



**DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA EL CÁLCULO DE  
NUTRICION PARENTERAL EN EL ÁMBITO CLÍNICO HOSPITALARIO**

**MANUELA LIGARDO CARMONA  
JEAN CARLOS ATENCIO ALTAMIRANDA  
MAYLETT CAROLA JAY HERNANDEZ  
MARIA ALEJANDRA CAICEDO CASTILLO  
GUSTAVO ANDRES LARA OVIEDO  
TILSON FERNANDEZ**

**UNIVERSIDAD DEL SINU ELÍAS BECHARA ZAINUM  
SECCIONAL CARTAGENA  
ESCUELA DE NUTRICION Y DIETETICA  
PREGRADO X SEMESTRE  
CARTAGENA DE INDIAS D. T. H. Y C.  
2018**

**DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA EL CÁLCULO DE  
NUTRICION PARENTERAL EN EL ÁMBITO CLÍNICO HOSPITALARIO**

**MANUELA LIGARDO CARMONA  
JEAN CARLOS ATENCIO ALTAMIRANDA  
MAYLETT CAROLA JAY HERNANDEZ  
MARIA ALEJANDRA CAICEDO CASTILLO  
GUSTAVO ANDRES LARA OVIEDO  
TILSON FERNANDEZ**

**Proyecto de investigación para optar el título de:  
NUTRICIONISTA DIETISTA**

**ASESOR METODOLÓGICO  
N.D. Esp. GUSTAVO ANDRES LARA OVIEDO**

**ASESORA DISCIPLINAR  
N.D. Esp. SANDRA BUENO PEREZ**

**UNIVERSIDAD DEL SINU ELÍAS BECHARA ZAINUM  
SECCIONAL CARTAGENA  
ESCUELA DE NUTRICION Y DIETETICA  
PREGRADO X SEMESTRE  
CARTAGENA DE INDIAS D. T. H. Y C.  
2018**

Cartagena, 02 de mayo de 2018

**Dr.**  
**Edwin Andrés Higuita David**  
Director de Investigaciones  
Universidad del Sinú EBZ -Seccional Cartagena

**Dr. Higuita**

Cordial saludo.

La presente tiene como fin someter a revisión y aprobación para la ejecución del proyecto de investigación titulado: **DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA EL CÁLCULO DE NUTRICION PARENTERAL EN EL ÁMBITO CLÍNICO HOSPITALARIO** a cargo de “MANUELA LIGARDO CARMONA, JEAN CARLOS ATENCIO ALTAMIRANDA, MAYLETT CAROLA JAY HERNANDEZ, MARIA ALEJANDRA CAICEDO CASTILLO, GUSTAVO ANDRES LARA OVIEDO, TILSON FERNANDEZ” adscritos a la escuela de “NUTRICION Y DIETETICA” en el área de “pregrado”

**Atentamente;**

**ND. Yolanda Vargas Bernett**  
Especialista Gerencia de Servicios de Alimentación  
Directora Escuela de Nutrición y Dietética

**ND. Gustavo Lara Oviedo**  
Especialista en Investigación  
Coordinador de Investigaciones Escuela de Nutrición y Dietética

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

---

**Firma del presidente del jurado**

---

**Firma del jurado**

---

**Firma del jurado**

Cartagena DT y C. 02 de mayo de 2018

## TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO .....	5
TABLA DE ILUSTRACIONES.....	6
TABLA DE GRÁFICAS.....	6
TABLA DE ANEXOS .....	6
1. INTRODUCCION.....	7
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	9
3. JUSTIFICACIÓN.....	11
4. OBJETIVOS.....	13
4.1 OBJETIVO GENERAL.....	13
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	13
5. ANTECEDENTES.....	14
6. MARCO CONCEPTUAL.....	17
6.1 NUTRICIÓN PARENTERAL.....	17
6.2 APLICATIVO MOVIL E INTERFAZ DE USUARIO .....	18
7. MARCO LEGAL.....	20
8. METODOLOGIA .....	23
8.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	23
8.2 METODOLOGÍA BLUM 1995.....	23
9. RESULTADOS.....	29
10. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....	31
11. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	34
12. BIBLIOGRAFIA .....	35
13. ANEXOS .....	41

## TABLA DE ILUSTRACIONES

**ILUSTRACIÓN 1:** INTERFAZ DE APP PARA EL CALCULO DE NUTRICION PARENTERAL..... Pág. 30.

## TABLA DE GRÁFICAS

**GRÁFICA 1:** COMPARACIÓN TIEMPO DE CÁLCULO DE NUTRICIÓN PARENTERAL MANUAL Y CALCULO POR MEDIO DE PARENTERAL APP ..... Pág. 31.

## TABLA DE ANEXOS

**ANEXOS 13.1:** FLUJOGRAMAS ..... Pág. 41.  
**ANEXOS 13.2:** TIEMPOS DE CALCULO DE CASOS ..... Pág. 47.  
**ANEXOS 13.3:** RESULTADOS T-STUDENTS..... Pág. 48.

## **1. INTRODUCCION**

Según las Guías Clínicas de la Sociedad Americana para Nutrición Parenteral y Enteral (ASPEN por sus siglas en ingles), la nutrición parenteral es una modalidad terapéutica vital para neonatos, niños y adultos, con un número de indicaciones utilizadas según la patología (1). El uso apropiado de la nutrición parenteral en el ámbito clínico maximiza beneficios tales como, el cubrimiento del requerimiento nutricional en poblaciones hospitalizadas en estado crítico, minimizando el potencial de riesgo de complicaciones y/o desarrollo de comorbilidades (2). También se pueden presentar complicaciones en la nutrición parenteral y éstas, no se deben a errores en algún indicador de seguimiento, según el programa de reporte de errores en la medicación de la Farmacopea de Estados Unidos (USP), el cual indica que las fallas o complicaciones de la nutrición parenteral se deben en un 21% a errores de la prescripción y en un 36% a la administración; lo que refleja que gran parte de las complicaciones se deben a errores humanos. (3)

La complejidad y cantidad de cálculos matemáticos que se utilizan para prescribir la nutrición parenteral, hace común observar constantes fallas en la prescripción manual de ésta; es por ello que nace la necesidad de crear una aplicación móvil (App) la cual permita calcular la nutrición parenteral con más facilidad y rapidez a la hora de prescribirla.

La App reducirá el tiempo en que el profesional llevará a cabo la formulación de nutrición parenteral, permitiendo exclusivamente al profesional de nutrición realizar

cálculos matemáticos de acuerdo a la modulación, requerimientos de nutrientes y medicamentos disponibles. Sin embargo, la App y su funcionamiento adecuado dependerán de la “experticia del profesional”.

La finalidad es establecer una herramienta que permita la modulación de contenido de la nutrición parenteral, facilitando así la toma de decisiones clínicas basadas en recomendaciones de nutrientes sustentados en la mejor evidencia disponible. Además, la implementación de tecnologías, en especial aplicaciones móviles en el ámbito clínico-hospitalario, facilita la ejecución de procesos a la mano del profesional competente, agilizando el tiempo invertido en ellos.



## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Desde hace muchos años atrás la nutrición parenteral ha sido una terapéutica benéfica y segura, indicada en diversas patologías. Sin embargo, la terapéutica nutricional por vía parenteral puede cursar con complicaciones orgánicas, infecciosas, metabólicas, relacionadas con la inadecuada prescripción, la inestabilidad de mezclas y el catéter venoso utilizado para la administración de la misma. (4)

El riesgo de presentar dichas complicaciones se puede minimizar o prevenir conociendo los cambios metabólicos de la patología tratada, realizando un adecuado seguimiento clínico, metabólico, antropométrico; y de vigilancia de la calidad de los insumos y de las mezclas. Cuando algún indicador de seguimiento se altera, generalmente por errores de formulación y prescripción, es imprescindible y necesario intervenir para evitar lesiones y complicaciones orgánicas en el paciente. (5)

Las complicaciones metabólicas son las más frecuentes, entre ellas están los niveles excesivos o muy bajos de glucosa, sodio, potasio, calcio, fósforo, magnesio, lípidos, entre otras. Por ende, es de suma importancia la formulación de la nutrición parenteral, ya que un déficit o un exceso podrían provocar consecuencias negativas ante la salud del paciente. (6)

Para disminuir o evitar la prevalencia de estas consecuencias, se hace necesaria la creación de una Aplicación Móvil (App) para la prescripción modular de la

Nutrición Parenteral en el ámbito clínico hospitalario. La App reducirá el tiempo en que el profesional llevará a cabo la formulación de nutrición parenteral, permitiendo exclusivamente al profesional de nutrición realizar cálculos matemáticos de acuerdo a la modulación, requerimientos de nutrientes y medicamentos disponibles, teniendo la experiencia y conocimiento del profesional.

### **3. JUSTIFICACIÓN**

La aplicación de la nutrición parenteral ha sido importante y esencial en procesos de la salud del paciente, mejorando así la calidad de vida en pacientes que no tienen acceso a otro tipo de nutrición; con la aplicación de tecnologías en este campo de la nutrición, existe una amplia gama de beneficios que incluyen la agilización de procesos para el nutricionista e incluso, mejorar los tiempos de prescripción y administración de la nutrición parenteral en el paciente crítico. (7)  
(8)

Es por ello que se busca crear una aplicación que permita la eficacia de los requerimientos buscados en la nutrición parental, con el objeto de reducir el tiempo utilizado al momento de realizar el cálculo de los requerimientos de la nutrición parenteral y así obtener una mayor precisión y exactitud en la individualización de cada paciente en cuanto a cantidades suministradas.

Por otro lado, podría disminuir errores del profesional al realizar los cálculos debido a la automatización de los mismos, es decir, la personalización en cuanto a la patología de cada paciente y la modulación de la App, permitirá la evolución de la nutrición de acuerdo a sus necesidades diarias; evitando así, complicaciones metabólicas y/o nutricionales secundarias al tratamiento con nutrición parenteral.

Finalmente, también es importante recalcar que los anteriores beneficios pueden incidir en la reducción de la estancia hospitalaria del paciente y, por ende, disminuir los costos de hospitalización y complicaciones.

Lo anterior favorecería la mejora en la efectividad, seguridad y calidad de la atención médico nutricional, contribuyendo de esta manera en la calidad de vida del paciente.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar una aplicación móvil para el cálculo de nutrición parenteral en el ámbito clínico hospitalario en los pacientes que requieren Nutrición Parenteral de la Clínica Cartagena del Mar de la ciudad de Cartagena - Colombia.

### **4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Identificar las fórmulas utilizadas en nutrición parenteral que permitan el desarrollo de la arquitectura en cuanto al ingreso de datos del paciente y modulación del requerimiento de macro y micronutrientes.
2. Diseñar la interfaz ligera del software de la App teniendo en cuenta los conceptos básicos de prescripción de parenterales según la ESPEN/ASPEN, con el acompañamiento de un profesional en ingeniería de sistemas. (9) (10)
3. Desarrollar el aplicativo móvil por parte del profesional de ingeniería de sistema, por medio de Android Studio V 2.3 como entorno de desarrollo a través de lenguajes de programación Java para dispositivos Android.
4. Validar la aplicación por medio de la comparación en tiempos de cálculos del prototipo digital y el cálculo manual realizado usualmente por el Nutricionista-Dietista Clínico.

## **5. ANTECEDENTES**

La nutrición parenteral puede definirse como "aquella técnica que permite la infusión de nutrientes de forma indefinida sin que se produzcan déficits específicos". Tiene su origen en la década de 1930 gracias al interés de los científicos de suplir la ausencia de ingesta de alimentos en pacientes hospitalizados. Investigaciones realizadas por el médico estadounidense Robert Elman, también conocido como el padre de la nutrición parenteral, quién a través de la administración endovenosa de aminoácidos provenientes de hidrolizados de fibrinógenos en pacientes en estado crítico, observó mayor evolución en comparación con aquellos pacientes que no se les suministraba dichos hidrolizados. Sin embargo, no fue hasta 1961 que por primera vez nace el concepto de nutrición parenteral total por Wretlind y Schuberth quienes lograron desarrollar una emulsión compuesta por aceite de frijol y soja, y fosfolípidos de yemas de huevos a lo que llamaron "intralipid". (11)

Con el acelerado y diversificado desarrollo de las tecnologías en busca de facilitar las tareas más difíciles del ser humano, las tecnologías han comenzado a introducirse en el campo de la salud e incluso en el área especializada de la nutrición. El proceso de prescripción, diseño y preparación de las mezclas de nutrición parenteral (NP) es complejo, el cual requiere de experiencia y conocimientos técnicos para evitar posibles errores en su utilización en los pacientes. (12)

Actualmente, para realizar esta labor existen diversos softwares o aplicaciones informáticas que permiten realizar de forma automática o semiautomática los cálculos de las cantidades de soluciones de macro y micronutrientes que deben introducirse dentro de la bolsa de nutrición parenteral. De esta forma se reduce el tiempo empleado en la realización de los cálculos y los posibles errores derivados del cálculo manual. (13)

En este orden de ideas, las aplicaciones informáticas son unas herramientas para la validación de las prescripciones, la edición de hojas de preparación, la identificación de las bolsas de nutrición parenteral mediante el etiquetado y para la gestión de los procesos.

En 2012, la farmacéutica mexicana PiSA implementó dos softwares para computadoras personales e institucionales –CasNPA y CasNPI, Cálculo de soporte para la nutrición parenteral adulto e infantil respectivamente- libres a profesionales interesados que pretenden facilitar el procedimiento y elaboración de una fórmula adecuada de Nutrición Parenteral. Sin embargo, uno de los mayores inconvenientes de estas aplicaciones es la facilidad de acceso a cualquier persona, permitiendo que personas sin conocimientos especializados y experiencia puedan manipularlas. (14)

En 2013 en la ciudad de Monterrey, Luna, A. desarrolla una aplicación móvil llamada iNPT que permite el cálculo de la nutrición parenteral hospitalaria teniendo

en cuenta las presentaciones de macro y micro nutrientes disponibles en américa latina. (15)

La institución europea de prestaciones médicas RCCC empezó a distribuir en 2014, a través de tiendas móviles virtuales la aplicación “soporte nutricional: hospitalaria y UCI”; esta aplicación está destinada a valorar el estado nutricional, calcular los requerimientos energéticos en pacientes hospitalizados que precisan nutrición artificial y guías de actuación siguiendo las directrices de la ESPEN / ASPEN / IRSPEN. (16)

En 2015, Roris, V. y su equipo de trabajo desarrollaron las bases para una plataforma móvil que permitiera un monitoreo constante en la administración de mezclas de la nutrición parenteral; este software demostró ser efectivo en un 91,2% en las pruebas piloto en lo que respecta una mejor preparación, distribución y suministro de la nutrición parenteral. (17) (18)

Recientemente en 2016, Pino, E. desarrolla la aplicación móvil para el cálculo de nutrición parenteral especializada en neonatos llamada “neonatal nutrición parenteral App” disponible en las tiendas virtuales; sin embargo, a pesar de su precisión en los cálculos, la App no permite modular los requerimientos del paciente y es de fácil acceso a cualquier persona sin requerir experticia del profesional. (19) (20)



## **6. MARCO CONCEPTUAL**

### **6.1 NUTRICIÓN PARENTERAL.**

El apoyo nutricional especializado con nutrición parenteral es la terapéutica con la que se provee por vía intravenosa nutrimentos como aminoácidos, glucosa, grasa, electrolitos, vitaminas y minerales. Estos nutrientes están contenidos en las mezclas de nutrición parenteral y se administran a los pacientes (21). La nutrición parenteral se les brinda a pacientes con patologías específicas y que su tracto gastrointestinal no está disponible para una alimentación enteral; es por ello que se ha incluido este tipo de nutrición como una forma de proporcionar los nutrientes necesarios para las funciones basales del paciente.

La nutrición parenteral es una modalidad terapéutica vital para neonatos, niños y adultos, con un número de indicaciones utilizadas en varias configuraciones. El uso apropiado de la nutrición parenteral en el ámbito clínico maximiza beneficios y al mismo tiempo minimiza el potencial de riesgo por eventos adversos. (22)

Este tipo de nutrición artificial tiende a presentar complicaciones mecánicas que se refiere a mala ubicación del catéter, oclusión, tromboflebitis, como también de tipo metabólico en el cual no se administran correctamente los nutrientes y requerimientos, en las cantidades requeridas para dicho tratamiento. (23)

Datos del programa de reporte de errores en la medicación de la Farmacopea de Estados Unidos (USP) indican que las frecuencias en las complicaciones de la NP son bajas (18%) pero con una alta probabilidad de causar daño. Las fallas

reportadas con efectos adversos de agosto de 1998 a agosto del 2003 fueron 2.519 de los cuales 21% eran por errores en la prescripción, 36% en la administración y 14% eran en la transcripción de los datos, muchos de estos eran en neonatos y niños que provocaban un incremento en los días de hospitalización y/o rehabilitación y costos médicos más altos secundarios al tratamiento de los efectos adversos. (24) (25)

Buscando disminuir estas complicaciones basados en la disminución del tiempo en el cálculo del tratamiento nutricional, prescripción, diseño y preparación de las mezclas, se toma la iniciativa de desarrollar un aplicativo móvil capaz de calcular la nutrición parenteral y permitiendo modular los requerimientos nutricionales del paciente de acuerdo a su necesidades nutricionales y enfermedad actual.

## **6.2 APLICATIVO MOVIL E INTERFAZ DE USUARIO**

Según Santiago; R., y su equipo de trabajo (2015) un aplicativo móvil o “App” es un programa informático creado para facilitar un servicio o actividad. Al ser aplicaciones residentes en los dispositivos están escritas en algún lenguaje de programación compilado, representado en una interfaz. Su funcionamiento y recursos se encaminan a aportar una serie de ventajas, que en el caso de la App para el cálculo de nutrición parenteral busca generar beneficios para el paciente, el profesional en nutrición e instituciones de salud. (26) (27)

Por otro lado, en informática se define interfaz como la conexión funcional entre dos sistemas, programas, dispositivos o componentes de cualquier tipo, que

proporciona una comunicación de distintos niveles permitiendo el intercambio de información. En este sentido, la interfaz es la conexión, física o lógica entre una computadora y el usuario, un dispositivo periférico o un enlace de comunicación.

(28)

## **7. MARCO LEGAL**

Este proyecto se realiza bajo las normas, leyes y decretos que se mencionaran a continuación:

- **Ley 73 de 1979 del Congreso de la Republica de Colombia:** donde se establece legalmente el reglamento del ejercicio profesional del nutricionista dietista. En su artículo No.1 se plantea la conservación, tratamiento y rehabilitación del individuo y la comunidad como principal compromiso ético del nutricionista dietista. (29)
- **Resolución 1403 de 2007 del Ministerio de Protección Social:** donde en su artículo No.7 plantea la nutrición parenteral como un servicio farmacéutico de mediana y alta complejidad vital para el mantenimiento de pacientes críticos que requieran este tipo de soporte. (30)
- **Plan Nacional de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones TIC 2008 2019, Ministerio de Comunicaciones, hoy Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones:** por medio del cual se tiene como objetivo que todas las poblaciones del territorio nacional se informen y se comuniquen haciendo uso eficiente y productivo de las TIC, para mejorar la inclusión social y aumentar la competitividad. Los ejes verticales del plan de TIC, se refieren a programas que harán que se logre una mejor apropiación y uso de

las TIC en sectores considerados prioritarios para este Plan, entre ellos el sector Salud). (31)

- **Ley 1341 de 2009, Ministerio de las Tecnologías, de la Información y las Comunicaciones:** por la cual se definen principios y conceptos sobre la Sociedad de la Información y la organización de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones TIC. (32)

- **Ley 1438 de enero de 2011, Ministerio de la Protección Social:** a través de su principal objetivo busca el fortalecimiento del Sistema General de Seguridad Social en Salud, a través de un modelo de prestación del servicio público en salud que en el marco de la estrategia Atención Primaria en Salud. En el artículo 64, hace referencia a las redes integradas que tienen como finalidad la precisión, oportunidad y pertinencia en la prestación del servicio de salud, para garantizar su calidad, reducir complicaciones, optimizar recursos, logrando resultados clínicos eficaces y costo-efectivos. (33)

- **Ley 1122 de 2007, Ministerio de la Protección Social:** tiene como objeto realizar ajustes al Sistema General de Seguridad Social en Salud, teniendo como prioridad el mejoramiento en la prestación de los servicios a los usuarios. El párrafo 2 del artículo 26, de esta ley, asigna a la Nación y a las entidades territoriales la responsabilidad en promoción de los servicios de telemedicina y herramientas relacionadas enfocadas hacia la disminución de la prevalencia de las

Enfermedades Crónicas, disminución de costos y, mejoramiento de la calidad y oportunidad de los servicios. (34)

• **Resolución 8430 de 1993, Ministerio de la Salud y Protección Social:** Por el cual se establecen las disposiciones de normas científicas y requisitos para el desarrollo de la actividad investigativa en salud, tomando como prioridad la ética profesional, responsabilidad científica y protección de los derechos y dignidad en investigación.

En sus artículos 49, 60 y 61, la resolución establece que la introducción de nuevos recursos o modalidades en la investigación en humanos y el área clínica deberán ser aprobados por un comité técnico para su ejecución, evaluando posibles riesgos y protegiendo la integridad y derechos de quienes participen en la investigación. (35)

## 8. METODOLOGIA

### 8.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:

Se realizó un estudio de *tipo experimental* para el Desarrollo de una Aplicación Móvil o App para el análisis de datos. La metodología utilizada para la producción del software será la de Blum de 1995 (36), la cual consta de las siguientes fases:

### 8.2 METODOLOGÍA BLUM 1995

#### FASE I: ANALISIS

En esta fase se realizó un estudio que contempló todos los elementos que influyen en el software, los cuales están referidos al análisis del público, del ambiente, del contenido y del sistema.

- **ANÁLISIS DEL PÚBLICO:** Actualmente los profesionales de Nutrición y Dietética, centralizados en la Clínica Cartagena del Mar de la ciudad de Cartagena, no cuentan con un método digital que facilite el cálculo pronto y eficiente del soporte de nutrición parenteral. No obstante, la necesidad de la inclusión de las Tecnologías de Información y Comunicación – TIC's en el departamento de Nutrición se hacen vitales para la prestación de un servicio de calidad.

El desarrollo de una App para el cálculo de nutrición parenteral consideró elementos importantes como fueron: casos con soporte de nutrición parenteral, hospitalizados en la Clínica Cartagena del mar entre el periodo de 2012 – 2017 y,

experiencias con Android (para la utilización del software no se requiere de mucha experiencia con el equipo, si no de la experticia del profesional en Nutrición y Dietética sin necesidad de tener muchos conocimientos de tecnología).

• **ANÁLISIS DEL AMBIENTE:** Hoy en día, en la Clínica Cartagena del Mar no se cuenta con un software que permita el cálculo rápido y correcto de la nutrición parenteral. Por tanto, se hace necesaria la creación de un software que permita calcular con eficacia y eficiencia los requerimientos de nutrición parenteral; generando así, beneficios de costos – tiempos y atención adecuada dentro del área clínico-hospitalaria. El software se creó con una interfaz gráfica atractiva y amigable para el profesional encargado de su uso, sin embargo, es importante la asesoría y capacitación para su manejo adecuado dentro del espacio hospitalario.

• **ANÁLISIS DE CONTENIDO:** Considerando la jerarquización del contenido programático y en función de los resultados que se desea obtener al momento de utilizar la aplicación, se organizó de manera estructurada y sintetizada toda la información requerida. Para ello, una vez analizado el contenido, se realizó una selección de los datos más importantes que se requieren para calcular la nutrición parenteral en cuanto a información del paciente (nombre, edad y peso actual), fórmulas de cálculos de requerimientos con sus respectivos rangos seguros y medicamentos, brindando así opciones de poder modular los requerimientos con el propósito de obtener un resultado exacto de la cantidad de nutrientes que se le debe suministrar al paciente.



- **ANÁLISIS DEL SISTEMA:** Una vez analizado el público, el ambiente y el contenido programático, se planificó el desarrollo de un software de cálculo de nutrición parenteral. Para lograr este fin, se realizaron algoritmos y flujogramas (véase anexos 13.1.) que permitieron unir en prototipos escritos la información requerida, fórmulas para cálculo de requerimientos del paciente, rangos seguros de suministro de estos requerimientos nutricionales y sus respectivas fórmulas de conversión a medicamentos.

## **FASE II: DISEÑO**

La primera fase consistió en organizar toda la estructura del contenido, la cual está formada por las necesidades actuales del profesional en Nutrición y Dietética, los objetivos a cumplir de la App, las decisiones de contenido (expuesta en la fase de análisis) y el prototipo en papel. La segunda fase permitió determinar los requerimientos para el diseño e interfaz, el mapa de navegación para el recorrido del software y las pantallas de esquema.

- **DISEÑO DE CONTENIDO:** Parenteral App está conformado por la sistematización de la información referente a los procedimientos para el cálculo de requerimientos y medicamentos en el soporte de nutrición parenteral. Se presenta la información a través de páginas, de íconos y botones que permiten al usuario navegar, modular requerimientos y elegir medicamentos a través de la interfaz sin mayor dificultad.

- **DISEÑO DE INTERFAZ:** El diseño de interfaz de Parenteral App hace referencia a la incorporación del aspecto visual que presentara la App al usuario al momento de acceder a ella desde su dispositivo móvil. Para ello, la App cuenta con una interfaz dinámica, sencilla y con colores que permitan la distinción de cada sección de trabajo de la App.

- **MAPA DE NAVEGACIÓN:** La realización del mapa de navegación de Parenteral App permite representar gráficamente las tareas que el usuario realizada en la App, simplificando al máximo el número de pasos requeridos para que el usuario realice la tarea, evitar redundancias, callejones sin salida y navegación circular.

### **FASE III: DESARROLLO**

Considerando la estructura de las pantallas que conformarán el software, se procede a una serie de algoritmos y flujogramas para mostrar el funcionamiento general del mismo, que luego se llevaron a la producción conforme a las especificaciones de la fase de Diseño.

### **FASE IV: PRODUCCIÓN**

La fase de producción de la App para el cálculo de nutrición parenteral comprendió el uso de “Android Studio V2.3” como entorno de desarrollo, a través de lenguajes de programación Java (Android) y XML. Se usó un patrón de arquitectura de software de MVC (Modelo – Vista – Controlador) que permitió finalmente a través

del trabajo especializado de un Ingeniero de Sistemas, el diseño de la App para Smartphone con sistema operativo Android con versión mínima necesaria de 4.1.

Finalmente, la App luego de ser descargada e instalada en el Smartphone, no requiere del uso de internet o algún hardware de dispositivos adicionales.

## **FASE V: INSTRUMENTACIÓN Y EVALUACIÓN**

Esta fase abarca las pruebas y revisión del software para el ambiente clínico-hospitalario; logrando así, determinar la efectividad del mismo. Estableciendo de esta forma, si está listo para su lanzamiento e implantación.

Para lograr esta fase, se obtuvieron veinte (20) casos clínicos de nutrición parenteral de la Clínica Cartagena del Mar de pacientes durante el periodo 2012-2017. Estos casos fueron facilitados por el departamento de nutrición de la clínica antes mencionada.

Para la evaluación, se hizo uso de un cronometro digital marca Sportline modelo 228 Giant, herramienta que permitió calcular el tiempo de cálculo manual hecho por estudiantes autores del presente trabajo versus, tiempo del cálculo mediante la App.

La medición de los tiempos se realizó desde el momento en que se registró el primer dato para empezar a calcular la nutrición parenteral en la App y manualmente. (véase anexos 13.2.).

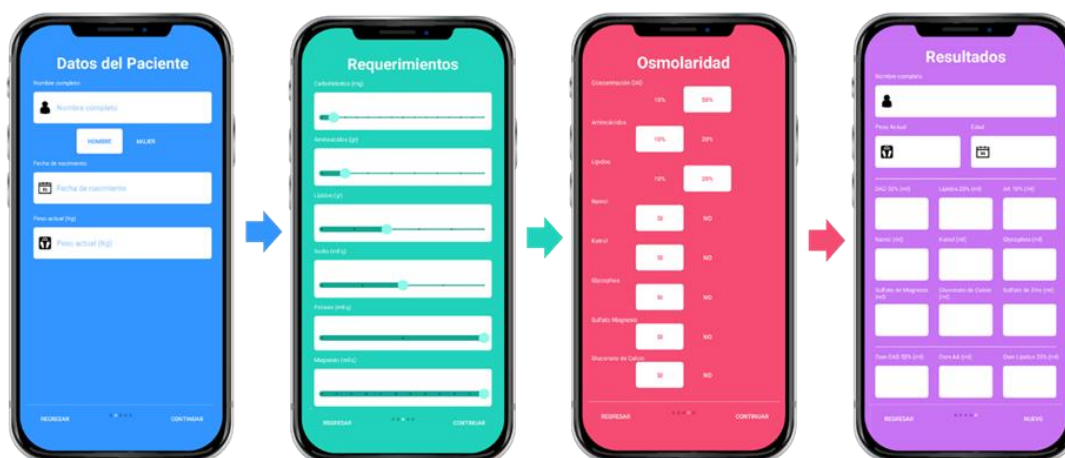
Finalmente, estadísticamente se utilizó la prueba de hipótesis T-students de muestras independientes; prueba que permite mediante cálculos estadísticos comprobar la diferencia significativa entre dos muestras distintas. La prueba se realizó en el software de procesamiento de datos estadísticos “GraphPad: Prism v.6”, con un nivel de significancia de 95% y margen de error del 5%.

## **9. RESULTADOS**

Parenteral App se desarrolló como una aplicación móvil que podrá ser instalada en Smartphones del personal profesional y capacitado en el área de nutrición para el correcto y adecuado cálculo del Soporte Nutricional Parenteral.

Se logró obtener una aplicación móvil con un diseño de interfaz sencilla, llamativa y de fácil manejo para el profesional especialista en nutrición. Parenteral App posee una interfaz inicial titulada “Datos del paciente” en donde se dispone de campos habilitados para ingresar información necesaria para el cálculo de nutrición parenteral e identificación del paciente. Secundario a esta interfaz, se continúa con el apartado de “Requerimientos”, donde el profesional podrá modular los requerimientos del paciente de acuerdo a las necesidades y patología, luego, continúa con la tercera interfaz identificada como “Osmolaridad”. La tercera interfaz, permite la selección de los porcentajes de concentración de cada medicamento a administrar por medio de la nutrición parenteral. Por último, se encuentra la cuarta interfaz de “Resultados”, donde finalmente se presentan los cálculos realizados por la aplicación. (véase ilustración 1).

Parenteral App permite al usuario profesional en nutrición luego de obtener los resultados, modular, corregir o evolucionar los requerimientos nutricionales u osmolaridad de la nutrición parenteral.



*Ilustración 1* Interfaz de aplicación móvil para el cálculo de nutrición parenteral; de izquierda a derecha: Interfaz Datos del Paciente, Interfaz Requerimientos, Interfaz Osmolaridad e Interfaz Resultados. **Fuente:** Propia de los autores.

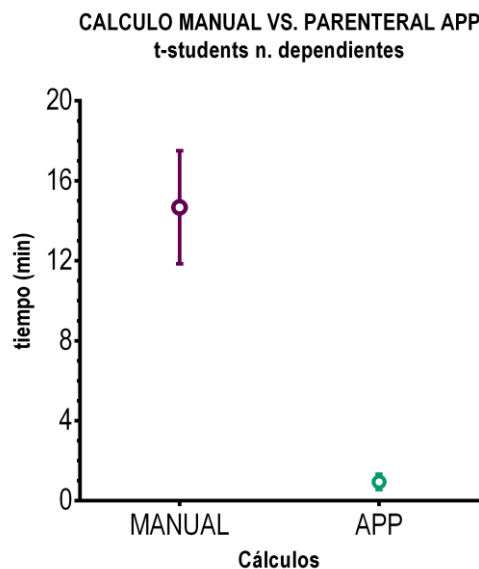
Al someter el funcionamiento de la App a la prueba t-students, la aplicación demostró ser estadísticamente significativa para la reducción de los tiempos de cálculo de nutrición parenteral con una  $P < 0.001$  (Véase anexos 13.3.).

De esta forma es evidente que Parenteral App contribuye a agilizar el proceso de cálculo de la nutrición parenteral. Además, se convierte en una herramienta eficaz para el manejo del profesional con su respectiva experticia para la realización de la modulación de los cálculos matemáticos de requerimientos y medicamentos, obteniendo así, el beneficio de la disminución del tiempo en la prescripción de la nutrición parenteral.

## 10. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Es evidente que la inclusión de las tecnologías en el área de la salud favorecería en la agilización de las actividades de los profesionales en Nutrición, permitiendo de esta manera, la garantía de un mejor servicio, correcto diagnóstico y tratamiento nutricional.

Al disminuir los tiempos de cálculo de la nutrición parenteral de un tiempo manual promedio de catorce minutos y medio (14,5 min) a cincuenta y siete segundos (57 seg) por medio de la aplicación, se demuestra que la implementación de esta herramienta en ámbitos clínicos agilizaría el proceso de cálculo y por ende de prescripción de la misma. (véase Gráfica 1.).



Gráfica 1 Comparación de tiempos de cálculo de nutrición parenteral manual y cálculos por medio de Parenteral App. **Fuente:** Propia de los autores.

En la Clínica Cartagena del Mar, la App podría permitir la reducción de la estancia hospitalaria de los pacientes críticos que requieran nutrición parenteral debido a la administración oportuna y secundaria a la agilización de cálculos y prescripción. De esta forma, parenteral App podría beneficiar a la mejora del paciente en su tratamiento, reduciendo así, riesgos de posibles complicaciones.

Además, esta tecnología en el área de la salud permitirá el cumplimiento del objetivo de mejorar el sistema integral de salud del país planteado en la Ley 1438 de enero de 2011 (37); que busca garantizar la prestación de un servicio de salud eficaz y eficiente a la población colombiana.

Por otra parte, el uso de parenteral App a nivel clínico hospitalario favorecería a instituciones, profesionales de la salud e incluso industrias farmacéuticas, en la optimización de los procesos con una mejor utilización de recursos, insumos y tiempo.

El beneficio para las industrias farmacéuticas y profesionales podría reflejarse en la disminución de casos por complicaciones secundarias a retrasos en el cálculo, prescripción y administración de la nutrición parenteral; de esta forma como ha sido planteado, la estancia hospitalaria del paciente disminuiría aumentando la precisión y eficacia de la nutrición parenteral administrada, lo que representaría un beneficio institucional al reducir los costos prevenibles.

Finalmente, Parenteral App tiene la flexibilidad de adaptación para diferentes instituciones, así como la posibilidad de actualizaciones que permitan al



profesional de la salud seleccionar nuevos medicamentos para este tipo de nutrición que se incluyan en el mercado farmacéutico; a su vez, la aplicación podría expandirse a otras instituciones Prestadoras de Servicios de Salud que cuenten con la capacidad de preparar mezclas de nutrición parenteral con unidades de centrales de mezclas.

### 11. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES - PROYECTO PARENTERAL APP																																	
AÑO		2017 - I																2018 - I															
MES		FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO			
SEMANAS		I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
1	IDENTIFICACIÓN DE FORMULAS USADAS EN EL CÁLCULO DE NUTRICIÓN PARENTERAL.			■	■																												
2	DISEÑO DE ALGORITMOS PARA DESARROLLO DE APLICATIVO.					■	■																										
3	DISEÑO DE FLUJOGRAMA DE PROCESOS PARA FUNCIONAMIENTO DE APLICATIVO.							■	■																								
4	DISEÑO DE INTERFAZ DEL APLICATIVO MOVIL.								■	■	■																						
5	DESARROLLO DEL APLICATIVO MOVIL POR PARTE DEL INGENIERO.									■	■	■	■																				
6	DETECCION DE ERRORES EN CALCULOS EN PROTOTIPOS DE APP													■	■	■	■	■	■														
7	RECOLECCIÓN DE CASOS CLINICOS DE LA CLÍNICA CARTAGENA DEL MAR.																			■	■	■											
8	CALCULO DE CASOS NUTRICION PARENTERAL - MANUAL VS APP																				■												
9	APLICACIÓN DE PRUEBAS ESTADISTICAS PARA VALIDACIÓN.																					■											
10	INTERPRETACIÓN Y VALIDACION DE RESULTADOS																					■	■	■	■								
11	SUSTENTACIÓN PROYECTO - PARENTERAL APP.																															■	

## **12. BIBLIOGRAFIA**

1. Boullata J.I, Gilbert K, Sacks G, Labossiere R.J, Crill C, Goday P, Kumpf V.J, Mattox T.W, Plogsted S, Holcombe B. A.S.P.E.N. clinical guidelines: parenteral nutrition ordering, order review, compounding, labeling, and dispensing. *J.P.E.N. J Parenter Enteral Nutr.* 2014; 38 (3): 334 - 377.
2. Moreno JM, Planas M, de Cos AI. The year 2003 National Registry of Home-based Parenteral Nutrition. *Nutr Hosp* 2006; 21 (2): 127-131.
3. Boateng A, Sriram K, Meguid M, Crook M. Refeeding syndrome: Treatment considerations based on collective analysis of literature case reports. *J Nutrition.* 2010; (26): 156–167.
4. Hartl W.H, Jauch K.W, Parhofer K, Rittler P. Working group for developing the guidelines for parenteral nutrition of The German Association for Nutritional Medicine. *Complications and Monitoring Guidelines on Parenteral Nutrition, Chapter 11. G.M.S. Ger Med Sci* 2009, 7 ISSN1612-3174. 1-5.
5. Staun M, Pironi L, Bozzetti F. E.S.P.E.N. Guidelines on Parenteral Nutrition: Home Parenteral Nutrition (H.P.N.) in adult patients. *Clin Nutr*, 2009; 28: 467-479.
6. Davila, J, Konrad, D. Metabolic Complications of Home Parenteral Nutrition. *J Nutr Clin Pract.* 2017; 32 (6): 753 - 768.

7. Grau T, Bonet A, Rubio M, Mateo D, Farré M, Acosta JA, Blesa A, Montejo JC, García A, Mesejo A and Working Group on Nutrition and Metabolism of the Society of Critical Care. Liver dysfunction associated with artificial nutrition in critically ill patients. *Critical Care* 2007; 11 (1): 1-12.
8. Malone, M. Longitudinal assessment of outcome, health status, and changes in lifestyle associated with long-term home parenteral and enteral nutrition. *J.P.E.N. J Parenter Enteral Nutr.* 2002; 26 (3): 164 - 168.
9. European Society Parenteral and Enteral Nutrition. E.S.P.E.N. Guidelines on Parenteral Nutrition: Intensive Care. *J Clin Nutr.* 2009; (28): 387-400.
10. A.S.P.E.N. Board of Directors and the Clinical Guidelines Task Force. Guidelines for the use of parenteral and enteral nutrition in adult and pediatric patients. *J.P.E.N. J Parenter Enteral Nutr* 2002; 26 (1 Supl.): 1-138.
11. Koletzko B, Goulet O, Hunt J, Krohn K, Shamir R, Parenteral Nutrition Guidelines Working Group. Guidelines on Paediatric Parenteral Nutrition of the European Society of Paediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition (ESPGHAN) and the European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN), Supported by the European Society of Paediatric Research (ESPR). *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2005; 41(Supl. 2): S1-87.
12. Pérez AJ. Historia de la Alimentación parenteral; primera lección Jesús Culebras. *Nutr Hosp.* 2010; 25 (5): 695 – 699. ISSN 0212-1611.

13. Mirtallo J, Johnson D, Kumpf V, Petersen C, Sacks G, Seres D, Guenter P. Safe Practices for Parenteral Nutrition. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*. 2004; (6) S39-S48.
14. Horn, W, Popow, C, Miksch, S, Kirchner, L, Seyfang, A. Development and evaluation of VIE-PNN, a knowledge-based system for calculating the parenteral nutrition of newborn infants. *J Artif Intellig Med*. 2002; 24 (3): 217 - 228.
15. PiSA farmaceutica, P.I.S.A. CasNPA & CasNPI: Cálculo de soporte de nutrición parenteral y de valoración nutricional. [Online]. Available from: <http://www.pisa.com.mx/tag/software/> [Accessed 1 Marc 2018].
16. Luna, A. INPT App for calculate Parenteral Nutrition. [Online]. Available from: <https://itunes.apple.com/co/app/inpt/id647524972?mt=8> [Accessed 12 Jan 2018].
17. Prestaciones médicas, R.C.C.C. Nutrición Artificial: Hospitalaria & UCI. [Online]. Available from: <http://www.rccc.eu/> [Accessed 13 Feb 2018].
18. Peris, M, Roris, V.M, Santos, J, Álvarez, L.M, Wanden-berghe, C. Implementation of an mSalud system for the management and traceability of the home parenteral nutrition. *J Hosp Domic*. 2017;1(3): 129 - 139.
19. Alfaro JJ, López M. Integración de un programa informático de prescripción de Nutrición artificial hospitalaria con la historia clínica electrónica. *Nutr Hosp*. 2013; 28 (5): 1696 – 1701.

20. Pino, E. Neonatal Nutricion Parenteral. [Online]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.godbtech.u917.nptneobyedwinpino&hl=es> [Accessed 21 Feb 2018].
21. National Collaborating Centre for Acute Care (NICE). Nutrition support in adults: oral nutrition support, enteral tube feeding and parenteral nutrition. Feb 2006, 1-175.
22. McClave, S, Martindale, R, Vanek, V, Mccarthy, M, Roberts, P, Taylor B, Ochoa J, Napolitano L, Creci G, American Society of Parenteral and Enteral Nutrition. Guías para la provisión y evaluación del soporte nutricional en los pacientes adultos críticamente enfermos: Society of Critical Care Medicine (SCCM) and American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (ASPEN). *J Parent and Enter Nutr.* 2009; 33 (3): 277 - 316.
23. Maroulis J, Kalfarentzos F. Complications of parenteral nutrition at the end of the century. *Clin Nutr.* 2000; 19: 295–304. doi: 10.1054/clnu.1999.0089. Available from: <http://dx.doi.org/10.1054/clnu.1999.0089>.
24. Btaiche, I.F, Khalidi, N. Metabolic complications of parenteral nutrition in adults, part 1. *Am J Health Syst Pharm.* 2004; 61:1938–1949.
25. Van Gossun A, Cabre E, Hébuterne X, Jeppesen P, et al. ESPEN Guidelines on Parenteral Nutrition: Gastroenterology. *Clinical Nutrition.* 2009, (28): 415-427.

26. Santiago, R. Capítulo 1: Dispositivos Móviles y posibilidades del m-learning; Códigos QR y Realidad Aumentada. In: Giner, J, Cobos, C (eds.) Mobile Learning; Nuevas realidades en el aula. Barcelona (España): Ed Océano SLU; 2015. p. 6 - 7.
27. Rodríguez, J.D. Propuesta Normativa para Aplicaciones Móviles en Colombia: Derechos y Deberes de Actores Involucrados en la Creación y Gestión de Aplicaciones Nativas. (1st ed.). Bogotá (Colombia): Universidad Santo Tomás; 2017.
28. R.A.E. Diccionario Panhispánico de Dudas. (3 ed.). España: Real Academia Española; 2005.
29. Congreso de Colombia. Ley 73 de diciembre 28 de 1979. Bogotá (Colombia): Ministerio de Educación; 1979.
30. Ministerio de la protección social. Resolución 1403 de mayo 14 de 2007. Bogotá (Colombia): Ministerio de la Protección Social; 2007.
31. Ministerio de comunicaciones, Ministerio de hacienda y crédito público, Departamento nacional de planeación. Documento Conpes 3579; Plan Nacional para las TIC 2008 - 2019 en Colombia. Bogotá (Colombia): República de Colombia, Dpto. Nal. Planeación; 2009.
32. Ministerio de las TIC's. Ley 1341 de julio 30 de 2009. Bogotá (Colombia): MinTIC Colombia; 2009.

33. Ministerio de salud y protección social. Ley 1438 de enero 19 de 2011. Bogotá (Colombia): Ministerio de Salud y Protección Social; 2011.

34. Ministerio de salud y protección social. Ley 1122 de enero 9 de 2007. Bogotá (Colombia): Ministerio de Salud y Protección Social; 2007.

35. Ministerio de salud. Resolución 8430 de octubre 4 de 1993. Bogotá (Colombia): Ministerio de Salud; 1993.

36. Blum, L, Cucker, F, Shub, M, Smale, S. Complexity and Real Computation. New York (EEUU): Springer Science & Business Media; 2012.

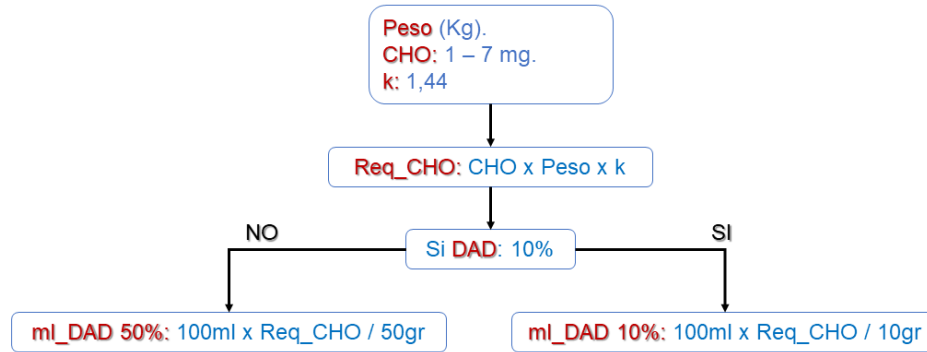
37. Ministerio de salud y protección social. Ley 1438 de enero 19 de 2011. Bogotá (Colombia): Ministerio de Salud y Protección Social; 2011.



## 13. ANEXOS

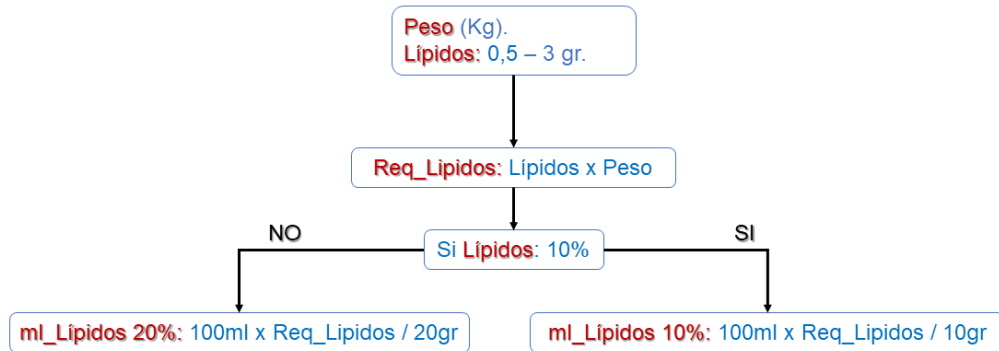
### 13.1. FLUJOGRAMAS.

#### 1. Carbohidratos (CHO)



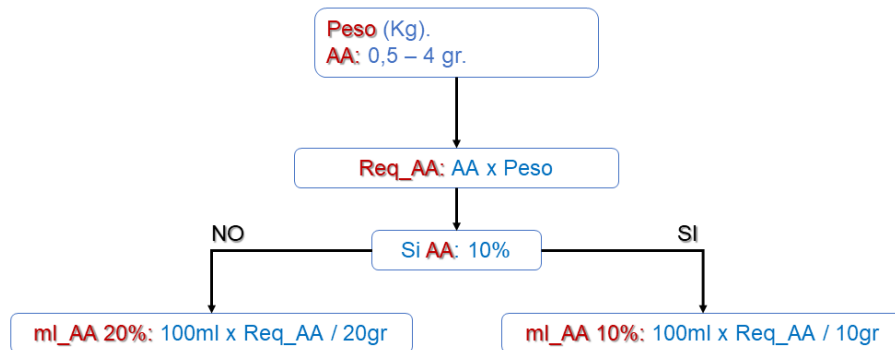
Flujograma para el cálculo de Carbohidratos y dosis de medicamentos.  
Fuente: propia de autores.

#### 2. Lípidos



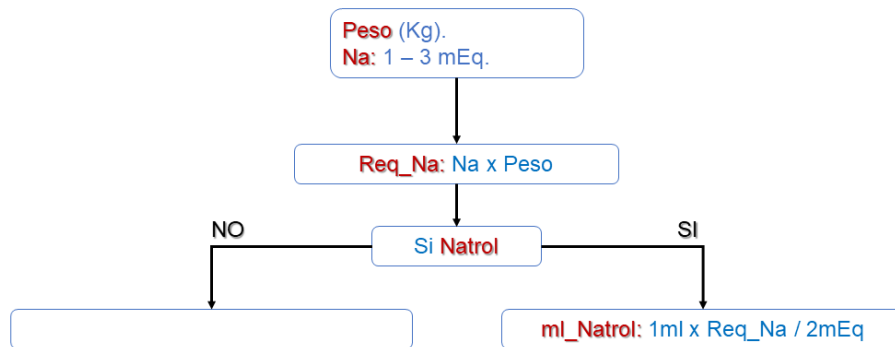
Flujograma para el cálculo de Lípidos y dosis de medicamentos.  
Fuente: propia de autores.

3. Aminoácidos (AA)



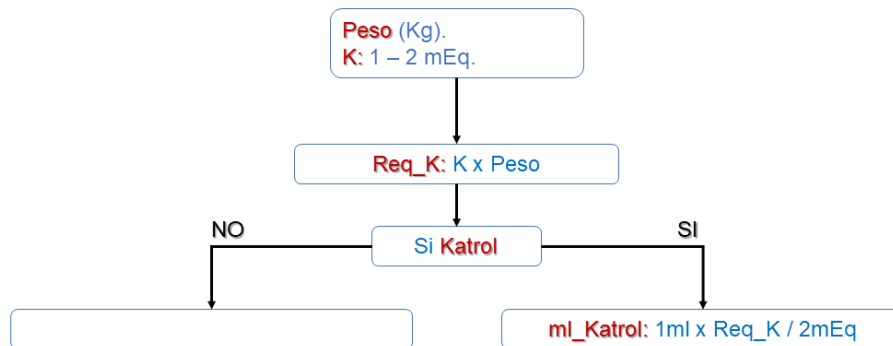
Flujograma para el cálculo de Proteínas y dosis de medicamentos.  
Fuente: propia de autores.

4. Sodio (Na)



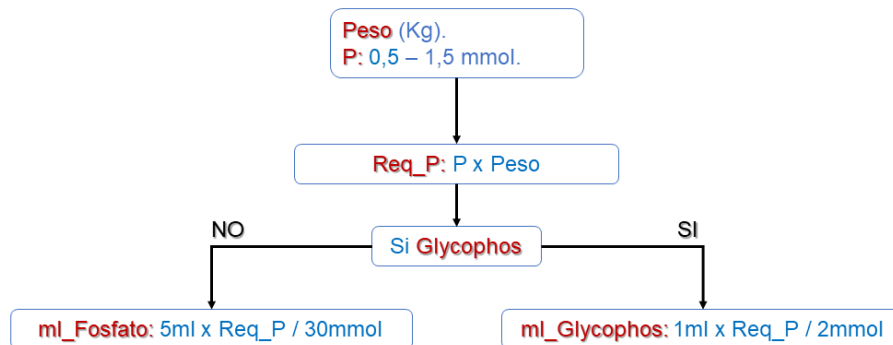
Flujograma para el cálculo de Sodio y dosis de medicamentos.  
Fuente: propia de autores.

5. Potasio (K)



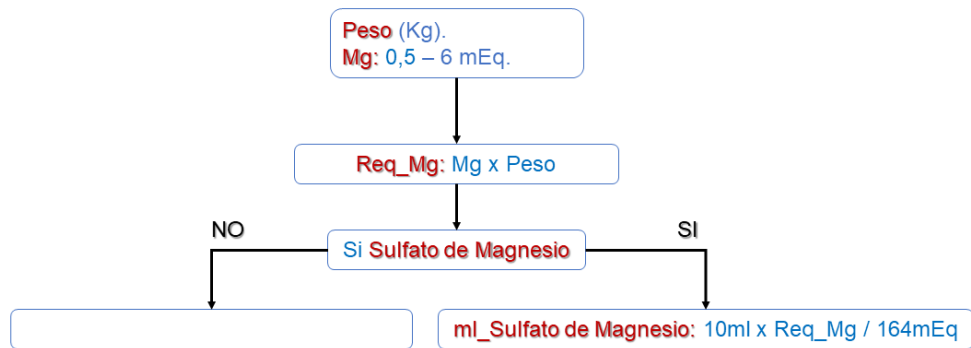
Flujograma para el cálculo de Potasio y dosis de medicamentos.  
Fuente: propia de autores.

6. Fosforo (P)



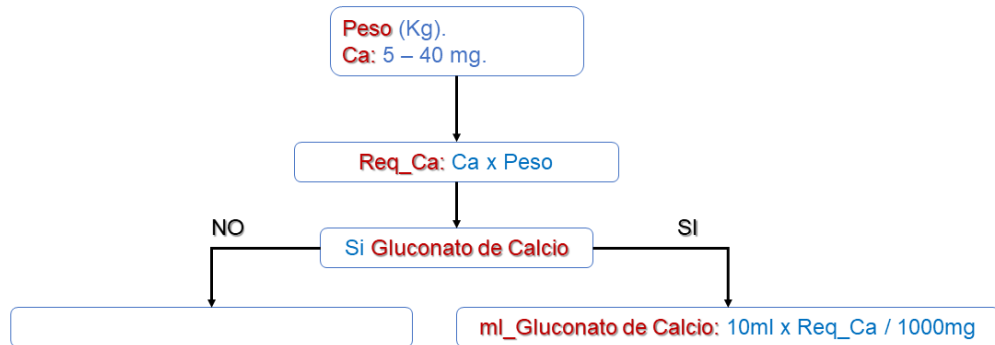
Flujograma para el cálculo de Fosforo y dosis de medicamentos.  
Fuente: propia de autores.

7. Magnesio (Mg)



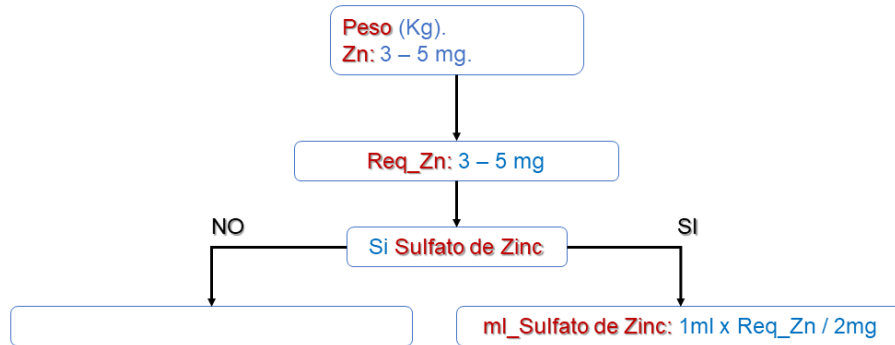
Flujograma para el cálculo de Magnesio y dosis de medicamentos.  
Fuente: propia de autores.

8. Calcio (Ca)



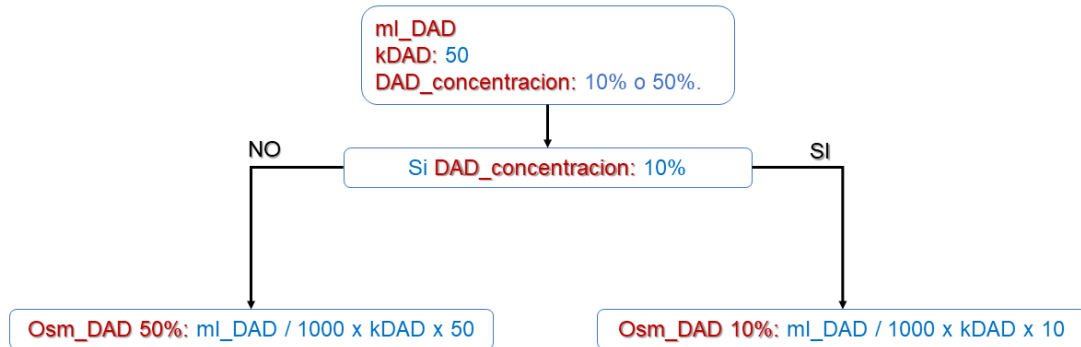
Flujograma para el cálculo de Calcio y dosis de medicamentos.  
Fuente: propia de autores.

9. Zinc (Zn)



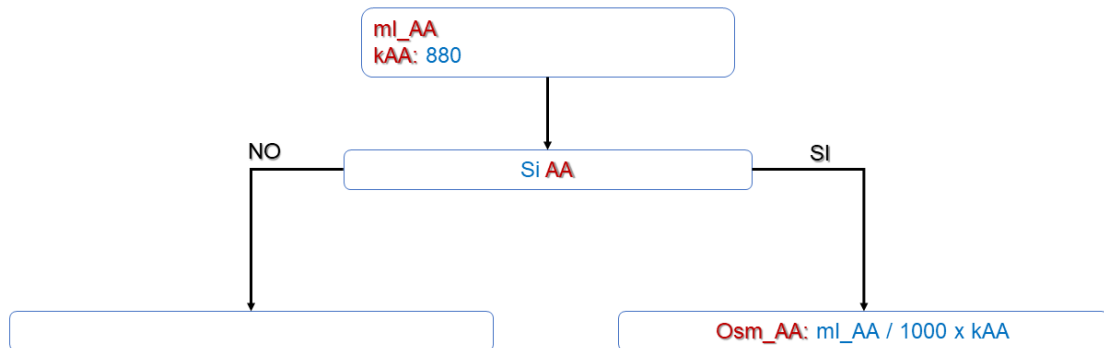
Flujograma para el cálculo de Zinc y dosis de medicamentos.  
Fuente: propia de autores.

1. Osm\_DAD



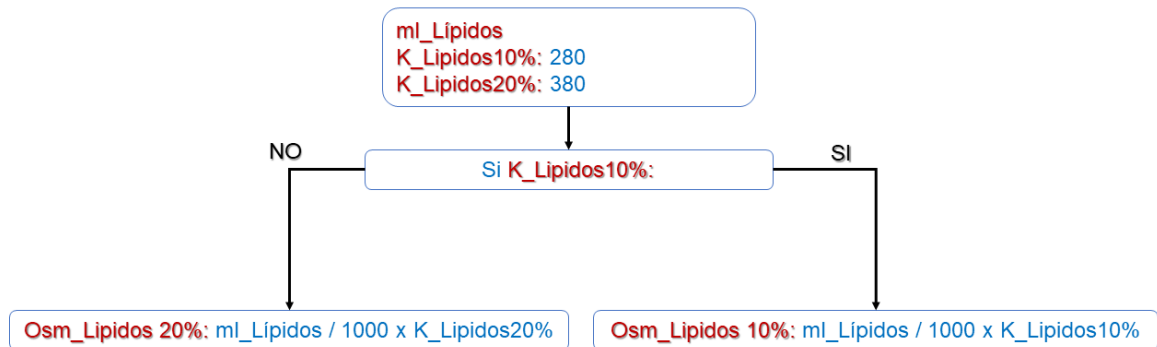
Flujograma para el cálculo de Osmolaridad de medicamentos de Carbohidratos.  
Fuente: propia de autores.

2. Osm\_AA

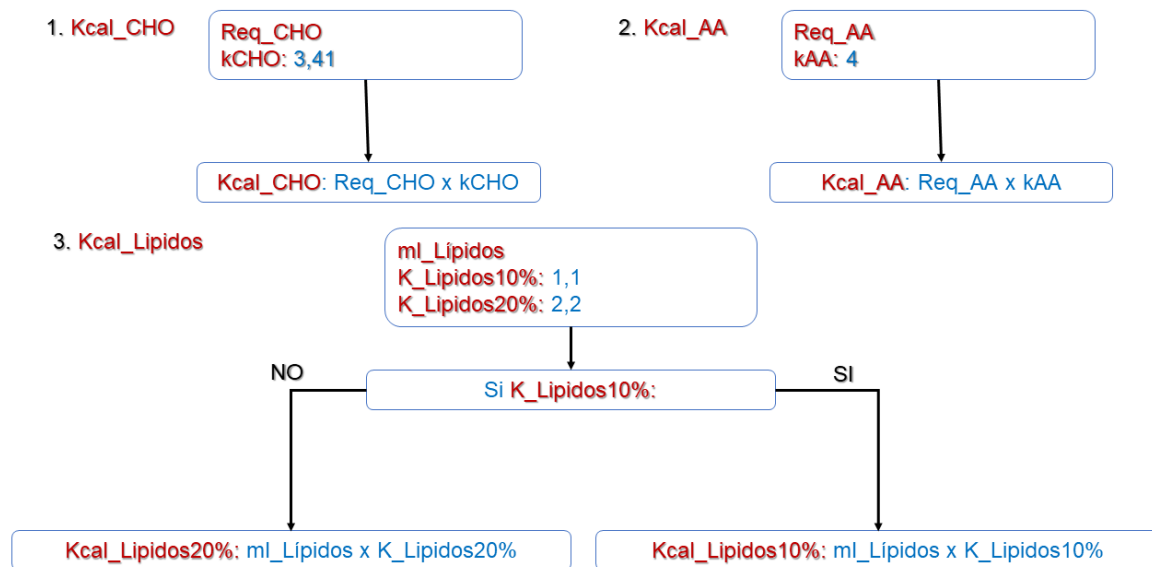


Flujograma para el cálculo de Osmolaridad de medicamentos de Proteínas.  
Fuente: propia de autores.

3. Osm\_Lipidos



Flujograma para el cálculo de Osmolaridad de medicamentos de Lípidos.  
Fuente: propia de autores.



Flujograma para el cálculo de Kilocalorías de Nutrición Parenteral.

Fuente: propia de autores.

### 13.2. TIEMPOS DE CALCULOS DE NUTRICIÓN PARENTERAL

n:	20 CASOS NUTRICION PARENTERAL	
CASOS PARENTERALES	CÁLCULO MANUAL	CALCULO APP
	min	min
I	13,50	1,50
II	11,00	1,00
III	10,00	0,50
IV	12,50	1,00
V	14,90	0,50
VI	18,50	0,90
VII	16,50	1,30
VIII	13,60	1,20
IX	14,50	1,40
X	12,90	1,60
XI	18,00	1,60
XII	18,50	0,50
XIII	16,50	0,80
XIV	18,00	0,90
XV	17,50	1,00
XVI	11,00	1,00
XVII	12,50	0,50
XVIII	11,50	0,60
XIX	14,00	0,50
X	18,00	0,60
PROMEDIO	14,67	0,95

### 13.3. RESULTADOS T-STUDENT GRAPHPAD PRISM

Table Analyzed

Column A	CALCULO MANUAL
vs.	vs.
Column B	CALCULO APP

Paired t test	
P value	<0,0001
P value summary	****
Significantly different (P < 0.05)?	Yes
One- or two-tailed P value?	Two-tailed
t, df	t=21,69 df=19
Number of pairs	20

How big is the difference?	
Mean of differences	13,73
SD of differences	2,83
SEM of differences	0,6327
95% confidence interval	12,4 to 15,05
R squared (partial eta squared)	0,9612



CALCULO MANUAL VS. PARENTERAL APP  
t-students n. dependientes

