



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

SISTEMA DE MONITOREO DE DESNUTRICIÓN INFANTIL EN
ZONAS DEVASTADAS POR DESASTRES NATURALES EN
ECUADOR

INFORME DE MATERIA INTEGRADORA

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO EN CIENCIAS COMPUTACIONALES

RONNY GREGORIO MORÁN CHANCAY

RAÚL SANTIAGO RODRÍGUEZ HERNÁNDEZ

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO: 2017

AGRADECIMIENTOS

A Dios por haberme permitido finalizar este capítulo en mi vida de formación profesional de pregrado, quien supo guiarme, cuidarme, darme fuerzas y bendiciones para seguir, a través de las personas que puso en mi camino.

A mi familia, mis pilares fundamentales y seres queridos, por su apoyo, amor, ejemplos y motivación para continuar durante todo este tiempo.

A mis amigos y conocidos, por haber compartido todo este tiempo, en el cual solo estamos de pasada.

A mis profesores por compartir sus conocimientos, experiencias y motivaciones que ayudaron a mi formación profesional.

A la Ph.D. Lorena Carló Unda por su confianza y sus conocimientos brindados para el desarrollo de este proyecto integrador.

A la Escuela Superior Politécnica del Litoral por haber cumplido su misión en éste servidor.

Les agradezco a todos por ser parte de esta linda vida, de todo se aprende, esto sigue.

Ronny Morán Chancay

AGRADECIMIENTOS

Agradezco el apoyo brindado por mis profesores, parientes y amigos en el transcurso de esta larga carrera.

A Ph.D. María Lorena Carló Unda por haberme brindado su guía, su confianza y sus valiosos conocimientos.

A MSc. Marco Antonio Calderón Argüello por sus importantes recomendaciones para la elaboración de este informe.

A mi amigo el Ing. Pedro Alvarado Carloz por haberme ofrecido su incondicional apoyo.

Mi agradecimiento muy especial a mi querido tío, el abogado Luis Delgado Rodríguez, por su gran ayuda y motivación en aquellos momentos determinantes de mi carrera.

Raúl Rodríguez Hernández

DEDICATORIA

A Dios por cumplir los sueños.

A mi madre Jacqueline Chancay, mi padre Ing. Gregorio Morán y hermanos Ing. Mariuxi Morán, Ing. Abraham Morán y Levin Morán por su ayuda durante toda mi vida.

Ronny Morán Chancay

DEDICATORIA

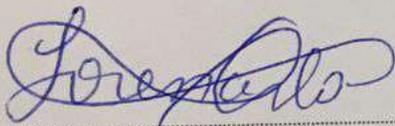
El presente proyecto es dedicado a nuestro Señor Jehová por haberme permitido llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi madre Silvia Hernández de Rodríguez, mi padre Gilberto Rodríguez, mi hermana Sonia Rodríguez y a mis tíos y tías por haber sido pilares importantes y ofrecerme siempre su cariño y apoyo incondicional.

A mi querido y recordado Nino Silverio Rodríguez que siempre estará en mi corazón.

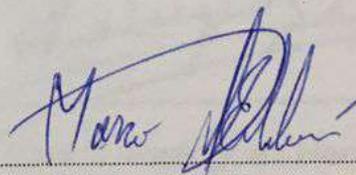
Raúl Rodríguez Hernández

TRIBUNAL DE EVALUACIÓN



Ph.D. Lorena Carló Unda

PROFESOR EVALUADOR

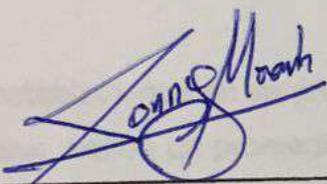


MSc. Marco Calderón Argüello

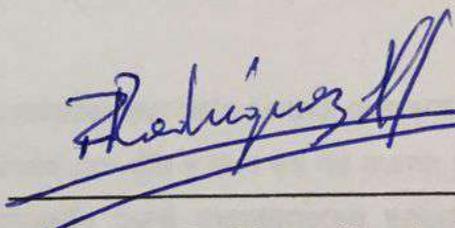
PROFESOR EVALUADOR

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad y la autoría del contenido de este Trabajo de Titulación, nos corresponde exclusivamente; y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual".



Ronny G. Morán Chancay



Raúl S. Rodríguez Hernández

RESUMEN

Luego del terremoto ocurrido en Ecuador el sábado 16 de abril del 2016 uno de los mayores impactos fue la afectación de la adecuada nutrición en las poblaciones devastadas, por lo que aumentaron los casos de desnutrición infantil.

La desnutrición crónica, que afecta en la actualidad a uno de cada cuatro niños en el Ecuador, y la situación de alimentación y salud de las personas en las zonas destruidas por el mencionado terremoto, son los temas que preocupan en gran medida a las instituciones y organismos que vigilan siempre los derechos de los menores.

La Unicef establece que en las provincias devastadas por este sismo, que son Manabí y Esmeraldas, nacen un promedio de 100 bebés por día y que es de suma urgencia que estos niños reciban alimentación adecuada para mantenerse saludables y prevenir la malnutrición.

Por estos motivos nosotros hemos creado una aplicación para teléfonos celulares android para conocer el grado de desnutrición de los niños y una aplicación web para monitorear y poder detectar casos de desnutrición infantil en el territorio ecuatoriano utilizando metodología de desarrollo ágil; para de esta manera contribuir a generar soluciones eficientes en el tema de la reducción de la desnutrición.

El desarrollo de nuestro proyecto fue impulsado por la muy valiosa información de los profesionales de la nutrición dentro y fuera de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) y la de analistas de información del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) acerca de ésta problemática.

Se utilizó Android Studio que es un entorno de desarrollo para la plataforma Android con el cual se diseñaron interfaces amigables para la recolección de información geolocalizada en zonas sin conexión a internet por parte de nutricionistas y facilitadores comunitarios.

Es importante desarrollar este tipo de aplicaciones que ayudan a identificar zonas con mayor grado de desnutrición para proceder a dar servicios de salud y elaborar programas de prevención de la malnutrición tanto del niño como de la familia.

En este informe encontraremos antecedentes, teorías y métodos utilizados para un mayor entendimiento y justificación en base a los problemas de desnutrición presentados en el Ecuador. Se describen soluciones actuales para realizar la comparación con nuestro sistema con el fin de obtener ventajas y optimizar factores.

También se describe la metodología, herramientas, librerías y lenguajes de programación utilizados para la implementación de nuestro sistema además de los resultados, conclusiones y recomendaciones; tanto de la aplicación móvil y la aplicación web.

La información recolectada se guarda en la base de datos interna del celular android y cuando hay conexión a internet la información recolectada es sincronizada a una base de datos remota.

También se utilizó Django en la implementación de una aplicación web para poder visualizar la información georreferenciada recolectada desde la aplicación móvil en diagramas de barras y en un mapa mediante marcadores de colores según el grado de desnutrición de Waterlow.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS.....	ii
DEDICATORIA.....	iv
TRIBUNAL DE EVALUACIÓN.....	vi
DECLARACIÓN EXPRESA.....	vii
RESUMEN.....	viii
ÍNDICE GENERAL.....	x
CAPÍTULO 1.....	1
1 MARCO TEÓRICO, JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS.....	1
1.1 Marco teórico.....	1
1.1.1 Valoración del estado nutricional.....	1
1.1.2 Clasificación de Waterlow.....	2
1.1.3 Cómo aplicar medidas a las curvas de patrones de crecimiento.....	4
1.2 Antecedentes.....	5
1.3 Descripción de la problemática.....	6
1.4 Justificación.....	7
1.5 Solución propuesta.....	7
1.6 Objetivos.....	10
1.6.1 Objetivos generales.....	10
1.6.2 Objetivos específicos.....	10
CAPÍTULO 2.....	11
2 METODOLOGÍA, HERRAMIENTAS E IMPLEMENTACIÓN.....	11
2.1 Métodos y comparaciones.....	11
2.1.1 Justificación de la utilización de SCRUM para este proyecto.....	11
2.1.2 Entrevistas, reuniones.....	12
2.1.3 Comparación con soluciones actuales.....	14
2.2 Herramientas y tecnologías en el desarrollo web Django.....	17
2.2.1 Model.....	18
2.2.2 Template.....	20
2.2.3 Leaflet.....	20
2.2.4 Highcharts.....	22

2.2.5	View	23
2.2.6	Autenticación de Usuarios.....	23
2.2.7	Rest Framework.....	24
2.2.8	Modelo Serializador (Model Serializer)	24
2.2.9	Panel de administración de Django	25
2.3	Herramientas y tecnologías en el desarrollo de la app-móvil.....	26
2.3.1	LocationListener	27
2.3.2	SQLite.....	27
2.3.3	Spring Framework.....	29
2.4	Deploy de las aplicaciones.....	30
2.4.1	SMDI-móvil	30
2.4.2	SMDI-web	30
CAPÍTULO 3.....		32
3. RESULTADOS OBTENIDOS Y ANÁLISIS		32
3.1	Interfaces principales de la aplicación Android SMDI-móvil.....	32
	Interfaz para Crear una cuenta.....	32
	Interfaz para Iniciar sesión	33
	Interfaz para Menú principal	33
	Interfaz para Recolectar datos	34
	Interfaz de Resultados de niños evaluados	35
	Interfaz para Perfil del usuario.....	37
	Interfaz para Cerrar sesión.....	38
3.2	Interfaces principales de la aplicación SMDI-web	39
	Interfaz para Iniciar sesión	39
	Interfaz para Registro de usuarios.....	40
	Interfaz de Mapa con marcadores de grados de desnutrición	40
	Interfaz para visualización de estadísticas	41
	Interfaz para Perfil del usuario.....	42
	Interfaz del Panel de administración.....	43
	Interfaz Django Rest Framework	44
3.3	Resultados generales	45

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	47
BIBLIOGRAFÍA.....	50

CAPÍTULO 1

1 MARCO TEÓRICO, JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS.

1.1 Marco teórico.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la desnutrición como el desequilibrio existente a nivel celular entre el suministro de nutrientes y la energía y la demanda del cuerpo humano para que puedan garantizar el crecimiento, las funciones específicas y el mantenimiento [1].

La malnutrición afecta las proporciones normales del cuerpo del niño y de manera eventual ocasiona en él emaciación corporal que consiste en una drástica pérdida de peso reciente, fatiga, y heridas que no sanan [2].

1.1.1 Valoración del estado nutricional

Cuando se realiza una valoración del estado de nutrición se tiene como objetivos controlar el crecimiento y estado alimenticio del niño o niña identificando las alteraciones por exceso (o defecto) y distinguiendo el origen primario (o secundario) del trastorno nutricional. El procedimiento sistemático de la valoración incluye los siguientes aspectos: [3]

Anamnesis

Se obtendrá información acerca de la familia como datos personales de los padres, datos del trabajo, antecedentes de enfermedades, número de hermanos, afecciones de los padres y hermanos [3].

Exploración clínica

Siempre es obligatorio inspeccionar al niño desnudo, porque de esta manera es como se obtiene más información sobre la constitución y la presencia de signos de organicidad [3].

Mediciones antropométricas

En los niños el nutricionista procede a tomar el peso, la estatura (también denominada talla) y la circunferencia del brazo (CB). Se registra la fecha

de nacimiento para calcular la edad exacta y la edad decimal. Se miden también la circunferencia braquial y los pliegues cutáneos [3].

La desnutrición es diagnosticada cuando la medida de la circunferencia del brazo del niño es menor que el percentil 50 o menor que el 80 % de la referencia estándar [4].

Los niños y niñas que tienen desnutrición están en riesgo de contraer infecciones secundarias las cuales pueden ocasionar complicaciones o incluso la muerte. Estos niños deben recibir las cantidades adecuadas para sus requerimientos de ingesta calórica, proteínas, y vitaminas esenciales [4].

1.1.2 Clasificación de Waterlow

La clasificación Waterlow permite determinar la cronología y la intensidad de la desnutrición. Se necesitan dos indicadores para realizar esta evaluación que se pueden calcular utilizando las ecuaciones 1.1 y 1.2 [5].

$$\begin{aligned} \text{Porcentaje de } \frac{\textit{peso}}{\textit{estatura}} \\ = \left(\frac{\textit{peso real}}{\textit{peso que debería tener para la estatura}} \right) \times 100 \end{aligned} \quad (1.1)$$

$$\begin{aligned} \text{Porcentaje de } \frac{\textit{estatura}}{\textit{edad}} \\ = \left(\frac{\textit{estatura real}}{\textit{estatura que debería tener para la edad}} \right) \times 100 \end{aligned} \quad (1.2)$$

Las interpretaciones para el porcentaje de peso/estatura (%P/T) y porcentaje de estatura/edad (%T/E) son mostradas a continuación (ver tabla 1 y tabla 2).

% Peso/Estatura	Interpretación
Mayor a 90	Normal - Grado 0
Mayor o igual a 80 y menor o igual a 90	Desnutrición leve – Grado I
Mayor o igual a 70 y menor a 80	Desnutrición moderada – Grado II
Menor que 70	Desnutrición severa – Grado III

Tabla 1. Interpretación de % Peso/Estatura [5].

% Estatura/Edad	Interpretación
Mayor que 95	Normal – Grado 0
Mayor o igual a 90 y menor o igual a 95	Desnutrición leve – Grado I
Mayor o igual a 85 y menor a 90	Desnutrición moderada – Grado II
Menor que 85	Desnutrición severa – Grado III

Tabla 2. Interpretación de % Estatura/Edad [5].

A continuación se describen los grados de desnutrición según Waterlow:

Grado 0 (Normal)

Se considera el grado en que no existe desnutrición.

Grado I (Desnutrición leve)

La mayoría de los niños con desnutrición leve presentan déficit de vitaminas, hierro y folato. Estos niños responden favorablemente a la ingesta calórica oral y a la de suplementos que contengan estas vitaminas

y minerales. El requerimiento para aumentar la proteína se logra típicamente mediante el aumento de la ingesta de alimentos [6].

Grado II (Desnutrición Moderada)

La desnutrición grado II o moderada, se da si el niño o niña posee una baja estatura para la edad. Se considera también desnutrición moderada cuando el niño o niña presenta una relación baja de peso/estatura [7].

Grado III (Desnutrición Severa)

La desnutrición grado III o desnutrición severa se da cuando el niño o niña posee muy bajo peso para la estatura. Se presenta una debilidad severa y también visibles edemas nutricionales. La gestión de la desnutrición severa de acuerdo a las directrices de la Organización Mundial de la Salud Puede reducir la tasa de fatalidad en un 55% en el ámbito hospitalario [8].

1.1.3 Cómo aplicar medidas a las curvas de patrones de crecimiento

Estas medidas antropométricas pueden aplicarse en las Curvas de Patrones de Crecimiento, siendo las de uso más común:

- Perímetro cefálico para la edad.
- Longitud/Estatura para la edad.
- Peso para la edad.
- Peso para la Longitud/Estatura.
- IMC (índice de masa corporal) para la edad.

Las Curvas de Patrones de Crecimiento de la OMS muestran cinco líneas curvas. La que está ubicada en el centro (marcada con un cero) es la media o promedio. Esta línea también se denomina como el percentil 50 puesto que el 50 por ciento de todos los niños están por arriba de la media y el otro 50 por ciento están por debajo de la media. La mayoría de los

niños saludables están cerca de la línea media, un poco por arriba o por debajo. Un niño con crecimiento normal típicamente tendrá una línea curva de crecimiento paralela a la media [9].

No es suficiente un solo punto para evaluar con precisión el crecimiento de un niño o niña. Es necesario una serie de puntos para poder entender las tendencias y patrones de crecimiento de un niño en el tiempo [9].

1.2 Antecedentes

Los desastres naturales pueden llegar a perjudicar el estado nutricional de la población por motivo de su impacto sobre los componentes de la cadena alimentaria, que dependerán del tipo, magnitud del desastre y la duración del mismo, así como de las condiciones alimenticias y de nutrición que existían en la zona antes del desastre [10].

Luego del terremoto del 16 de abril del 2016 en Ecuador la localidad más afectada fue Pedernales, en la provincia de Manabí, en donde fue el epicentro. Durante varios días fue imposible el acceso por vía terrestre dado el daño severo de las carreteras que comunican Pedernales con las demás poblaciones del Ecuador. Debido a la precaria situación y a la gran cantidad de muertos en las calles, el alcalde de la ciudad, Gabriel Alcívar, solicitó la donación de ataúdes y formol [11].

Esmeraldas y Manabí son las provincias más afectadas y destruidas por el terremoto del 16 de abril del 2016 en Ecuador, donde uno de cada cinco niños sufre diarrea y desnutrición crónica según explicaciones de Grant Leaity, representante del Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia o United Nations International Children's Emergency Fund (UNICEF). En la figura 1.1 observamos a dos niñas paseando entre las tiendas donadas por el Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Refugiados (ACNUR) [12].



Figura 1.1 Niñas paseando en una zona afectada de Portoviejo (en la provincia de Manabí) entre las tiendas donadas por ACNUR [12].

La distribución de alimentos durante el primer mes desde otras ciudades mitigó el impacto inmediato, sin embargo, es necesaria una asistencia sostenida a las personas con mayores riesgos como son los niños y niñas para evitar que caigan en inseguridad alimentaria o una malnutrición severa [13].

La destrucción de los lugares donde se almacenan los alimentos reduce la cantidad de comida disponible, y por otra parte, los inconvenientes en los sistemas de distribución de alimentos pueden impedir su acceso [13].

1.3 Descripción de la problemática

El aumento de casos de desnutrición en niños y niñas luego del terremoto del 16 de abril del 2016 en Ecuador y la falta de soluciones tecnológicas en el área de nutrición, para la recolección de información y evaluación nutricional, aumentan el tiempo para la realización de estos procedimientos y el costo por impresión de formularios y manuales.

Además, hay que realizar la adquisición de equipos para el procesamiento, ocasionando demoras en la oficialidad de los resultados nutricionales del Ecuador.

Por lo tanto, existe urgencia de conocer el estado nutricional de los niños a nivel nacional y en los diferentes cantones de las provincias del Ecuador, y también la necesidad de monitorear zonas con mayor grado de desnutrición.

1.4 Justificación

Según la opinión de los profesionales en nutrición de la ESPOL y analistas de información del INEC, en Ecuador hacen falta aplicaciones para dispositivos móviles que permitan realizar una recolección de datos de niños o niñas y dar un diagnóstico para conocer su estado de nutrición en las zonas devastadas por desastres naturales. Es más, debido al terremoto del pasado 16 de abril del 2016, en las provincias de Manabí y Esmeraldas es urgente la implementación de una aplicación de este tipo.

Según lo expuesto con anterioridad, después del terremoto del 16 de abril del 2016, el Ministerio de Salud Pública (MSP) empezó a determinar las necesidades de nutrición de las poblaciones afectadas, a calcular las raciones alimentarias diarias y a monitorear el estado de nutrición.

La Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) Tomo 1 - 2012 indicó que hacía falta un sistema de monitoreo para darle seguimiento a los casos de desnutrición infantil, ya que no se podía revisar la evolución de los casos atendidos. La falta de un sistema de monitoreo impide asignar medidas de prevención, atención y de servicios de cuidado, así como de agua y saneamiento en sectores estratégicos.

1.5 Solución propuesta

Nuestra solución de Sistema de Monitoreo de desnutrición Infantil (SMDI) consiste en la implementación de una aplicación móvil (SMDI-móvil) para plataforma android que permite la recolección de información antropométrica en zonas sin conexión a internet.

Esta información es guardada en la base de datos del celular interna SQLite, también se guarda la latitud y longitud para conocer la ubicación del caso de desnutrición infantil; para luego cuando exista conexión a internet proceder a la sincronización de la información a una base de datos remota, además de realizar una evaluación para obtener el grado de desnutrición del niño.

Esta información recolectada es enviada en formato JavaScript Object Notation (JSON) al Application Programming Interface (API) Rest Framework de Django, para su almacenamiento en la base de datos PostgreSQL.

Para el monitoreo de desnutrición infantil se desarrolló una aplicación web (SMDI-web) en Django, logrando la visualización de los casos de desnutrición con un mapa OpenStreetMap (OSM) [14], utilizando la latitud y longitud donde fue evaluado el niño.

Se ha desarrollado también una representación estadística con Highcharts [15] para ver los grados de desnutrición infantil a nivel nacional o por cantones.

Un esquema general se puede apreciar en la figura 1.2.



Figura 1.2 Esquema general del SMDI.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivos generales

- Implementar una aplicación móvil que permita la recolección de información antropométrica para conocer el estado nutricional del niño o niña en zonas sin conexión a internet.
- Implementar un sistema para monitorear casos de desnutrición en niños y niñas en zonas afectadas por desastres naturales en Ecuador a través de visualizaciones.

1.6.2 Objetivos específicos

- Reducir el tiempo de recolección de información antropométrica de niños y niñas, diagnóstico nutricional y procesamiento para visualización de resultados de la información recolectada.
- Visualizar en un mapa los casos de desnutrición, según su grado, de los niños y niñas.
- Visualizar mediante un diagrama de barras el número de niños con desnutrición en Ecuador, de manera general y por cantones.
- Reducir el tiempo de oficialidad de resultados de la información recolectada.

CAPÍTULO 2

2 METODOLOGÍA, HERRAMIENTAS E IMPLEMENTACIÓN.

La metodología ágil utilizada nos permitió reducir riesgos durante el desarrollo de este proyecto, trabajando de forma colaborativa; además, hicimos uso de herramientas de versionamiento para nuestro código fuente.

A continuación describimos las herramientas y frameworks que se utilizaron para las solicitudes y respuestas por parte de la aplicación móvil y la aplicación web.

También se describe la implementación según sus estándares o especificaciones para cada proceso involucrado en el diseño y desarrollo de estas aplicaciones.

2.1 Métodos y comparaciones

2.1.1 Justificación de la utilización de SCRUM para este proyecto

En éste proyecto utilizamos la metodología ágil SCRUM debido a su alta visibilidad del progreso de proyectos, la productividad medible y la capacidad de mantener un horario predecible para la entrega. Este tipo de metodología nos permitió obtener un equipo productivo con resultados a corto plazo.

Nuestro proyecto fue realizado en cuatro Sprints, cada uno de ellos con una duración de 4 semanas. Las historias de usuarios fueron elaboradas y colocadas en el software PivotalTracker [16] para poder dar un seguimiento eficiente a las tareas del proyecto.

Como software de control de versiones para nuestro código fuente de las aplicaciones se utilizó BitBucket; con lo cual logramos colaborar en equipo durante la implementación y despliegue.

2.1.2 Entrevistas, reuniones

Para la metodología del diseño procedimos a la obtención de los requerimientos de la aplicación móvil y web.

Consultamos analistas de información del INEC, entre ellos Ricardo Adrián Yerovi Carreño, los cuales conocen procedimientos actuales en la parte de recolección de información, planificación y coordinación de las actividades estadísticas del país.

Realizamos varias presentaciones y entrevistas a los nutricionistas profesionales coordinadores de la evaluación del estado nutricional de los novatos en todas las facultades de la ESPOL: MSc. Luz Marina Valencia Erazo y MGs. Ruth Adriana Yaguachi Alarcón.

Las mencionadas presentaciones fueron realizadas en la Facultad de Ciencias de la Vida (FCV), en las cuales los profesionales entrevistados indicaron qué información nutricional de los niños debía recolectarse, así como los procedimientos, medidas, y parámetros antropométricos.

Algunos de los campos que recomendaron fueron los siguientes:

Talla (centímetros), peso (kilogramos), edad (meses), sexo, cadera (centímetros), cintura (centímetros), perímetro de la muñeca (centímetros), perímetro cefálico (centímetros), muslo (centímetros), pantorrilla (centímetros), brazo relajado (centímetros), brazo contraído (centímetros), fecha de recolección de información y observaciones.

Además recomendaron utilizar la clasificación Waterlow para determinar el grado de desnutrición de los niños y la utilización de las gráficas de crecimiento de niños y niñas de la OMS [17], y las Curvas de Crecimiento - Centers for Disease Control (CDC) [18].

A los mencionados nutricionistas se les presentaron las diferentes capturas de pantallas de las interfaces de usuario de la aplicación móvil para recolección, almacenamiento y envío de información. También se les

mostraron las interfaces del sitio web para la visualización de los datos obtenidos, a través de un mapa donde se visualiza el estado nutricional de los niños evaluados. Se planteó además la manera de representar la información recolectada a través de un gráfico estadístico. También se les dio una explicación general del funcionamiento del proyecto.

Los nutricionistas entrevistados sugirieron que en el mapa se muestre de manera exclusiva, el grado de desnutrición y que se utilicen marcadores de colores para cada grado de desnutrición según la clasificación Waterlow (Ver Figura 2.1).



Figura 2.1 Marcadores según clasificación Waterlow.

El marcador celeste indica el grado normal, el marcador amarillo indica el grado de desnutrición leve, el marcador anaranjado indica el grado de desnutrición moderada, y el marcador rojo indica el grado de desnutrición severa.

Los mencionados nutricionistas sugirieron también, que para la representación estadística de la información recolectada, se utilizara un

gráfico de barras que indique los grados de desnutrición según la clasificación Waterlow, de manera general de todo Ecuador y por cantones de las diferentes provincias.

En las conversaciones con los analistas de información del INEC conocimos los programas, proyectos y acciones para combatir la desnutrición infantil en Ecuador por parte del Gobierno Nacional, el cual trabaja en conjunto con el Ministerio de Salud Pública (MSP), el Ministerio de Inclusión Económica y Social (MIES), Ministerio de Educación (MINEDUC) e INEC.

Los analistas del INEC nos dieron a conocer los procedimientos actuales para el procesamiento y recolección de la información que utilizan las entidades del área de nutrición, las cuales realizan impresión de cuestionarios, manuales, instalación de software estadístico. También incurren en gastos de adquisición de equipos y en capacitaciones de personal para su operación.

2.1.3 Comparación con soluciones actuales

En el año 2010 apareció el Sistema de Monitoreo de Crecimiento y Nutrición de los Niños de Educación Inicial (SiMoCNEI) por parte del MINEDUC, que permitía visualizar a los docentes del MINEDUC el informe de los niños menores de cinco años de instituciones con relación a su talla, peso, edad e índice de masa corporal (IMC).

Este sistema permite ver reportes y conocer el porcentaje de los pesos de los niños; ya sea que estén en peso bajo, normal y obesidad, para luego tomar las medidas respectivas para mejorar su condición de vida [19].

En la actualidad SiMoCNEI se denomina Sistema de Control del Crecimiento y Estado Nutricional de los Niños de Educación Inicial (SICENEI), disponible en la página del MINEDUC [20].

La última Encuesta ENSANUT TOMO I del Ecuador fue en el año 2012, la cual otorga una visión integral de las condiciones de salud en varios temas. Uno de estos temas es acerca de la situación nutricional de la población ecuatoriana de 0 a 59 años. La encuesta fue realizada por un equipo científico investigador, asesores nacionales e internacionales del MSP y del INEC, quienes utilizaron cuestionarios antropométricos y manuales para recolección de información [21].

Este equipo científico codificó, depuró y digitalizó la información recolectada utilizando el software CSPRO (versión 4.0). El equipo diseñó bases de datos en formato del programa estadístico STATA con el fin de proveer procesos y comandos para el análisis de las encuestas de diseño muestral complejo.

Los datos antropométricos requirieron el uso del software WHO Anthro (versión 3.2.2, Enero 2011) y WHO AnthroPlus (2007) en sus computadoras para analizar los datos sobre su estado nutricional.

Contaban también con equipos de Global Positioning System (GPS) para obtener información georreferenciada, los cuales se ponían en uso con previa capacitación [22].

También existió el proyecto de Intervención Nutricional Territorial Integral (INTI) hasta diciembre del 2015, ahora Proyecto Acción Nutrición, encargado por el Ministerio de Coordinación de Desarrollo Social (MCDS) corresponsables con MSP, MIES, MINEDUC y Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP). El objetivo de este proyecto era el de reducir la desnutrición infantil a nivel nacional con prioridad en zonas de desnutrición crónica en menores de cinco años y en mujeres embarazadas.

Este Proyecto Acción Nutrición brindó un control de salud integral para prevenir y garantizar un buen estado de salud de los mencionados menores y mujeres embarazadas, además de acciones a mediano plazo con la implementación de sistemas de agua y saneamiento, mejorando el entorno de las familias [23].

Considerando la información de ENSANUT 2013, las gráficas de prevalencias comparativas de desnutrición en menores a cinco años en Ecuador, revelan que en nuestro país existen graves problemas de déficit nutricional, evidenciando a la malnutrición como nuevo perfil epidemiológico de Ecuador. En base a esta información se han podido identificar factores que explican éstos resultados [24].

Uno de estos factores es la falta de un sistema de información de monitoreo para darle seguimiento de los casos de desnutrición infantil, lo cual impedía monitorear la evolución de casos atendidos, la aplicación de protocolos de prevención y la atención de los ministerios.

La falta de este sistema de monitoreo impidió referir a los servicios de cuidado por parte del MIES, así como servicios de agua, vivienda y saneamiento de MIDUVI [25].

Actualmente el Proyecto Acción Nutrición, de acuerdo a las metas del Plan Nacional del Buen Vivir (PNBV) 2013-2017, propone reducir el porcentaje de desnutrición crónica en menores de dos años al 5% y de menores de cinco años al 16,3% hasta el año 2017 [26].

También proponen incrementar la cobertura de servicios de prevención y atención para la desnutrición entre las diversas entidades del estado con ayuda de más programas, servicios, centros, y monitoreando el cumplimiento de llevar a cabo su objetivo; además, fomentando acciones de lactancia materna e incrementar el consumo de nutrientes que los niños requieren [26].

Después de analizar las desventajas de estos proyectos, programas y sistemas, procedimos a optimizar los procedimientos en nuestro SMDI para obtener una reducción de gastos de impresión de cuestionarios, manuales, equipos de GPS, y capacitaciones.

Además, con esta optimización se logra reducir el tiempo de recolección de información, transportación, depuración, codificación, digitalización, e

instalación de software adicional en computadores para procesamiento de cálculos para conocer el estado nutricional.

Además, logramos identificar de manera rápida, las zonas con mayor grado de desnutrición infantil a través del mapa, mediante la información georreferenciada recolectada.

Esto ayudará a tomar las medidas necesarias en dichas zonas ya sea con programas como Acción Nutrición, programas de alimentación, o con participación de unidades de atención para concientizar a los padres de familia, con el fin de prevenir y lograr la reducción acelerada de la malnutrición en Ecuador.

2.2 Herramientas y tecnologías en el desarrollo web Django

En esta sección describimos las herramientas, tecnologías, librerías, lenguajes de programación y de marcado que se utilizaron en la implementación de la aplicación SMDI-web.

Se utilizó el framework web Django (versión 1.9) [27] que nos facilitó el trabajo para implementación de nuestra aplicación web puesto que fueron necesarias menos líneas de código.

Se utilizó el lenguaje de programación Python para configuraciones, modelos de datos y archivos. Python es un lenguaje de programación de scripting multiplataforma de fácil aprendizaje que permite trabajar de manera rápida y eficaz [28].

Django sigue el patrón de arquitectura de software MTV. En la sigla MTV: la letra “M” representa a la capa Model, la letra “T” a la capa Template, y la letra “V” representa a la capa View [29].

A continuación se explica cada una de estas capas utilizadas en nuestro proyecto con las librerías y frameworks utilizados en cada capa respectivamente.

2.2.1 Model

Model en el patrón de diseño MTV es la capa de base de datos que define relaciones, acceso, validación, y relaciones entre los datos. Se utilizó la base de datos PostgreSQL [30]. En este proyecto se emplearon tablas para los usuarios, los cantones del Ecuador y para la información recolectada desde la aplicación móvil, las cuales permiten el almacenamiento de la información

Se establecieron los campos de las tablas según las opiniones de los profesionales nutricionistas entrevistados; la tabla en la cual se almacena la información recolectada, contiene campos de medidas antropométricas las cuales se pueden observar en la tabla 3.

MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS
Peso
Talla
Cadera
Cintura
Perímetro de la muñeca
Perímetro cefálico
Muslo
Pantorrilla
Perímetro del brazo relajado
Perímetro del brazo contraído

Tabla 3. Medidas antropométricas.

El diseño de la base de datos fue establecido en base a requerimientos de nutricionistas profesionales de la ESPOL, a ciertas recomendaciones por parte de nuestros tutores y por nuestra experiencia como desarrolladores. Podemos visualizar el esquema general de la base de datos de la aplicación web en la Figura 2.2.

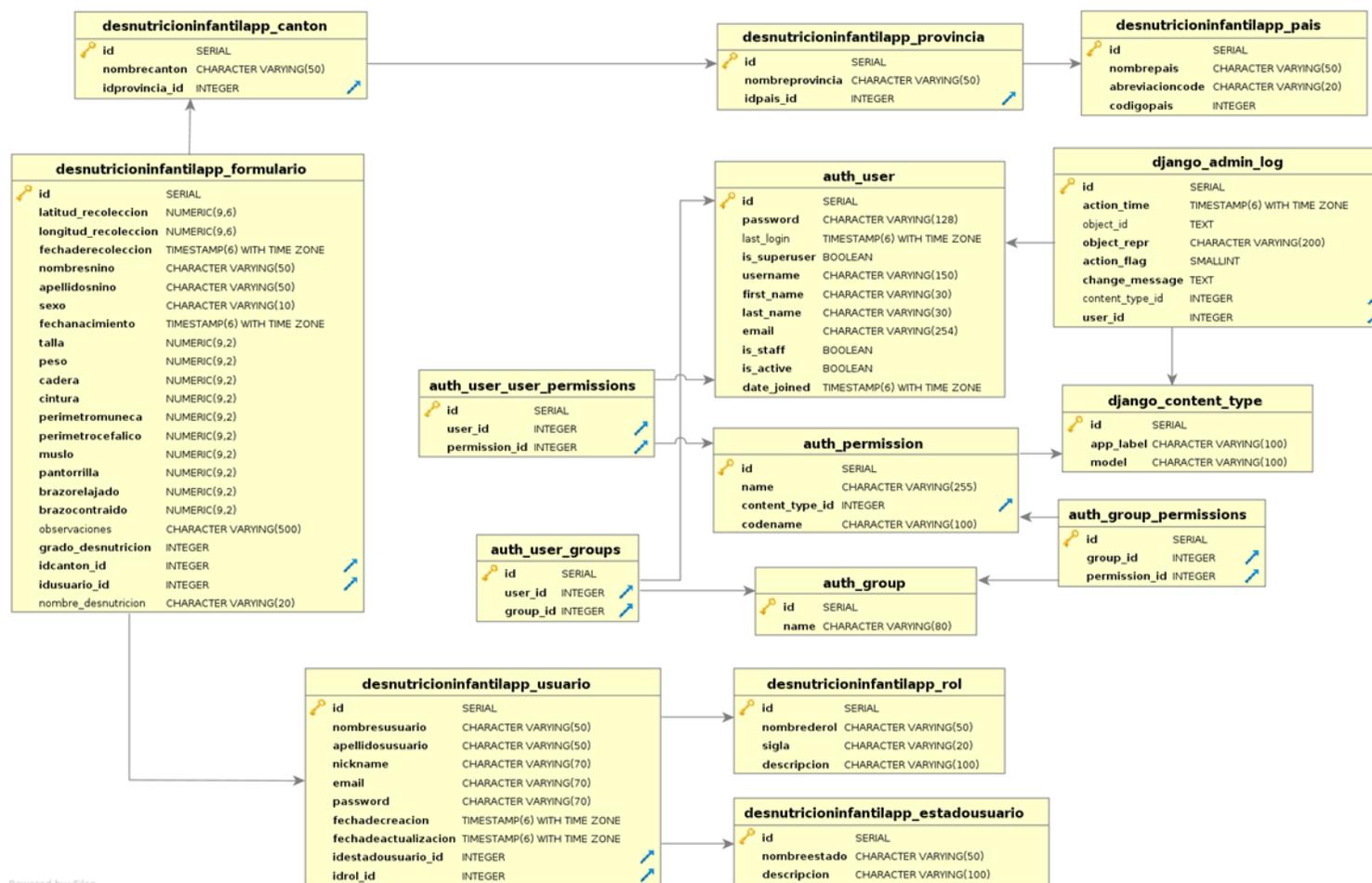


Figura 2.2 Esquema de la Base de datos de SMDI-web.

2.2.2 Template

Template en el patrón de diseño MTV es la capa de presentación que contiene archivos de Lenguaje de Marcas de Hipertextos (HTML), archivos estáticos como Hojas de estilo en cascada (CSS) y JavaScript para el desarrollo en el lado del cliente.

En esta capa se utilizó un Diseño Web Adaptable (Responsive Web Design), el cual consiste en una configuración en la que el servidor siempre envía el mismo código HTML a todos los dispositivos utilizando código CSS para modificar la forma en que la página se procesa en el dispositivo [31].

Utilizamos extensión de plantillas para no repetir el mismo código en todas las páginas web mostradas en nuestro proyecto. De esta manera se estableció una estructura base del diseño de la página web para que el contenido de la misma sea presentado por bloques.

Se creó el archivo base.html del cual se extendieron los bloques que muestran las páginas del mapa, estadísticas, usuarios, perfil, inicio de sesión, y de registro de usuarios.

Para imprimir variables en una plantilla de Django utilizamos los template tags que nos permiten transferir objetos Python como elementos en HTML.

2.2.3 Leaflet

Para la visualización del mapa interactivo utilizamos la librería javascript Leaflet, la cual funciona en plataformas de escritorio y móviles [32].

Para poder cargar el mapa debemos indicarle a la librería leaflet el identificador de un elemento cargado en el Document Object

Model (DOM) de nuestro template. Le indicamos a leaflet que utilice el elemento con id “map”.

```
var map = L.map('map').setView([-1.70263, -78.49731], 8);
```

Figura 2.3 Llamada a la función setView.

La llamada a la función “setView” como vemos en la figura 2.3 centrará el mapa en las coordenadas que le indiquemos (latitud, longitud) y con el nivel de zoom que deseemos. A continuación, tenemos que añadirle un “tileLayer” a nuestro mapa. Un “tile” es una imagen que representa un área determinada en los cuales procederemos a cargar los tiles de OSM especificándole la Uniform Resource Locator (URL) para luego agregarlos al identificador “map”.

Para representar los marcadores según el grado de desnutrición en el mapa fue necesario la creación de un formato para la codificación de estructuras de datos geográficos como lo es Geojson. Este formato fue generado con los campos de la ubicación, como latitud, longitud y el grado de desnutrición, obtenidos de la base de datos y representados con formato Geojson por medio de la función `getPointGeoJson` definida en la Vista (View) [33].

Para obtener los datos del Geojson se utilizó una solicitud HyperText Transfer Protocol (HTTP) GET utilizando Asynchronous JavaScript And XML (AJAX) a través del método `getJSON`, procediendo así con la graficación de cada grado de desnutrición en el mapa con sus respectivas coordenadas. El formato utilizado de Geojson se muestra en la Figura 2.4.

```

{"crs": {
  "type": "name",
  "properties": {
    "name": "urn:ogc:def:crs:EPSG::4326"
  }
},
"features": [
  {
    "geometry": {
      "type": "Point",
      "coordinates": [-80.378289, -1.012316]
    },
    "properties": {
      "grado_desnutricion": "0",
      "Lat": -1.012316,
      "Long": -80.378289
    },
    "geometry_name": "the_geom",
    "id": "ID",
    "type": "Feature"
  }
]
}

```

Figura 2.4 Formato GeoJSON para la representación de marcador en mapa.

2.2.4 Highcharts

Para la representación estadística del gráfico de barras en nuestro proyecto utilizamos la librería Highcharts – Column with drilldown, que hace gráficos interactivos de manera fácil.

Se enviaron los datos a graficar imprimiendo las variables en el archivo bloque de estadísticas de HTML; para esto se utilizó los template tags enviados desde una función en el view que extrae la información de la base de datos PostgreSQL.

Efectuamos la graficación de los diferentes grados de desnutrición por cantones utilizando AJAX para evitar la recarga de la página ejecutándose del lado del cliente, mientras se tiene

una comunicación con el servidor de forma asíncrona, es decir, en segundo plano.

De esta forma se obtuvieron los datos enviados por una función en el view en cada selección del cantón mediante la etiqueta “select” correspondiente en HTML del bloque de estadísticas.

2.2.5 View

View en el patrón de diseño MTV es una capa que tiene la función de obtener los datos de los formularios de la capa de interfaz de usuario, procesarlos y pasarlos a la capa de modelo de datos; en otros frameworks se denomina Controlador.

Asimismo, la capa View se encarga de tomar los datos de la capa del modelo de datos y renderizarlos en la capa de interfaz de usuario.

Es decir, utiliza un Mapeo Relacional de Objetos (ORM) de Django en lugar de Structured Query Language (SQL) para realizar consultas a la base de datos de nuestro proyecto.

2.2.6 Autenticación de Usuarios

Para inicio de sesión y registro de usuarios a la aplicación web se utilizó el sistema de autenticación de Django el cual está incorporado por defecto en la aplicación `django.contrib.auth` [34].

Con `django.contrib.auth.views.login` las credenciales son enviadas por los usuarios, que intentan iniciar sesión. Si el registro tiene éxito, el view redirige a la URL que muestra el bloque con el mapa OSM, caso contrario mostrará el mensaje: “Usuario o contraseña inválido. Intente nuevamente”.

Podemos realizar validaciones si un usuario inició sesión con `user.is_authenticated` para mostrar contenidos cuando accesa a la aplicación web.

Para la creación de usuarios verifica que el campo usuario ingresado en el formulario no exista en la tabla de usuarios; esto se realiza con `User.objects.get` que obtiene datos de la base de datos y verifica su existencia.

Si la información de correo y contraseña son válidas procede a registrar al usuario y con `HttpResponseRedirect` redirige a un bloque de confirmación exitosa de registro, para luego iniciar sesión con sus credenciales.

2.2.7 Rest Framework

En este proyecto se utilizó el Rest Framework de Django el cual permite construir proyectos software de acuerdo a la arquitectura Representational State Transfer (REST), la cual incluye gran cantidad de código para reutilizar (Views, Resources, etc.) y posee una interfaz administrativa que permite realizar operaciones HTTP como lo son POST y GET [35].

2.2.8 Modelo Serializador (Model Serializer)

Los serializadores de Django Rest Framework (DRF) convierten instancias de modelo de diccionarios Python, que luego pueden ser presentados en diversos formatos adecuados API - como JSON o eXtensible Markup Language (XML).

Para poder obtener esta representación, se debe decir qué campos se desea utilizar a partir del modelo; en nuestro caso, la tabla del formulario que contiene medidas antropométricas, como se define en la Figura 2.5.

```

class FormularioSerializer(serializers.ModelSerializer):
    class Meta:
        model = Formulario
        publish_fields = (
            'latitud_recoleccion', 'longitud_recoleccion', 'fechaderecoleccion',
            'nombresnino', 'apellidosnino', 'sexo',
            'fechanacimiento', 'talla', 'peso', 'cadera', 'cintura',
            'perimetromuneca', 'perimetrocefalico', 'muslo', 'pantorrilla',
            'brazorelajado', 'brazocontraido', 'observaciones',
            'grado_desnutricion', 'nombre_desnutricion', 'idcanton',
            'idusuario' )

```

Figura 2.5 Clase Formulario Serializer.

2.2.9 Panel de administración de Django

Para agregar, actualizar y eliminar todos los datos a partir del modelo, se utiliza el panel de administración de Django con los nombres de las tablas de la bases de datos.

Para hacer estos modelos visibles en la página del administrador, en el archivo admin.py se los debe registrar como se observa en la figura 2.6.

```

admin.site.register(Pais)
admin.site.register(Provincia)
admin.site.register(Canton)
admin.site.register(EstadoUsuario)
admin.site.register(Rol)
admin.site.register(Usuario)
admin.site.register(Formulario)

```

Figura 2.6 Código del archivo admin.py.

2.3 Herramientas y tecnologías en el desarrollo de la app-móvil

En esta sección describimos las herramientas, tecnologías y librerías que se utilizaron en la implementación de la aplicación Android SMDI-móvil.

La aplicación SMDI-móvil se instala en las siguientes versiones de Android:

Mínima versión de Android: 4.0.3 (API nivel 15).

Máxima versión de Android: 5.1 (API nivel 22).

Se utilizó Android Studio para la implementación de la aplicación móvil, el framework Spring para la sincronización de información, la base de datos SQLite para almacenamiento interno en el dispositivo móvil, y el archivo gradle para gestionar las dependencias utilizadas en nuestra aplicación. Además, se utilizaron permisos que permiten operaciones específicas para que un proceso en particular se pueda llevar a cabo.

Permisos utilizados para obtener ubicación con el GPS del celular:

ACCESS_COARSE_LOCATION
ACCESS_FINE_LOCATION
ACCESS_LOCATION_EXTRA_COMMANDS

Permisos utilizados para leer y escribir desde almacenamiento externo:

READ_EXTERNAL_STORAGE
WRITE_EXTERNAL_STORAGE

Permisos utilizados para acceder a información de las redes y abrir el socket de red:

ACCESS_NETWORK_STATE
CHANGE_NETWORK_STATE
INTERNET

2.3.1 LocationListener

Se utilizó LocationListener para recibir notificaciones de LocationManager cuando la ubicación actual del dispositivo ha cambiado.

LocationManager [36] proporciona el acceso a los servicios de localización, situación geográfica con el GPS del dispositivo o proporcionados por proveedores de ubicación, obteniendo la latitud y longitud, los cuales también serán almacenados durante la recolección de información mientras se realiza la evaluación a los niños y niñas; estos puntos geográficos serán representados en el mapa de la aplicación SMDI-web.

2.3.2 SQLite

Nuestra aplicación SMDI-móvil utiliza una base de datos SQLite para guardar la información internamente en el celular Android.

Para crear, actualizar y acceder a la base de datos SQLite se heredó de la clase SQLiteOpenHelper, donde se redefinió el método onCreate que es llamado por el sistema si la base de datos no existe, la cual contiene el script SQL de creación de las tablas.

Las tablas utilizadas en nuestra aplicación móvil son las que se muestran en la figura 2.7.

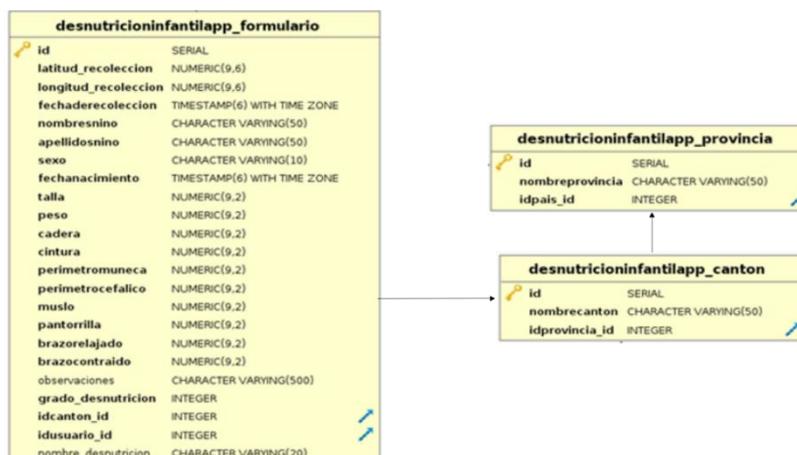


Figura 2.7 Esquema de las tablas de la base de datos SMDI-móvil.

El usuario por medio de los spinners puede seleccionar la provincia con su respectivo cantón. Esta información está almacenada en las tablas `desnutricioninfantilapp_provincia` y `desnutricioninfantilapp_canton` mostradas en la figura 2.7. El primer spinner se utiliza para desplegar las provincias y el segundo para los cantones que pertenecen a esa provincia.

En la tabla `desnutricioninfantilapp_formulario` de la figura 2.7, se almacena toda la información recolectada (medidas antropométricas, ubicación, información del niño a evaluar, nombre y grado de desnutrición) para luego cuando se tenga conexión a internet puedan ser sincronizadas por el usuario a la base de datos remota del servidor.

Para el ingreso de información, la figura 2.8 nos muestra la función para guardar un objeto en la tabla de la base de datos interna.

Esta función recibe una instancia de `Formulario` que contiene todos los datos recolectados, donde `getWritableDatabase`

devuelve un objeto para poder acceder en modo de lectura y escritura y la función `toContentValues` que almacena el conjunto de datos a ser guardado en la tabla.

```
public long saveFormulario(Formulario formulario) {
    SQLiteDatabase sqLiteDatabase = getWritableDatabase() ;
    return sqLiteDatabase.insert(
        FormularioEntry.TABLE_NAME,
        null,
        formulario.toContentValues());
}
```

Figura 2.8 Función para guardar información en tabla de SQLite.

2.3.3 Spring Framework

La información recolectada con los datos antropométricos se almacena en una tabla en la base de datos SQLite. Esta información es sincronizada a una base de datos remota en el servidor mientras el celular tenga acceso a internet.

Para realizar este proceso de sincronización se utilizó el Spring Framework utilizando el módulo de Rest Template [37] donde las filas de datos de las tablas de la base de datos SQLite fueron convertidos a JSON a través de la librería de mapeo Jackson, para poder enviarlos vía HTTP POST a la URL del DRF.

Se agregaron las dependencias del rest-template y jackson al archivo gradle como se muestra en la Figura 2.9.

```
dependencies {  
    compile 'org.springframework.android:spring-android-rest-  
template:1.0.1.RELEASE'  
    compile 'com.fasterxml.jackson.core:jackson-databind:2.7.0-  
rc2' }  
}
```

Figura 2.9 Dependencias en gradle de rest-template y Jackson.

2.4 Deploy de las aplicaciones

2.4.1 SMDI-móvil

Se realizaron pruebas en dispositivos Samsung Galaxy S4 (I9515), S4 LTE (GT-i9505) y Sony Xperia Zn.

Una vez compilada la aplicación en Android Studio, se procedió a instalarla en cada uno de los dispositivos mencionados.

Cabe resaltar que como se trata de una aplicación no firmada, fue necesario habilitar la opción de Fuentes desconocidas en la sección de Seguridad dentro de la Configuración general de cada uno de los teléfonos móviles.

La aplicación móvil funcionó de manera correcta y la comunicación con el usuario se estableció de manera natural y lógica debido a su usabilidad.

2.4.2 SMDI-web

El deploy de nuestra aplicación se realizó en Pythonanywhere ya que nos facilita la administración, configuración y mantenimiento del servidor en donde se encuentra nuestra aplicación SMDI-web, además tiene Python ya instalado [38].

El código de la aplicación SMDI-web fue almacenado en el servidor a través de la consola Bash.

Se creó un entorno virtual, donde se efectuó la recopilación de archivos estáticos a utilizarse, y se realizó la inicialización de la base de datos con el comando: “python manage.py migrate”.

Django funciona con el protocolo Web Server Gateway Interface (WSGI) que es un archivo de configuración que indica el lugar donde se encuentra almacenada nuestra aplicación. Este archivo de configuración es estándar para servir sitios web que utilizan Python, la cual es soportada el servidor de Pythonanywhere [39].

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS OBTENIDOS Y ANÁLISIS

3.1 Interfaces principales de la aplicación Android SMDI-móvil

Interfaz para Crear una cuenta

Cuando un profesional en nutrición o similar desea registrarse en el sistema primero deberá hacer clic en la opción “Crear Cuenta”. Luego de escribir los nombres, apellidos, el correo electrónico y la contraseña el mencionado profesional deberá presionar el botón “Registrar” (ver figura 3.1).



Figura 3.1 Interfaz para Crear una cuenta.

Interfaz para Iniciar sesión

Después de haberse registrado, el usuario deberá escribir su usuario y contraseña y hacer clic en “Iniciar sesión” (ver figura 3.2).



Figura 3.2 Interfaz para Iniciar sesión.

Interfaz para Menú principal

Luego de iniciar sesión el usuario puede visualizar un menú en el cual podrá escoger entre las opciones de “Resultados”, “Recolectar información”, “Perfil”, “Acerca de la aplicación”, y “Cerrar sesión” (ver figura 3.3).



Figura 3.3 Interfaz para Menú principal.

Interfaz para Recolectar datos

Al ingresar el usuario en la opción “Recolectar información”, deberá ingresar los datos de provincia, cantón, nombres, apellidos, sexo, fecha de nacimiento, talla, peso, cadera, cintura, perímetro de muñeca, perímetro cefálico, muslo, pantorrilla, brazo relajado, brazo contraído, y observaciones. Se muestran los datos de la ubicación geográfica correspondientes a la latitud y longitud del lugar donde está realizando la recolección. Estos datos son detectados por el GPS automáticamente (ver figura 3.4).

The image shows two Samsung smartphones displaying a data collection form. The left phone shows the initial form with fields for Province (Guayas), Canton (Alfredo Baquerizo Moreno), Name, Surname, Sex (Male selected), Date of Birth, Height, Weight, and Hip Circumference. The right phone shows the same form with additional anthropometric measurements: Wrist Perimeter, Head Perimeter, Thigh, Calf, Relaxed Arm, and Contracted Arm, along with an Observations field and a 'GUARDAR' button.

Figura 3.4 Formulario para recolectar información.

Interfaz de Resultados de niños evaluados

La interfaz “Resultados” muestra la información de las personas evaluadas. Esta información es el resultado de la evaluación nutricional y se obtiene luego de haber ingresado datos en la opción de “Recolectar información” (ver figura 3.5 a).

Mostrará la evaluación si la información no ha sido sincronizada a la base de datos remota aún. Después de presionar el botón Sincronizar, la lista se vaciará” (ver figura 3.5 b).



Figura 3.5 a: Interfaz de Resultados de niños evaluados.



Figura 3.5 b: Interfaz de Resultados después de sincronizar.

Interfaz para Perfil del usuario

En la interfaz de “Perfil” el usuario podrá ver su información personal como: nombres, apellidos y correo electrónico, como se muestra a continuación (ver figura 3.6):



Figura 3.6 Interfaz para Perfil del usuario.

Interfaz para Cerrar sesión

Cuando el usuario ingresa a la opción del menú “Cerrar sesión” se mostrará un mensaje con una pregunta de confirmación de si desea cerrar la sesión (ver figura 3.7). Si el usuario hace un clic en la opción “Si”, su sesión será cerrada y se redirigirá a la interfaz para Iniciar sesión (ver figura 3.2).

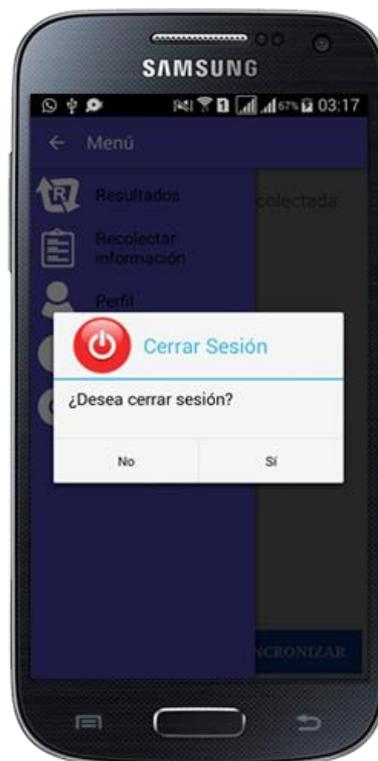


Figura 3.7 Interfaz para Cerrar Sesión.

3.2 Interfaces principales de la aplicación SMDI-web

Interfaz para Iniciar sesión

Interfaz de autenticación para ingresar a SMDI-web que permite el ingreso de credenciales de acceso como son: nombre de usuario y contraseña.

El usuario, luego de escribir sus credenciales en los campos correspondientes, deberá presionar el botón Iniciar sesión para poder ingresar al sistema SMDI-web (ver figura 3.8).

Si no posee sus credenciales puede proceder a registrarse como usuario del SMDI-web.

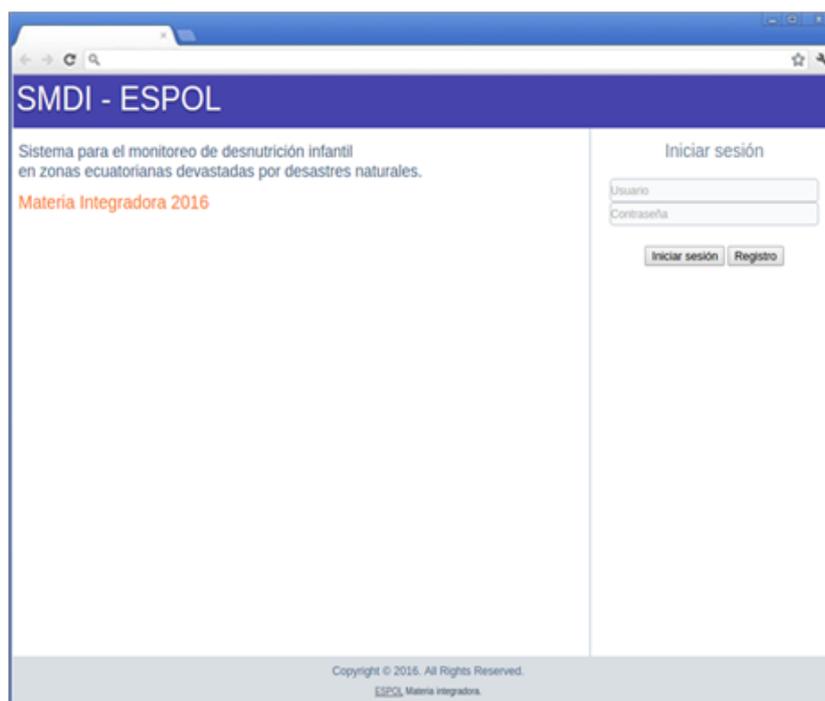
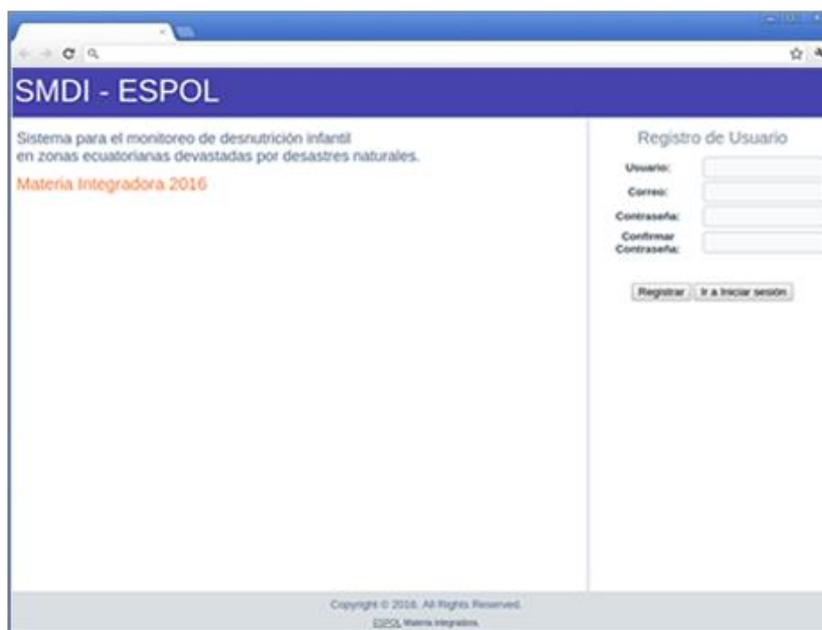


Figura 3.8 Interfaz para Iniciar sesión.

Interfaz para Registro de usuarios

La interfaz para “Registro de Usuario” del SMDI-web permite la creación de usuarios ingresando: nombre de usuario, correo electrónico, y el establecimiento de una contraseña para el ingreso al SMDI-web (ver figura 3.9).



The screenshot shows a web browser window with the title "SMDI - ESPOL". The main content area is divided into two columns. The left column contains the text "Sistema para el monitoreo de desnutrición infantil en zonas ecuatorianas devastadas por desastres naturales." and "Materia Integradora 2016". The right column is titled "Registro de Usuario" and contains a registration form with the following fields: "Usuario:", "Correo:", "Contraseña:", "Confirmar Contraseña:", and two buttons: "Registrar" and "Ir a iniciar sesión". At the bottom of the page, there is a footer with the text "Copyright © 2016. All Rights Reserved. ESPOL, Materia Integradora."

Figura 3.9 Interfaz para Registro de usuarios.

Interfaz de Mapa con marcadores de grados de desnutrición

Luego de haber ingresado al sistema, el usuario puede seleccionar cuatro opciones como son “Mapa”, “Estadísticas”, “Perfil” y “Cerrar sesión”.

Esta interfaz nos permite visualizar los casos de desnutrición en el territorio Ecuatoriano que han sido previamente recolectados y sincronizados desde la aplicación SMDI-móvil (ver figura 3.10).

El usuario podrá hacer zoom para alejar o acercar y poder ver con menos o más detalles la zona donde se encuentra el caso de desnutrición.

Los grados de desnutrición están determinados por marcadores con colores como detallamos en la figura 2.1 del capítulo 2.

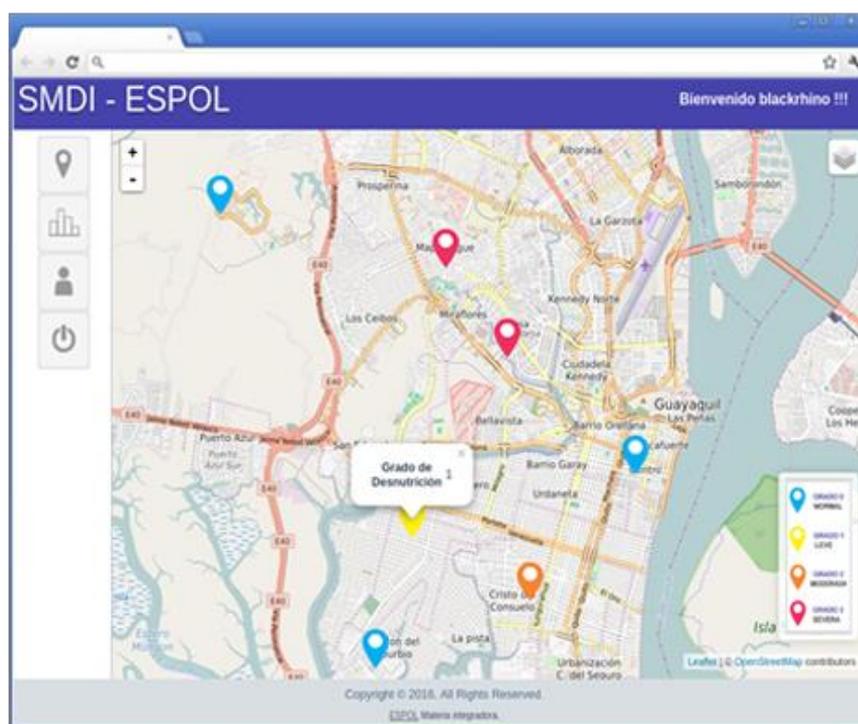


Figura 3.10 Interfaz de visualización del Mapa de Ecuador.

Interfaz para visualización de estadísticas

Esta interfaz nos permite visualizar los casos de desnutrición mediante un diagrama de barras. Se pueden ver datos a nivel nacional y también seleccionar los cantones de las provincias (ver figura 3.11).



Figura 3.11 Interfaz para visualización de estadísticas.

Interfaz para Perfil del usuario

En esta interfaz el usuario que inició sesión en el SMDI-web puede visualizar su información personal. Además permite actualizar sus datos personales (ver figura 3.12).

The screenshot shows the 'Perfil' (Profile) page. It features a blue silhouette icon and a form for updating personal information. The form includes the following fields:

- Nombre
- Primer
- Apellidos
- Moras
- Correo: rromney11@gmail.com
- Usuario: blackrhino

Below the icon, there is a message: 'No se seleccionó archivo' and a button 'Seleccionar archivo'. The interface also includes a sidebar with navigation icons and a footer with copyright information: 'Copyright © 2016. All Rights Reserved. E2C3, Matern Integrados'.

Figura 3.12 Interfaz para Perfil del usuario.

Si el usuario desea salir del sistema SMDI-web deberá acceder a la opción de “Cerrar sesión”.

Interfaz del Panel de administración

Para ingresar a esta interfaz el usuario debe de iniciar sesión en la página de ingreso de administración Django. En esta interfaz el usuario puede visualizar todas las tablas de la base de datos creada en SMDI-web, además de poder realizar la creación, actualización y eliminación de registros en las tablas de la base de datos. Muestra también un historial con las acciones recientes que se realizaron a las tablas (ver figura 3.13).

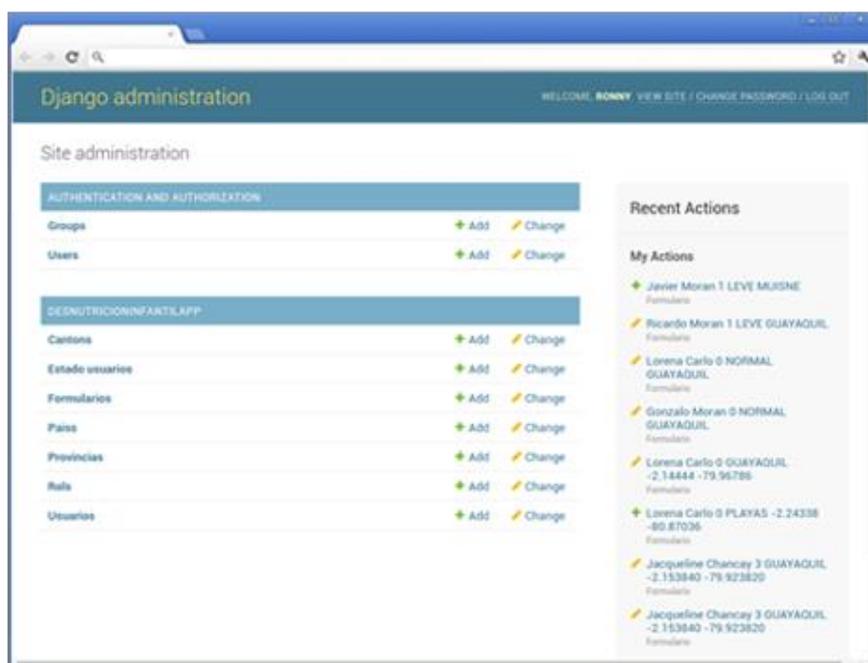


Figura 3.13 Interfaz del Panel de administración.

Interfaz Django Rest Framework

En la figura 3.14 podemos observar en formato JSON toda la información recolectada desde la aplicación móvil (ver figura 3.4) y en la figura 3.15 podemos observar los campos para ingresar datos a la base de datos del SMDI-web. En esta parte del Django Rest Framework (DRF) es donde se recibe la información enviada desde la aplicación SMDI-móvil (sincronización), la cual proviene en formato JSON.

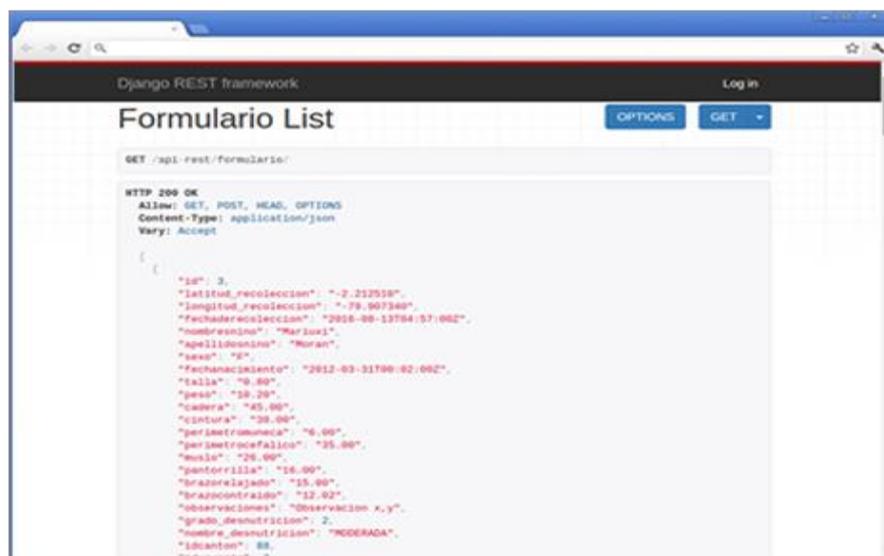


Figura 3.14 Interfaz de JSON desde Rest Framework.

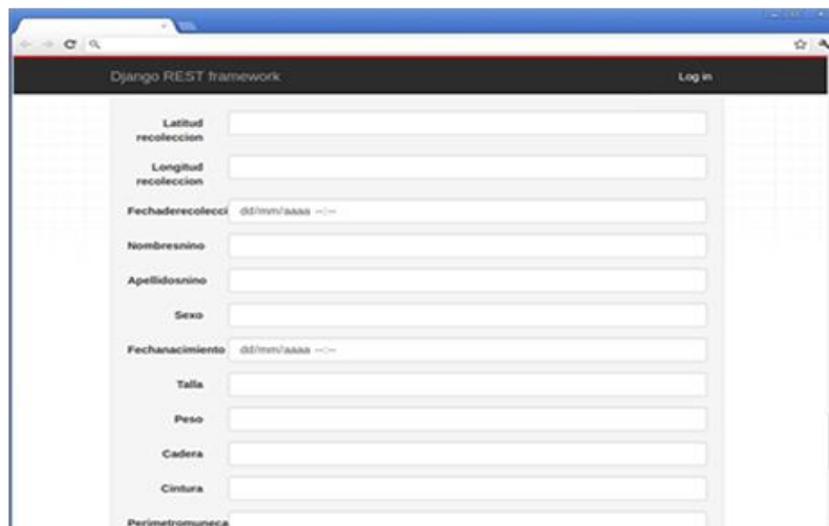
The image shows a web browser window displaying a Django REST framework interface. The page title is "Django REST framework" and there is a "Log in" link in the top right corner. The main content is a form with several input fields. The fields are labeled as follows: "Latitud recoleccion" (Latitude collection), "Longitud recoleccion" (Longitude collection), "Fecha recolección" (Collection date) with a date picker set to "dd/mm/yyyy", "Nombre niño" (Child's name), "Apellido niño" (Child's last name), "Sexo" (Gender), "Fecha nacimiento" (Date of birth) with a date picker set to "dd/mm/yyyy", "Talla" (Height), "Peso" (Weight), "Cadera" (Hip), "Cintura" (Waist), and "Perimetromuneca" (Doll circumference). Each field has a corresponding text input box.

Figura 3.15 REST Framework Django (Ingreso de datos).

3.3 Resultados generales

Mediante el mapa podemos identificar las zonas donde existe mayor grado de desnutrición con el fin de tomar medidas, y realizar planes y programas para reducir el nivel de desnutrición en los niños.

Esta información estadística a mediano plazo servirá a investigadores y otros profesionales del campo de la nutrición a hacer programas más eficientes para mejorar el nivel de nutrición de las poblaciones.

La ventaja de utilizar esta aplicación web es que permite detectar, de manera rápida, niños y niñas que sufren desnutrición en las diferentes zonas del territorio ecuatoriano.

Otra ventaja es la representación automática de la información recolectada de manera gráfica a través de un diagrama de barras con los grados de desnutrición de los niños y niñas, conociendo de esta manera el estado de situación nutricional a nivel nacional o por cantones.

A mediano plazo se ahorrará en la inversión de dispositivos GPS, materiales y otros equipos, como los que se adquirieron en la ENSANUT, en los años 2011, 2012 y 2013, para obtener información de los lugares en donde se realizaban las encuestas. Además, con esta aplicación se ahorra en gastos de capacitación de las personas para el adecuado uso de estos equipos y GPS.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. Este proyecto logró cumplir con los objetivos y motivaciones que marcamos al inicio del mismo.
2. El haber consultado diferentes fuentes tales como profesionales de la nutrición, libros y sitios web fue de gran relevancia a la hora de enfrentar y solventar problemas acontecidos a lo largo del desarrollo.
3. Las interfaces gráficas desarrolladas con Android Studio facilitarán a los usuarios el ingreso de información mediante campos de selección única y listas de selección para minimizar las posibilidades de cometer errores de escritura, reduciendo así el tiempo de recolección de información.
4. A través del uso del sistema los usuarios podrán identificar zonas con mayor grado de desnutrición infantil en un mapa.
5. Además, los usuarios también podrán conocer el estado nutricional de los niños y niñas a nivel nacional y en los diferentes cantones de las provincias del Ecuador.
6. Este proyecto nos ha servido para poner en práctica y reforzar muchos de los conocimientos adquiridos durante la carrera.

Recomendaciones

1. Los usuarios, que pueden ser nutricionistas o trabajadores del Ministerio de Salud del Ecuador, deberán recibir entrenamiento y capacitaciones adecuadas de cómo usar las aplicaciones.
2. Utilizar la visualización de las estadísticas para revisar la evolución y tendencias de los casos de desnutrición infantil en el Ecuador.
3. Se puede utilizar a futuro un algoritmo de clustering por densidad (Data Mining) con el propósito de sectorizar áreas por cada tipo de desnutrición.
4. Para facilitar el análisis general de los datos se recomienda implementar un cubo OnLine Analytical Processing (OLAP) [40] que nos permita examinar minuciosamente los datos de manera fácil y rápida, en el cual las dimensiones son: el grado de desnutrición, el cantón y la provincia en que vive, y la fecha en que fueron realizadas las evaluaciones nutricionales. De esta manera se podrá generar un cubo tridimensional y ver la evolución de los casos de desnutrición, ayudando así a tomar decisiones relacionadas a servicios de cuidado, saneamiento, protocolos de atención y prevención.
5. En caso de que el niño se encuentre afectado por una enfermedad se puede realizar también la recolección del diagnóstico médico, para que con la ayuda del catálogo CIE-10 [41], se puedan crear indicadores que puedan correlacionar los índices de mortalidad y morbilidad con el tipo de desnutrición. El catálogo CIE-10 es una clasificación de diagnóstico a nivel internacional que se utiliza frecuentemente para fines de epidemiología en consultas médicas. Consiste en la clasificación de diversas enfermedades infecciosas, amplia variedad de síntomas, signos, hallazgos o sucesos anormales y accidentes. Los registros de

este catálogo sirven como datos fundamentales para la determinación de las estadísticas de morbilidad y mortalidad para los Estados Miembros de la OMS [42].

6. En el futuro se puede adjuntar un formulario de comidas frecuentes, cuyos resultados podrían analizarse mediante reglas de asociación para conocer de qué se componen las dietas de los niños que sufren de desnutrición [43].

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Z. Grover, "Clasificación de Desnutrición en Niños", *Medicalcriteria.com*, 2016. [Online]. Available: <http://www.medicalcriteria.com/site/es/criterios/66-nutrition/275-malnutrition.html>. [Accessed: 25- May- 2016].
- [2] "Malnutrición De Macronutrientes | Orphan Nutrition: Spanish", *Orphannutrition.org*, 2016. [Online]. Available: <http://www.orphannutrition.org/spanish/understanding-malnutrition/macronutrient-malnutrition/>. [Accessed: 30- May- 2016].
- [3] C. Martínez Costa and C. Pedrón Giner, "Valoración del estado nutricional", 2010. [Online]. Available: https://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/valoracion_nutricional.pdf. [Accessed: 10- Jun- 2016].
- [4] T. Veenema, *Disaster nursing and emergency preparedness for chemical, biological, and radiological terrorism and other hazards*, 3rd ed. New York: Springer Publishing Company, 2013, p. 552.
- [5] J. Waterlow, R. Buzina, W. Keller, J. Lane, M. Nichaman and J. Tanner, "The presentation and use of height and weight data for comparing the nutritional status of groups of children under the age of 10 years", *Bulletin of the World Health Organization*, vol. 55, pp. 489-498, 1977.
- [6] "Malnutrition: Practice Essentials, Background, Pathophysiology", *Emedicine.medscape.com*, 2016. [Online]. Available: <http://emedicine.medscape.com/article/985140-overview>. [Accessed: 16- Jun- 2016].
- [7] "WHO | Moderate malnutrition", *Who.int*, 2016. [Online]. Available: http://www.who.int/nutrition/topics/moderate_malnutrition/en/. [Accessed: 20- Jun- 2016].

- [8] "WHO | Severe acute malnutrition", *Who.int*, 2016. [Online]. Available: http://www.who.int/nutrition/topics/severe_malnutrition/en/. [Accessed: 20- Jun- 2016].
- [9] "Cómo Utilizar Las Curvas De Patrones De Crecimiento De La OMS | Orphan Nutrition: Spanish", *Orphannutrition.org*, 2016. [Online]. Available: <http://www.orphannutrition.org/spanish/nutrition-best-practices/growth-charts/using-the-who-growth-charts/>. [Accessed: 17- Jul- 2016].
- [10] M. Socarrás Suárez and M. Bolet Astoviza, "Feeding and nutrition of the population in natural disaster situations", *Biblioteca virtual en salud de Cuba*, 2010. [Online]. Available: http://www.bvs.sld.cu/revistas/spu/vol_36_04_10/spu12410.htm. [Accessed: 20- Jul- 2016].
- [11] "Ecuador seriamente afectado por terremoto (Actualización)", *Ecuadorinmediato.com*, 2016. [Online]. Available: http://www.ecuadorinmediato.com/index.php?module=Noticias&func=news_user_view&id=2818800090. [Accessed: 22- Jul- 2016].
- [12] "Un mes después del terremoto de Ecuador, los efectos de la tragedia siguen presentes (FOTOS)", *El Huffington Post*, 2016. [Online]. Available: http://www.huffingtonpost.es/2016/05/16/terremoto-ecuador-mes_n_9991422.html. [Accessed: 22- Jul- 2016].
- [13] "Ecuador terremoto: Necesidades urgentes a un mes", *ReliefWeb*, 2016. [Online]. Available: <http://reliefweb.int/report/ecuador/ecuador-terremoto-necesidades-urgentes-un-mes>. [Accessed: 23- Jul- 2016].
- [14] "What is Open Street Maps", *Learnosm.org*, 2016. [Online]. Available: <http://www.learnosm.org>. [Accessed: 26- Jul- 2016].
- [15] "Interactive JavaScript charts for your webpage | Highcharts", *Highcharts.com*, 2016. [Online]. Available: <http://www.highcharts.com/>. [Accessed: 28- Jul- 2016].
- [16] "Quick start", *Pivotaltracker.com*, 2016. [Online]. Available: http://www.pivotaltracker.com/help/articles/quick_start/. [Accessed: 01- Aug- 2016].

- [17] "Evaluación del crecimiento de niños y niñas", 2012. [Online]. Available: http://www.unicef.org/argentina/spanish/Nutricion_24julio.pdf. [Accessed: 02- Aug- 2016].
- [18] "Growth Charts - Homepage", *Cdc.gov*, 2016. [Online]. Available: <https://www.cdc.gov/growthcharts/>. [Accessed: 03- Aug- 2016].
- [19] "Sistema de monitoreo del crecimiento y nutrición de niños y niñas de educación inicial (SiMoCNEI)", 2016. [Online]. Available: http://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/08/Manual_Nutricion.pdf. [Accessed: 05- Aug- 2016].
- [20] "Instructivo del Sistema de Control de crecimiento y estado nutricional de los niños de Educación inicial (Sicene)", 2016. [Online]. Available: <http://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/03/Instructivo-SICENE.pdf>. [Accessed: 07- Aug- 2016].
- [21] "Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT – Ecuador 2011 – 2013)", 2013. [Online]. Available: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/ENSANUT/Presentacion%20de%20los%20principales%20%20resultados%20ENSANUT.pdf. [Accessed: 11- Aug- 2016].
- [22] "Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012 – Manual de uso de la información", 2012. [Online]. Available: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/ENSANUT/SINTAXIS%20ENSANUT.pdf. [Accessed: 14- Aug- 2016].
- [23] "Proyecto para la Reducción Acelerada de la Malnutrición en Ecuador e Intervención Nutricional Territorial Integral", 2015. [Online]. Available: http://www.desarrollosocial.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/Ficha_Estado.pdf. [Accessed: 16- Aug- 2016].
- [24] "Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT-ECU 2011-2013)", 2016. [Online]. Available: <http://www.netlab.com.ec/publicaciones/ENSANUT%20TOMO%20I%202013.pdf>. [Accessed: 19- Aug- 2016].

- [25] "Proyecto para la reducción acelerada de la malnutrición en el Ecuador", 2013. [Online]. Available: <http://www.desarrollosocial.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/Proyecto.pdf>. [Accessed: 21- Aug- 2016].
- [26] "Ficha Informativa de Proyecto 2016", 2016. [Online]. Available: <http://www.desarrollosocial.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/07/Accion-Nutricion.pdf>. [Accessed: 22- Aug- 2016].
- [27] "Automatic Admin interface | Django", 2016. [Online]. Available: <https://www.djangoproject.com/>. [Accessed: 23- Aug- 2016].
- [28] "Use Python for Web Programming", *Python.org*, 2016. [Online]. Available: <https://www.python.org/>. [Accessed: 25- Aug- 2016].
- [29] Adrian Holovaty and Jacob K. Moss, *The Definitive Guide to Django: Web Development Done Right*, 2nd ed. Berkeley: Apress, 2009, p. 73.
- [30] "PostgreSQL 9.6 RC 1 Released", *Postgresql.org*, 2016. [Online]. Available: <https://www.postgresql.org/>. [Accessed: 01- Sep- 2016].
- [31] "Diseño web adaptable | Mobile Friendly Websites | Google Developers", *Google Developers*, 2015. [Online]. Available: <https://developers.google.com/webmasters/mobile-sites/mobile-seo/configurations/responsive-design?hl=es-419>. [Accessed: 02- Sep- 2016].
- [32] "Documentation - Leaflet - a JavaScript library for interactive maps", *Leafletjs.com*, 2016. [Online]. Available: <http://leafletjs.com/reference.html>. [Accessed: 02- Sep- 2016].
- [33] "GeoJSON", *Geojson.org*, 2016. [Online]. Available: <http://geojson.org/>. [Accessed: 03- Sep- 2016].
- [34] "django.contrib.auth | Django documentation | Django", *Docs.djangoproject.com*, 2016. [Online]. Available: <https://docs.djangoproject.com/es/1.10/ref/contrib/auth>. [Accessed: 05- Sep- 2016].

[35] "Django Rest Framework - an introduction - Real Python", *Realpython.com*, 2016. [Online]. Available: <https://realpython.com/blog/python/django-rest-framework-quick-start/>. [Accessed: 06- Sep- 2016].

[36] "LocationManager | Android Developers", *Developer.android.com*, 2016. [Online]. Available: <https://developer.android.com/reference/android/location/LocationManager.html>. [Accessed: 07- Sep- 2016].

[37] "2. RestTemplate Module", *Docs.spring.io*, 2016. [Online]. Available: <http://docs.spring.io/autorepo/docs/spring-android/1.0.x/reference/html/rest-template.html>. [Accessed: 08- Sep- 2016].

[38] "Host, run, and code Python in the cloud: PythonAnywhere", *Pythonanywhere.com*, 2016. [Online]. Available: <https://www.pythonanywhere.com>. [Accessed: 08- Sep- 2016].

[39] "Deploy! · Django Girls Tutorial", *Tutorial.djangogirls.org*, 2016. [Online]. Available: <https://tutorial.djangogirls.org/en/deploy/>. [Accessed: 09- Sep- 2016].

[40] "What is the Definition of OLAP? OLAP Definition", *OLAP.com*, 2016. [Online]. Available: <http://olap.com/olap-definition/>. [Accessed: 26- Nov- 2016].

[41] "Clasificación Internacional de Enfermedades CIE 10^ª", 2016. [Online]. Available: http://www.sssalud.gov.ar/hospitales/archivos/cie_10_revi.pdf. [Accessed: 27- Nov- 2016].

[42] "PAHO Publications Catalog :: Books :: Browse by Subject :: Clasificación de enfermedades y trastornos de la salud :: Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas Relacionados con la Salud (CIE-10), edición de 2008", *Publications.paho.org*, 2016. [Online]. Available: <http://publications.paho.org/product.php?productid=990&cat=85&page=1%20>. [Accessed: 10- Dec- 2016].

[43] "Nutrition Assessment I & II", 2016. [Online]. Available: <http://ocw.tufts.edu/data/47/534622.pdf>. [Accessed: 15- Dec- 2016].