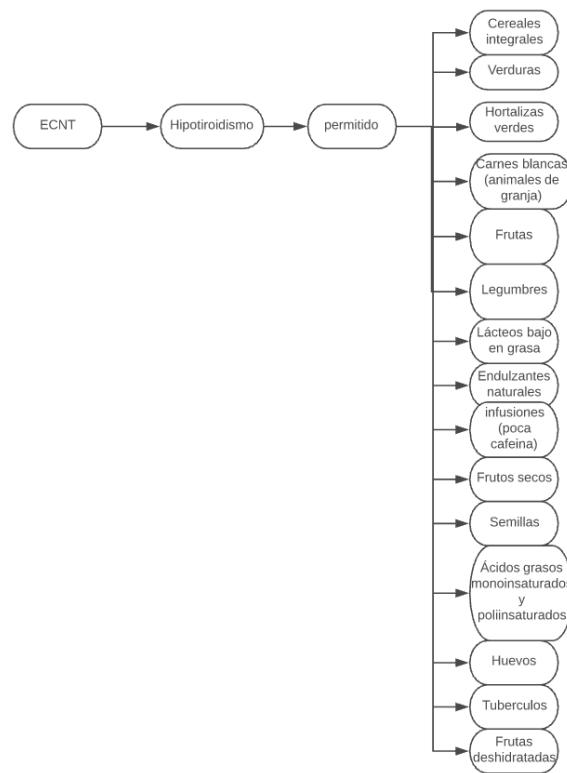


Figura 3.13: Árbol de decisión-hipotiroidismo(permitido)

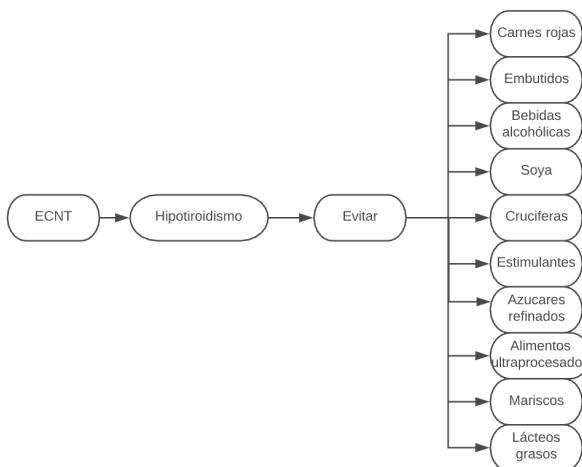


Figura 3.14: Árbol de decisión-hipotiroidismo(evitar)



Figura 3.15: Árbol de decisión-hipertiroidismo(permitido)

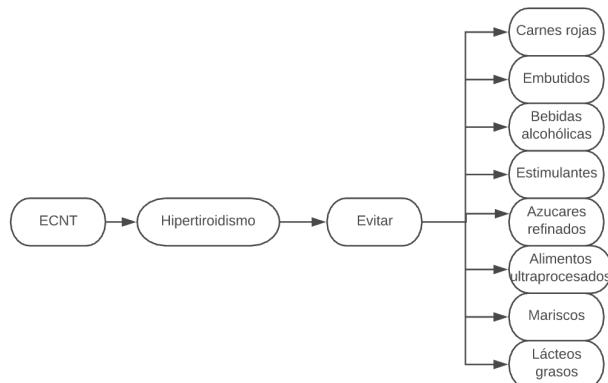


Figura 3.16: Árbol de decisión-hipertiroidismo(evitar)

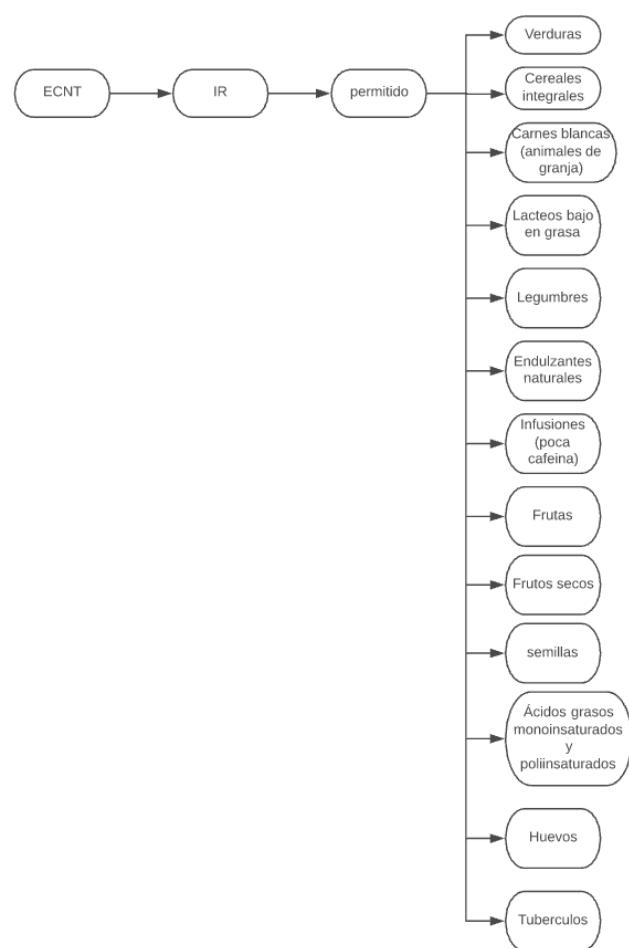


Figura 3.17: Árbol de decisión-IR(permitido)

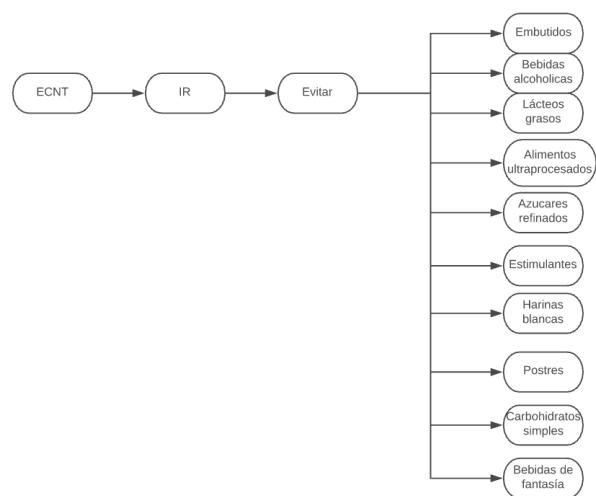


Figura 3.18: Árbol de decisión-IR(evitar)

3.5.2. Análisis de datos

Dentro de la solución a desarrollar, se manejará un gran conjunto de datos referentes a distintas entidades que conformarán el sistema. Debido a esto, fue necesario realizar una especificación de estos datos junto a los especialistas, para saber cuales serán los datos que manejará el sistema, y a que corresponde cada uno de estos. A continuación se listarán las entidades que serán necesarias para el sistema según los especialistas:

- Nutricionista.
 - Nombre completo.
 - Usuario.
 - Contraseña.
 - Sexo.
 - Fecha de nacimiento.
- Paciente.
 - Nombre completo.
 - Sexo.
 - Fecha de nacimiento.
 - Patología.
 - Ficha clínica
 - Evaluaciones nutricionales.
- Alimentos.
 - Nombre.
 - Tipo.
 - Aporte de nutrientes.
 - Propiedades.
- Preparaciones.
 - Nombre.
 - Composición de alimentos.
- Patología.
 - Nombre.
 - Grupo patológico.

3.6. Diagramas de casos de uso del sistema

3.6.1. Funcionalidades generales

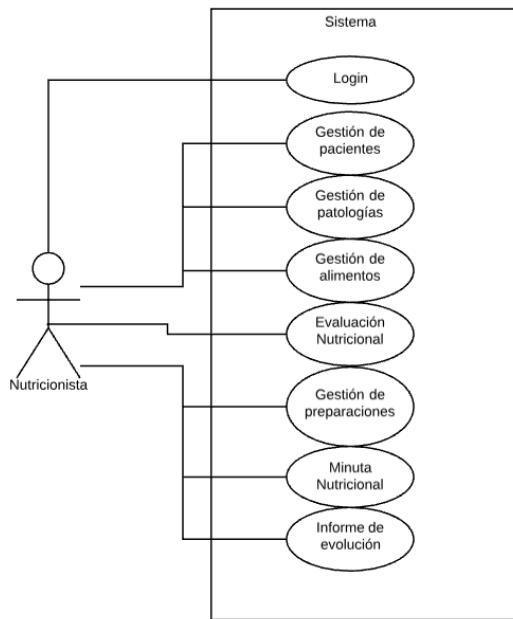


Figura 3.19: Diagrama de casos de uso funcionalidades generales

En la figura 3.19 se refleja la interacción a nivel general del usuario (un nutricionista), con los distintos módulos que serán parte del sistema. Estos módulos son:

- Login.
- Gestión de paciente.
- Gestión de patologías.
- Gestión de alimentos.
- Gestión de preparaciones.
- Evaluación Nutricional.
- Minuta nutricional.
- Informe de evolución.

3.6.2. Gestión de Pacientes

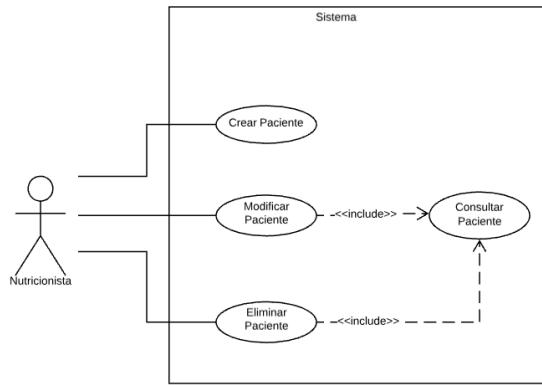


Figura 3.20: Diagrama de Casos de uso gestión de pacientes

En la figura 3.20 se reflejan las acciones que puede realizar el nutricionista respecto a la gestión de los pacientes. El nutricionista puede crear la ficha de un paciente, como también modificarla y eliminarla. Para estas últimas dos acciones el nutricionista debe previamente consultar por la existencia del paciente en el sistema.

3.6.3. Gestión de Alimentos

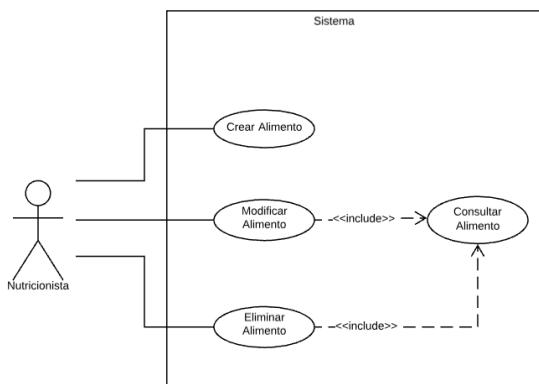


Figura 3.21: Diagrama de Casos de uso gestión de alimentos

En la figura 3.21 se reflejan las acciones que puede realizar el nutricionista respecto a la gestión de los alimentos. El nutricionista puede crear un alimento en el sistema, como

también modificarlo y eliminarlo. Para estas últimas dos acciones el nutricionista debe previamente consultar por la existencia del alimento en el sistema.

3.6.4. Gestión de preparaciones

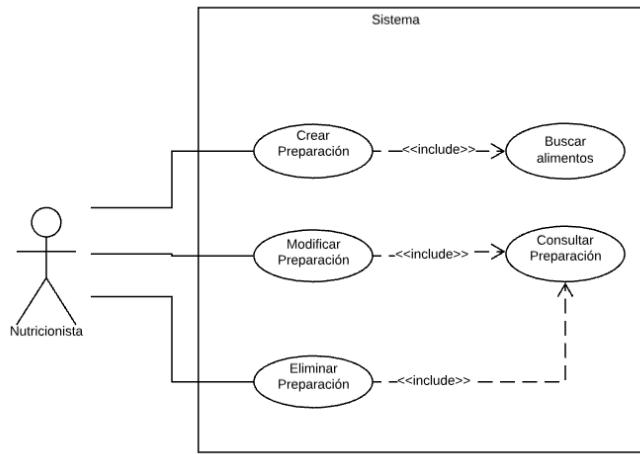


Figura 3.22: Diagrama de Casos de uso gestión de preparaciones

En la figura 3.22 se reflejan las acciones que puede realizar el nutricionista respecto a la gestión de las preparaciones. El nutricionista puede crear una preparación en el sistema siempre y cuando existan los alimentos que componen esta preparación ya que deben ser asignados a ésta. Además el nutricionista puede modificar y eliminar una preparación realizando previamente la consulta por la existencia de ésta.

3.6.5. Gestión de Patologías

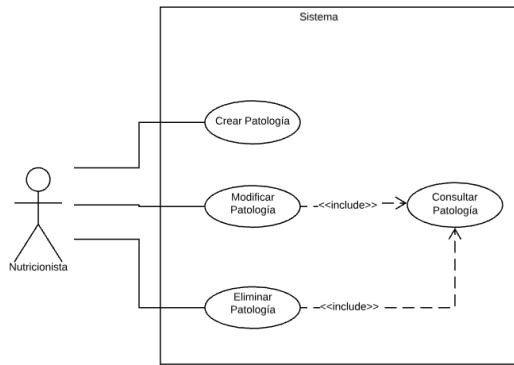


Figura 3.23: Diagrama de Casos de uso gestión de patologías

En la figura 3.23 se reflejan las acciones que puede realizar el nutricionista respecto a la gestión de las patologías. El nutricionista puede crear una patología en el sistema, como también modificarla y eliminarla. Para estas últimas dos acciones el nutricionista debe previamente consultar por la existencia de la patología en el sistema.

3.6.6. Evaluación nutricional

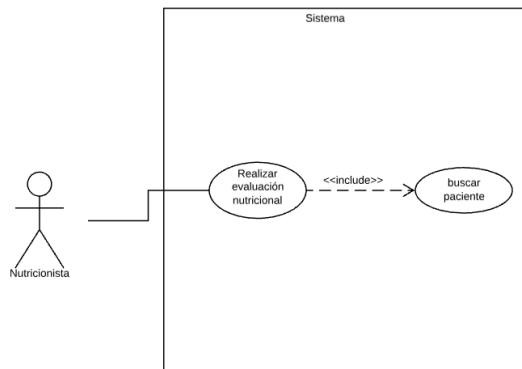


Figura 3.24: Diagrama de Casos de uso evaluación nutricional

En la figura 3.24 se refleja que el nutricionista puede proceder a realizar una evaluación nutricional seleccionando previamente al paciente que se le realizará la evaluación.

3.6.7. Recomendación de minuta nutricional

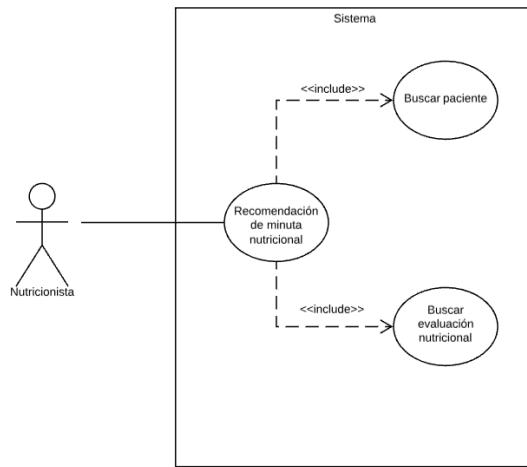


Figura 3.25: Diagrama de Casos de uso recomendación de minuta nutricional

En la figura 3.25 se refleja que el nutricionista puede proceder a solicitar la recomendación de una minuta nutricional, para esto se debe seleccionar previamente al paciente que el nutricionista está atendiendo, y además se necesita seleccionar la evaluación nutricional de éste para saber el estado en el que se encuentra.

3.6.8. Informe de evolución del paciente

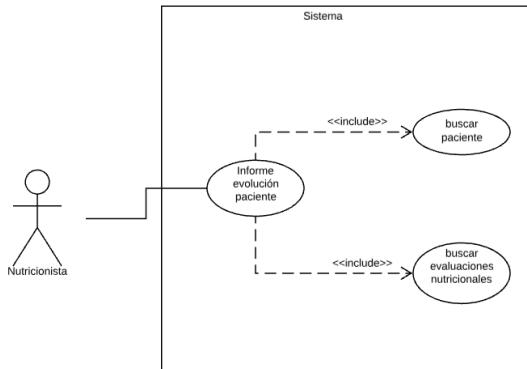


Figura 3.26: Diagrama de Casos de uso evolución del paciente

En la figura 3.26 se refleja que el nutricionista puede generar un informe de la evolución de un paciente, para generar este informe el nutricionista debe seleccionar previamente al paciente y además se necesita seleccionar un conjunto de evaluaciones nutricionales asociadas a ese paciente para poder reflejar en el informe como a evolucionado su estado nutricional.

3.7. Diagramas de Secuencia del Sistema

3.7.1. Registro de nutricionista

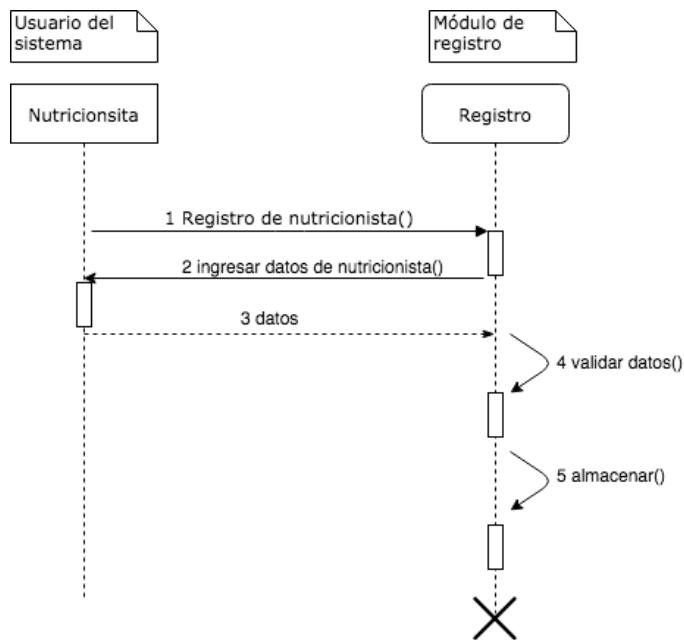


Figura 3.27: Diagrama secuencial registro de nutricionista

Explicación pasos de la secuencia

- 1.- El nutricionista ingresa a módulo de registro.
- 2.- El sistema solicita el ingreso de los datos a registrar.
- 3.-El nutricionista ingresa datos a registrar.

- 4.- El sistema valida los datos.
- 5.- El sistema almacena los datos.

3.7.2. Gestión de paciente

Ingreso paciente

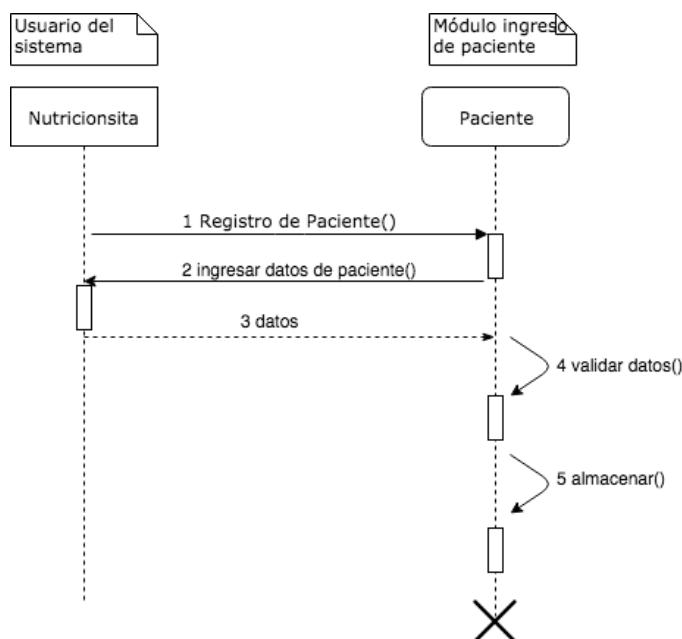


Figura 3.28: Diagrama secuencial registro de paciente

Explicación pasos de la secuencia

- 1.- El nutricionista ingresa a módulo para ingresar a paciente.
- 2.- El sistema solicita el ingreso de los datos del paciente.
- 3.-El nutricionista ingresa datos.
- 4.- El sistema valida los datos.
- 5.- El sistema almacena los datos.

Modificación paciente

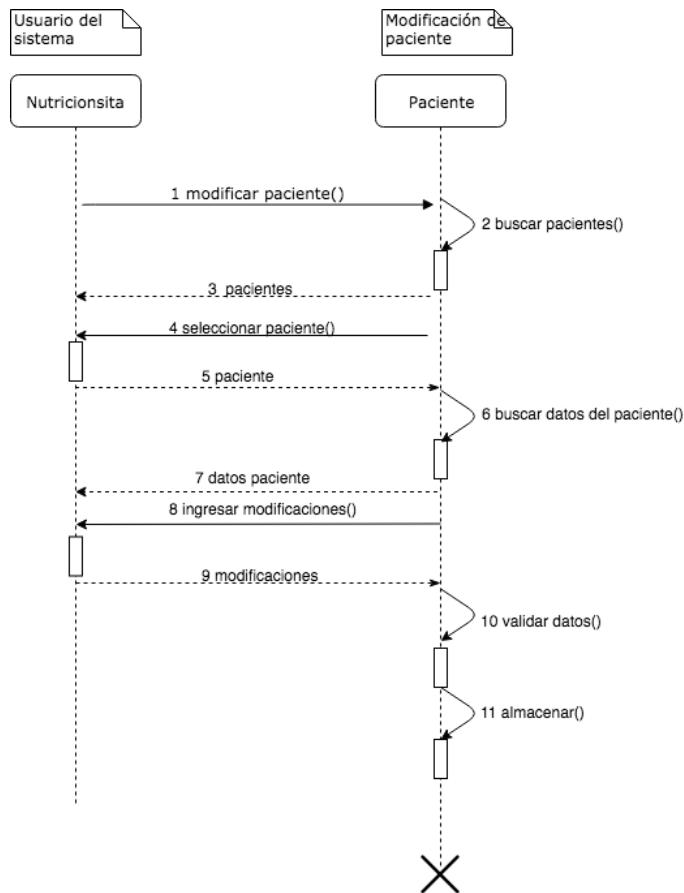


Figura 3.29: Diagrama secuencial modificación paciente

Explicación pasos de la secuencia

- 1.- El nutricionista ingresa a módulo para modificar datos del paciente.
- 2.- El sistema busca los registros de pacientes almacenados.
- 3.-El sistema retorna los registros de pacientes almacenados.
- 4.- El sistema solicita seleccionar un paciente.
- 5.- El nutricionista selecciona al paciente que desea modificar.

- 6.- El sistema busca los datos del paciente seleccionado.
- 7.- El sistema retorna los datos del paciente.
- 8.- El sistema solicita el ingreso de los datos a modificar.
- 9.- El nutricionista ingresa las modificaciones.
- 10.- El sistema valida las modificaciones.
- 11.- El sistema almacena las modificaciones.

Eliminación paciente

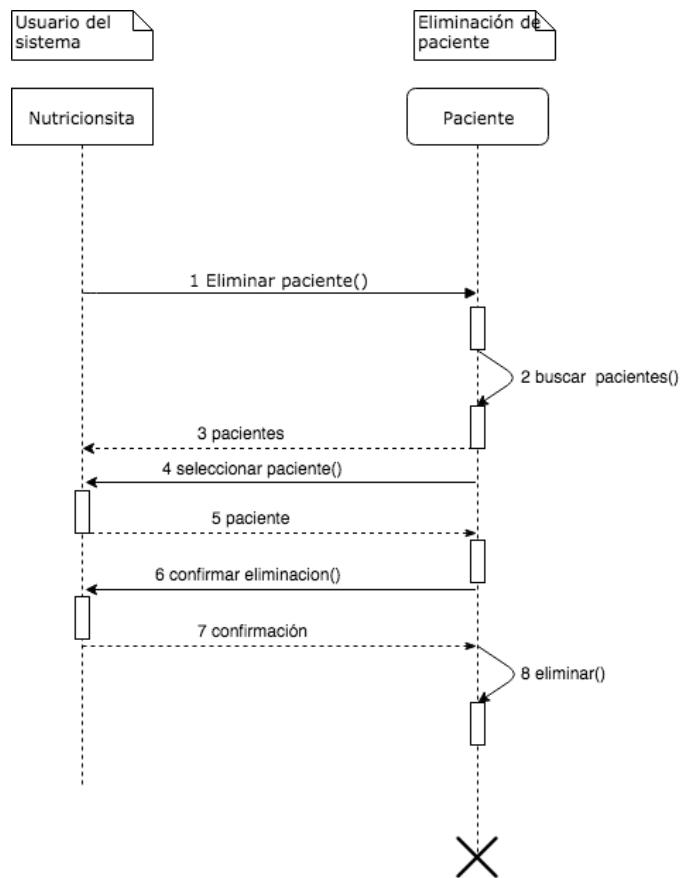


Figura 3.30: Diagrama secuencial eliminación paciente

Explicación pasos de la secuencia

- 1.- El nutricionista ingresa a módulo para eliminar registro de paciente.
- 2.- El sistema busca los registros de pacientes almacenados.
- 3.-El sistema retorna los registros de pacientes almacenados.
- 4.- El sistema solicita seleccionar un paciente.
- 5.- El nutricionista selecciona al paciente que desea eliminar.
- 6.- El sistema solicita confirmar la acción a realizar.
- 7.- El nutricionista confirma la acción.
- 8.- El sistema elimina el registro.

3.7.3. Gestión patología

Agregar patología

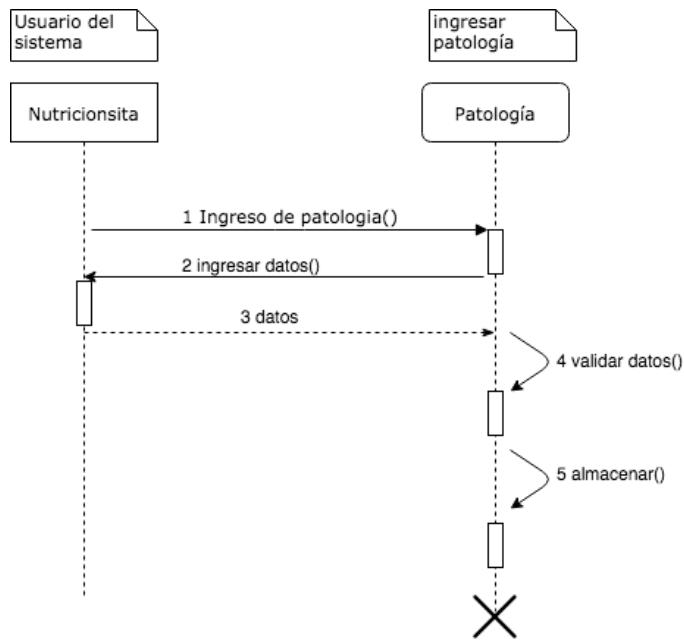


Figura 3.31: Diagrama secuencial ingreso de patología

Explicación pasos de la secuencia

- 1.- El nutricionista ingresa a módulo para ingresar patología.
- 2.- El sistema solicita el ingreso de los datos de la patología.
- 3.-El nutricionista ingresa datos.
- 4.- El sistema valida los datos.
- 5.- El sistema almacena los datos.

Modificación de patología

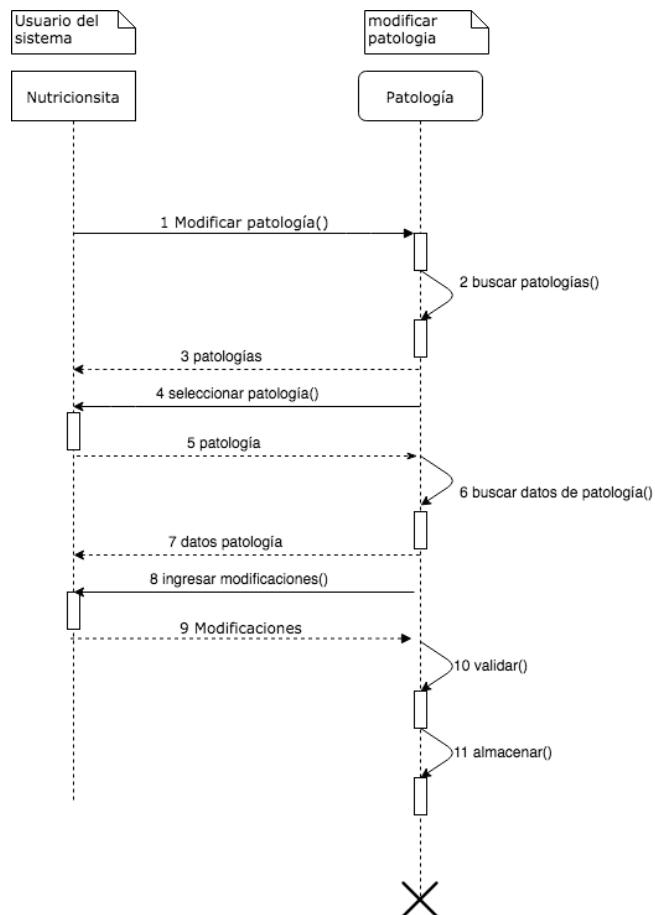


Figura 3.32: Diagrama secuencial modificación de patología

- 1.- El nutricionista ingresa a módulo para modificar datos de patología.
- 2.- El sistema busca los registros de patologías almacenadas.
- 3.-El sistema retorna los registros de patologías almacenadas.
- 4.- El sistema solicita seleccionar una patología.
- 5.- El nutricionista selecciona la patología que desea modificar.
- 6.- El sistema busca los datos de la patología seleccionado.

- 7.- El sistema retorna los datos de la patología.
- 8.- El sistema solicita el ingreso de los datos a modificar.
- 9.- El nutricionista ingresa las modificaciones.
- 10.- El sistema valida las modificaciones.
- 11.- El sistema almacena las modificaciones.

Eliminación de patología

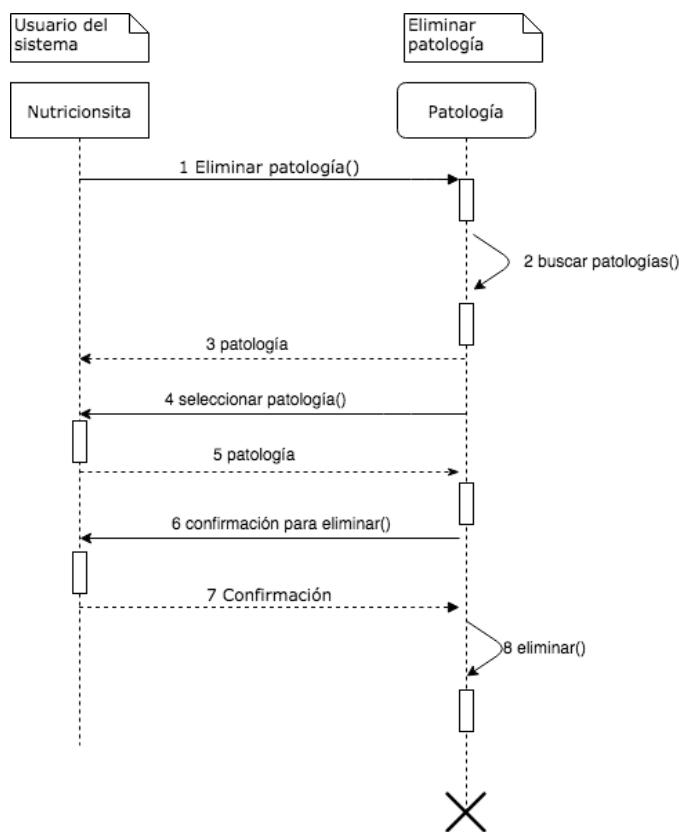


Figura 3.33: Diagrama secuencial eliminación de patología

- 1.- El nutricionista ingresa a módulo para eliminar registro de patología.
- 2.- El sistema busca los registros de patologías almacenadas.

- 3.-El sistema retorna los registros de patologías almacenadas.
- 4.- El sistema solicita seleccionar una patología.
- 5.- El nutricionista selecciona la patología que desea eliminar.
- 6.- El sistema solicita confirmar la acción a realizar.
- 7.- El nutricionista confirma la acción.
- 8.- El sistema elimina el registro.

3.7.4. Gestión de alimentos

Agregar alimento

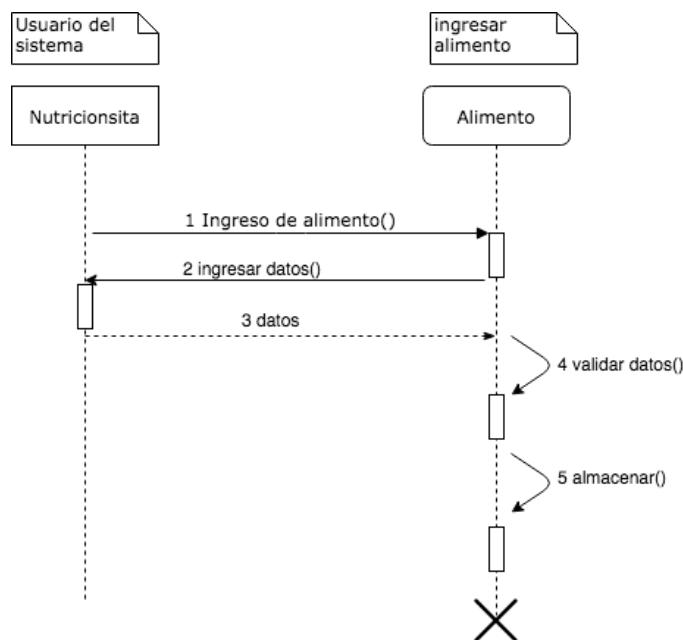


Figura 3.34: Diagrama secuencial ingreso de alimento

- 1.- El nutricionista ingresa a módulo para ingresar alimento.
- 2.- El sistema solicita el ingreso de los datos del alimento.

- 3.-El nutricionista ingresa datos.
- 4.- El sistema valida los datos.
- 5.- El sistema almacena los datos.

Modificar alimento

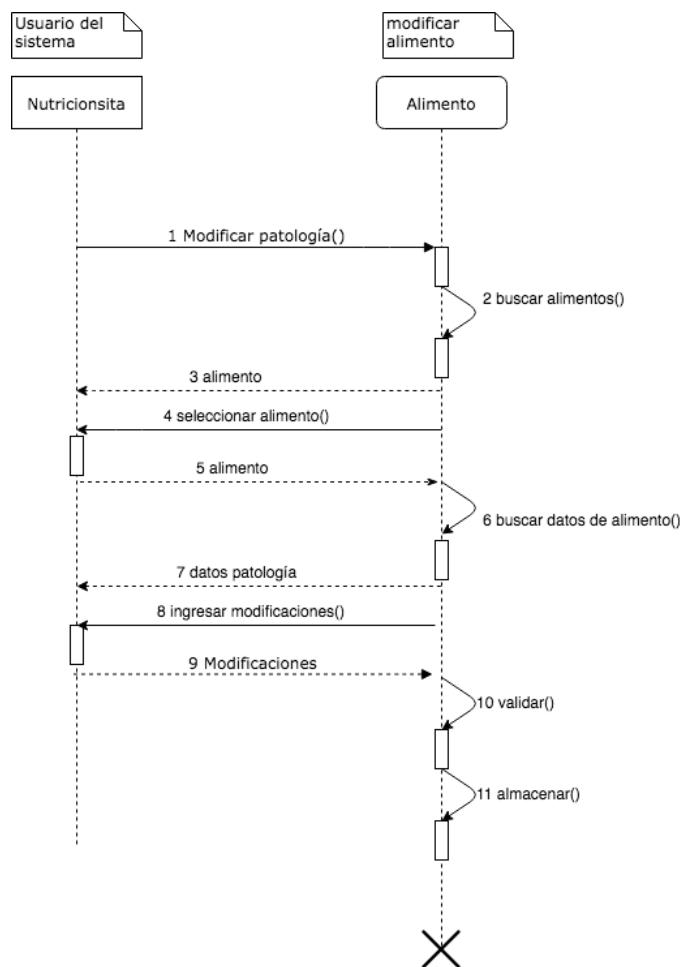


Figura 3.35: Diagrama secuencial modificación de alimento

- 1.- El nutricionista ingresa a módulo para modificar datos de alimento.
- 2.- El sistema busca los registros de alimentos almacenados.

- 3.-El sistema retorna los registros de alimentos almacenados.
- 4.- El sistema solicita seleccionar un alimento.
- 5.- El nutricionista selecciona el alimento que desea modificar.
- 6.- El sistema busca los datos del alimento seleccionado.
- 7.- El sistema retorna los datos del alimento.
- 8.- El sistema solicita el ingreso de los datos a modificar.
- 9.- El nutricionista ingresa las modificaciones.
- 10.- El sistema valida las modificaciones.
- 11.- El sistema almacena las modificaciones.

Eliminación de alimento

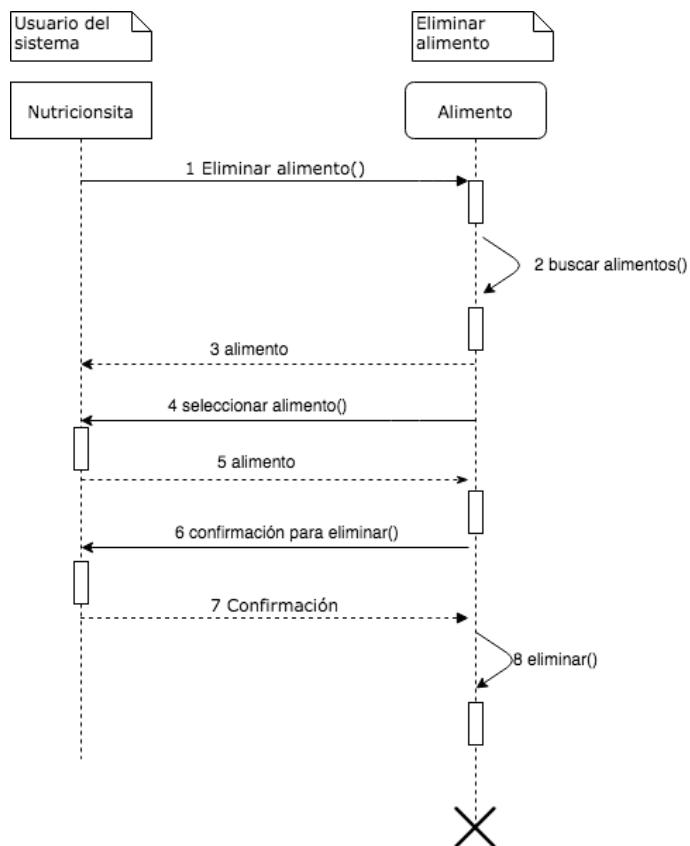


Figura 3.36: Diagrama secuencial eliminación de alimento

- 1.- El nutricionista ingresa a módulo para eliminar registro de alimento.
- 2.- El sistema busca los registros de alimentos almacenados.
- 3.-El sistema retorna los registros de alimentos almacenados.
- 4.- El sistema solicita seleccionar un alimento.
- 5.- El nutricionista selecciona el alimento que desea eliminar.
- 6.- El sistema solicita confirmar la acción a realizar.
- 7.- El nutricionista confirma la acción.

- 8.- El sistema elimina el registro.

3.7.5. Gestión de preparaciones

Ingreso de preparación

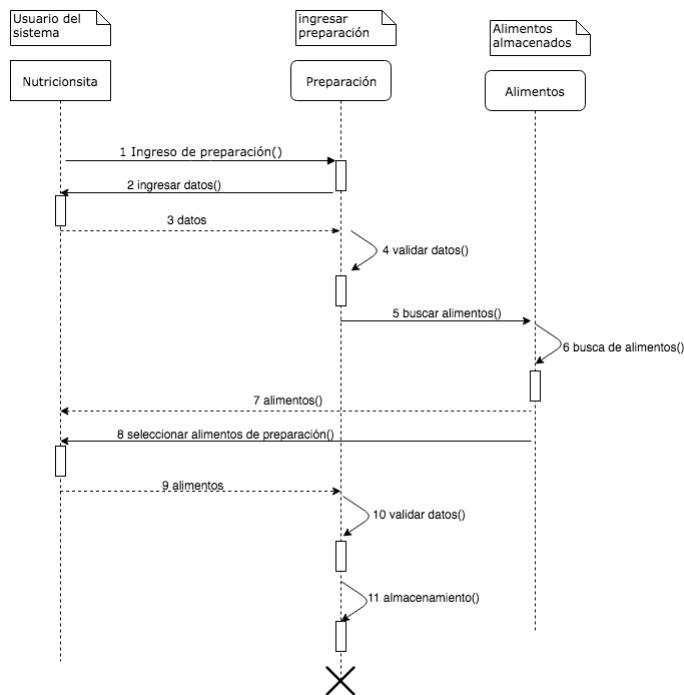


Figura 3.37: Diagrama secuencial ingreso de preparación

- 1.- El nutricionista ingresa a módulo para ingresar preparación.
- 2.- El sistema solicita el ingreso de los datos del alimento.
- 3.-El nutricionista ingresa datos.
- 4.- El sistema valida los datos.
- 5.- El sistema debe buscar los alimentos almacenados.
- 6.- El sistema busca alimentos.
- 7.- El sistema retorna los alimentos almacenados.

- 8.- El sistema solicita seleccionar alimentos que conforman la preparación.
- 9.- El nutricionista selecciona los alimentos.
- 10.- El sistema valida los datos.
- 11.- El sistema almacena los datos.

Modificación de preparación

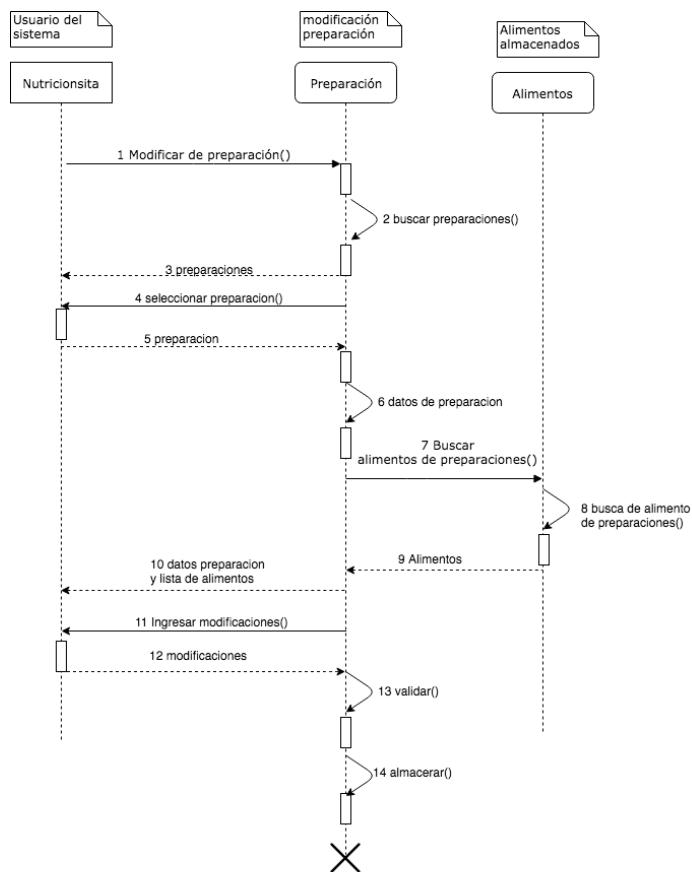


Figura 3.38: Diagrama secuencial modificación de preparación

- 1.- El nutricionista ingresa a módulo para modificar datos de preparación.
- 2.- El sistema busca los registros de preparaciones almacenadas.

- 3.-El sistema retorna los registros de preparaciones almacenados.
- 4.- El sistema solicita seleccionar una preparación.
- 5.- El nutricionista selecciona la preparación que desea modificar.
- 6.- El sistema busca los datos de la preparación seleccionado.
- 7.- El sistema debe buscar los alimentos almacenados.
- 8.- El sistema busca alimentos almacenados.
- 9.- El sistema retorna los alimentos almacenados.
- 10.- El sistema retorna alimentos almacenados y datos de la preparación.
- 11.- El nutricionista ingresa modificaciones.
- 12.- El sistema valida los datos.
- 13.- El sistema almacena los datos.

Eliminación de preparación

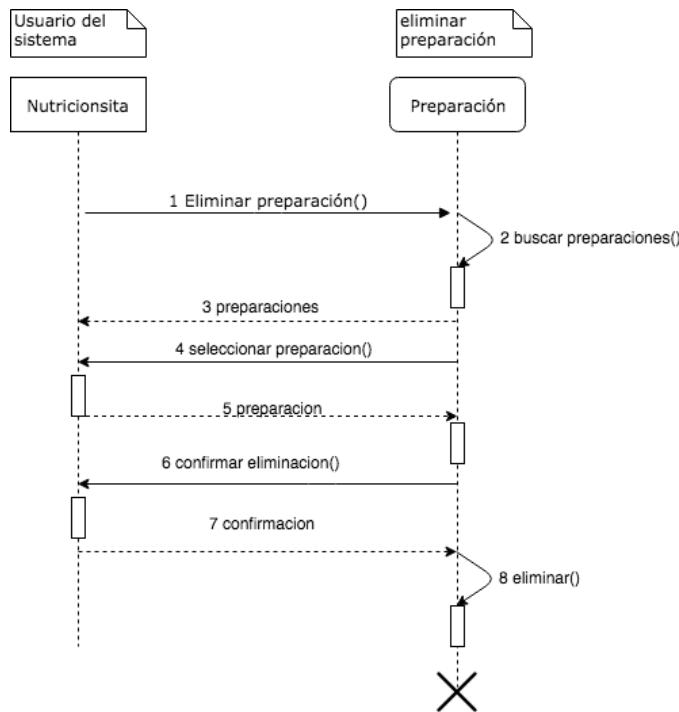


Figura 3.39: Diagrama secuencial eliminación de preparación

- 1.- El nutricionista ingresa a módulo para eliminar registro de preparación.
- 2.- El sistema busca los registros de preparaciones almacenadas.
- 3.-El sistema retorna los registros de preparaciones almacenados.
- 4.- El sistema solicita seleccionar una preparación.
- 5.- El nutricionista selecciona la preparación que desea eliminar.
- 6.- El sistema solicita confirmar la acción a realizar.
- 7.- El nutricionista confirma la acción.
- 8.- El sistema elimina el registro.

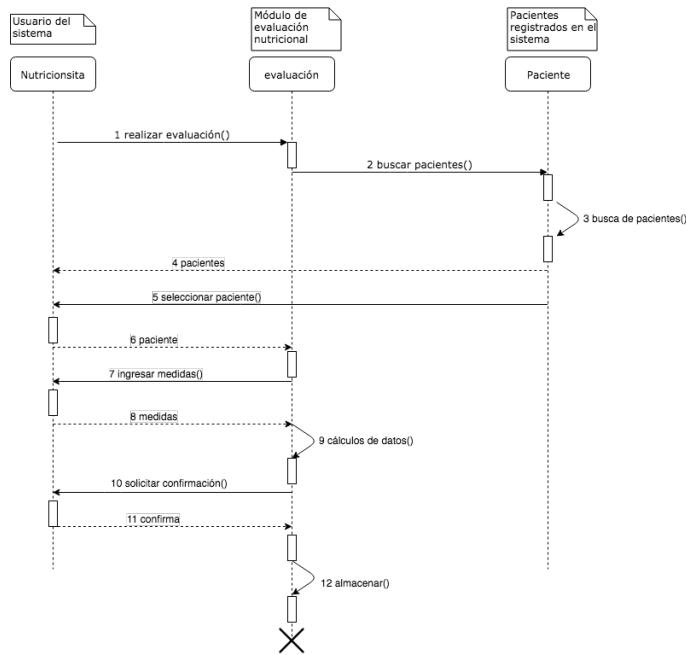


Figura 3.40: Diagrama secuencial evaluación nutricional

3.7.6. Evaluación nutricional

- 1.- El nutricionista ingresa a módulo para realizar una evaluación nutricional.
- 2.- El sistema debe buscar los registros de pacientes almacenados.
- 3.-El sistema busca pacientes almacenados.
- 4.- El sistema retorna los pacientes almacenados.
- 5.- El sistema solicita seleccionar paciente.
- 6.- El nutricionista selecciona paciente.
- 7.- El sistema solicita el ingreso de medidas antropométricas.
- 8.- El nutricionista ingresa medidas antropométricas.
- 9.- El sistema calcula datos para determinar estado nutricional.
- 10.- El sistema solicita confirmación de los datos.
- 11.- El nutricionista confirma los datos.

- 12.- El sistema almacena los datos.

3.7.7. Generar recomendación de minuta

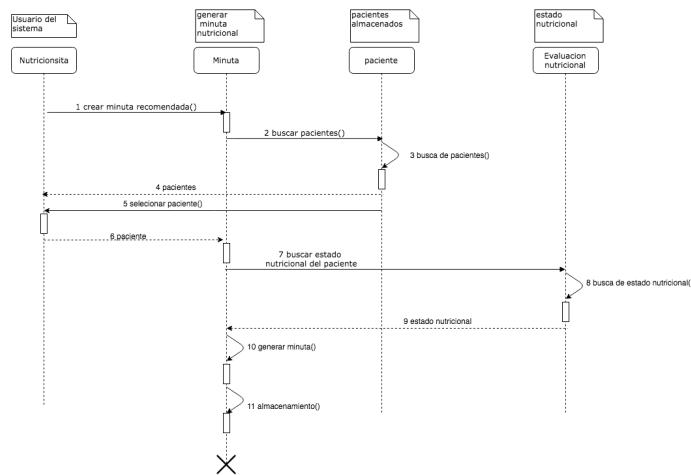


Figura 3.41: Diagrama secuencial recomendación minuta nutricional

- 1.- El nutricionista ingresa a módulo para solicitar una recomendación de minuta nutricional.
- 2.- El sistema debe buscar los pacientes almacenados.
- 3.-El sistema busca pacientes almacenados.
- 4.- El sistema retorna los pacientes almacenados.
- 5.- El sistema solicita seleccionar paciente.
- 6.- El nutricionista selecciona paciente.
- 7.- El sistema debe buscar evaluaciones nutricionales del paciente seleccionado.
- 8.- El sistema busca evaluaciones nutricionales del paciente seleccionado.
- 9.- El sistema obtiene evaluaciones nutricionales del paciente seleccionado.
- 10.- El sistema genera minuta nutricional.
- 11.- El sistema almacena minuta nutricional.

3.7.8. Evolución del paciente

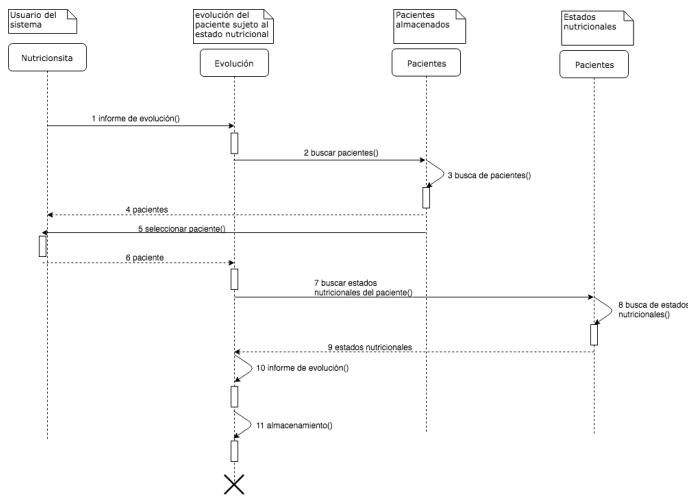


Figura 3.42: Diagrama secuencial evolución del paciente

- 1.- El nutricionista ingresa a módulo para generar informe de evolución del paciente.
- 2.- El sistema debe buscar los pacientes almacenados.
- 3.- El sistema busca pacientes almacenados.
- 4.- El sistema retorna los pacientes almacenados.
- 5.- El sistema solicita seleccionar paciente.
- 6.- El nutricionista selecciona paciente.
- 7.- El sistema debe buscar evaluaciones nutricionales del paciente seleccionado.
- 8.- El sistema busca evaluaciones nutricionales del paciente seleccionado.
- 9.- El sistema obtiene evaluaciones nutricionales del paciente seleccionado.
- 10.- El sistema genera informe de evolución del paciente.
- 11.- El sistema almacena minuta nutricional.

Capítulo 4

Diseño

En este capítulo se aborda la etapa de diseño del presente trabajo de título, donde se especificarán los distintos diseños (arquitectónico, ingeniería del conocimiento, interfaz, lógico, datos y pruebas) que conformarán el sistema a implementar.

4.1. Diseño arquitectónico

4.1.1. Tecnologías utilizadas

Las tecnologías que serán consideradas para el desarrollo del presente trabajo de título son:

- Codeigniter[1]: framework de php que será utilizado para el desarrollo del sistema.
- Javascript[16]: lenguaje de programación utilizado principalmente en la creación de páginas web dinámicas.
- Mysql[5]: la elección de este sistema gestor de base de datos se debe a que el volumen de registros que se manipularán en la aplicación a desarrollar no será demasiado, por lo que las características y beneficios que ofrece este motor son suficientes para optar por su uso.

En la figura 4.1 se visualiza el funcionamiento e interacción de las diferentes tecnologías mencionadas con anterioridad.

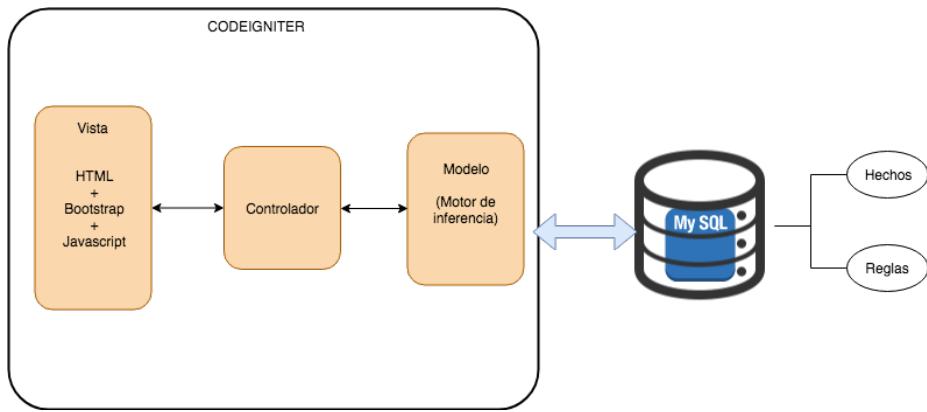


Figura 4.1: Diseño arquitectónico

4.1.2. Diagrama de despliegue

El diagrama de despliegue que se muestra en la figura 4.2, representa una vista estática del comportamiento del sistema en tiempo de ejecución identificando cada uno de los nodo que conforman la totalidad del sistema.

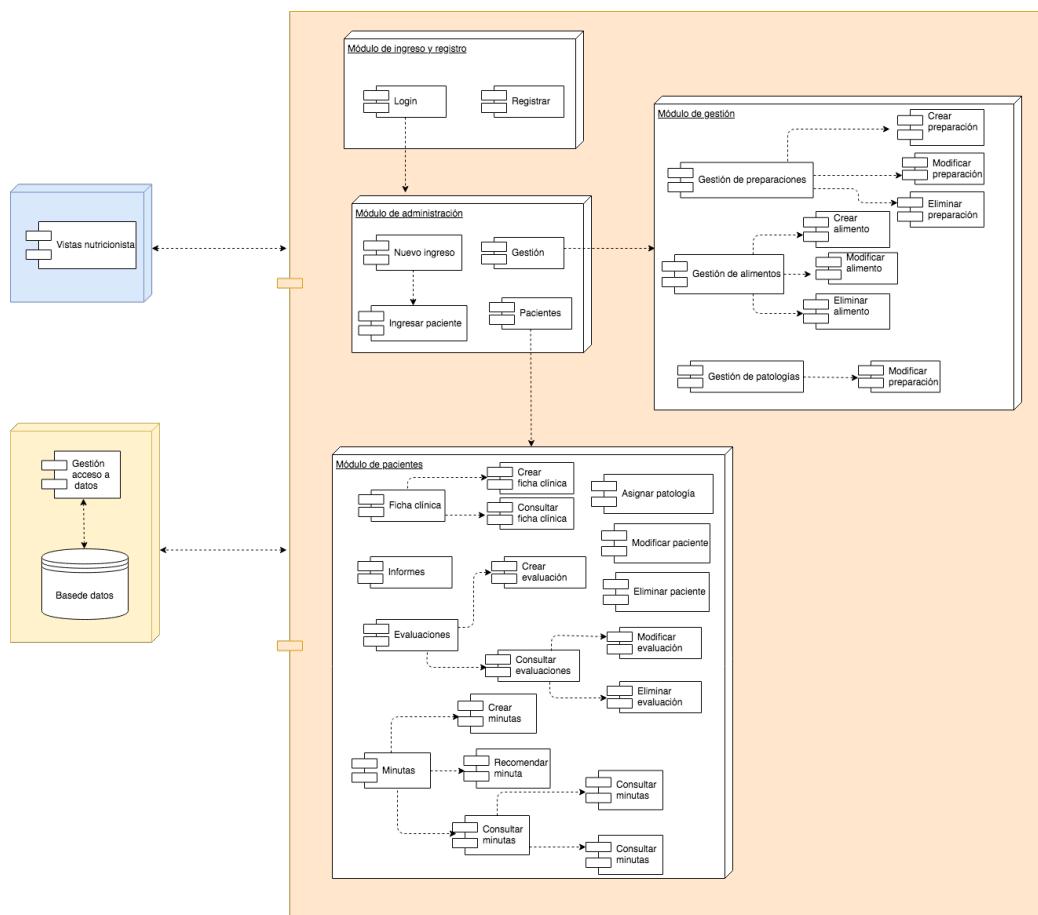


Figura 4.2: Diagrama de despliegue

4.2. Diseño ingeniería del conocimiento

La extracción del conocimiento de los expertos en el área de la nutrición, se relaciona directamente con la metodología de desarrollo con la cual se está trabajando. En este trabajo de título se está trabajando con la metodología cascada (definida en el capítulo anterior), por lo que es importante respetar cada una de las etapas de ésta para abordar y obtener de manera correcta el conocimiento que se requiere. En la figura 4.3 se especifican las tareas que se realizarán para la extracción del conocimiento en base a las etapas de la metodología.



Figura 4.3: Diseño ingeniería del conocimiento

4.2.1. Forward chaining (encadenamiento hacia adelante)

El funcionamiento del motor de inferencia para obtener las recomendaciones de preparaciones pertinentes, está basado en un método de razonamiento llamado forward chaining[18]. La lógica de funcionamiento del método forward chaining se basa en obtener datos a partir de otros datos los cuales están disponibles en un entorno, hasta alcanzar un objetivo. Dicho esto, el motor de inferencia lo que hará es buscar las reglas de inferencia especificadas y cuando considere una regla como verdadera (respecto a los parámetros evaluados), el motor podrá concluir o inferir los datos finales. En el caso del presente trabajo de título, las reglas de inferencia están insertas en la base de reglas del sistema las cuales determinan los tipos de alimentos permitidos y restringidos para el consumo de los pacientes respecto a sus patologías asociadas y su actual estado nutricional.

Los motivos por los cuales se optó por el uso de la técnica forward chaining para la lógica del motor de inferencia, se debe a que la recepción de nuevos datos puede llegar a desencadenar nuevas inferencias, lo que hace que el motor de

inferencia sea más adecuado ante situaciones de mayor dinamismo en las que las condiciones están sujetas a recurrentes cambios. Por lo tanto, estas razones hacen viable el uso de forward chaining debido a que las reglas de inferencia del presente trabajo son muy propensas a cambios, ya sea por la inclusión de nuevos alimentos, patologías y/o preparaciones al sistema. En la figura 4.4 se puede visualizar el funcionamiento de la metodología forward chaining para la obtención de las preparaciones a recomendar.

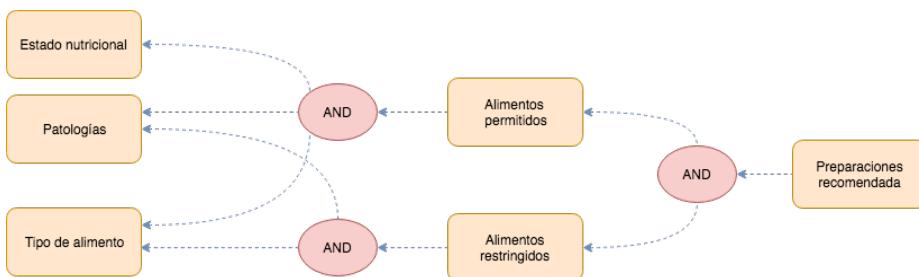


Figura 4.4: Diseño motor de inferencia

4.3. Diseño de interfaz

A continuación se indicará la navegabilidad que tendrá el usuario en el sistema, y se especificarán los diagramas de interfaz que satisfacen los requerimientos de los casos de uso definidos.

4.3.1. Navegabilidad del usuario

En la figura 4.5 se puede apreciar todas las interacciones que tendrá el usuario (nutricionista) dentro del sistema, interactuando con cada uno de los módulos.

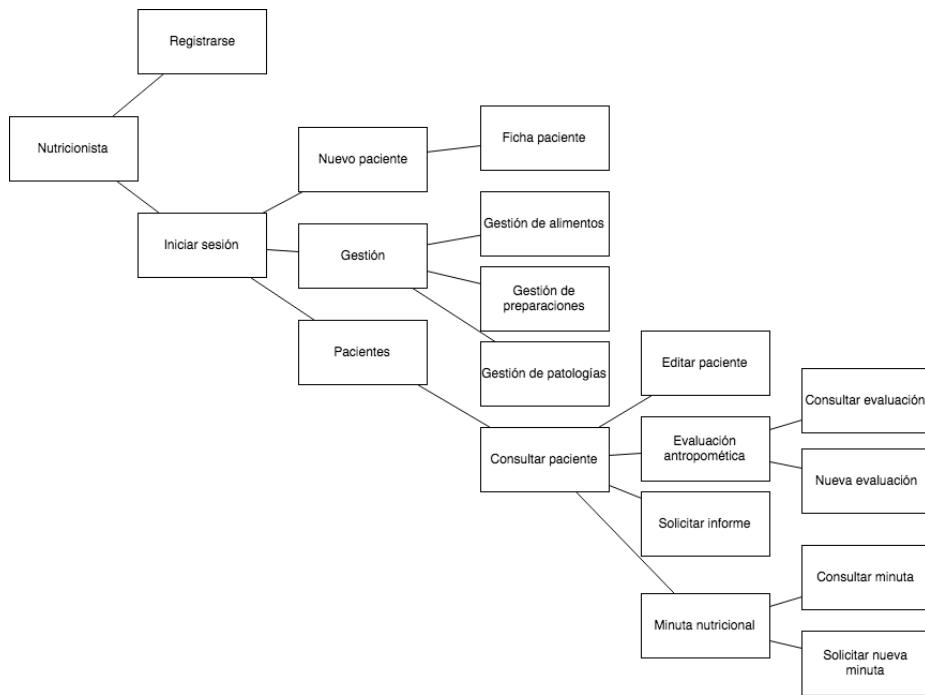


Figura 4.5: Navegabilidad del usuario

4.3.2. Interfaces gráficas

A continuación se mostrará el diseño de las interfaces gráficas con las cuales va a interactuar el usuario del sistema a desarrollar.

Inicio del sistema

La primera interfaz gráfica del sistema (figura 4.6) mostrará dos opciones, las cuales son:

- Registrar: Esta opción permitirá registrar a un nuevo nutricionista como usuario del sistema.
- Iniciar sesión: Esta opción permitirá a un usuario ya registrado poder ingresar al perfil de su cuenta respectiva.



Figura 4.6: Módulo de inicio del sistema

Registro de usuario

Si se ingresa al módulo de registro (figura 4.7), se desplegará un formulario el cual solicitará datos personales del usuario, con los cuales se le generará una cuenta de usuario en el sistema con la cual podrá hacer ingreso a su perfil. Los datos mas relevantes que se solicitarán en el formulario de registro son:

- Nombre completo del usuario (nutricionista).
- Rut.
- Fecha de nacimiento.
- Nombre de usuario que será utilizado para el inicio de sesión de la cuenta.
- Contraseña que será utilizado para el inicio de sesión de la cuenta.



Figura 4.7: Módulo de registro

Inicio de sesión

Posterior al registro del usuario, se desplegará una interfaz gráfica (figura 4.8) la cual mostrará un formulario solicitando el nombre de usuario y contraseña que fueron registrados por el usuario en el módulo de registro. El sistema solicitará de manera obligatoria ingresar estos dos campos para realizar el acceso a la cuenta, en el caso que se trate de ingresar con algún campo sin completar o erróneo el sistema informará de esta situación.



Figura 4.8: Módulo de login

Módulo administrativo

Al hacer ingreso en un cuenta con las credenciales de usuario, se redireccionará a una interfaz gráfica la cual mostrando los 3 principales módulos del sistema (figura 4.9):

- Nueva ficha: Formulario de registro para el ingreso de un nuevo paciente.
- Gestión: gestión de alimentos, preparaciones y patologías.
- Pacientes: Listado de los pacientes que atiende el usuario (nutricionistas).



Figura 4.9: Módulo de administración

Ingreso de pacientes

Al ingresar al módulo de nueva ficha (figura 4.10), se desplegará un formulario solicitando datos personales del paciente al que se quiere ingresar al sistema. Los datos más relevantes solicitados en el formulario de registro de paciente son:

- Nombre completo del paciente.
- Rut.
- Fecha de nacimiento.
- Sexo.

Posterior al registro del paciente, éste será asociado a la lista de pacientes atendido por el nutricionista dueño de la cuenta en la cual se realizó el respectivo ingreso.

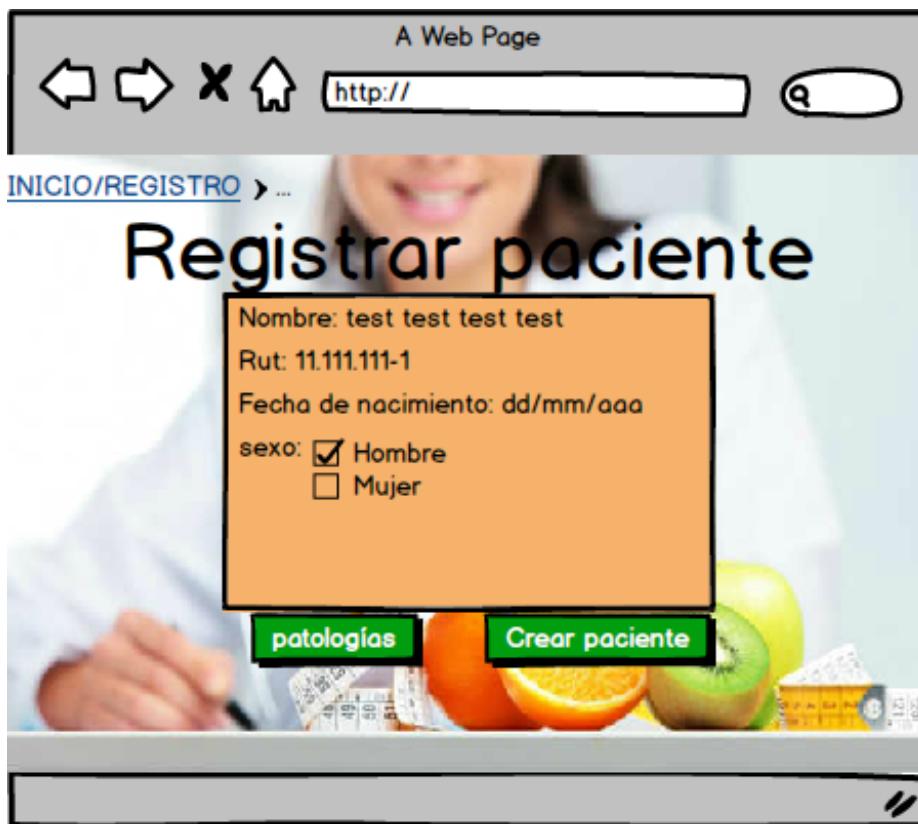


Figura 4.10: Módulo ingreso de pacientes

Asignación de patologías

Luego de registrar a un paciente, se desplegará una interfaz gráfica la cual listará todas las patologías que se están abordando en el sistema (figura 4.11), el usuario podrá seleccionar la o las patologías que padece un paciente en específico para proceder a la respectiva asociación de éstas.

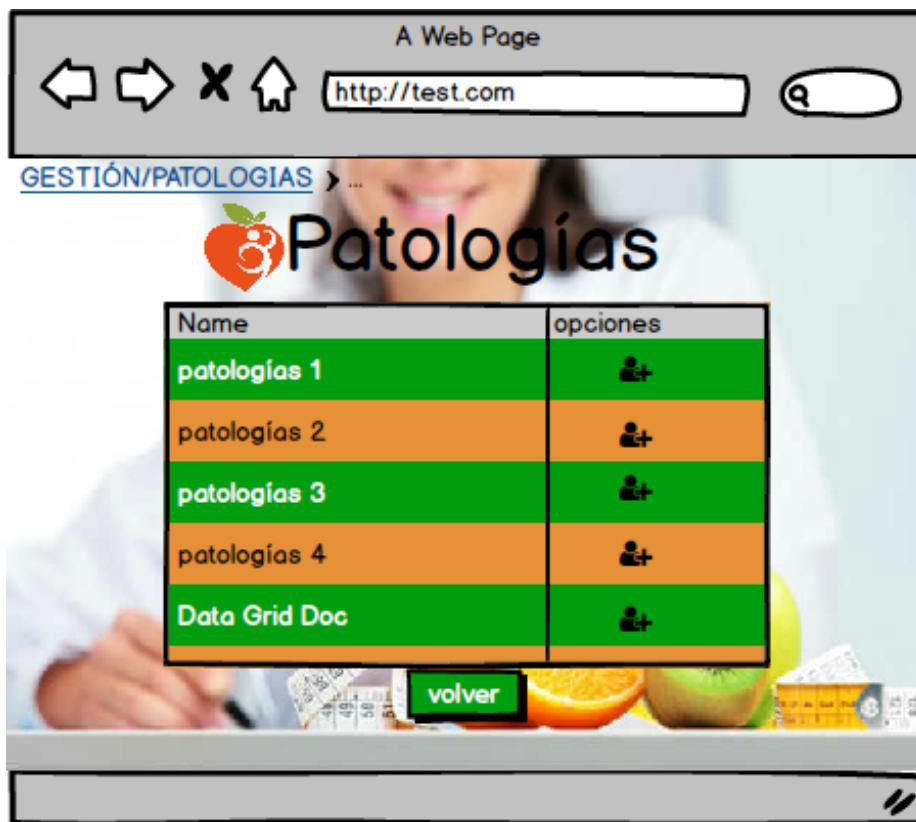


Figura 4.11: Módulo asignación de patologías

Módulo de gestión

Dentro del módulo de gestión (figura 4.12) se podrán realizar distintas acciones (crear, modificar, eliminar), ya sea respecto a alimentos, preparaciones y/o patologías.



Figura 4.12: Módulo de gestión

Gestión de alimentos

En esta interfaz gráfica (figura 4.13) se listará de manera paginada los alimentos que se ingresarán al sistema para conformar las preparaciones que se incluirán en las minutas nutricionales de los pacientes, además, se contará con un buscador dinámico para facilitar la búsqueda de algún alimento en específico cuando la lista de éstos sea extensa. Por último, el usuario podrá crear, modificar y/o eliminar alimentos.



Figura 4.13: Módulo gestión de alimentos

Gestión de preparaciones

En esta interfaz gráfica (figura 4.14) se listará de manera paginada las preparaciones que se incluirán en las minutas nutricionales de los pacientes, además, se contará con un buscador dinámico para facilitar la búsqueda de alguna preparación en específico cuando la lista de éstos sea extensa. El usuario podrá crear, modificar y/o eliminar preparaciones. Por último, se podrá asociar cuales son los alimentos que conforman una preparación, como también desligar o quitar un alimento de la misma.



Figura 4.14: Módulo gestión de preparaciones

Gestión de patologías

En esta interfaz gráfica (figura 4.15) se listarán las patologías (de manera paginada) que se considerarán en el sistema. El usuario podrá señalar consideraciones que se deben tener con respecto a cada una de las patologías abordadas, estas consideraciones serán luego mostradas en la minuta nutricional de los pacientes (mostrando las consideraciones que respectan a las patologías que padecen).

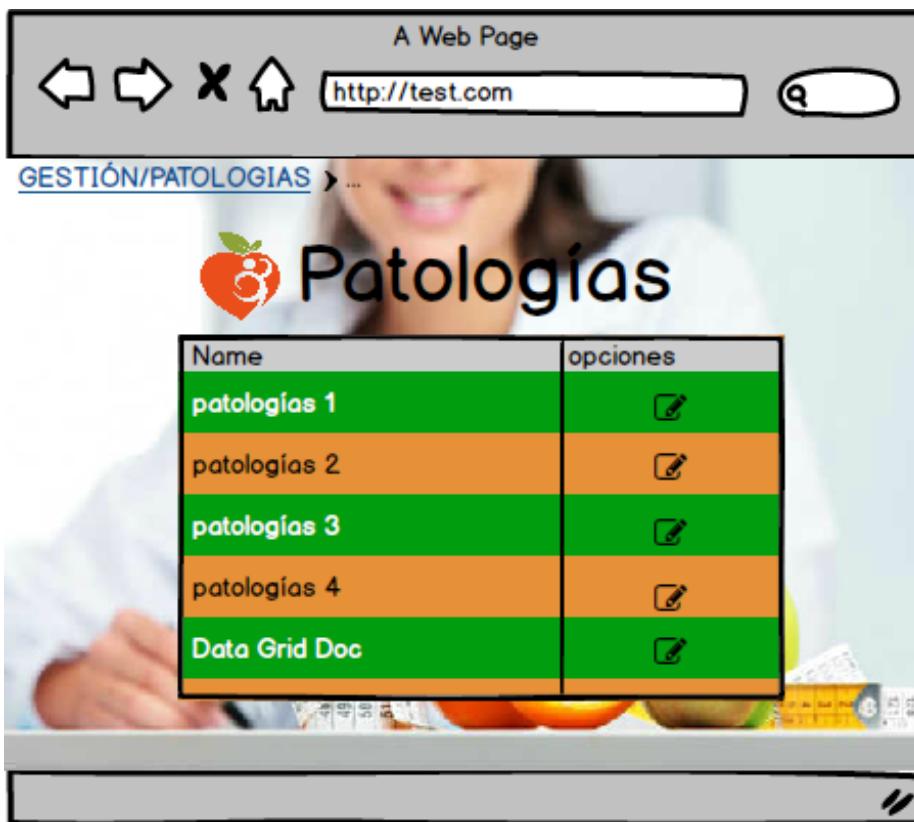


Figura 4.15: Módulo gestión de patologías

Consulta de pacientes

Esta interfaz gráfica (figura 4.16) listará (de manera paginada) todos los pacientes que han sido ingresados por un usuario determinado. El usuario por cada paciente podrá realizar:

- Informes: gráficos que indican la evolución del paciente (en distintos ámbitos) respecto al tiempo.
- Evaluaciones: Evaluaciones antropométricas para obtener el estado nutricional del paciente.
- Recomendaciones: Recomendación de una minuta nutricional por parte del sistema.
- Editar/eliminar paciente.

The screenshot shows a web browser window titled "A Web Page". The address bar contains "http://". Below the header, there's a breadcrumb navigation "INICIO/PACIENTES > ...". The main content area is titled "Pacientes" and features a data grid. The grid has columns: Name, Inform, Evaluacion, recomendacion, and otros. Each row contains a patient's name, a document icon, a heart rate icon, a checked checkbox, and edit/delete icons. The rows alternate in color between orange and green. The background of the page includes a blurred image of a person's face and a healthy meal consisting of fruit and a measuring tape.

Name	Inform	Evaluacion	recomendacion	otros
Giacomo Guilizz			<input checked="" type="checkbox"/>	
Marco Botton Tuttofare			<input checked="" type="checkbox"/>	
Mariah Maclachl Better Half			<input checked="" type="checkbox"/>	
Valerie Liberty Head Chef			<input checked="" type="checkbox"/>	
Data Grid Doc			<input checked="" type="checkbox"/>	

Figura 4.16: Módulo consulta de pacientes

Informes

Esta interfaz gráfica (figura 4.17) hace referencia a los gráficos generados en base a las evaluaciones antropométricas realizadas por el usuario a los paciente. El sistema generará 4 gráficos basados en distintos factores de las mediciones antropométricas, los cuales son:

- Peso.
- Porcentaje de grasa.
- Pliegue de cintura.
- Indice de masa corporal (IMC).

En estos gráficos se podrá visualizar la evolución que ha tenido el paciente con respecto al transcurso del tiempo.

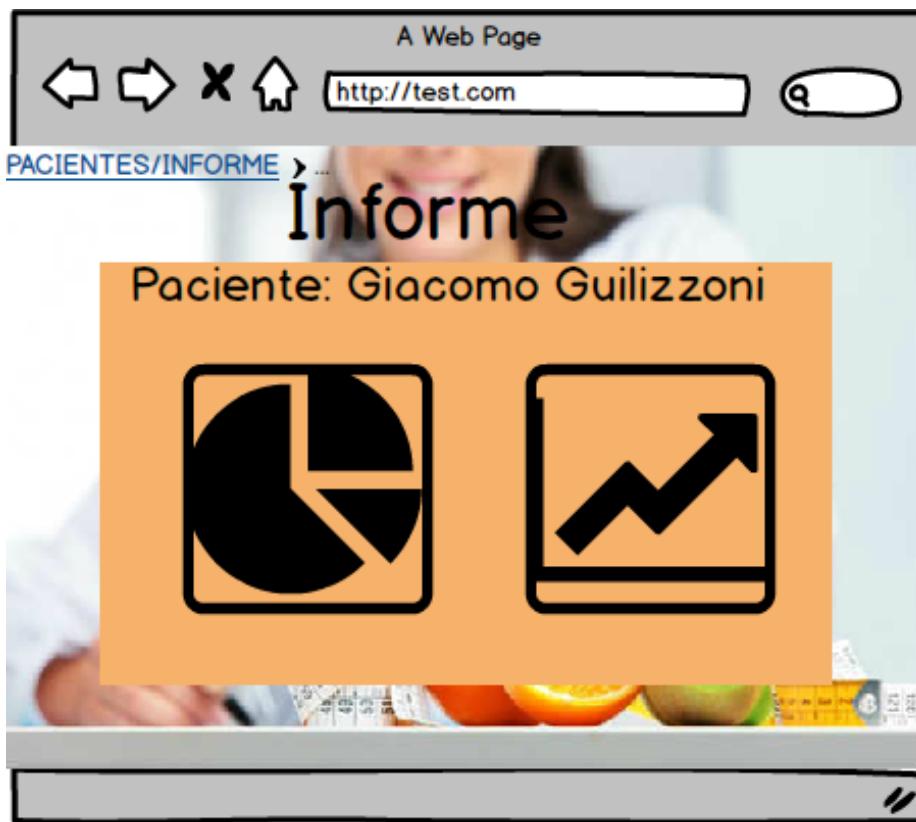


Figura 4.17: Módulo informe paciente

Evaluaciones

Esta interfaz gráfica (figura 4.18) desplegará un formulario el cual solicitará diversos campos, los cuales hacen referencia a las mediciones antropométricas del cuerpo del paciente. El formulario estará dividido en 3 secciones:

- Datos generales: Información general del paciente que incluye datos como peso, talla y el IMC el cual es un dato derivado de los primeros dos datos mencionados.
- Perímetros: Mediciones que hacen referencia al contorno corporal de distintas zonas del cuerpo del paciente.
- Pliegues cutáneos: Mediciones que hacen referencia al tejido adiposa del cuerpo del paciente.

Todos los campos solicitados y calculados fueron obtenidos por medio de la extracción de conocimiento que fue realizada a los expertos en nutrición con los cuales se está realizando el presente trabajo de título.

The screenshot shows a web page titled "A Web Page" with standard browser navigation icons (back, forward, stop, refresh) and a search bar. Below the header, there is a breadcrumb navigation "INICIO/PACIENTES > ...". The main content area features a logo of a red apple with a face and the word "Evaluación" in large, bold, black letters. Below this, there is a table with a light gray header row containing columns for "pliegue" and "medida". The table lists five measurements with their corresponding values: peso (0.0), talla (0.0), brazo (0.0), abdomen (0.0), and pantorrilla (0.0). The rows alternate in color between orange and green. At the bottom of the table is a green "Guardar" button. The background of the page includes a photograph of a person's face and hands holding a tape measure, along with some fruit (orange and kiwi) and a measuring tape.

pliegue	medida
peso	0.0
talla	0.0
brazo	0.0
abdomen	0.0
pantorrilla	0.0

Figura 4.18: Módulo evaluación paciente

Recomendación de minutos

Esta interfaz gráfica (figura 4.19) generará las respectivas recomendaciones de preparaciones que se deben considerar en los distintos tiempos de comida de un paciente, estas recomendaciones se realizarán en base a cuatro factores:

- Alimentos: Los alimentos que haya ingresado el usuario al sistema. Especificando el tipo, propiedades y aportes.
- Preparaciones: las preparaciones que haya ingresado el usuario al sistema, indicando los respectivos alimentos que conforman cada preparación.
- Patologías: Las patologías que hayan sido asociadas al paciente que se le quiere recomendar la minuta nutricional.

- Estado nutricional: El estado nutricional que se encuentra el paciente respecto a las evaluaciones antropométricas que han sido realizadas por el usuario (nutricionista)

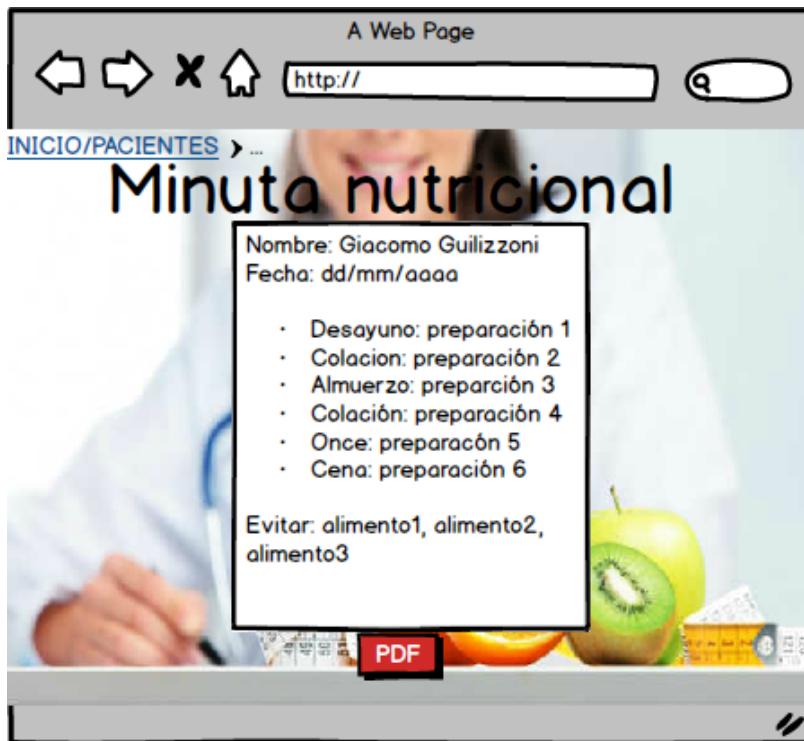


Figura 4.19: Módulo recomendación minuta nutricional

4.4. Diseño lógico

En esta sección se presenta el diseño lógico del sistema a desarrollar, este diseño tiene la finalidad de representar conceptualmente los requerimientos vistos en la etapa de análisis del presente trabajo de título. En la figura 4.20 se puede observar el diagrama de clases que hace referencia al diseño lógico mencionado.

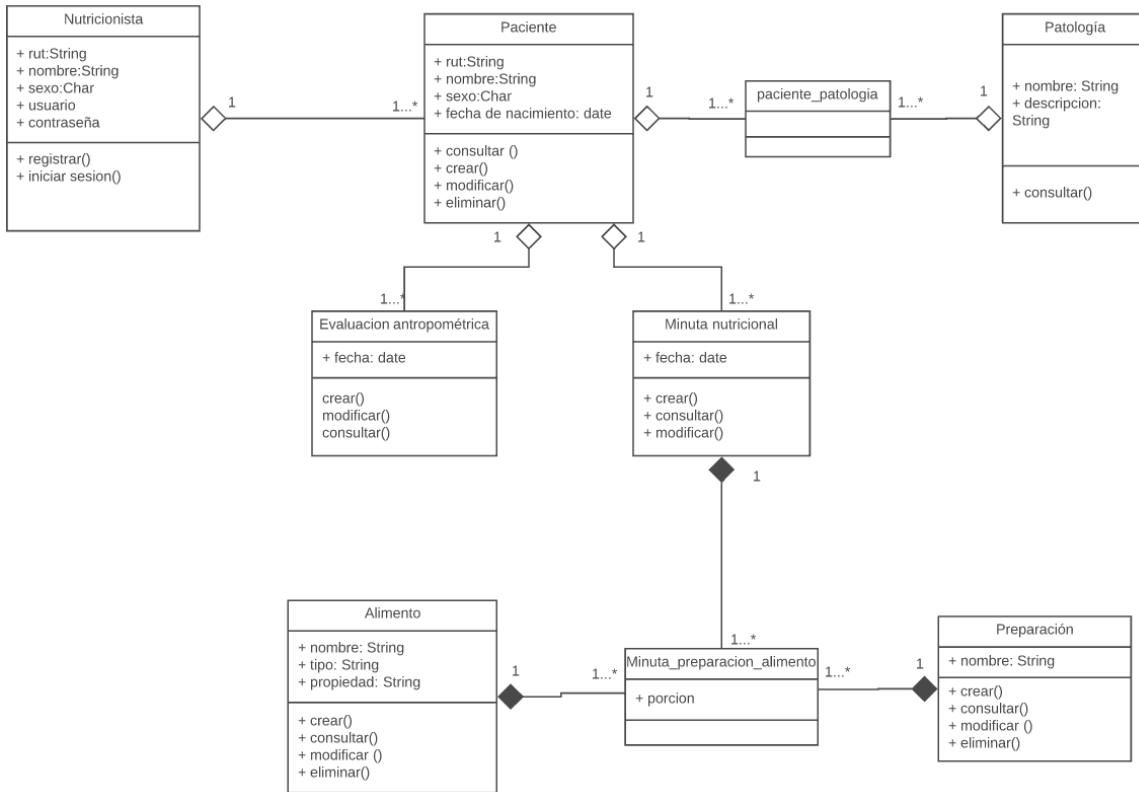


Figura 4.20: Diagrama de clases- diseño lógico

4.5. Diseño de datos

Del estudio de los datos que involucrará el sistema (3.5.2) se constataron los requerimientos. Como resultado de la primera etapa del diseño de la base de datos se obtiene el esquema conceptual usando un modelo Entidad Relación (ER), en el cual se definieron todas las entidades y sus respectivas relaciones junto a las cardinalidades que involucran (figura 4.21). Posteriormente, a partir de este esquema conceptual se obtiene el esquema relacional de los datos 4.22 .

4.5.1. Modelo entidad relación

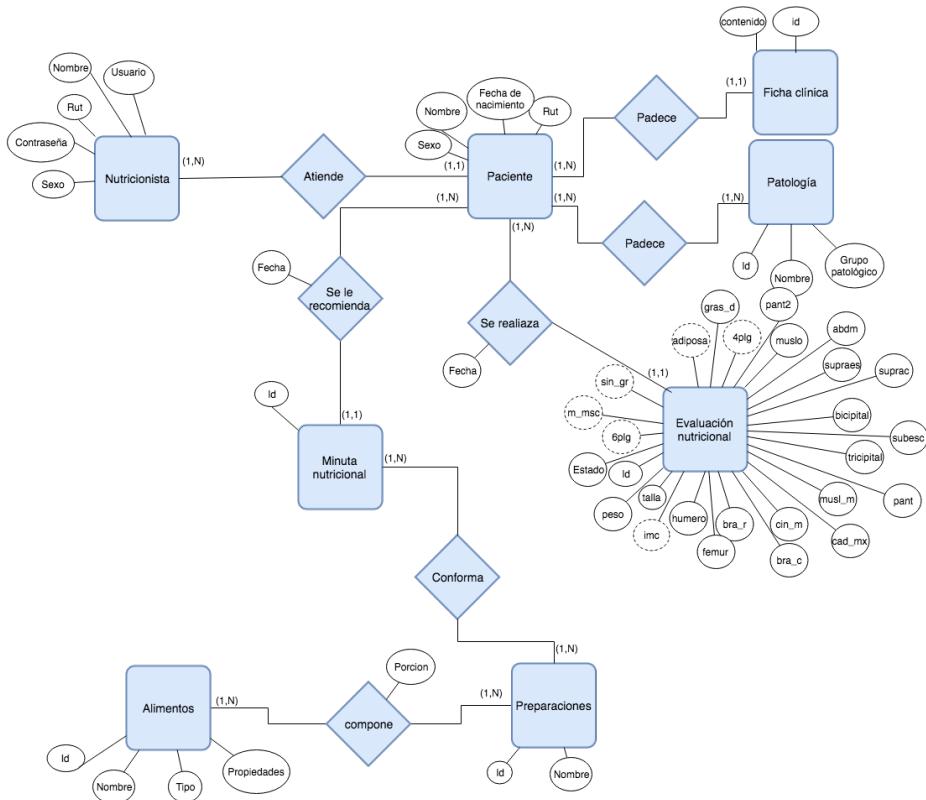


Figura 4.21: Modelo entidad relación

4.5.2. Modelo relacional

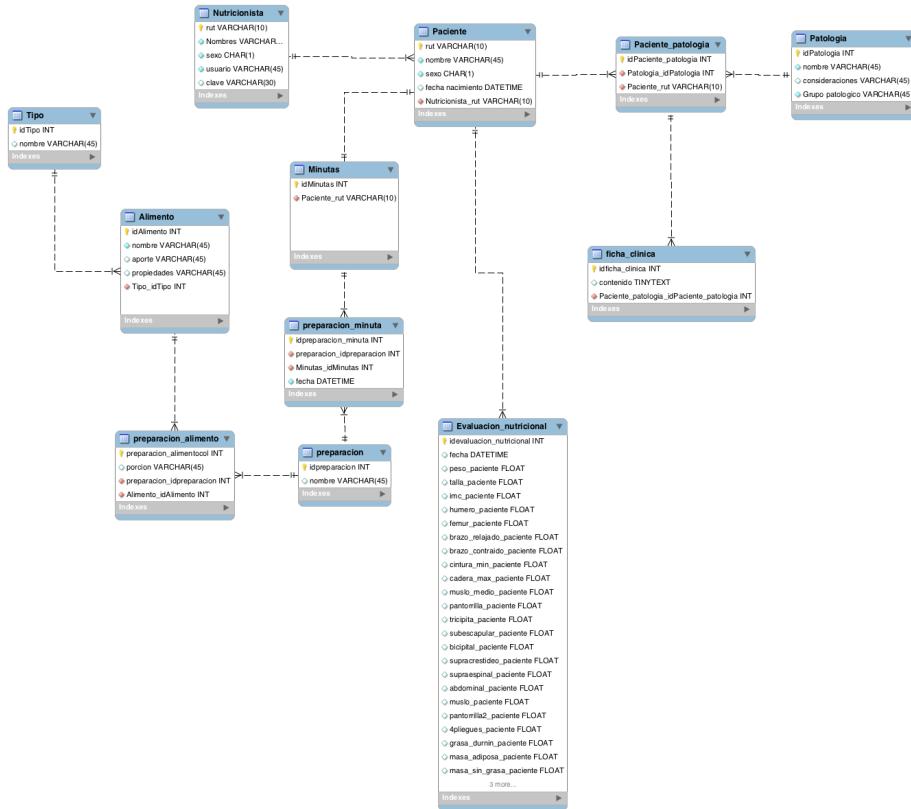


Figura 4.22: Modelo relacional

4.6. Diseño de pruebas

En esta sección se presenta el diseño de los distintos tipos de pruebas a las que se someterá el sistema a desarrollar, con el fin de comprobar su correcto funcionamiento.

Todas las pruebas a realizar estarán basados en el modelo-v [22], debido a que el modelo-v se considera que es la extensión o la evolución de la metodología cascada (metodología de desarrollo usada en el presente trabajo), ya que al terminar la etapa de codificación del sistema comienza la validación de éste en distintos niveles abordando cada etapa realizada en el desarrollo del mismo (requerimientos, diseño y codificación) como se puede ver en la figura 4.23.

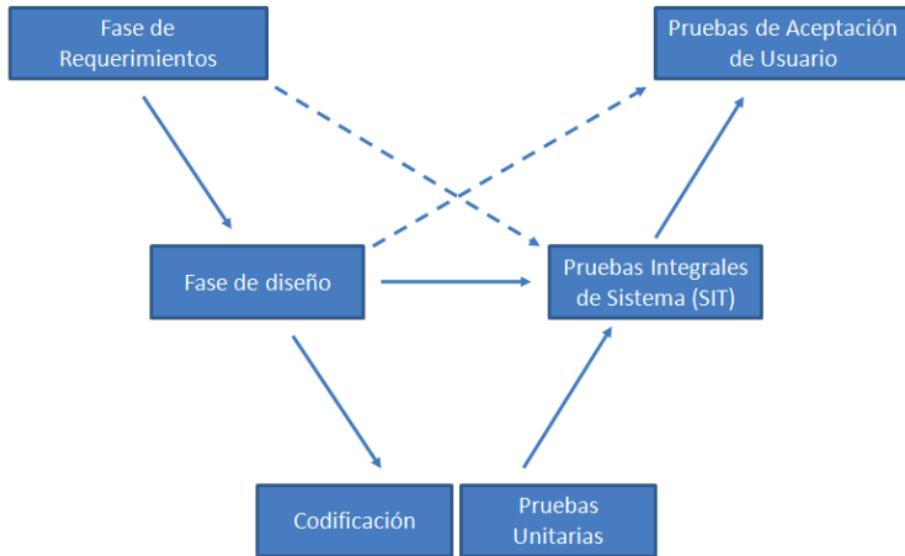


Figura 4.23: Modelo-v

4.6.1. Pruebas unitarias

Este tipo de pruebas tienen la finalidad de comprobar el correcto funcionamiento de partes del código de sistema de manera individual, en otras palabras, comprueba la funcionalidad de los módulos que componen el total de sistema de manera independiente.

Para conformar estas pruebas se necesita especificar tanto los datos de entrada (datos correctos e incorrectos para verificar que estén todos los casos abordados) como los datos de salida (salida esperada). En la Figura 4.24 se visualiza la plantilla que se utilizará para especificar y documentar cada una de las pruebas unitarias que se ejecutarán en la etapa de testing.

Número del Caso de Prueba	Componente	Descripción de lo que se Probará				
Nº	Descripción	Método	Datos Entrada	Salida Esperada	¿OK?	Observaciones
1						
2						
3						
4						
5						
6						

Figura 4.24: Plantilla pruebas unitarias

4.6.2. Pruebas de Integración

Luego de haber probado el funcionamiento unitario de los módulos del sistema, se debe verificar el correcto ensamblaje entre ellos, esto es a lo que hace referencia las pruebas de integración. Para validar este tipo de pruebas, se trabajará con una estrategia de pruebas de integración incremental[21].

4.6.3. Pruebas de aceptación

Las pruebas de aceptación tienen el objetivo de establecer el grado de confianza del sistema. Para llevar a cabo estas pruebas, se generó una encuesta para usuarios que está diseñada para medir el grado de conformidad de los usuarios ante los requerimientos (funcionales y no funcionales) del sistema. En la tabla 4.1 se define la escala de puntuación para las distintas pruebas de aceptación que se encuentran en la tabla 4.2

Escala de puntuación	
Muy en desacuerdo	1
Desacuerdo	2
Me es indiferente	3
De acuerdo	4
Muy de acuerdo	5

Tabla 4.1: Escala de puntuación

Pruebas de aceptación					
Prueba	1	2	3	4	5
Registrarse en el sistema					
Iniciar sesión					
Gestionar alimentos (crear,editar,eliminar)					
Gestionar preparaciones (crear,editar,eliminar)					
Gestionar patologías (crear,editar,eliminar)					
Gestionar pacientes (crear,editar,eliminar)					
Asignar patologías a pacientes					
Consultar paciente					
Consultar minutos					
Evaluar paciente					
Consultar evaluaciones de pacientes					
El estado nutricional es acorde a la evaluación de paciente					
Solicitar informe					
Descargar informe en formato PDF					
Solicitar recomendación de minuta					
Descargar minuta en formato PDF					
Consultar minutos de pacientes					
La minuta es acorde a las condiciones del paciente					
La interfaz gráfica es intuitiva					
El tiempo de aprendizaje de uso del sistema es menor a 3 horas					

Tabla 4.2: pruebas de aceptación

Capítulo 5

Implementación

5.1. Hardware utilizado

Todo el proceso de desarrollo del presente trabajo se realizó bajo el uso de instrumentos propios, siendo la descripción de estos:

- Dispositivo: MacBook Air (13-inch, Early 2015).
- Procesador: 1,6 GHz Intel Core i5.
- Memoria: 8 GB 1600 MHz DDR3.

5.2. Software utilizado

El conjunto de software utilizados en todos los procesos y etapas del presente trabajo de título son:

- Xampp[25]: programa liberado bajo la licencia GNU el cual actúa como un servidor Web libre, dando la posibilidad de interpretar páginas dinámicas. consiste principalmente en la base de datos MySQL, el servidor Web Apache y los intérpretes para lenguajes de PHP y Perl.
- Visual Studio Code[24]: Editor de código fuente el cual soporta los lenguajes de programación utilizados en el desarrollo del presente trabajo.
- MySQL Workbench[20]: Herramienta visual unificada utilizada principalmente para el diseño de modelos de datos y desarrollo de SQL.
- macOS High Sierra[14]: Sistema operativo de Apple para sus ordenadores de escritorio, portátiles y servidores Macintosh.

5.3. Lenguajes de programación

En la actualidad, es sabido que existe una gran gama de lenguajes de programación, donde muchos de éstos pueden compartir o no el enfoque u objetivo por el cual fueron creados. Particularmente, en este trabajo se trabajará con el lenguaje de programación PHP[8] como fue mencionado en capítulos anteriores, donde su justificación principal se debe a que se trabajará con el framework codeigniter[1].

Por otra parte, para los efectos dinámicos del sistema se utilizará el lenguaje de programación javascript[16] haciendo uso de una de sus librerías llamada jquery [34], la cual simplifica el uso sintáctico de javascript.

Capítulo 6

Pruebas

El objetivo de las pruebas de software es proporcionar información objetiva e independiente sobre la calidad del producto a las partes interesadas de éste. Dicho esto, en el presente capítulo se aborda la etapa de pruebas de este trabajo de título, en el cual se explicará y especificará la estrategia de pruebas, abordando su alcance, el plan de pruebas y finalmente los resultados con su respectivo análisis.

6.1. Alcance

El principal propósito de esta evaluación es encontrar errores y defectos que puedan existir en el uso del sistema a fin de corregirlos. Además, Se quiere comprobar que el sistema cumple con los requerimientos establecidos por los clientes con los cuales se está trabajando, que para este caso son profesionales del área de la nutrición. Otro aspecto importante a evaluar son las características de seguridad relacionadas con el ingreso no autorizado de usuarios, de manera que no puedan realizar modificaciones donde no sean permitidas.

6.2. Herramienta para ejecución de pruebas

La principal herramienta utilizada para la ejecución de las pruebas fue el software de gestión de pruebas de código abierto llamado testlink[23]. La justificación de elección de este software se debe a que la herramienta basa su funcionamiento en las 3 principales áreas que se desea abordar para la etapa de pruebas de este trabajo, las cuales son el diseño y construcción de los casos de pruebas, ejecución de pruebas y resultado de las pruebas.

6.3. Estrategia de pruebas

Es importante mencionar que todo el plan de pruebas al que fue sometido el trabajo se basó en la ISO/IEC 25010 [19], la cual define diversas características o criterios de pruebas de software para asegurar la calidad de éste. Las características que fueron consideradas para realizar pruebas son las siguientes:

- Adecuación Funcional: Representa la capacidad del producto software para proporcionar funciones que satisfacen las necesidades declaradas e implícitas, cuando el producto se usa en las condiciones especificadas. Esta característica se subdivide a su vez en las siguientes subcaracterísticas:
 - Completitud funcional. Grado en el cual el conjunto de funcionalidades cubre todas las tareas y los objetivos del usuario especificados.
 - Corrección funcional. Capacidad del producto o sistema para proveer resultados correctos con el nivel de precisión requerido.
 - Pertinencia funcional. Capacidad del producto software para proporcionar un conjunto apropiado de funciones para tareas y objetivos de usuario especificados.
- Usabilidad: Capacidad del producto software para ser entendido, aprendido, usado y resultar atractivo para el usuario, cuando se usa bajo determinadas condiciones. Esta característica se subdivide a su vez en las siguientes subcaracterísticas:
 - Capacidad para reconocer su adecuación. Capacidad del producto que permite al usuario entender si el software es adecuado para sus necesidades.
 - Capacidad de aprendizaje. Capacidad del producto que permite al usuario aprender su aplicación.
 - Capacidad para ser usado. Capacidad del producto que permite al usuario operarlo y controlarlo con facilidad. Protección contra errores de usuario. Capacidad del sistema para proteger a los usuarios de hacer errores.
 - Estética de la interfaz de usuario. Capacidad de la interfaz de usuario de agradar y satisfacer la interacción con el usuario.
 - Accesibilidad. Capacidad del producto que permite que sea utilizado por usuarios con determinadas características y discapacidades.
- Seguridad: Capacidad de protección de la información y los datos de manera que personas o sistemas no autorizados no puedan leerlos o modificarlos. Esta característica se subdivide a su vez en las siguientes subcaracterísticas:
 - Confidencialidad. Capacidad de protección contra el acceso de datos e información no autorizados, ya sea accidental o deliberadamente.

- Autenticidad. Capacidad de demostrar la identidad de un sujeto o un recurso.
- Responsabilidad. Capacidad de rastrear de forma inequívoca las acciones de una entidad.

con el fin de completar las pruebas de las subcaracterísticas de adecuación funcional y de seguridad, fueron realizadas pruebas unitarias y de integración para ratificar el correcto funcionamiento y ensamblaje del producto de software. Por otra parte, las pruebas de usabilidad se logró en base a pruebas de aceptación del software, éstas tienen el objetivo de establecer el grado de confianza del sistema. Para realizarlas, se generó una encuesta para usuarios que está diseñada para medir el grado de conformidad de los usuarios ante los requerimientos (funcionales y no funcionales) del sistema.

6.4. Plan de pruebas

Para ver detalladamente el diseño de los casos de pruebas que corresponden a las pruebas de adecuación funcional y seguridad, revisar el anexo que corresponde al archivo llamado **"reporte_pruebas.pdf"**. Respecto a las pruebas de usabilidad, su detalle se encuentra en el anexo impreso correspondiente a las pruebas de aceptación de usuarios.

6.5. Resultados y conclusiones

A continuación se detallarán los resultados obtenidos posteriormente a la ejecución de pruebas que fueron abordadas en el plan de pruebas del presente trabajo de título.

Con respecto a las pruebas relacionadas con las características de adecuación funcional y seguridad, el universo de casos de pruebas que conforman el plan de pruebas del proyecto fue de 113 casos. De los cuales se logró la ejecución del total estipulado (113 casos de pruebas), donde 113 fueron con resultado exitoso, 0 fallados y 0 bloqueados (ver figura 6.1 y 6.2)

Suite de pruebas	Total	No Ejecutado	[%]	Pasó	[%]	Falló	[%]	Bloqueado	[%]	Completado [%]
Administrar	84	0	0.0	84	100.0	0	0.0	0	0.0	100.0
Inicio de sesión - nutricionista	5	0	0.0	5	100.0	0	0.0	0	0.0	100.0
Inicio de sesión - paciente	5	0	0.0	5	100.0	0	0.0	0	0.0	100.0
Registro de nutricionistas	19	0	0.0	19	100.0	0	0.0	0	0.0	100.0

This report shows results for each top level test suite. Results for subordinated test suites are count in for the corresponding top level test suite.

Prioridad	Total	No Ejecutado	[%]	Pasó	[%]	Falló	[%]	Bloqueado	[%]	Completado [%]
Media	113	0	0.0	113	100.0	0	0.0	0	0.0	100.0

Figura 6.1: Sistema de recomendación

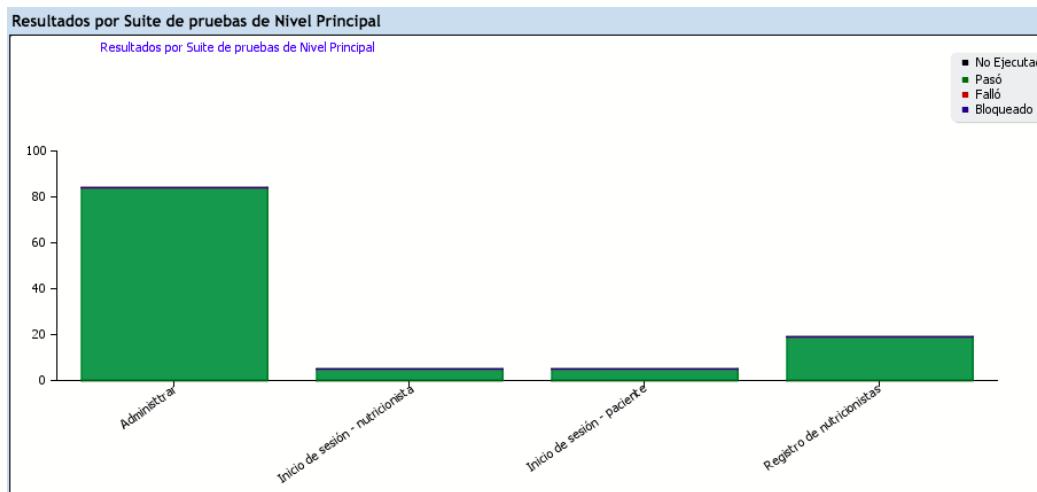


Figura 6.2: Sistema de recomendación

Lo que respecta a las pruebas de aceptación (que está relacionadas a la característica de usabilidad), la encuesta fue respondida por 3 profesionales del área de la nutrición y una estudiante de último año. Los 3 profesionales fueron parte importante dentro de la etapa de análisis del proyecto, por lo que sus respuestas en la encuesta de aceptación fueron muy similares ya que los requerimientos del sistema fueron estipulados en común acuerdo entre ellos. Por otra parte, la estudiante que participó la encuesta, discrepó específicamente en la forma con la que se detecta el estado nutricional del paciente, ya que a su parecer los factores considerados son correctos pero hay factores que no han sido abordados.

La etapa de pruebas de sistema forman parte fundamental para el desarrollo del sistema de recomendación de minutos nutricionales enfocadas en nutrición clínica, no solo es una forma en que podemos demostrar que el sistema cumple con los requerimientos, sino que además otorga una visión critica del sistema

Como conclusión de la etapa de pruebas, los resultados obtenidos dan garantía de que el sistema desarrollado cumple con las expectativas previstas, tanto en los requerimientos funcionales como no funcionales.

Capítulo 7

Implantación

En el presente capítulo se abordará el proceso de implantación del software desarrollado, la cual viene siendo una de las etapas finales de este trabajo de título.

El proceso de implantación del software hace referencia por una parte a las actividades de compilación, instalación y personalización del aplicativo. Además, esta etapa implica la migración de los datos necesarios para el funcionamiento del software y la capacitación de los usuarios para lograr así trabajar de una manera productiva y eficaz.

7.1. Docker

Para realizar el proceso de implantación del software se decidió utilizar la tecnología de docker. Docker[?] es un proyecto de código abierto que automatiza el despliegue de aplicaciones dentro de contenedores de software en base a diversas imágenes, proporcionando una capa adicional de abstracción y automatización. Se decidió utilizar esta tecnología por diversas razones, dentro de las principales están:

- Ahorra tiempo, debido a que no es necesario realizar la instalación de diversos softwares para poder ejecutar el aplicativo.
- Es muy sencillo crear y eliminar contenedores.
- Es open source.
- Ya que no se requiere de instalaciones adicionales, al guardar los contenedores en alguna unidad de almacenamiento, estos se pueden transportar e instalar en distintos ambientes sin problemas, lo que hace que tenga la cualidad de portable.

7.2. Proceso de implantación

La primera y principal condición para realizar la implantación del producto, es tener instalado docker en la maquina (servidor) de interés. Para realizar esta verificación se debe revisar la configuración o versión de docker por la consola de la máquina con los comandos *docker info* o *docker version* respectivamente como se ve en las figuras 7.1 y 7.2

```
MacBook-Air-de-Dagoberto:tesis_nutricion_dagorubilar$ docker info
Client:
  Debug Mode: false

Server:
  Containers: 2
    Running: 2
    Paused: 0
    Stopped: 0
  Images: 2
  Server Version: 19.03.4
  Storage Driver: overlay2
    Backing Filesystem: extfs
    Supports d_type: true
    Native Overlay Diff: true
  Logging Driver: json-file
  Cgroup Driver: cgroupfs
  Plugins:
    Volume: local
    Network: bridge host ipvlan macvlan null overlay
      Log: awslogs fluentd gcplogs gelf journald json-file local logentries splunk syslog
  Swarm: inactive
  Runtimes: runc
  Default Runtime: runc
  Init Binary: docker-init
  containerd version: b34a5c8af56e510852c35414db4c1f4fa617239
  runc version: 3e425f88a8c931f88e6d94a8c831b9d5aa481657
  init version: fec3683
  Security Options:
    seccomp
      Profile: default
  Kernel Version: 4.9.184-linuxkit
  Operating System: Docker Desktop
  OSType: linux
  Architecture: x86_64
  CPUs: 2
  Total Memory: 1.952GiB
  Name: docker-desktop
  ID: GK4C:FOSY:WZLZ:FKGW:MSYJ:K3TN:OSWC:N7TM:K2IK:MYWT:QSLJ:KYHD
  Docker Root Dir: /var/lib/docker
  Debug Mode: true
    File Descriptors: 52
    Goroutines: 77
    System Time: 2020-01-12T03:37:05.0885901Z
    EventsListeners: 3
    HTTP Proxy: gateway.docker.internal:3128
    HTTPS Proxy: gateway.docker.internal:3129
    Registry: https://index.docker.io/v1/
  Labels:
  Experimental: false
  Insecure Registries:
    127.0.0.0/8
  Live Restore Enabled: false
  Product License: Community Engine
```

Figura 7.1: Información de docker

```
[MacBook-Air-de-Dagoberto:tesis_nutricion_dagorubilar$ docker version
Client: Docker Engine - Community
  Version:           19.03.4
  API version:      1.40
  Go version:       go1.12.10
  Git commit:       9013bf5
  Built:            Thu Oct 17 23:44:48 2019
  OS/Arch:          darwin/amd64
  Experimental:    false

Server: Docker Engine - Community
  Engine:
    Version:          19.03.4
    API version:     1.40 (minimum version 1.12)
    Go version:      go1.12.10
    Git commit:      9013bf5
    Built:           Thu Oct 17 23:50:38 2019
    OS/Arch:          linux/amd64
    Experimental:   false
  containerd:
    Version:          v1.2.10
    GitCommit:        b34a5c8af56e510852c35414db4c1f4fa6172339
  runc:
    Version:          1.0.0-rc8+dev
    GitCommit:        3e425f80a8c931f88e6d94a8c831b9d5aa481657
  docker-init:
    Version:          0.18.0
    GitCommit:        fec3683
```

Figura 7.2: Versión de docker

Debido a que las tecnologías utilizadas en le desarrollo del software de este trabajo de título fueron el framework codeigniter y el gestor de base de datos Mysql, se debe utilizar estas respectivas imágenes Para lograr conseguir la migración del aplicativo un contenedor de docker. Este proceso se realiza a través de un archivo de configuración llamado *docker-compose.yml* (ver figura 7.3), en este archivo se debe definir la los servicios a utilizar, por lo que en esta sección se indica la imagen respectiva que se utilizará para cada servicio (codeigniter y mysql en este caso). Otras de las configuraciones que se abarcan en este archivo son la definición de un puerto de salida para la aplicación, rutas de almacenamiento (ruta de alojamiento del aplicativo y de los datos respectivamente), enlace entre componentes (codeigniter y mysql) y configuraciones de ambiente.

```
⚡ docker-compose.yml ✘  
1   version: '3'  
2   services:  
3     myapp:  
4       image: 'bitnami/codeigniter:3'  
5       ports:  
6         - '8000:8000'  
7       volumes:  
8         - './app'  
9       links:  
10      - mariadb:mariadb  
11    mariadb:  
12      image: 'bitnami/mariadb:10.3'  
13      volumes:  
14        - './mariadb-persistence:/bitnami/mariadb'  
15      environment:  
16        - ALLOW_EMPTY_PASSWORD=yes  
17        - MARIADB_DATABASE=nutricion_tesis  
18
```

Figura 7.3: Archivo docker-compose.yml

Al tener definidas todas las configuraciones en el archivo *docker-compose.yml* se debe ejecutar el comando *docker-compose up* como se ve en la figura 7.4 (para este caso se tiene definido un solo archivo docker-compose, el comando mencionado detectará automáticamente el archivo docker-compose a ejecutar), este comando realizará las instrucciones del archivo y conformará el contenedor, dejando el software disponible para navegar pero está vez utilizando la tecnología de docker.

```

MacBook-Air-dgoberto:myapp dgoberto$ docker-compose up
Pulling mariadb (bitnami/mariadb:10.3)...
10.3: Pulling from bitnami/mariadb
3c902349340: Pull complete
d1a798bd189: Pull complete
b705f0283351: Pull complete
de9ad73cc1bb: Pull complete
22ab7c7c1c030: Pull complete
2bd4d93bd46d: Pull complete
d798f76887a1: Pull complete
e7ad5d1398f5: Pull complete
eb53ebb33d87: Pull complete
Digest: sha256:d4928753aff02a36c0ee184a8f4fa270d1e4bb81f5fceb53660e8c7b4254ffd8
Status: Downloaded newer image for bitnami/mariadb:10.3
Pulling myapp (bitnami/codeigniter:3)...
3: Pulling from bitnami/codeigniter
3c902349340: Already exists
82e0e0887848: Pull complete
5f0fa81b9800: Pull complete
1d701cb9218d: Pull complete
35b84e5a362c: Pull complete
6848d393a303: Pull complete
313a4542294: Pull complete
6b3a6bb24af: Pull complete
8d793ae5fd7e: Pull complete
08afcf5fa3458: Pull complete
afde9da8c6d8: Pull complete
1e329a2a6219: Pull complete
Digest: sha256:edba34d6f6941b4ac94fb78a1d47c52d56b44d6879b67b115ed08ae0908afbe74
Status: Downloaded newer image for bitnami/codeigniter:3
Creating myapp_mariadb_1 ... done
Creating myapp_myapp_1 ... done
Attaching to myapp_mariadb_1, myapp_myapp_1
myapp_1 | myapp_1   Welcome to the Bitnami codeigniter container
myapp_1 | myapp_1   Subscribe to project updates by watching https://github.com/bitnami/bitnami-docker-codeigniter
myapp_1 | myapp_1   Submit issues and feature requests at https://github.com/bitnami/bitnami-docker-codeigniter/issues
myapp_1 | myapp_1   Starting application ...
mariadb_1 | mariadb 04:27:04.27
mariadb_1 | mariadb 04:27:04.28 Welcome to the Bitnami mariadb container
mariadb_1 | mariadb 04:27:04.28 Subscribe to project updates by watching https://github.com/bitnami/bitnami-docker-mariadb
mariadb_1 | mariadb 04:27:04.28 Submit issues and feature requests at https://github.com/bitnami/bitnami-docker-mariadb/issues
mariadb_1 | mariadb 04:27:04.29 Send us your feedback at containers@bitnami.com
mariadb_1 | mariadb 04:27:04.29
mariadb_1 | mariadb 04:27:04.29 INFO  => ** Starting MariaDB setup **
mariadb_1 | mariadb 04:27:04.36 INFO  =>>> Validating settings in MYSQL_*/*MARIADB_* env vars
mariadb_1 | mariadb 04:27:04.36 WARN  ==> You set the environment variable ALLOW_EMPTY_PASSWORD=yes. For safety reasons, do not use this flag in a production environment.
mariadb_1 | mariadb 04:27:04.37 INFO  =>>> Initializing mariadb database
myapp_1 | App already created
mariadb_1 | mariadb 04:27:04.46 INFO  =>>> Using persisted data
mariadb_1 | mariadb 04:27:04.48 INFO  =>>> Running mysql_upgrade
mariadb_1 | mariadb 04:27:04.49 INFO  =>>> Starting mariadb in background
mariadb_1 | mariadb 04:27:10.64 INFO  =>>> Stopping mariadb
mariadb_1 | mariadb 04:27:13.66 INFO  =>>> ** MariaDB setup finished! **
mariadb_1 | mariadb 04:27:13.73 INFO  =>>> ** Starting MariaDB **
mariadb_1 | 2020-01-12 4:27:13 0 [Note] /opt/bitnami/mariadb/sbin/mysqld (mysqld 10.3.21-MariaDB) starting as process 1 ...

```

Figura 7.4: creación de contenedor

Capítulo 8

Conclusiones

En el presente trabajo de título se ha logrado abordar parte de las distintas y progresivas etapas para la fabricación de software que propone la metodología cascada (análisis, diseño, implementación, pruebas e implantación).

En la etapa de análisis se logró estudiar varias plataformas que tienen su foco en el área de la nutrición, de las cuales se recató sus mejores características para así unificar estas en el presente trabajo de título. Por otra parte, se realizó la toma de requerimientos (funcionales y no funcionales) en conjunto a los expertos del área de nutrición con los que se está trabajando. Además, los expertos del área han estado proporcionando (en reuniones establecidas) el conocimiento de la materia, para así generar los árboles de decisión que conforman la base del conocimiento del sistema de recomendación.

Dentro de la etapa de diseño se logró definir el diseño arquitectónico, de interfaz, lógico, de conocimiento, de datos y el diseño de pruebas. Estos diseños son la base para la posterior implementación del sistema, por lo que cada uno de estos diseños son relevantes en las distintas aristas del sistema final.

Lo que respecta a la etapa de implementación del sistema de recomendación, se logró el desarrollo de éste completando cada uno de los módulos que conforman la totalidad del sistema, satisfaciendo los requerimientos de funcionalidad estipulados en la etapa de análisis.

La etapa de pruebas, sirvió para ratificar el correcto funcionamiento del sistema, además de comprobar el cumplimiento satisfactorio de los requerimientos (tanto

funcionales como no funcionales) estipulados en la etapa de análisis.

En la etapa de implantación se logró el objetivo de migrar el software desarrollado a la tecnología de docker para así facilitar la disponibilidad del aplicativo en ambiente de producción.

Respecto a las tareas futuras, se tiene en consideración idear un método para automatizar las asignaciones de porciones en las preparaciones que interactúan en las minutas nutricionales. Actualmente, esto lo realiza el usuario (nutricionista) de forma manual por cada una de las preparaciones que se disponen.

Finalmente, Este trabajo busca contribuir con los especialistas para reducir los tiempos de trabajo del nutricionista, lo que provocaría un impacto en el ámbito económico al optimizar los tiempos de trabajo. Otra importancia significativa que se le atribuye al presente trabajo, es colaborar con los objetivos de instituciones que tengan como enfoque mejorar la calidad de vida de las personas, como lo es por ejemplo el caso del actual programa del ministerio de salud (MINSAL), Elige Vivir Sano, donde muchas de las causas que atienden y dan soporte se relacionan directamente con el área de la nutrición clínica.

Bibliografía

- [1] Codeigniter web framework, Último acceso: 31 de marzo de 2019. <https://codeigniter.com/>.
- [2] Dietopro.com: una nueva herramienta de gestión dietoterapéutica basada en la tecnología cloud computing. Último acceso 27 abril 2019. <http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v30n3/28originalotros02.pdf>.
- [3] Glosario de términos, organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura. <http://www.fao.org/3/am401s/am401s07.pdf>.
- [4] Informe cáncer dic_2017, aich, Último acceso eso 01 de marzo de 2019. <http://www.isapre.cl/PDF/Informe%20Cancer2017.pdf>.
- [5] Mysql, Último acceso: 31 de marzo de 2019. <https://www.mysql.com/>.
- [6] Nutrisol: un programa informático para la evaluación nutricional comunitaria y hospitalaria de acceso libre. Último acceso 27 de abril 2019. <http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v23n1/original3.pdf>.
- [7] Oms — ¿qué es la malnutrición? <https://www.who.int/features/qa/malnutrition/es/>.
- [8] Php: Hypertext preprocessor, Último acceso: 31 de marzo de 2019. <https://www.php.net/>.
- [9] Programa elige vivir sano, ministerio de salud, Último acceso: 01 de abril de 2019. <http://www.msgg.gob.cl/wp/index.php/2018/05/09/conoce-en-que-consiste-el-nuevo-sistema-elige-vivir-sano/>.
- [10] Programa para la evaluación de dietas y gestión de datos de alimentación. <http://www.alceingenieria.net/descarga/DIAL.pdf>.
- [11] Sistema de evaluación nutricional y asignación de menús a minutazas utilizando simulated annealing, Aug 2012. [Online; accessed 2. May 2019].

- [12] Características y aplicaciones de software en dietética y nutrición para su uso en poblaciones sanas y pacientes críticos., May 2013. [Online; accessed 2. May 2019].
- [13] Nutrición parenteral, Jan 2013. [Online; accessed 2. May 2019].
- [14] Las mejores características de Mac OS High Sierra |, Oct 2017. [Online; accessed 19. Jul. 2019].
- [15] Nutrición clínica: concepto y características esenciales, universidad internacional de valencia, Último acceso: 31 de marzo de 2019. <https://www.universidadviu.com/nutricion-clinica/>, 2018.
- [16] Capítulo 1. Introducción (Introducción a JavaScript), Jul 2019. [Online; accessed 18. Jul. 2019].
- [17] Estudios de la ocde sobre salud pública. <https://www.oecd.org/health/health-systems/> RevisiJan 2019. [Online; accessed 2. May 2019].
- [18] Forward_chaining, Apr 2019. [Online; accessed 19. Jul. 2019].
- [19] ISO 25010, Sep 2019. [Online; accessed 30. Sep. 2019].
- [20] MySQL :: MySQL Workbench, Jul 2019. [Online; accessed 19. Jul. 2019].
- [21] Pruebas de Integración - manuel.cillero.es, Jun 2019. [Online; accessed 7. Jun. 2019].
- [22] Test Driven Development (TDD): Desarrollo de software guiado por pruebas. <http://www.pmoinformatica.com/2012/09/test-driven-development-scrum.html>, Jun 2019. [Online; accessed 7. Jun. 2019].
- [23] Tutorial TestLink: una guía completa, Sep 2019. [Online; accessed 29. Sep. 2019].
- [24] Visual Studio Code, Jul 2019. [Online; accessed 19. Jul. 2019].
- [25] XAMPP - EcuRed, Jul 2019. [Online; accessed 19. Jul. 2019].
- [26] Giuseppe Agapito, Mariadelina Simeoni, Barbara Calabrese, Ilaria Caré, Theodora Lamprinoudi, Pietro H. Guzzi, Arturo Pujia, Giorgio Fuiano, and Mario Cannataro. DIETOS: A dietary recommender system for chronic diseases monitoring and management. *PubMed comprises more than 29 million citations for biomedical literature from MEDLINE, life science journals., and online books*, 153:93–104, Jan 2018.
- [27] J Álvarez Hernández, N Peláez Torres, and A Muñoz Jiménez. Utilización clínica de la nutrición enteral. *Nutrición Hospitalaria*, 21:87–99, 2006.

- [28] Yessica Ríos Aquino. Prototipo para el desarrollo de una aplicación web móvil de ayuda al tratamiento nutricional o dietético. 2016.
- [29] Iñigo Barandiaran. The random subspace method for constructing decision forests. *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence*, 20(8), 1998.
- [30] Carlos Celis-Morales, Katherine M. Livingstone, Cyril F. M. Marsaux, Anna L. Macready, and John C. Mathers. Effect of personalized nutrition on health-related behaviour change: evidence from the Food4Me European randomized controlled trial. *International Journal of Epidemiology*, 46(2):dyw186, Aug 2016.
- [31] Enrique Herrera-Viedma & Carlos Porcel & Lorenzo Hidalgo. *Sistemas de recomendaciones: herramientas para el filtrado de información en Internet - capítulo: Introducción*. <https://www.upf.edu/hipertextnet/numero-2/recomendacion.html>.
- [32] Enrique Herrera-Viedma & Carlos Porcel & Lorenzo Hidalgo. *Sistemas de recomendaciones: herramientas para el filtrado de información en Internet - capítulo: Sistemas de recomendaciones*. <https://www.upf.edu/hipertextnet/numero-2/recomendacion.html>.
- [33] Rodrigo Zenun Franco. Online Recommender System for Personalized Nutrition Advice. *ResearchGate*, pages 411–415, Aug 2017.
- [34] JS Foundation - js.foundation. jQuery, Jul 2019. [Online; accessed 20. Jul. 2019].
- [35] G. Oviedo, A. Morón de Salim, and L. Solano. Indicadores antropométricos de obesidad y su relación con la enfermedad isquémica coronaria. *Nutrición Hospitalaria*, 21:694 – 698, 12 2006.
- [36] Thi Ngoc Trang Tran, Müslüm Atas, Alexander Felfernig, and Martin Stettinger. An overview of recommender systems in the healthy food domain. *J Intell Inf Syst*, 50(3):501–526, Jun 2018.