



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
UNIDAD PROFESIONAL
INTERDISCIPLINARIA DE INGENIERÍA
ZACATECAS



INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES

SICMA

**Sistema para el cálculo de medidas antropométricas
basado en ISAK 2**

Software Requirements Specification (SRS)

PRESENTA:

Montserrat Silva Cordero

Hilario Abraham Rodarte España

27 de abril del 2020

Índice

Control de cambios	3
Introducción	3
Propósito.....	3
Alcance.....	4
Definiciones, acrónimos y abreviaturas	4
Antropometría	5
Medidas básicas	5
Puntos antropométricos de referencia marcados	5
Puntos antropométricos de no referencia marcados	7
Pliegues cutáneos	7
Perímetros	8
Longitudes	9
Diámetros	9
Tecnología	10
Referencias	11
Perspectiva general.....	13
Resumen del producto.....	13
Perspectiva del producto	13
Funciones del producto	13
Características de usuario.....	14
Restricciones	14
Suposiciones y dependencias	15
Requerimientos Específicos.....	15
Interfaces de usuario.....	15
Interfaces de hardware	15
Interfaces de software	15
Interfaces de comunicación	16
Operaciones	16
Requerimientos.....	17
Requerimientos funcionales	17
Requerimientos No Funcionales	25
Anexos	28

Anexo 1.- Índice de detección de deporte idóneo de acuerdo con el somatotipo, pliegues y porcentaje graso.....	29
Anexo 2- Protocolo antropométrico médico-deportivo	35
Anexo 3.-Informe antropométrico médico-deportivo	38
Anexo 4.- Ecuaciones e índices antropométricos y nutricionales	41

Índice de Tablas

Tabla 1 Descripción de requerimientos	17
Tabla 2 RF1 Reconocer el cuerpo humano	17
Tabla 3 RF2 Calcular las medidas antropométricas	19
Tabla 4 RF3 Calcular medidas de pliegues cutáneos.....	21
Tabla 5 FR4 Enviar información desde el sistema embebido.....	21
Tabla 6 RF5 Evaluar al paciente para la estimación de la composición corporal	22
Tabla 7 RF6 Representar de manera gráfica los cálculos comparativos	22
Tabla 8 FR7 Sugerir el deporte idóneo de acuerdo con la función corporal	23
Tabla 9 RF8 Generar la somatocarta del paciente	23
Tabla 10 RF9 Administrar el historial clínico del paciente	25
Tabla 11 NFR1 Tiempo de ejecución	25
Tabla 12 NFR2 Almacenamiento de los datos obtenidos.....	26
Tabla 13 NFR3 Respaldo de información en la nube	26
Tabla 14 NFR4 Restauración de información desde la nube.....	27
Tabla 15 NFR5 Selección de las ecuaciones para el cálculo	27

Control de cambios

Registro del control de cambios en el documento SRS del Sistema para el cálculo de medidas antropométricas basado en ISAK 2 (SiCMA)

No. Revisión	Descripción	Fecha	Estatus
01	Versión inicial previa a la revisión del equipo de trabajo	25/02/2020	Rechazado
02	Versión posterior a revisión del equipo de trabajo, modificaciones efectuadas	11/03/2020	Rechazado
03	Versión posterior a segunda revisión del equipo de trabajo con modificaciones efectuadas	31/03/2020	Aprobado
04	Versión posterior a presentación al cliente	27/04/2020	Aprobado

Introducción

En este documento se presentan las especificaciones de los requerimientos de software establecidos para “SiCMA” donde también se da una definición del alcance y una visión general de todo lo incluido en este documento de especificación de requerimientos. Así mismo se aborda el propósito de este documento es descrito y se provee una lista de abreviaciones y definiciones.

Propósito

El presente documento busca definir el sistema solicitado por la Dra. Vianey Cristina Hernández; el objetivo del sistema es determinar la composición corporal en base a las medidas de la certificación ISAK nivel 2, para conocer el estado nutricional de un paciente, así como su funcionalidad corporal.

Con la finalidad de comprender los requisitos solicitados por el cliente y la aprobación de estos, dentro del documento se detallan las características, interfaces y restricciones del producto. Cabe mencionar que dicho sistema será realizado a lo largo de las etapas que engloban las unidades de aprendizaje Trabajo Terminal I y Trabajo Terminal II de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Instituto Politécnico Nacional.

Alcance

El “Sistema para el cálculo de medidas antropométricas basado en ISAK 2”, denominado mediante las siglas “SiCMA”, se trata de un sistema conformado de dos componentes:

- Una aplicación móvil para el sistema operativo Android, cuya función sea el reconocimiento del cuerpo humano, realizado por medio de la cámara trasera de un teléfono inteligente, así como la obtención de las medidas antropométricas necesarias para el análisis de la composición corporal, todo ello mediante un sistema de visión artificial, además de permitir ver los registros de pacientes generados con la información obtenida dentro de la misma aplicación.
- Un sistema embebido montado sobre un plicómetro que permita obtener las medidas en pliegues cutáneos y además sean enviados a la aplicación móvil mediante la tecnología de transferencia Bluetooth.

Definiciones, acrónimos y abreviaturas

A continuación, serán presentadas las definiciones, acrónimos y abreviaturas que serán utilizadas a lo largo del proyecto, esto con el fin de proporcionar al lector un contexto y aclarar los términos técnicos tanto en el área de la antropometría como en el área computacional.

- **Administrar:** Acción de agregar, modificar, eliminar y consultar la información de un determinado elemento.
- **Adulto:** Dicho de un ser vivo: Que ha llegado a la plenitud de crecimiento o desarrollo.[2]
- **Antropometría:** el término antropometría es definido como el estudio de las proporciones y medidas del cuerpo humano.[2]
- **Aplicación móvil:** Programa informático destinado a ser ejecutado en teléfonos inteligentes, tabletas u otros dispositivos móviles.[3]
- **ISAK:** Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK, por sus siglas en inglés)[4]
- **SiCMA:** Sistema para el cálculo de medidas antropométricas basado en ISAK 2.

- **Sistema:** Aparato o grupo de aparatos interconectados o relacionados entre sí, uno o varios de los cuales realizan, mediante un programa, el tratamiento automático de datos informáticos, así como los datos informáticos almacenados, tratados, recuperados o transmitidos por estos últimos para su funcionamiento, utilización, protección y mantenimiento[3]
- **Teléfono inteligente:** Teléfono celular con pantalla táctil y con muchas de las prestaciones de una computadora.[3]
- **Plicómetro:** Instrumento de medición muy usado en el campo de la Nutrición, Medicina, área Deportiva e investigación, el cual ayuda a medir la grasa corporal a través de la medición de pliegues cutáneos.[5]

Antropometría

SiCMA está basado en la metodología ISAK, es por ello que los siguientes términos, definiciones y agrupaciones a utilizar dentro del sistema están basados en [4]:

Medidas básicas

- **Envergadura:** la distancia perpendicular entre los puntos dactylion izquierdo y derecho con los brazos extendidos horizontalmente.
- **Estatura:** también usado como talla. La distancia perpendicular entre los planos transversales del punto del vertex y el inferior de los pies.
- **Masa corporal:** masa es la cantidad de materia del cuerpo.
- **Talla sentado:** la distancia perpendicular entre los planos transversales del punto del vertex y la región inferior de las nalgas con el sujeto.

Puntos antropométricos de referencia marcados

- **Punto acromiale:** el punto en el borde superior de la parte más lateral del acromion.
- **Punto acromiale-radiale medio:** el punto equidistante entre las marcas acromiale y radiale.
- **Punto del pliegue abdominal:** el punto localizado horizontalmente a 5 cm en el lado derecho del ophalion.

- **Punto del pliegue de la pierna medial:** el punto en la cara más medial de la pantorrilla a nivel de la circunferencia máxima.
- **Punto del pliegue del bíceps:** el punto en la superficie anterior del brazo, a nivel de la marca correspondiente al acromiale-radiale medio, en mitad del vientre muscular branquial.
- **Punto del pliegue del muslo anterior:** el punto medio entre el pliegue inguinal y el punto patellare.
- **Punto del pliegue del subescapular:** el punto estará localizado a 2 cm a lo largo de una línea que va hacia debajo de forma lateral y oblicua en un ángulo de 45° desde la marca subscapulare.
- **Punto del pliegue del tríceps:** el punto en la cara posterior del brazo, en la línea media, a nivel de la marca correspondiente al acromiale-radiale medio.
- **Punto del pliegue supraespinal:** el punto resultante de la intersección de dos líneas:
 - La línea desde la marca iliospinale hasta el borde axilar anterior y
 - La línea horizontal a nivel de la marca iliocristale.
- **Punto iliocristale:** el punto más superior de la cresta ilíaca que coincida con el lugar de cruce de la línea axilar media llevada hasta el ilion.
- **Punto iliospinale:** el extremo más inferior de la espina iliática anterosuperior.
- **Punto mesosternale:** el punto medio del cuerpo del esternón a nivel del centro de la articulación de la cuarta costilla con el esternón.
- **Punto patellare:** el punto medio en la zona posterior del borde superior de la rótula.
- **Punto radiale:** el punto en el borde proximal y lateral de la cabeza del radio.
- **Punto sphyrion tibiale:** el borde más distal del maléolo medial.
- **Punto stylium medio:** el punto medio, en la cara anterior de la muñeca, de la línea horizontal medida a nivel stylium.
- **Punto stylium:** el punto más distal en el borde lateral de la apófisis estiloides del radio.
- **Punto subscapulare:** el punto más bajo del ángulo inferior de la escápula.
- **Punto tibiale laterale:** el punto superior del condilo lateral de la tibia.
- **Punto tibiale mediale:** el punto superior en el borde del cóndilo medial de la tibia.
- **Punto trochanterion:** el punto superior del trocánter mayor del fémur.
- **Punto trochanterion-tibiale laterale medio:** el punto equidistante entre los puntos trochanterion y tibiale laterale.

Puntos antropométricos de no referencia marcados

- **Punto akropodin:** el punto más anterior del dedo del pie, estando el sujeto de pie. Este puede ser el primero o segundo dedo.
- **Punto dactylion:** la punta del tercer dedo o dedo medio de la mano.
- **Punto glabella:** el punto medio situado entre los dos arcos superciliares.
- **Punto inguinal:** el punto que se encuentra en la intersección del pliegue inguinal y la línea que va desde el punto patellare hasta la región superior del muslo, con el sujeto sentado en el borde del cajón antropométrico.
- **Punto pliegue inguinal:** el pliegue que se forma en la zona de unión anterior entre la parte del tronco y la parte proximal del muslo, con el sujeto sentado.

Pliegues cutáneos

- **Pliegue de abdominal:** la medición tomada verticalmente en el punto del pliegue abdominal.
- **Pliegue de bíceps:** la medición del pliegue tomada en paralelo al eje longitudinal del brazo en el punto del pliegue del bíceps.
- **Pliegue de cresta ilíaca:** la medición del pliegue tomado casi horizontalmente en el punto del pliegue de la cresta ilíaca.
- **Pliegue de muslo anterior:** la medición del pliegue tomada en paralelo al eje longitudinal del muslo en el punto del pliegue del muslo anterior.
- **Pliegue de pierna medial:** la medición del pliegue tomada verticalmente en el punto del pliegue de la pierna medial.
- **Pliegue de subescapular:** la medición del pliegue tomada oblicuamente hacia abajo en el punto del pliegue subescapular.
- **Pliegue de supraespinal:** la medición del pliegue tomada oblicua y medialmente hacia abajo en el punto del pliegue supraespinal.
- **Pliegue de tríceps:** la medición del pliegue tomada paralelamente al eje longitudinal del brazo en el punto del pliegue del tríceps.

Perímetros

- ***Perímetro de antebrazo:*** el perímetro máximo del antebrazo perpendicular a su eje longitudinal, distal a los epicóndilos humerales.
- ***Perímetro de brazo flexionado y en contracción:*** el perímetro perpendicular a su eje longitudinal a nivel del punto más alto del bíceps braquial contraído, estando el brazo elevado delante del cuerpo de forma horizontal.
- ***Perímetro de brazo relajado:*** el perímetro del brazo a nivel del punto acromiale-radiale medio, perpendicular al eje longitudinal del brazo.
- ***Perímetro de cabeza:*** el perímetro de la cabeza inmediatamente por encima de la glabella y perpendicular al eje longitudinal de la cabeza.
- ***Perímetro de cintura:*** el perímetro del abdomen en su punto más estrecho entre el borde costal lateral inferior (10ª costilla) y la parte superior de la cresta ilíaca, perpendicular al eje longitudinal del tronco.
- ***Perímetro de cuello:*** el perímetro del cuello inmediatamente superior al cartílago tiroides (nuez de adán), y perpendicular al eje longitudinal del cuello.
- ***Perímetro de glúteo:*** el perímetro de las nalgas a nivel de la prominencia posterior máxima, perpendicular al eje longitudinal del tronco.
- ***Perímetro de muñeca:*** el perímetro mínimo de la muñeca, perpendicular al eje longitudinal del antebrazo, distal a la apófisis estiloides.
- ***Perímetro de muslo a 1 cm:*** el perímetro del muslo 1cm por debajo del pliegue del glúteo, perpendicular al eje longitudinal.
- ***Perímetro de muslo medio:*** el perímetro del muslo medio a nivel del punto trochanterion-tibiale-laterale medio, perpendicular a su eje longitudinal.
- ***Perímetro de pierna:*** el perímetro de la pierna nivel del punto del pliegue de la pierna medial, perpendicular a su eje longitudinal.
- ***Perímetro de tobillo:*** el perímetro mínimo del tobillo superior al maléolo medial, perpendicular al eje longitudinal de la pierna.
- ***Perímetro de tórax o pecho:*** el perímetro del pecho a nivel del punto mesosternale, perpendicular al eje longitudinal del tórax.

Longitudes

- ***Longitud de acromiale-radiale:*** la distancia lineal entre los puntos acromiale y radiale.
- ***Longitud de altura iliospinale:*** la distancia vertical desde el punto iliospinale al suelo.
- ***Longitud de altura tibial laterale:*** la distancia vertical desde el punto tibiale laterale hasta el suelo.
- ***Longitud de altura trocantérea:*** la distancia vertical desde el punto trochanterion al suelo.
- ***Longitud de midstylium-dactylium:*** es la distancia lineal entre los puntos midstylium y dactylium.
- ***Longitud de radiale-stylium:*** la distancia entre los puntos radiale y stylium.
- ***Longitud de tibiale mediale-sphyrion tibiale:*** la distancia lineal entre los puntos tibiale mediale y sphyrion tibiale.
- ***Longitud de trochanterion-tibiale laterale:*** la distancia lineal entre los puntos trochanterion y tibiale laterale.

Diámetros

- ***Diámetro anteroposterior del tórax:*** el diámetro del tórax en un eje anteroposterior, perpendicular a su eje longitudinal, al nivel del punto mesosternale.
- ***Diámetro biacromial:*** la distancia lineal entre las zonas más laterales del acromion.
- ***Diámetro biepicondileo de fémur:*** la distancia lineal entre los epicóndilos lateral y medial del fémur.
- ***Diámetro biepicondileo del húmero:*** la distancia lineal entre las zonas más laterales de los epicóndilos lateral y medial del húmero.
- ***Diámetro biestiloideo:*** la distancia lineal entre la zona más externas de las apófisis estiloides del cúbito y el radio.
- ***Diámetro biiliocrestal:*** la distancia lineal entre los puntos más laterales de las crestas ilíacas.
- ***Diámetro longitud del pie:*** la distancia lineal entre el plano coronal de los puntos pternion y del akropodin.

- **Diámetro sagital abdominal:** la distancia lineal horizontal, situada en el plano sagital, entre el punto del abdomen inmediatamente inferior al ombligo, con el tronco erecto y la superficie dorsal correspondiente del tronco.
- **Diámetro transverso del tórax:** el diámetro del tórax en un eje transversal cuando el antropómetro está en un plano inclinado a la altura del punto mesosternal y las ramas, con una inclinación posterior descendente de 30°.

Tecnología

- **Arduino:** Plataforma de código abierto de electrónica basada en un “uso simple” de hardware y software.[6]
- **Base de datos (BD):** Colección organizada de información estructurada, o datos, típicamente almacenados electrónicamente en un sistema de computadora. [7]
- **Bluetooth:** Tecnología de acceso inalámbrico para la transmisión de datos por radiofrecuencia entre dispositivos como PDA, teléfonos móviles, tabletas, cámaras digitales, impresoras u ordenadores portátiles.[3]
- **Copia de seguridad (backup):** Duplicado de un archivo informático que se guarda en previsión de la pérdida o destrucción del original’. Se dice también copia de resguardo o respaldo.[2]
- **Google Drive:** Servicio de alojamiento de archivos que fue lanzado por la empresa estadounidense Google.[8]
- **Sistema embebido:** Se trata de un sistema de computación diseñado para realizar una o algunas funciones dedicadas frecuentemente en un sistema de computación en tiempo real. En un sistema embebido la mayoría de los componentes se encuentran incluidos en la placa base. [9]
- **Sistema de gestión de base de datos (DBMS):** Software de base de datos, facilita la supervisión y el control de las bases de datos, lo que permite una variedad de operaciones administrativas, como la supervisión del rendimiento, el ajuste, las copias de seguridad y la recuperación.[7]

Referencias

- [1] S. Engineering y S. Committee, *IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications*, vol. 1998, núm. October. 1998.
- [2] Real Academia Española, “Diccionario de la lengua española”, *Diccionario de la lengua española*. [En línea]. Disponible en: <https://dle.rae.es>.
- [3] Real Academia Española, “Diccionario del español jurídico”, *Diccionario del español jurídico*. 2020.
- [4] A. Stewart, M. Marfell-Jones, T. Olds, y H. De Ridder, *PROTOCOLO INTERNACIONAL PARA LA VALORACIÓN ANTROPOMÉTRICA*. 2011.
- [5] sonolife, “Qué es un Plicómetro?”, 2018. .
- [6] Arduino, “What is Arduino?” [En línea]. Disponible en: <https://www.arduino.cc/>.
- [7] Oracle, “¿Qué es Database?”, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.oracle.com/mx/database/what-is-database.html#WhatIsDBMS>.
- [8] Google, “Descubrir Drive”. [En línea]. Disponible en: https://www.google.com/intl/es-419_ALL/drive/using-drive/.
- [9] Lifelong Learning, “Ingenieria de los sistemas embebidos.”, pp. 1–19, 2011.
- [10] J. Paolinelli *et al.*, “Lista de referencias bibliográficas”, *Lotes sin dueño*, núm. cm, pp. 109–110, 2018.
- [11] R. Farré, “Evaluación del estado nutricional (dieta, composición corporal, bioquímica y clínica)”, *Man. Práctico Nutr. y Salud*, pp. 109–117, 2006.
- [12] UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN. FACULTAD DE SALUD

PÚBLICA, “Intervalos válidos de IMC Ecuación Autor”, p. 2014, 2014.

- [13] E. Jaime y C. Ruiz, “Correlatos antropométricos de la obsesión por la musculatura”, *Rev. Mex. Trastor. Aliment.*, vol. 1, núm. 2, pp. 125–131, 2010.

- [14] W. D. R. Kerr y A. Deborah, “Fraccionamiento de la Masa Corporal: Un Nuevo Método para Utilizar en Nutrición, Clínica y Medicina Deportiva”. [En línea]. Disponible en: <https://g-se.com/fraccionamiento-de-la-masa-corporal-un-nuevo-metodo-para-utilizar-en-nutricion-clinica-y-medicina-deportiva-261-sa-Q57cfb27120415>.

- [15] A. Y. U. Servicios Médicos Grupo Pachuca, “HISTORIA CLÍNICA DEL DEPORTISTA”. [En línea]. Disponible en: <http://www.cufcd.edu.mx:8080/HisClinica/exaMed.jsp?comp=3&mat=111902926>.

Perspectiva general

Este documento está conformado por cuatro secciones, a través de los cuales se hace referencia siempre al mismo sistema (SiCMA). El primer capítulo está exclusivamente dedicado al registro de las versiones del documento, describiendo de manera general los cambios realizados, fecha y número de versión. Para el segundo y tercer capítulo, se describe en su totalidad el sistema mediante sus requerimientos, limitaciones y conceptos. Mientras que en el cuarto capítulo se realiza una especificación de requerimientos formal, asegurando la descripción y encontrar una a una las necesidades técnicas del sistema, para así poder satisfacerlas.

Resumen del producto

Perspectiva del producto

El sistema busca facilitar la obtención de las mediciones antropométricas de un paciente, proporcionando precisión al minimizar el error humano y reduciendo tiempo tanto en la toma de medidas como en el proceso del cálculo, además de presentar interpretaciones de los resultados, dando solución a las necesidades previamente presentadas, todo ello a un bajo costo, siendo así una herramienta accesible.

Los beneficios aportados por este proyecto no sólo están reflejados en la optimización del reconocimiento en la composición corporal, si no también se realizan aportaciones a la inserción de las ciencias computacionales en áreas de salud, nutrición y deporte.

Funciones del producto

Permitir a los especialistas en el área de nutrición obtener las medidas necesarias para la valoración de la composición corporal de un paciente. Siendo la antropometría el método seleccionado para su mejora, al reducir el margen de error presentado en la obtención de mediciones y lograr minimizar el tiempo que toma realizarlas. Considerando como base los índices y mediciones evaluadas en la certificación ISAK nivel 2, la cual se basa en el estudio de la cineantropometría, que además de obtener los porcentajes de los tejidos del cuerpo

humano, también identifica un deporte o actividad física que sea más conveniente a realizar por el paciente.

El proceso propuesto para la obtención y presentación de los resultados es el siguiente, mediante el sistema de visión artificial y el sistema embebido en el plicómetro se obtienen de manera automatizada las mediciones antropométricas necesarias para el cálculo de la composición corporal, una vez calculada se comparan los valores con tablas de evaluación para así generar los resultados del paciente.

Características de usuario

- Habilidades y conocimiento previos
 - Nivel de estudios: Profesionales en el área de nutrición, salud y deporte.
 - Entrenamiento o experiencia: Conocedores y practicantes de la metodología ISAK.
 - Experiencia con dispositivos móviles: Familiarizado con el uso de aplicaciones móviles para dispositivos inteligentes con sistema operativo Android.
- Rol en el sistema: Directo.

Restricciones

- **Desarrollo móvil:** La aplicación será desarrollada para dispositivos móviles con sistema operativo Android desde la versión 6 hasta la 9.
- **Pacientes:** Solo se consideran adultos.
- **ISAK:** Las mediciones antropométricas están basadas en la certificación ISAK nivel 2.
- **Respaldo y recuperación:** El respaldo y recuperación de información se realizará mediante el uso del servicio de Google Drive.
- **Almacenamiento:** Las medidas calculadas y registradas mediante el sistema, junto con la información involucrada en el historial clínico, serán los únicos datos que estarán almacenados en el sistema.
- **Cuenta de usuario local:** La cuenta de usuario será creada en un dispositivo, específica para el usuario y permanecerá de forma local en el dispositivo móvil.

Suposiciones y dependencias

- Se asume que los requisitos aquí descritos son estables y satisfacen las necesidades del sistema.
- El usuario cumple con las características ya descritas en el apartado anterior.
- El usuario tiene un dispositivo móvil con las características mínimas necesarias.
- El usuario tiene una cuenta de Google con la cual vincular el servicio de Google Drive.

Requerimientos Específicos

Interfaces de usuario

Interfaces de hardware

La interfaz de hardware consistirá principalmente en dos dispositivos, un teléfono inteligente móvil y un sistema embebido, cuyas características mínimas requeridas son:

Dispositivo móvil:

- Cámara Trasera: 8 megapíxeles o superior.
- Bluetooth: Bluetooth 3.0. o superior.
- Memoria RAM: 3GB o superior.
- Sistema Operativo: Android 6 o superiores hasta la versión 9.

Sistema embebido:

- Placa de desarrollo: Puertos de entrada y salida suficientes para el sistema, así como compatibilidad con módulos adicionales.
- Sensor angular
- Módulo Bluetooth

Interfaces de software

La aplicación móvil que integra al sistema deberá contener una interfaz gráfica de usuario que consistirá en un conjunto de vistas con botones, listas y campos de textos. Ésta

deberá ser construida específicamente para el sistema propuesto, además de ser amigable e intuitiva.

Interfaces de comunicación

La aplicación y sistema embebido se comunicarán entre sí, mediante el protocolo bluetooth, de igual manera dicha aplicación implementará el uso de protocolos de internet para el respaldo y recuperación de datos en la nube, cuando el usuario lo requiera.

Operaciones

- Períodos de operaciones interactivas y períodos de operaciones desatendidas.

La información registrada en un periodo mayor de 2 años dejará de ser procesada y almacenada en la memoria local del dispositivo.

El análisis de datos seleccionados para los cálculos comparativos solo considerará aquellos datos que hayan sido obtenidos con históricos mensuales continuos.

- Operaciones de respaldo y recuperación.
 - Respaldo de información: La aplicación será capaz de realizar operaciones de respaldo a la nube utilizando los servicios proporcionados por Google, con ello el usuario podrá hacer uso de su cuenta en Google para el respaldo de información de forma periódica que está almacenada de manera local en el dispositivo del usuario.
 - Recuperación: Dado al respaldo almacenado en la nube, la aplicación deberá ser capaz de restaurar la última versión de los datos almacenados a la memoria local del dispositivo donde el usuario este utilizando la aplicación.

Requerimientos

En este apartado se describen los requerimientos tanto funcionales como no funcionales, cuya presentación se rige bajo el siguiente formato:

Tabla 1 Descripción de requerimientos

Identificador del Requerimiento	
Nombre corto:	Nombre de referencia para el requerimiento
Estatus:	Referente a si el cliente ha aprobado la existencia y descripción del requerimiento. Pendiente Aprobado
Descripción:	Breve explicación de las actividades específicas que están involucradas y los actores involucrados.
Necesidades que resuelve:	Solución que da nuestro requerimiento.
Métrica de satisfacción:	Mediciones o comprobaciones de la implementación correcta del requerimiento.

Requerimientos funcionales

Tabla 2 RF1 Reconocer el cuerpo humano

RF1	
Nombre corto:	Reconocer el cuerpo humano.
Estatus:	Aprobado
Descripción:	Reconocer el cuerpo humano y sus partes mediante un sistema de visión artificial para: <ul style="list-style-type: none">- Detección de puntos de referencia marcados<ul style="list-style-type: none">○ Punto acromial○ Punto acromiale-radiale medio○ Punto del pliegue abdominal○ Punto del pliegue de la pierna medial○ Punto del pliegue del bíceps○ Punto del pliegue del muslo anterior○ Punto del pliegue del subescapular○ Punto del pliegue del tríceps

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Punto del pliegue supraespinal ○ Punto iliocristale ○ Punto iliospinale ○ Punto mesosternale ○ Punto patellare ○ Punto radiale ○ Punto sphyrion tibiale ○ Punto stylium medio ○ Punto stylium ○ Punto subscapulare ○ Punto tibiale laterale ○ Punto tibiale mediale ○ Punto trochanterion ○ Punto trochanterion-tibiale lateral medio <p>- Detección de puntos de referencia no marcados</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Punto akropodin ○ Punto dactylion ○ Punto glabella ○ Punto inguinal ○ Punto pliegue inguinal
Necesidades que resuelve:	La detección de puntos de referencia necesarios para el cálculo de las mediciones.
Métrica de satisfacción:	Los puntos de referencia han sido ubicados de manera correcta.

Tabla 3RF2 Calcular las medidas antropométricas

RF2	
Nombre corto:	Calcular las medidas antropométricas.
Estatus:	Aprobado
Descripción:	<p>A partir de la detección de los puntos de referencia, calcular las siguientes medidas antropométricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Perímetros <ul style="list-style-type: none"> ○ Perímetro de antebrazo. ○ Perímetro de brazo flexionado y en contracción. ○ Perímetro de brazo relajado. ○ Perímetro de cabeza. ○ Perímetro de cintura. ○ Perímetro de cuello. ○ Perímetro de glúteo. ○ Perímetro de muñeca. ○ Perímetro de muslo a 1 cm. ○ Perímetro de muslo medio. ○ Perímetro de pierna. ○ Perímetro de tobillo. ○ Perímetro de tórax o pecho. • Longitudes <ul style="list-style-type: none"> ○ Longitud de acromiale-radiale. ○ Longitud de altura iliospinale. ○ Longitud de altura tibial lateral. ○ Longitud de altura trocantérea. ○ Longitud de midstylion-dactylion. ○ Longitud de radiale-stylion. ○ Longitud de tibiale mediale-sphyrion tibial. ○ Longitud de trochanterion-tibiale laterale. • Diámetros <ul style="list-style-type: none"> ○ Diámetro anteroposterior del tórax. ○ Diámetro biacromial. ○ Diámetro biepicondíleo de fémur.

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Diámetro biepicondíleo del húmero. ○ Diámetro biestiloideo. ○ Diámetro biiliocrestal. ○ Diámetro longitud del pie. ○ Diámetro sagital abdominal. ○ Diámetro transversal del tórax.
Necesidades que resuelve:	Se mejora la eficiencia sobre la toma de mediciones antropométricas.
Métrica de satisfacción:	Las medidas son calculadas correctamente.

Tabla 4RF3 Calcular medidas de pliegues cutáneos

RF3	
Nombre corto:	Calcular medidas de pliegues cutáneos.
Estatus:	Aprobado
Descripción:	<p>Desarrollar e implementar un sistema embebido en un plicómetro que permita realizar el cálculo de las siguientes medidas antropométricas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pliegues cutáneos <ul style="list-style-type: none"> ○ Pliegue de abdominal. ○ Pliegue de bíceps. ○ Pliegue de cresta ilíaca. ○ Pliegue de muslo anterior. ○ Pliegue de pierna medial. ○ Pliegue de subescapular. ○ Pliegue de supraespinal. ○ Pliegue de tríceps.
Necesidades que resuelve:	Se mejora la eficiencia sobre la toma de mediciones de los pliegues cutáneos.
Métrica de satisfacción:	Los datos se obtienen correctamente.

Tabla 5FR4 Enviar información desde el sistema embebido

RF4	
Nombre corto:	Enviar información desde el sistema embebido.
Estatus:	Aprobado
Descripción:	Los datos obtenidos por el sistema embebido son enviados mediante protocolo bluetooth al dispositivo móvil, este último los recibe para su procesamiento.
Necesidades que resuelve:	Se mejora la eficiencia sobre la toma de mediciones de los pliegues cutáneos.
Métrica de satisfacción:	Los datos son enviados al dispositivo móvil y este último los recibe satisfactoriamente.

Tabla 6 RF5 Evaluar al paciente para la estimación de la composición corporal

RF5	
Nombre corto	Evaluar al paciente para la estimación de la composición corporal.
Estatus	Aprobado
Descripción	Ya obtenidas las mediciones, evaluar al paciente mediante el uso de las ecuaciones antropométricas para la estimación de la composición corporal y la consideración de los índices, ambos mostrados a presentados en Anexo 4.
Necesidad que resuelve	Conocer un estimado de la composición corporal y la evaluación del paciente.
Métrica de satisfacción	Se realiza la estimación de la composición corporal a partir de las fórmulas e índices proporcionados.

Tabla 7RF6 Representar de manera gráfica los cálculos comparativos

RF6	
Nombre corto:	Representar de manera gráfica los cálculos comparativos.
Estatus:	Aprobado
Descripción:	Se realizarán las comparaciones en el tiempo sobre las diferentes mediciones de un paciente y serán representadas mediante el uso de gráficas.
Necesidades que resuelve:	Visualización gráfica de cambios específicos entre las mediciones realizadas.
Métrica de satisfacción	Se muestran correctamente las gráficas comparativas.

Tabla 8 FR7 Sugerir el deporte idóneo de acuerdo con la función corporal

RF7	
Nombre corto	Sugerir el deporte idóneo de acuerdo con la función corporal.
Estatus	Aprobado
Descripción	Ya teniendo la evaluación del paciente, sugerir los deportes que se beneficien del somatotipo y pliegues del paciente de acuerdo con los índices mostrados en el Anexo 1 de este documento.
Necesidad que resuelve	La detección del deporte adecuado para el paciente.
Métrica de satisfacción	El análisis de la información sugiere la funcionalidad más adecuada.

Tabla 9RF8 Generar la somatocarta del paciente

RF8	
Nombre corto	Generar la somatocarta del paciente.
Estatus	Aprobado
Descripción	<p>Generar la representación gráfica del somatotipo del paciente, esta representación se ve presente en la somatocarta.</p> <p>La representación gráfica de la Somatocarta deberá ser como la siguiente:</p>

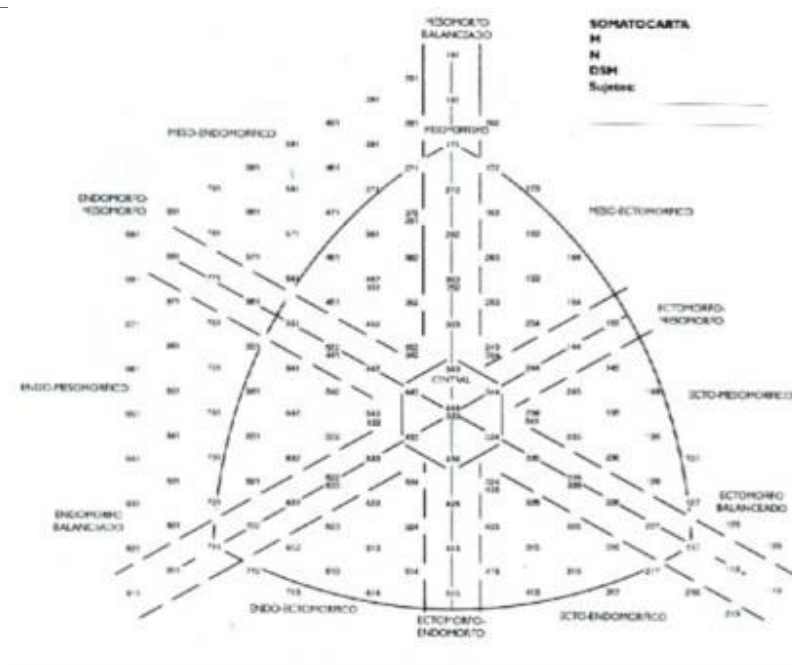


Ilustración 1 Somatocarta

Estableciendo la ubicación del somatotipo de acuerdo con la siguiente ecuación:

Coord. X Ectomorfia – Endomorfia

Coord. Y 2 Mesomorfia - (Ectomorfia + Endomorfia)

Si el $SDD = \sqrt{3(x_1 - x_2)^2 - (y_1 - y_2)^2}$ derar significativamente distanciados ($p < 0.05$).

Necesidad que resuelve	Representa de manera gráfica el somatotipo y permite la visualización del estado actual del paciente y el estado final deseado.
Métrica de satisfacción	Visualización de la representación gráfica de la somatocarta.

Tabla 10 RF9 Administrar el historial clínico del paciente

RF9	
Nombre corto	Administrar el historial clínico del paciente.
Estatus	Aprobado
Descripción	<p>Dentro de la información procesada y almacenada se encuentra el historial clínico, el cual sigue el formato proporcionado por el cliente. La aplicación registrará y almacenará dicha información.</p> <p>Usando como referencia el <i>Anexo 2</i> y <i>Anexo 3</i>, así como el <i>historial clínico</i> reportado en el protocolo de dicho proyecto, además del historial clínico deportivo encontrado en [15]</p>
Necesidad que resuelve	Almacenamiento de historial clínico
Métrica de satisfacción	Se ven reflejados los cambios o ingresos dentro del historial clínico del paciente.

Requerimientos No Funcionales

Tabla 11 NFR1 Tiempo de ejecución

NFR1	
Nombre corto:	Tiempo de ejecución
Estatus:	Aprobado
Descripción:	El tiempo de ejecución del proceso de cálculo no debe sobrepasar 25 minutos.
Necesidades que resuelve:	Reducir el tiempo de toma de mediciones.
Métrica de satisfacción	El tiempo de ejecución realmente no supera 25 minutos.

Tabla 12 NFR2 Almacenamiento de los datos obtenidos

NFR2	
Nombre corto:	Almacenamiento de los datos obtenidos.
Estatus:	Aprobado
Descripción:	Una vez obtenidas las medidas antropométricas por el sistema de visión artificial y el sistema embebido, estos serán guardados dentro de la base de datos local del dispositivo.
Necesidad que resuelve:	Registro e historial de mediciones.
Métrica de satisfacción:	Los datos son almacenados satisfactoriamente en la base de datos

Tabla 13 NFR3 Respaldo de información en la nube

NFR3	
Nombre corto	Respaldo de información en la nube.
Estatus	Aprobado
Descripción	Realizar un respaldo en la nube vinculando la cuenta de Google del usuario.
Necesidad que resuelve	Prevención de pérdida de información.
Métrica de satisfacción	La información almacenada de manera local en el dispositivo fue almacenada con éxito en la nube.

Tabla 14 NFR4 Restauración de información desde la nube

NFR4	
Nombre corto	Restauración de información desde la nube
Estatus	Aprobado
Descripción	Realizar una restauración de información desde la nube vinculando la cuenta de Google del usuario al dispositivo móvil.
Necesidad que resuelve	Prevención de pérdida de información.
Métrica de satisfacción	La información almacenada en la nube fue restaurada o almacenada satisfactoriamente en la memoria local del dispositivo.

Tabla 15 NFR5 Selección de las ecuaciones para el cálculo

NFR5	
Nombre corto:	Selección de las ecuaciones para el cálculo.
Estatus:	Aprobado
Descripción:	Mostrar las ecuaciones antropométricas - antes mencionadas - con las cuales el sistema puede llevar a cabo el análisis de las mediciones y la obtención de resultados, así mismo permitir la selección de aquellas ecuaciones que el usuario desee utilizar.
Necesidades que resuelve:	Uso de fórmulas de evaluación de acuerdo con la familiarización que tenga el usuario con ellas.
Métrica de satisfacción	La aplicación es capaz mostrar las ecuaciones a elegir, una vez seleccionada los datos son procesados y analizados a partir de ellas.

Anexos

Anexo 1.- Índice de detección de deporte idóneo de acuerdo con el somatotipo, pliegues y porcentaje graso.

SOMATOTIPO

SEXO MASCULINO

DEPORTE	ENDO	MESO	ECTO
ATLETISMO Maratón	1,7	4,2	3,6
ATLETISMO Fondo 10.000 m.	1,8	4,3	3,4
ATLETISMO Fondo 5.000 m.	1,5	4,1	3,7
ATLETISMO Fondo 3.000 m. Obstáculos	1,6	4,5	3,4
ATLETISMO Medio Fondo 800 m.	1,8	4,1	3,6
ATLETISMO Medio Fondo 1.500 m.	1,6	3,7	3,7
ATLETISMO Velocidad: 60 / 100 / 110 v / 200 / 400 m. / 400 v	1,8 1,7	5,2 4,5	2,7 3,2
ATLETISMO Salto Altura	1,6	3,7	4,2
ATLETISMO Salto Longitud y Triple Salto	1,7	4,3	3,5
ATLETISMO Salto de Pértiga	1,7	4,8	3,0
ATLETISMO Lanzamiento Martillo	4,4	7,2	0,5
ATLETISMO Pruebas Combinadas	2,1	5,3	2,4
BALONCESTO Base	2,4	5,0	3,0
BALONCESTO Escolta	2,1	4,4	3,5
BALONCESTO Alero	2,2	4,7	3,3
BALONCESTO Ala-pivot / Pivot	2,8	3,9	3,7
CICLISMO	1,9	4,7	2,9
FUTBOL Portero	2,5	5,2	2,4
FUTBOL Defensa	2,2	5,2	2,5
FUTBOL Medio	2,5	5,0	2,5
FUTBOL Delantero	2,1	4,9	2,7
JUDO 60-65 Kg.	2,1	5,9	1,9
JUDO 71-78 Kg.	2,3	6,7	1,6
JUDO 86-95 Kg.	2,5	6,3	1,9
NATACIÓN	2,3	4,9	3,0
PIRAGÜISMO	2,2	6,1	2,0
REMO	1,9	5,4	2,5
TIRO OLÍMPICO	4,9	5,8	1,6
VOLEIBOL	2,0	3,8	3,7
BADMINGTON ⁽¹⁾	2,6	4,1	3,4

(1) De un trabajo de Centeno, Ramón; Naranjo, José; Guerra, Vicente, publicado en "Archivos de Medicina del Deporte"

SOMATOTIPO

SEXO FEMENINO

DEPORTE	ENDO	MESO	ECTO
ATLETISMO Maratón	2,0	3,3	3,9
ATLETISMO Fondo	2,1	3,2	3,5
ATLETISMO Medio Fondo	2,6	3,1	3,5
ATLETISMO Velocidad	2,4	3,3	3,3
ATLETISMO Salto Altura	2,3	2,2	4,6
ATLETISMO Salto Longitud y Triple Salto	2,3	3,8	3,1
ATLETISMO Pruebas Combinadas	2,5	3,5	3,5
ESGRIMA	3,0	3,4	3,5
GIMNASIA ARTISTICA	1,9	4,6	2,9
GIMNASIA RITMICA	1,9	2,4	5,0
HOCKEY	3,6	4,1	2,2
JUDO < 48-52 Kg.	3,5	5,0	1,9
JUDO < 56-61 Kg.	3,8	5,2	1,6
JUDO < 66-72 Kg.	3,3	4,4	2,3
NATACION	3,5	3,8	3,0
PIRAGÜISMO	2,7	5,2	2,0
TIRO OLÍMPICO	4,9	4,3	2,4
TRIATLON	2,6	3,8	3,0
BADMINGTON ⁽¹⁾	4,5	3,4	2,1

(1) De un trabajo de Centeno, Ramón; Naranjo, José; Guerra, Vicente, publicado en "Archivos de Medicina del Deporte"

SUMATORIO DE SEIS PLIEGUES GRASOS

SEXO MASCULINO

DEPORTE	SUMATORIO (mm)	DESVIACIÓN (mm)
ATLETISMO Maratón	36,9	9,6
ATLETISMO Fondo	35,2	8,5
ATLETISMO Marcha	38,1	7,3
ATLETISMO Medio Fondo	37,0	6,6
ATLETISMO Velocidad	38,7	8,8
ATLETISMO Salto Altura	39,6	12,0
ATLETISMO Salto Longitud	38,7	9,1
ATLETISMO Salto Pértiga	39,7	10,2
ATLETISMO Pruebas Combinadas	47,9	16,6
ATLETISMO Lanzamiento Martillo	96,1	31,9
BALONCESTO Base	55,8	19,8
BALONCESTO Escolta	53,4	12,3
BALONCESTO Alero	59,5	20,7
BALONCESTO Ala-pivot / Pivot	74,9	26,9
CICLISMO	43,7	12,1
FUTBOL	50,0	14,1
JUDO 60-65 Kg.	43,5	9,6
JUDO 71-78 Kg.	49,0	8,3
JUDO 86-95 Kg.	62,1	18,8
NATACIÓN	56,0	18,4
PIRAGÜISMO	50,6	13,5
REMO	45,6	12,2
TIRO OLÍMPICO	107,0	45,7
TRIATLÓN (Pretemporada)	46,6	12,8
VOLEIBOL	49,2	12,9
BADMINGTON ⁽¹⁾	58,9	20,6

(1) De un trabajo de Centeno, Ramón; Naranjo, José; Guerra, Vicente, publicado en "Archivos de Medicina del Deporte"

SUMATORIO DE SEIS PLIEGUES GRASOS

SEXO FEMENINO

DEPORTE	SUMATORIO (mm)	DESVIACIÓN (mm)
ATLETISMO Maratón	45,0	10,9
ATLETISMO Fondo	48,6	12,3
ATLETISMO Medio Fondo	57,5	15,7
ATLETISMO Velocidad	56,3	13,1
ATLETISMO Salto Altura	60,4	23,4
ATLETISMO Salto Longitud	49,3	14,4
ATLETISMO Pruebas Combinadas	58,9	13,2
ESGRIMA	71,8	28,6
GIMNASIA ARTISTICA	40,2	13,4
GIMNASIA RÍTMICA	46,7	12,8
G. TRAMPOLÍN	81,9	21,6
HOCKEY	78,0	21,7
JUDO	77,8	29,1
NATACIÓN	82,7	25,0
PIRAGÜISMO	66,9	16,5
REMO (Montreal 76)	75,2	18,8
TIRO OLÍMPICO	115,6	41,3
TRIATLÓN	59,3	14,6
BADMINGTON ⁽¹⁾		

(1) De un trabajo de Centeno, Ramón; Naranjo, José; Guerra, Vicente, publicado en "Archivos de Medicina del Deporte"

**PORCENTAJE GRASO IDEAL SEGÚN ESTRATEGIA DE
YUHASZ**

DEPORTE	SEXO MASCULINO	SEXO FEMENINO
ATLETISMO Maratón	9,55 (+/- 0,7)	13,3 (+/- 1,1)
ATLETISMO Fondo 10.000 m.	9,57 (+/- 0,4)	13,7 (+/- 0,7)
ATLETISMO Fondo 5.000 m.	9,28 (+/- 0,7)	
ATLETISMO Fondo 3.000 m. Obstáculos	9,57 (+/- 0,7)	
ATLETISMO Marcha	9,66 (+/- 0,6)	
ATLETISMO Medio Fondo 800 m.	9,81 (+/- 0,5)	15,2 (+/- 1,9)
ATLETISMO Medio Fondo 1.500 m.	9,47 (+/- 0,5)	
ATLETISMO Velocidad 60 / 100 / 110 v / 200	9,89 (+/- 0,9)	
ATLETISMO Velocidad 400 / 400 v	9,75 (+/- 0,6)	14,9 (+/- 1,1)
ATLETISMO Salto Altura	9,85 (+/- 1,1)	15,3 (+/- 2,7)
ATLETISMO Salto Longitud	9,79 (+/- 0,7)	14,5 (+/- 1,1)
ATLETISMO Salto Pértiga	9,84 (+/- 0,7)	
ATLETISMO Pruebas Combinadas	10,96 (+/- 2,0)	15,4 (+/- 1,5)
ATLETISMO Lanzamiento Martillo	17,12 (+/- 3,1)	
ESGRIMA		17,3 (+/- 3,1)
GIMNASIA ARTÍSTICA		12,7 (+/- 1,3)
GIMNASIA RÍTMICA		13,4 (+/- 1,3)
G. TRAMPOLÍN		18,2 (+/- 3,3)
HOCKEY		17,8 (+/- 2,3)
JUDO		17,5 (+/- 3,2)
JUDO 60-65 Kg.	10,2 (+/- 0,7)	
JUDO 71-78 Kg.	11,0 (+/- 0,7)	
JUDO 86-95 Kg.	12,3 (+/- 1,8)	
BALONCESTO Base	11,6 (+/- 2,0)	
BALONCESTO Escolta	11,2 (+/- 1,0)	
BALONCESTO Alero	11,9 (+/- 2,0)	
BALONCESTO Ala-pivot / Pivot	13,7 (+/- 2,5)	
CICLISMO	10,2 (+/- 0,9)	
FUTBOL	11,0 (+/- 1,2)	
NATACIÓN	11,3 (+/- 1,4)	18,8 (+/- 3,3)
PIRAGÜISMO	10,8 (+/- 1,2)	15,3 (+/- 1,5)

REMO	10,3 (+/- 0,7)	
VOLEIBOL	10,9 (+/- 1,2)	
TIRO OLÍMPICO	17,5 (+/- 4,1)	22,6 (+/- 4,9)
TRIATLÓN		14,8 (+/- 1,5)
BADMINGTON ⁽¹⁾	11,7 (+/- 1,5)	15,1 (+/- 1,1)

(1) De un trabajo de Centeno, Ramón; Naranjo, José; Guerra, Vicente, publicado en "Archivos de Medicina del Deporte"

Anexo 2- Protocolo antropométrico médico-deportivo



PROTOCOLO ANTROPOMÉTRICO MEDICO-DEPORTIVO.

Según documento de consenso del G.R.E.C de la FE.ME.DE. (2008)

Sujeto:

F. Toma:

M ó H:

F. Nacim.: Edad:

Deporte:

Modal. /Equipo:

Grupo Población:

Etnia:

Fase Entto.:

Antropometrista:

Nivel:

Lugar Toma:

E-mail:

Teléfono:

	VARIABLE ANTROPOMÉTRICA	TOMA 1	TOMA 2	TOMA 3	MEDIA
1	Peso (kg)				
2	Talla o Estatura (cm)				
3	Diámetro Biacromial (cm)*				
4	Diámetro Transverso del Tórax (cm)*				
5	Diámetro anteroposterior del Tórax (cm)*				
6	Diámetro Biliocrestal (cm)*				
7	Diámetro Condíleo-Troclear Húmero (cm)				
8	Diámetro Biestiloideo Muñeca (cm)				
9	Diámetro Bicondilo fémur (cm)				
10	Diámetro Bimaleolar Tobillo (cm)				
11	Perímetro Brazo Relajado (cm)				
12	Perímetro Brazo Contraído (cm)				
13	Perímetro Antebrazo (cm)				
14	Perímetro de Muñeca (cm)				
15	Perímetro Cuello (cm)				
16	Perímetro Abdominal Mínimo (cm)				
17	Perímetro Abdominal Medio (cm) (Sólo obesos)				
18	Perímetro Glúteo (cm)				
19	Perímetro Muslo 1 cm (cm)				
20	Perímetro Muslo Medio (cm)				
21	Perímetro Pierna (cm)				
22	Perímetro Tobillo (cm)				
23	Pliegue Tríceps (mm)				
24	Pliegue Subescapular (mm)				
25	Pliegue Bíceps (mm)				
26	Pliegue Pectoral (mm)				
27	Pliegue Axilar (mm)				
28	Pliegue Supracrestal o Ileocrestal (mm)				
29	Pliegue Supraespinal (mm)				
30	Pliegue Abdominal (mm)				
31	Pliegue Muslo Anterior (mm)				
32	Pliegue Pierna Medial (mm)				
	"Z" = IMPEDANCIA (Ohm a 50 Hz)				
	"R" = RESISTENCIA (Ohm a 50 Hz)				
	"Xc" = REACTANCIA (Ohm a 50 Hz)				
33	Perímetro mesoesternal (cm)*				

Anexo 3.-Informe antropométrico médico-deportivo



INFORME ANTROPOMÉTRICO.

Según modelo del GREC de la FEMEDE. (2008)

Sujeto:		
F. Nacim.:	Edad:	
Equipo/Modalidad:		
Fase Entto.:		

F. Toma:	M ó H:	
Deporte:		
Grupo:	Etnia:	
Antropometrista:		

DATOS ANTROPOMÉTRICOS REGISTRADOS:

Índices Corporales:

Peso (kg)		Perímetro Muslo Medio (cm)	
Talla o Estatura (cm)		Perímetro Pierna (cm)	
Diámetro Biacromial (cm) *		Perímetro Tobillo (cm)	
Diámetro Transverso Tórax (cm) *		Pliegue Tríceps (mm)	
Diámetro Antero-Post. Tórax (cm) *		Pliegue Subescapular (mm)	
Diámetro Biileocrestal (cm) *		Pliegue Bíceps (mm)	
Diámetro Húmero (cm)		Pliegue Pectoral (mm)	
Diámetro Muñeca (cm)		Pliegue Axilar (mm)	
Diámetro fémur (cm)		Pliegue Ileocrestal (mm)	
Diámetro Tobillo (cm)		Pliegue Supraespinal (mm)	
Perímetro Brazo Relajado (cm)		Pliegue Abdominal (mm)	
Perímetro Brazo Contraído (cm)		Pliegue Muslo Anterior (mm)	
Perímetro de Antebrazo (cm)		Pliegue Pierna Medial (mm)	
Perímetro de Muñeca (cm)		"Z" = IMPEDANCIA (Ohm)	
Perímetro Cuello (cm)		"R" = RESISTENCIA (Ohm)	
Perímetro Abdominal Mínimo (cm)		"Xc" = REACTANCIA (Ohm)	
Perímetro Abdominal Medio (cm)		Perímetro mesoesternal (cm)*	
Perímetro Glúteo (cm)		ADICIONAL 1	
Perímetro Muslo 1 cm (cm)		ADICIONAL 2	

I.M.C.:

I. Ponderal:

Ind. Cintura/Glúteo:

Valor:

Observaciones:

SOMATOTIPO:

Endomorfia:

Mesomorfia:

Ectomorfia:

COMPOSICIÓN CORPORAL (ANTROPOMETRÍA):

Componente	Porcentaje	Peso (kg)	Fórmula	Drinkwater
M. Grasa				
M. Ósea				
M. Muscular				
Resto				
Total, D-w. (%):				

COMP. CORPORAL (BIOIMPEDANCIA):

Componente	Porcentaje	Peso (kg)	Fórmula
M. Grasa			
M. Muscular			
M.L. G			

OTRAS FÓRMULAS ESPECÍFICAS:

(*1) Arriba se indica la media de las 4 fórmulas

(*2) Arriba se indica la media de las 2 fórmulas

Deportistas	Faulkner	Carter	J-Pollock**	Withers	Obesos	Rocha	Martin
% M. Grasa					% M. Ósea		

(*3) Arriba se indica la media de las 3 fórmulas

(*4) Arriba se indica la media de las 2 fórmulas

** Jackson y Pollock (fórmula de 7 pliegues)

Anexo 4.- Ecuaciones e índices antropométricos y nutricionales



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
UNIDAD PROFESIONAL
INTERDISCIPLINARIA DE INGENIERÍA
ZACATECAS



INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES
SICMA

Ecuaciones e índices antropométricos y nutricionales
utilizados en el Sistema para el cálculo de medidas
antropométricas basado en ISAK 2

PRESENTA:

Montserrat Silva Cordero

Hilario Abraham Rodarte España

05 de agosto del 2020

Índices

Índice de contenido

Índice de figuras	46
Control de cambios	46
Introducción.....	47
Propósito	47
Alcance	47
Referencias bibliográficas	48
Puntos y medidas antropométricas	50
Ecuaciones antropométricas	55
Índice ponderal	55
Índice cintura-cadera (ICC)	55
Índice de masa corporal (IMC)	56
Densidad corporal	56
Katch & McArdle	56
Sloan	57
Wilmore & Behnke (1969)	57
Lewis y Cols (1978)	57
Withers	58
Withers y cols	58
Yuhasz M. S.	59
Durnin	59
Complexión corporal	60
Muñeca	60
Talla-muñeca	60
Pesos teóricos ideales (Pt).....	60
Robinson	60
Metropolitan	61
Lorentz	61
Hamwi	61

Método tradicional o calculo rápido.	62
Masa fraccional	63
Phantom	63
Z individual	63
Fórmula General de Perímetro corregido	65
Drinkwater	65
Masa grasa	65
Weltmann	65
Dumin-Wom	66
Faulkner	66
Carter	66
Withers	66
Porcentaje de masas	67
Masa grasa	67
Masa ósea, muscular y residual	73
Masa ósea.....	73
Martin	73
Rocha	73
Masa muscular	74
Lee	74
Rose y Guimaraes	75
Matiegka	75
Circunferencia muscular del brazo (CMB)	75
Área muscular de brazo libre de hueso y masa muscular (AMB)	75
Masa residual	76
100%-(MG+MO+MM)	76
Wurch	76
Fórmulas para el cálculo del Somatotipo.....	77
Mesomorfismo	77
Endomorfismo	78
Ectomorfismo	79

Ubicación del somatotipo en somatocarta	79
Delimitación de ecuaciones antropométricas	80
Ecuaciones Nutricionales	81
Gasto Energético Basal (GEB)	81
FAO/OMS/ONU	81
Harris-Benedict	81
Mifflin St. Jeor	82
Efecto Termogénico de los Alimentos (ETA)	82
Gasto Energético Total (GET)	82
Formula Dieto sintética.....	83
Porcentaje calórico(%Kcal)	83
Porciones recomendadas	83
Índices.....	84
Factor de Actividad Física (AF)	84
FAO/OMS (1985)	84
Por porcentaje	85
Valores de energía del metabolismo de los alimentos	85
Índice de Masa Corporal (IMC).....	86
Complexión corporal.	86
Mediante circunferencia de muñeca (cm)	86
Mediante la relación talla-circunferencia de muñeca.	87
Clasificación de somatotipo en somatocarta.....	87

Índice de Tablas

Tabla 1 Medidas antropométricas	51
Tabla 2 Constantes de proporcionalidad Phantom	64
Tabla 3 Intervalos válidos de edad en años y de IMC para formulas Lean et al.....	71
Tabla 4 Valores para cálculo de Ectomorfismo.....	79
Tabla 5 Clasificación de ecuaciones antropométricas	80
Tabla 6 Factor de Actividad Física FAO/OMS	84
Tabla 7 Factor de Actividad Física por porcentaje.....	85
Tabla 8 Valores promedio de energía del metabolismo de los alimentos	85
Tabla 9 Criterios de la SEEDO para la clasificación del peso según el IMC.....	86
Tabla 10 Complexión según la circunferencia de muñeca (cm)	86
Tabla 11 Complexión según la relación talla (cm)/circunferencia de muñeca (cm)	87

Índice de Figuras

Figura 1 Puntos antropométricos	50
Figura 2 Planos antropométricos	52
Figura 3 Alturas proyectadas desde el suelo	53
Figura 4 Longitudes.....	53
Figura 5 Diámetros óseos	54
Figura 6 Perímetros	54
Figura 7 Pliegues cutáneos	54

Control de cambios

Registro del control de cambios en el documento “Definición de ecuaciones e índices antropométricos y nutricionales” para el Sistema para el cálculo de medidas antropométricas basado en ISAK 2 (SICMA)

No. Revisión	Descripción	Fecha	Estatus
01	Versión inicial, de uso para validación con el cliente.	27/04/2020	Aprobado
02	Agregación de definición y descripción de ecuaciones e índices.	05/08/2020	Aprobado

Introducción

En este documento se presentan las ecuaciones e índices antropométricos y nutricionales que forman parte del proceso funcional de SICMA, estas serán presentadas por agrupaciones de acuerdo a su finalidad, así como una breve descripción y ecuaciones predecesoras necesarias para el cálculo. Además, se definirá el alcance y propósito del presente documento.

Propósito

El presente documento busca definir las ecuaciones e índices antropométricos y nutricionales que serán utilizados por SICMA, además de dar un formato homogéneo a las referencias de los puntos anatómicos que están en estas ecuaciones e índices, con el fin de verificar la contención de información necesaria para la ejecución de dichas ecuaciones.

Alcance

Las ecuaciones e índices presentados en este documento son definidos y agrupados de acuerdo al uso que se les dará en SICMA. Esta información fue validada por el cliente solicitante de la creación de SICMA.

Referente al ámbito antropométrico de este documento, son presentados diferentes autores para dichas ecuaciones e índices, considerando los puntos anatómicos a evaluar de acuerdo

a los niveles de certificación ISAK 1 y ISAK 2. Así mismo dentro de estas ecuaciones son considerados las utilizadas para deportistas.

Para el ámbito nutricional, son definidas las ecuaciones e índices para el llenado del historial clínico-nutricional de referencia en SICMA, el cual se presenta en [1]

Referencias bibliográficas

- [1] M. Silva Cordero y H. A. Rodarte España, “Protocolo de Proyecto ‘Sistema para el cálculo de medidas antropométricas basado en ISAK 2’”, Zacatecas, 2019.
- [2] A. Stewart, M. Marfell-Jones, T. Olds, y H. De Ridder, *PROTOCOLO INTERNACIONAL PARA LA VALORACIÓN ANTROPOMÉTRICA*. 2011.
- [3] Grupo Español de Cineantropometría, “PROTOCOLO ANTROPOMÉTRICO MEDICO-DEPORTIVO”. 2008.
- [4] R. F. ROVIRA, “Evaluación del estado nutricional (dieta, composición corporal, bioquímica y clínica)”, *Man. Práctico Nutr. y Salud*, pp. 109–117, 2006.
- [5] C. Polo y M. Del Castillo, “El Índice Cintura Cadera”, *Cent. Med. Deport.*, vol. 1, núm. 1, pp. 0–1, 2012 [Online]. Disponible en: <http://www.madrid.org/cs/Satellite?blobcol=urldata&blobheader=application/pdf&blobheadervalue1=Content-Disposition&blobheadervalue1=filename=REVISION+INDICE+CINTURA+CADE RA+DEL+CMD.pdf&blobkey=id&blobtable=MungoBlobs&blobwhere=1268604861714&ssbinary=tru>
- [6] E. J. Camacho Ruiz, M. del C. Escoto Ponce de León, C. M. Cedillo Garrido, y R. Diaz Castillo, “Correlatos antropométricos de la obsesión por la musculatura”, *Rev. Mex. Trastor. Aliment.*, vol. 1, núm. 2, pp. 125–131, 2010.
- [7] M. GÓMEZ NAVA, “EFECTO DE LA COMPLEXIÓN ÓSEA SOBRE LA VARIABILIDAD DE ÍNDICES ANTROPOMÉTRICOS RELACIONADOS CON

ADIPOSIDAD Y DISTRIBUCIÓN DEL TEJIDO GRASO, ESTUDIO EN ESCOLARES”, 2015.

- [8] J. Paolinelli *et al.*, “Guía de referencias bibliográficas NUTRIMIND”, 2018.
- [9] Imelda García Argueta, “EVALUACIÓN ANTROPOMÉTRICA ‘Interpretación del Peso corporal’”. p. 39.
- [10] W. D. R. Kerr y A. Deborah, “Fraccionamiento de la Masa Corporal: Un Nuevo Método para Utilizar en Nutrición, Clínica y Medicina Deportiva”. [Online]. Disponible en: <https://g-se.com/fraccionamiento-de-la-masa-corporal-un-nuevo-metodo-para-utilizar-en-nutricion-clinica-y-medicina-deportiva-261-sa-Q57cfb27120415>
- [11] E. Ramírez, “Ecuaciones selectas para predecir el porcentaje de grasa (%GC) en Adultos Basadas en modelos de 2, 3 y 4 compartimentos Intervalos”, en *Manual de Antropometría y Composición Corporal*, 4a ed., 2014, p. 32.
- [12] E. Valero, “Antropometría”, *Inst. Nac. Segur. e Hig. en el Trab.*, vol. 1, núm. 2, pp. 1–21, 2011 [Online]. Disponible en: [http://www.insht.es/Ergonomia2/Contenidos/Promocionales/Diseno del puesto/DTEAntropometriaDP.pdf](http://www.insht.es/Ergonomia2/Contenidos/Promocionales/Diseno%20del%20puesto/DTEAntropometriaDP.pdf)
- [13] G. Bauce, G. Tineo, y M. T. Cárdena, “METODOLOGIA PARA CALCULAR LA FORMA DIETETICA INSTITUCIONAL”, *Rev. la Fac. Med.*, vol. 23, 2000 [Online]. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-04692000000100007
- [14] C. Guido y R. Díaz, “Aspectos Nutricionales . Plan Alimentario”, pp. 1–30, 2012.

Puntos y medidas antropométricas

La nomenclatura utilizada para las referencias de puntos anatómicos dentro de SICMA son aquellas definidas en [2] y presentados en la Figura 1:

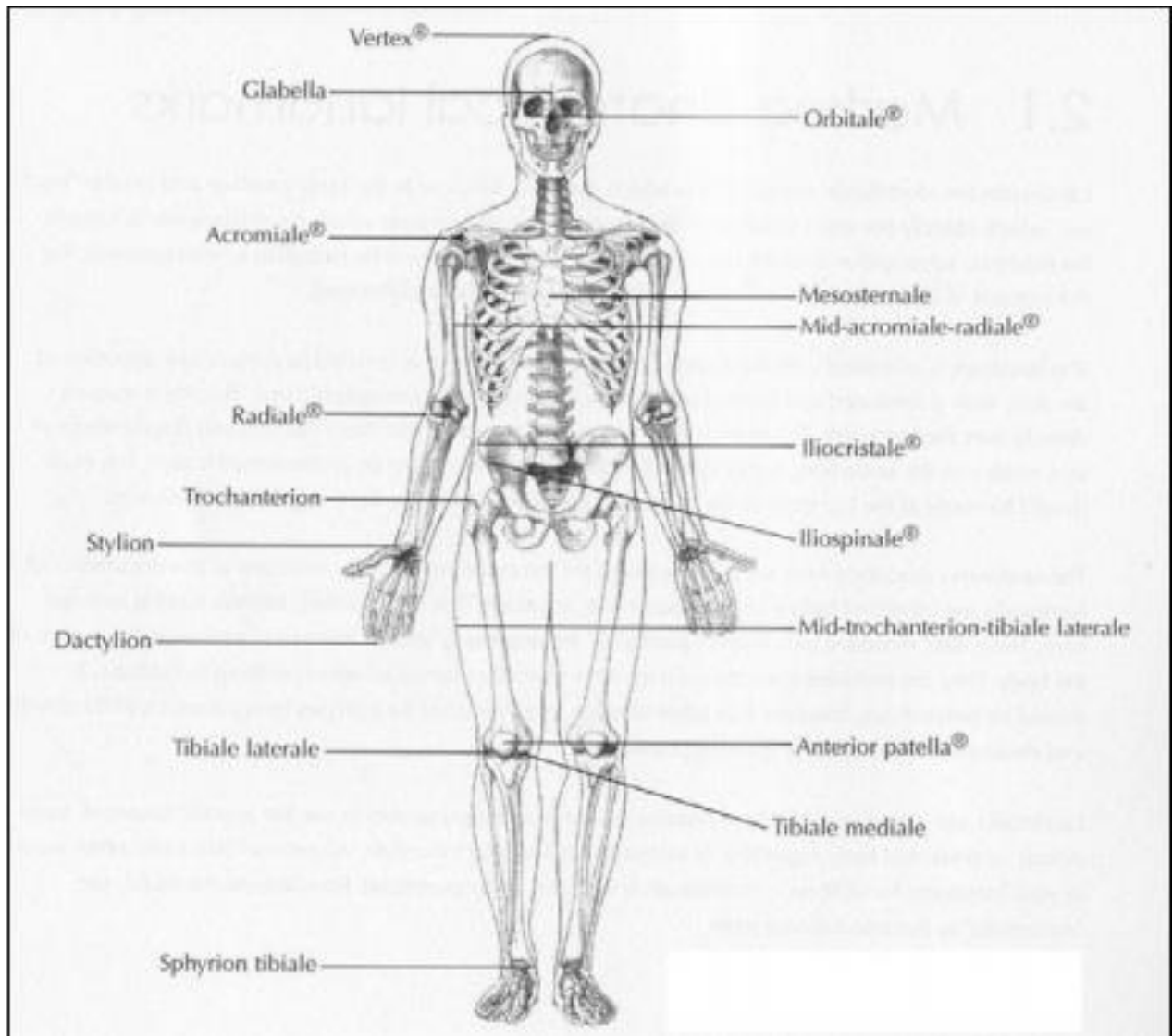


Figura 1 Puntos antropométricos

SICMA toma como referencia las certificaciones ISAK 1 Y 2 para la obtención de resultados, a continuación, son presentadas en Tabla 1 las medidas que son utilizadas en SICMA, así como su clasificación según la certificación, siendo X el indicador de su presencia.

Tabla 1 Medidas antropométricas

	ISAK I	ISAK II
Medidas básicas		
Envergadura		x
Estatura	x	x
Masa corporal	x	x
Talla sentado		x
Pliegues cutáneos		
Pl. de abdominal	x	x
Pl. de bíceps	x	x
Pl. de cresta ilíaca	x	x
Pl. de muslo anterior	x	x
Pl. de pierna medial	x	x
Pl. de subescapular	x	x
Pl. de supraespinal	x	x
Pl. de tríceps	x	x
Perímetros		
P. de antebrazo		x
P. de brazo flexionado.	x	x
P. de brazo relajado	x	x
P. de cabeza		x
P. de cintura	x	x
P. de cuello		x
P. de glúteo	x	x
P. de muñeca		x
P. de muslo a 1 cm		x
P. de muslo medio		x
P. de pierna	x	x
P. de tobillo		x
P. de tórax o pecho		X

	ISAK I	ISAK II
Longitudes		
L. de acromiale-radiale		x
L. de altura iliospinale		x
L. de altura tibial lateral		x
L. de altura trocantéreal		x
L. de midstylion-dactylion		x
L. de radiale-stylion		x
L. de tibiale mediale-sphyrion tibial		x
L. de trochanterion-tiabile laterale		x
Diámetros		
D. anteroposterior del tórax		x
D. biacromial		x
D. biepicondileo de fémur	x	x
D. biepicondileo del húmero	x	x
D. biestiloideo		x
D. biiliocrestal		x
D. longitud del pie		x
D. sagital abdominal		x
D. transverso del tórax		x

Fuente: [2]

Como parte del proceso de evaluación es importante definir los planos imaginarios por los cuales es dividido el cuerpo humano para lograr la obtención de las medidas anteriores.

- Plano frontal: plano que corre perpendicular al plano sagital, el cual divide al cuerpo en porción delantera y porción trasera.
- Plano sagital o anteroposterior: plano que corre paralelo al plano vertical, el cual divide al cuerpo en fracción derecha e izquierda. Es también llamado plano medio sagital.
- Plano transversal: plano que corre en ángulo recto con los otros dos pianos, dividiendo al cuerpo en parte superior y parte inferior. También llamado plano horizontal.

Estos son presentados en **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

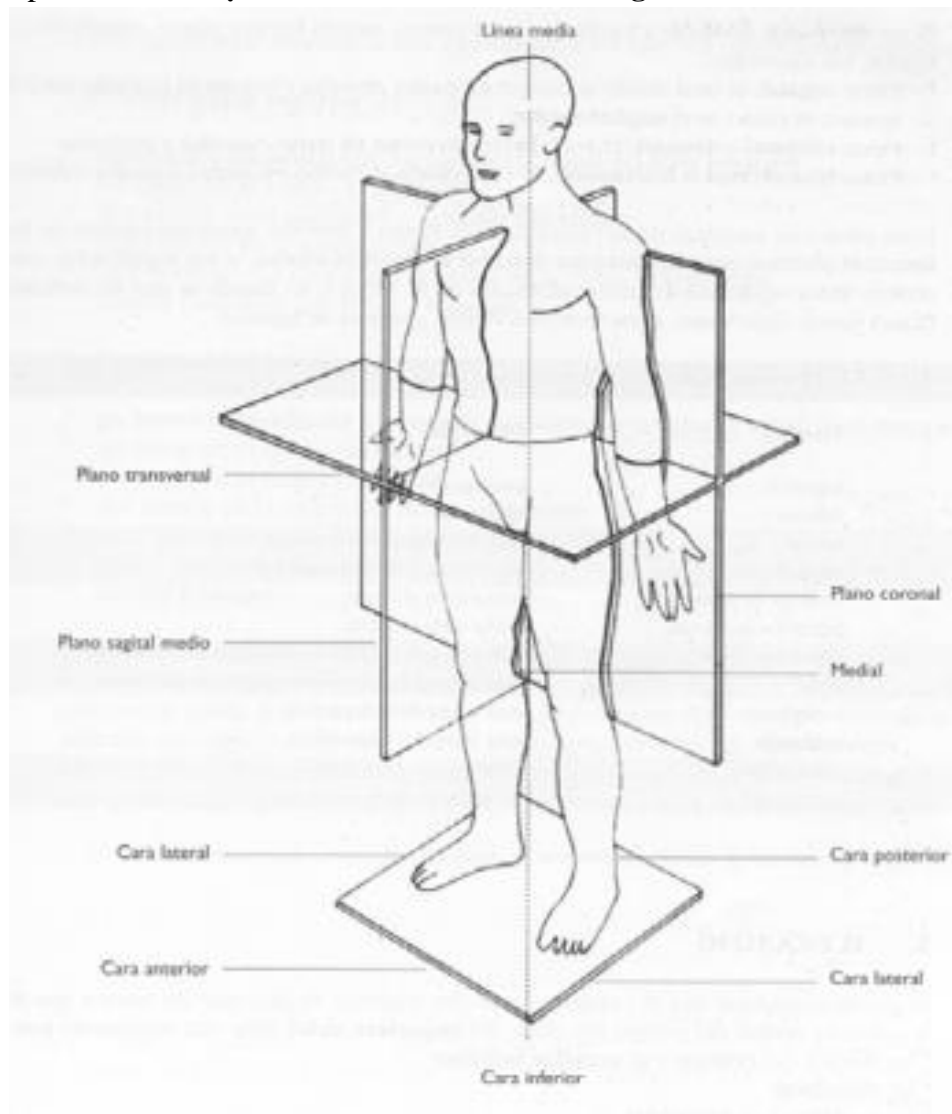


Figura 2 Planos antropométricos

Una vez definidos los planos imaginarios, son presentadas de manera gráfica las longitudes (Figura 4), diámetros (Figura 5), perímetros (Figura 6) y pliegues (Figura 7) mencionados en Tabla 1.

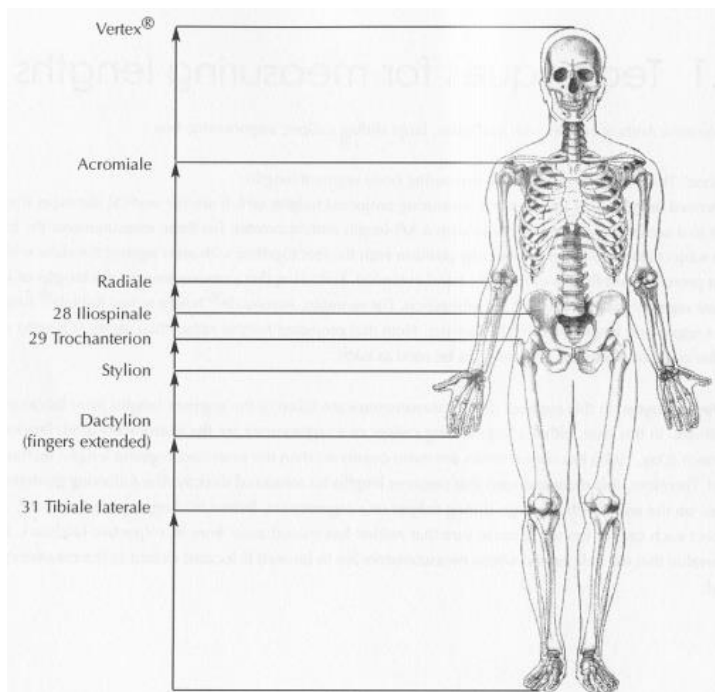


Figura 3 Alturas proyectadas desde el suelo

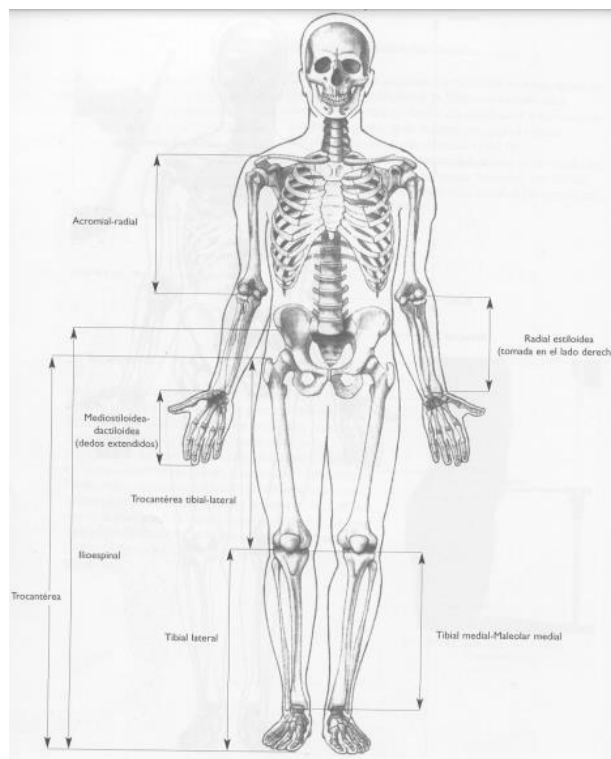


Figura 4 Longitudes

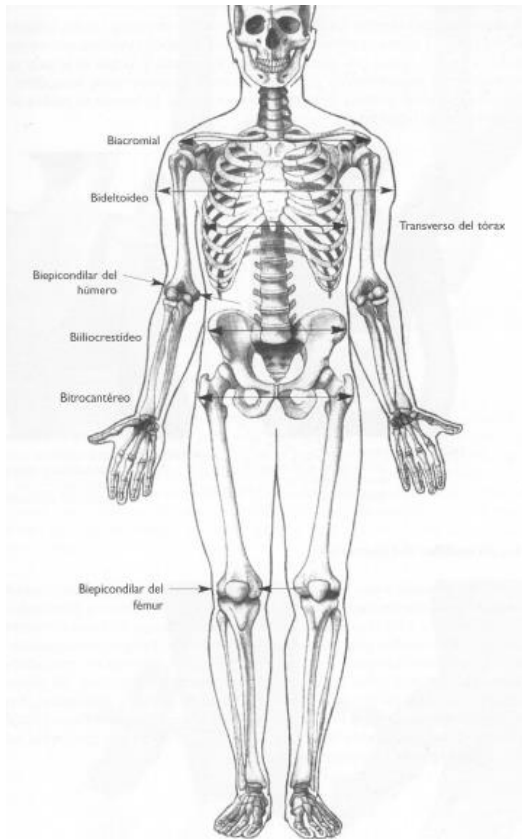


Figura 5 Diámetros óseos

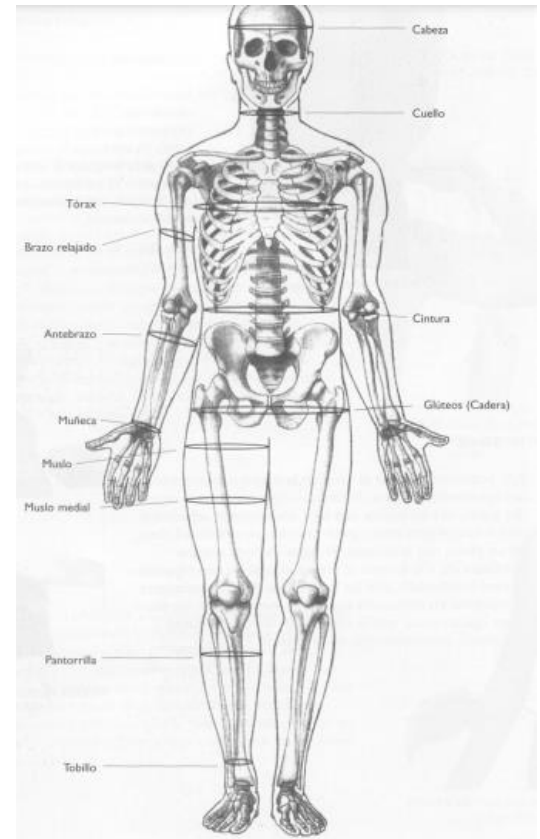


Figura 6 Perímetros

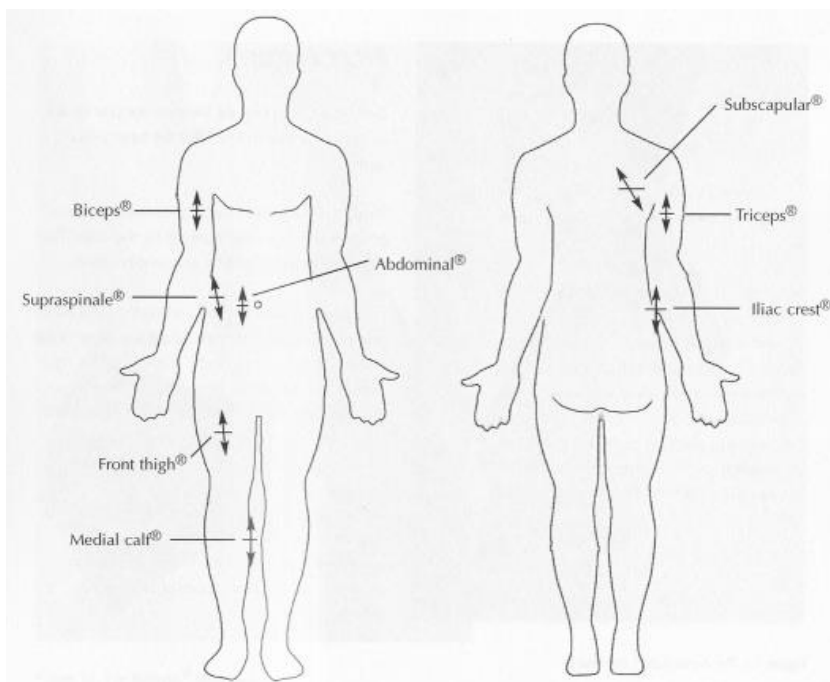


Figura 7 Pliegues cutáneos

Ecuaciones antropométricas

Una vez establecidos los puntos anatómicos de referencia, a continuación, son presentadas las ecuaciones antropométricas que con el fin de verificar y relacionar de manera correcta dichas referencias se ha homogeneizado la nomenclatura.

Índice ponderal

(1)

$$\text{Masa corporal (kg)} / \text{Estatura}^3 \text{ (m)}$$

[3]

Índice cintura-cadera (ICC)

El índice cintura-cadera (ICC) es útil para conocer la distribución de la grasa corporal y determinar el tipo de obesidad (abdominal o central). [4]

El índice se obtiene midiendo el perímetro de la cintura a la altura de la última costilla flotante, y el perímetro máximo de la cadera a nivel de los glúteos.

(2)

$$p. \text{cintura (cm)} / p. \text{gluteo (cm)}$$

[5]

Índice de masa corporal (IMC)

El IMC se considera como un indicador del equilibrio o desequilibrio funcional y es una medida frecuentemente utilizada para estimar el sobrepeso y la obesidad, a partir del peso y de la talla se calcula el IMC o índice de Quetelet, mediante la siguiente fórmula:

(3)

$$\frac{\text{Masa corporal (kg)}}{\text{Estatura}^2 \text{ (m)}}$$

[6]

Densidad corporal

Es una medida utilizada para determinar la relación entre el peso y el volumen del cuerpo e indica las proporciones de masa magra y masa grasa que integran el organismo. [6]

Katch & McArdle

Mujeres

(4)

$$1.09246 - (0.00049 \times \text{pl. subescapular}) - (0.00075 \times \text{pl. cresta ilíaca}) \\ + (0.0071 \times \text{d. biepicondileo humero}) - (0.00121 \times \text{p. muslo a 1 cm})$$

Hombres

(5)

$$1.09665 - (0.00103 \times \text{pl. triceps}) - (0.00056 \times \text{pl. subescapular}) \\ - (0.00054 \times \text{pl. abdominal})$$

Sloan

Mujeres

(6)

$$1.0764 - (0.00081 \times \text{pl. cresta ilíaca}) - (0.00088 \times \text{pl. triceps})$$

Hombres

(7)

$$1.1043 - (0.001327 \times \text{pl. muslo anterior}) - (0.00131 \times \text{pl. subescapular})$$

Wilmore & Behnke (1969)

Mujeres

(8)

$$1.06234 - (0.00068 \times \text{pl. subescapular}) - (0.00039 \times \text{pl. triceps}) \\ - (0.00025 \times \text{pl. muslo anterior})$$

Hombres

(9)

$$1.08543 - (0.0008866 \times \text{pl. abdominal}) - (0.0004 \times \text{pl. muslo anterior})$$

Lewis y Cols (1978)

Mujeres

(10)

$$0.97845 - (0.0002 \times \text{pl. triceps}) + (0.00088 \times \text{Estatura}) \\ - (0.00122 \times \text{pl. subescapular}) - (0.00234 \times \text{p. brazo relajado})$$

Withers

Mujeres

(11)

$$\begin{aligned} & 1.14075 - \left(0.04959 \right. \\ & \times \log_{10}(pl. triceps + pl. subescapular + pl. supraespinal \\ & + pl. pierna medial) + (0.0044 \times Edad) \\ & - (0.000612 \times p. abdominal minimo) \\ & + (0.000284 \times Estatura - (0.00505 \times p. gluteo) \\ & \left. + (0.000331 \times p. torax)) \right) \end{aligned}$$

[3]

Hombres

(12)

$$\begin{aligned} & 1.078865 - (0.000419 \\ & \times (pl. abdominal - pl. muslo + pl. pierna medial \\ & + pl. muslo anterior)) \end{aligned}$$

[3]

Withers y cols

Hombres

(13)

$$1.0988 - \left(0.0004 \times \sum \begin{matrix} pl. triceps, pl. subescapular, pl. supraescapular, \\ pl. abdominal, pl muslo anterior, pl. pierna medial \end{matrix} \right)$$

Yuhasz M. S.

(14)

$$\sum \begin{matrix} pl. triceps, pl. subescapular, pl. supraescapular, pl. abdominal, \\ pl. muslo anterior, pl. pierna medial \end{matrix}$$

Durnin

Mujeres

(15)

$$\begin{aligned} & 1.1567 - (0.0717 \\ & \times \log_{10}(pl. biceps + pl. tricep + pl. subescapular \\ & + pl. cresta iliaca)) \end{aligned}$$

Hombres

(16)

$$\begin{aligned} & 1.1765 - (0.0744 \\ & \times \log_{10}(pl. biceps + pl. tricep + pl. subescapular \\ & + pl. cresta iliaca)) \end{aligned}$$

Complexión corporal

La complexión ósea, también llamada complexión corporal, describe el tamaño del esqueleto y la robustez que juntos comprenden la estructura de apoyo del cuerpo; se estima midiendo externamente el diámetro de un hueso o un conjunto de huesos. [7]

Muñeca

(17)

p. muñeca (cm)

[8]

Talla-muñeca

(18)

$$\frac{\text{Estatura (cm)}}{p. \text{ muñeca (cm)}}$$

[8]

Pesos teóricos ideales (Pt)

Robinson

Mujeres

(19)

$$48.67 + (1.65 \times (\frac{\text{Estatura}}{2.54} - 60))$$

Hombres

(20)

$$51.65 + \left(1.85 \times \left(\left(\frac{\text{Estatura}}{2.54} \right) - 60 \right) \right)$$

[9]

Metropolitan

21

$$50 + (0.75 \times (Estatura - 150))$$

[9]

Lorentz

Mujeres

(22)

$$Estatura - 100 - \frac{Estatura - 150}{4} + \frac{Edad - 20}{2.5}$$

[9]

Hombres

(23)

$$Estatura - 100 - \frac{Estatura - 150}{4} + \frac{Edad - 20}{4}$$

Hamwi

Mujeres

(24)

$$\left(\left(106 + \left(6 \times \left(\frac{Estatura}{2.54} - 60 \right) \right) \right) \times 0.45359 \right) \times Fcc$$

Hombres

(25)

$$\left(\left(100 + \left(5 \times \left(\frac{Estatura}{2.54} - 60 \right) \right) \right) \times 0.45359 \right) \times Fcc$$

Donde:

- Fcc.- factor de complexión corporal

FCC	Valor
Pequeña	0.9
Normal	1
Grande	1.1

[9]

Método tradicional o calculo rápido.

Mujeres

(26)

$$\frac{Estatura}{100} \times \frac{Esatura}{100 \times 22}$$

Hombres

(27)

$$\frac{Estatura}{100} \times \frac{Esatura}{100 \times 23}$$

[10]

Masa fraccional

La suma de los valores antropométricos para cada subgrupo de variables predictivas, se utiliza para determinar un valor Phantom de proporcionalidad (Z) para cada masa de tejido: adiposo, músculo, hueso y residual.

Phantom

Formula general para la predicción de masas de tejido adiposo, músculo, hueso y tejido residual (Táctica PHANTOM).

Se considera que la desviación del valor Phantom de proporcionalidad para cada masa de tejido, representa las características displásicas de la masa de tejido.

Z individual

La táctica de fraccionamiento requiere derivar el índice de proporcionalidad Phantom para cada masa, objeto de acuerdo con la siguiente fórmula:

(28)

$$\frac{1}{D.T.Ph.*} \times \left(V \times \left(\frac{Estatura^*}{Estatura} \right) - Valor Ph (V)^* \right)$$

donde:

- V = valor de la medida
- d = constante dimensional: 1 para longitudes, diámetros y perímetros, 2 para áreas y 3 para volúmenes (como el peso)
- *Constantes de proporcionalidad Phantom presentados en Tabla 2

[10]

Tabla 2 Constantes de proporcionalidad Phantom

Medida	Valor Ph.	D. T. Ph.	Medida	Valor Ph.	D. T. Ph.
Estatura	170.18	6.29	Masa Muscular (Phantom)	25.55	2.99
Peso	64.58	8.6	Diámetro Biepicondileo del Húmero	6.48	0.35
Pliegue Triceps	15.4	4.47	Diámetro Biepicondileo del Fémur	9.52	0.48
Pliegue Subescapular	17.2	5.07	Perímetro Muñeca	16.35	0.72
Pliegue Abdominal	25.4	7.78	Perímetro Tobillo	21.71	1.33
Pliegue Muslo	27	8.33	Masa Ósea (Phantom)	10.49	1.57
Pliegue Pierna	16	4.67	Diámetro Biacromial	38.04	1.92
Masa Grasa (Phantom)	12.13	3.25	Diámetro Transverso de tórax	27.92	1.74
Perímetro Antebrazo	25.13	1.41	Diámetro Tórax	17.5	1.38
Perímetro Pecho (Corregido)	82.36	4.68	Diámetro Biiliocrestal	28.84	1.75
Perímetro Brazo Relajado (Corregido)	20.05	3.67	Masa Residual (Phantom)	16.41	1.9

Para calcular la masa fraccional para cada tejido, se utiliza la fórmula siguiente:

(29)

$$M = \frac{(Z \times D.T.Ph^* + Valor Ph\ masa^*)}{\left(\frac{Estatura^*}{Estatura}\right)}$$

donde:

- M = cualquier masa, por ejemplo: masa adiposa, masa de tejido esquelético, masa muscular o masa residual (en Kg.)
- Z = valor de la proporcionalidad Phantom de cada masa (expresa la proporcionalidad Z del subgrupo de medidas asignado a una determinada masa de tejido)
- *Constantes de proporcionalidad Phantom presentados en Tabla 2

[10]

Fórmula General de Perímetro corregido

(30)

$$\text{Perímetro total} - \frac{(\pi \times \text{Pliegue})}{10}$$

[10]

Drinkwater

Método antropométrico para el fraccionamiento del cuerpo en piel, tejido adiposo, musculo, hueso y tejido residual.

(31)

$$\frac{100 \times (\text{Masa fraccional})}{\text{Masa corporal}}$$

[10]

Masa grasa

Composición corporal constituido por el tejido adiposo.[2] Los pliegues cutáneos y los perímetros corporales son útiles para determinar la grasa subcutánea y la masa muscular, respectivamente. El grosor de determinados pliegues cutáneos es indicador de la grasa corporal total, puesto que en el ser humano la mitad de la grasa corporal se encuentra en la capa subcutánea.[4]

Weltmann

(32)

$$\frac{\text{Masa corporal} \times \% \text{ masa grasa (weltmann)}}{100}$$

[3]

Dumin-Wom

(33)

$$\frac{\text{Masa corporal} \times \% \text{ masa grasa (Dumin(densidad corporal))}}{100}$$

[3]

Faulkner

(34)

$$\frac{\text{Masa corporal} \times \% \text{ masa grasa (Faulkner)}}{100}$$

[3]

Carter

(35)

$$\frac{\text{Masa corporal} \times \% \text{ masa grasa (Carter)}}{100}$$

[3]

Withers

(36)

$$\frac{\text{Masa corporal} \times \% \text{ masa grasa (Withers)}}{100}$$

[10]

Porcentaje de masas

Masa grasa

Medida de la cantidad de tejido adiposo que presenta una persona, con relación al total corporal.[6]

Weltmann

(37)

$$\begin{aligned} & (0.11077 \times (\text{P. abdominal medio})) - (0.17666 * \text{Estatura}) \\ & + (0.14354 \times \text{Masa corporal}) + 51.03301 \end{aligned}$$

Faulkner

Hombres

(38)

$$\begin{aligned} & \left(\sum \text{pl. triceps, pl. subescapular, pl. supraescapular, pl. abdominal} \times 0.153 \right) \\ & + 5.783 \end{aligned}$$

Mujeres

(39)

$$\left(\sum \text{pl. triceps, pl. subescapular, pl. supraescapular, pl. abdominal} \times 0.213 \right) + 7.9$$

Carter

Hombres

(40)

$$2.585 + \left(0.1051 \times \sum \frac{pl. triceps, pl. subescapular, pl. supraespinal, pl. abdominal,}{pl. muslo anterior, pl. pierna media} \right)$$

Mujeres

(41)

$$3.5803 + \left(0.1548 \times \sum \frac{pl. triceps, pl. subescapular, pl. supraespinal, pl. abdominal,}{pl. muslo anterior, pl. pierna media} \right)$$

Withers

Hombres

(42)

$$\frac{495}{Densidad\ corporal\ Wheters} - 450$$

[3]

Mujeres

(43)

$$\frac{495}{Densidad\ corporal\ Wheters} - 450$$

[3]

Harpender

(44)

$$(Densidad \times 0.1051) + 2.585$$

Siri

(45)

$$\left((4.95 / Durin) - 4.5 \right) \times 100$$

[6]

Brozek

(46)

$$\left((4.57 / Durin) - 4.14 \right) \times 100$$

1963

(47)

$$\left((497.1 / Densidad) - 451.9 \right)$$

Ledesma

Mujeres

(48)

$$-29.4 + \left(14.71 \times \log \left(\sum pl.biceps, pl.triceps, pl.subescapular, pl. cresta iliaca \right) \right)$$

Hombres

(49)

$$-36.45 + \left(14.83 \right. \\ \left. \times \log \left(\sum pl.biceps, pl.triceps, pl.subescapular, pl. cresta iliaca \right) \right)$$

Peterson

Hombres

(50)

$$\begin{aligned} 20.94878 - ((18.0 \leq Edad \leq 55.4) \times 0.1166) + ((15.6 \leq IMC \leq 34.60) \times 0.60404) \\ - (Estatura \times 0.14520) \\ + ((\sum pl. \text{ tríceps}, pl. \text{ subescapular}, \\ pl. \text{ cresta iliaca}, pl. \text{ mulso anterior}) \times 0.30919) \\ - ((\sum pl. \text{ tríceps}, pl. \text{ subescapular}, \\ pl. \text{ cresta iliaca}, pl. \text{ mulso anterior})^2 \times 0.00099562 \end{aligned}$$

Mujeres

(51)

$$\begin{aligned} 22.18945 - ((18.0 \leq Edad \leq 55.6) \times 0.6368) - (Estatura \times 0.11666) + \\ ((\sum pl. \text{ tríceps}, pl. \text{ subescapular}, pl. \text{ cresta iliaca}, pl. \text{ mulso anterior}) \times \\ 0.42696) - ((\sum pl. \text{ tríceps}, pl. \text{ subescapular}, \\ pl. \text{ cresta iliaca}, pl. \text{ mulso anterior})^2 \times 0.00159) \end{aligned}$$

Lean et al. Circunferencia de cintura

Lean et al.¹

Hombres

(52)

$$(0.567 \times p. \text{ cintura}) + (0.101 \times edad) - 31.8$$

Mujeres

(53)

$$(0.439 \times p. \text{ cintura}) + (0.221 \times edad) - 9.4$$

Los intervalos válidos de edad en años y de IMC para esta ecuación son los presentados en Tabla 3

Tabla 3 Intervalos válidos de edad en años y de IMC para formulas Lean et al.

Hombres	Mujeres
Edad 16 a 65	Edad 18 a 64
IMC 18.9 a 41.2	IMC 18.3 a 37.7

[11]

Lean et al Pliegue tricipital

Hombres

(54)

$$(1.31 \times pl. \text{ tríceps}) + (0.430 \times Edad) - 9.16$$

Mujeres

(55)

$$(0.944 \times pl. \text{ tríceps}) + (0.279 \times Edad) + 4.6$$

Los intervalos válidos de edad en años y de IMC para esta ecuación son los presentados en Tabla 3

[11]

¹ Las ecuaciones de Lean et al, aunque prácticas, se sugiere precaución en su uso para la evaluación individual, pues el error puede ser desde 3% hasta 11% de grasa en el 95% de los casos. [11]

Lean et al Por IMC

Hombres

(56)

$$(1.33 \times IMC) + (0.236 \times edad) - 20.2$$

Mujeres

(57)

$$(1.21 \times IMC) + (0.262 \times edad) - 6.7$$

Los intervalos válidos de edad en años y de IMC para esta ecuación son los presentados en Tabla 3

[11]

Lean et al. Circunferencia de cintura y pliegue tricipital

Hombres

(58)

$$(0.353 \times p. cintura) + (0.756 \times pl. tríceps) + (0.235 \times Edad) - 26.4$$

Mujeres

(59)

$$(0.232 \times p. cintura) + (0.657 \times pl. tríceps) + (0.215 \times Edad) - 5.5$$

Los intervalos válidos de edad en años y de IMC para esta ecuación son los presentados en Tabla 3

[11]

Lean et al. IMC y pliegue tricipital

Hombres

(60)

$$(0.742 \times IMC) + (0.950 \times pl.tríceps) + (0.335 \times edad) - 20.0$$

Mujeres

(61)

$$(0.730 \times IMC) + (0.548 \times pl.tríceps) + (0.270 \times edad) - 5.9$$

Los intervalos válidos de edad en años y de IMC para esta ecuación son los presentados en Tabla 3

[11]

Masa ósea, muscular y residual

$$\frac{masa (peso) \times 100}{Masa Corporal}$$

Masa ósea

Martin

(62)

$$\begin{aligned} &0.00006 \times Estatura \\ &\times (D.biepicondileo Húmero + D.Muñeca \\ &+ D. biepicondileo Femur + D.Tobillo)^2 \times \frac{100}{Masa corporal} \end{aligned}$$

Rocha

(63)

$$3.02 \times (Estatura^2 \times d.biestiloideo femur \times d.muñeca \times 400)^{0.712}$$

Masa muscular*Lee***Hombres**

(64)

$$\begin{aligned}
& \frac{Estatura}{100} \times (0.00744 \\
& \times \left(p.brazo relajado - \frac{\pi \times pl.triceps}{10} \right)^2 \\
& + 0.00088 \times Estatura - \left(\frac{\pi \times pl.muslo anterior}{10} \right)^2 \\
& + 0.00441 \times p.pierna medial - \left(\frac{\pi \times pl.pierna medial}{10} \right)^2 \Big) + 2.4 \\
& - (0.048 * Edad) + 7.8
\end{aligned}$$

Mujeres

(65)

$$\begin{aligned}
& \frac{Estatura}{100} \times (0.00744 \\
& \times \left(p.brazo relajado - \frac{\pi \times pl.triceps}{10} \right)^2 \\
& + 0.00088 \times Estatura - \left(\frac{\pi \times pl.muslo anterior}{10} \right)^2 \\
& + 0.00441 \times p.pierna medial - \left(\frac{\pi \times pl.pierna medial}{10} \right)^2 \Big) - (0.048 \\
& * Edad) + 7.8
\end{aligned}$$

Rose y Guimaraes

(66)

$$100 - (\% \text{ masa grasa corporal} + \% \text{ masa ósea} + \% \text{ masa residual})$$

Matiegka

(67)

$$\text{peso} - (\text{masa grasa} + \text{masa ósea} + \text{masa residual})$$

Circunferencia muscular del brazo (CMB)

(68)

$$p. \text{brazo} - (\pi \times pl. \text{triceps})$$

[4]

Área muscular de brazo libre de hueso y masa muscular (AMB)

Hombres

(69)

$$\frac{(p. \text{brazo} - (\pi \times pl. \text{triceps}))^2}{4 \pi - 10}$$

Mujeres

(70)

$$\frac{(p. \text{brazo} - (\pi \times pl. \text{triceps}))^2}{4 \pi - 6.5}$$

Masa residual

$$100\%-(MG+MO+MM)$$

(71)

$$Masa\ corporal - \sum Masa\ grasa, Masa\ osea, Masa\ Muscular$$

[3]

Wurch

Mujeres

(72)

$$Masa\ corporal \times \frac{20.9}{100}$$

Hombres

(73)

$$Masa\ corporal \times \frac{24.1}{100}$$

[10]

Fórmulas para el cálculo del Somatotipo

El somatotipo de un individuo es una composición de las contribuciones de tres componentes:

- “Endomórfico” (predominio de los órganos digestivos, los tejidos blandos y contornos redondeados en el cuerpo).
- “Mesomórfico” (predominio de los músculos, huesos y tejidos conectivos).
- “Ectomórfico” (predominio del área de superficie sobre la masa corporal; linealidad).

[12]

Las fórmulas obtenidas de [12] para la obtención del somatotipo son la siguientes:

Mesomorfismo

(74)

$$\begin{aligned} & (0.858 \times D. \text{biepicondileo del húmero}) + (0.601 \times D. \text{biepicondileo del femur}) \\ & + (0.188 \times p. \text{brazo relajado (corregido)}) \\ & + (0.161 \times p. \text{pierna media (corregida)}) - (0.131 \times \text{Estatuta}) + 4.5 \end{aligned}$$

Endomorfismo

(75)

$$\begin{aligned} & -0.7182 + \left(0.1451 \right. \\ & \quad \times \left((\text{pl. triceps} + \text{pl. subescapular} + \text{pl. supraespinal}) * \left(\frac{170.18}{\text{Estatura}} \right) \right) \\ & \quad - \left(0.00068 \right. \\ & \quad \times \left((\text{pl. triceps} + \text{pl. subescapular} + \text{pl. supraespinal}) \right. \\ & \quad \quad \left. \left. * \left(\frac{170.18}{\text{Estatura}} \right) \right)^2 \right) \\ & \quad + \left(0.0000014 \right. \\ & \quad \times \left((\text{pl. triceps} + \text{pl. subescapular} + \text{pl. supraespinal}) \right. \\ & \quad \quad \left. \left. * \left(\frac{170.18}{\text{Estatura}} \right) \right)^3 \right) \end{aligned}$$

Ectomorfismo

Mediante el uso del Índice Ponderal se obtiene el valor de Ectomorfismo utilizando los datos mostrados en Tabla 4.

Tabla 4 Valores para cálculo de Ectomorfismo

	Ecto
Si $IP > 40.75$	$0.463 \times IP - 17.63$
Si $IP > 38.25$ y ≤ 40.75	$0.732 \times IP - 28.59$
Si $IP \leq 38.25$	0.1

Fuente: [12]

Ubicación del somatotipo en somatocarta

Una vez establecidos los distintos componentes se deben de pasar a una somatocarta. Para ello, los tres componentes deben convertirse en sólo dos (x e y). De esta manera se pueden representar en un solo plano. Dicha conversión se realiza por medio de las siguientes fórmulas:

(76)

$$Coord.X = Ectomorfia - Endomorfia$$

(77)

$$Coord.Y2 = Mesomorfia - (Ectomorfia + Endomorfia)$$

(78)

$$SDD = \sqrt{3(x^1 - x^2)^2 - (y^1 - y^2)^2}$$

Delimitación de ecuaciones antropométricas

Como se mencionó anteriormente SICMA utilizara las ecuaciones previamente definidas, considerando las certificaciones ISAK 1 y ISAK 2, es por ello que la delimitación del uso de cada una de estas fórmulas dependerá de las medidas que son utilizadas en cada certificación (véase Tabla 1), a continuación, en

Tabla 5 Clasificación de ecuaciones antropométricas se presenta su utilización siendo X el indicador de uso.

Tabla 5 Clasificación de ecuaciones antropométricas

Ecuación	ISAK 1	ISAK 2
Índice ponderal	x	x
Índice cintura-cadera	x	x
Índice de masa corporal	x	x
Densidad corporal		
Katch & McArdle MUJER		x
Katch & McArdle HOMBRE	x	x
Sloan	x	x
Wilmore & Behnke (1969)	x	x
Lewis y Cols (1978)	x	x
Withers Mujeres		x
Withers Hombre	x	x
Withers y cols	x	x
Yuhasz M. S.	x	x
Durnin	x	x
Complexión corporal		
Muñeca		x
Talla-muñeca		x
Pesos teóricos ideales (Pt)		
Robinson	x	x
Metropolitan	x	x
Lorentz	x	x
Hamwi	x	x
Método tradicional	x	x
Fórmulas para el cálculo del Somatotipo		
Mesomorfismo	x	x
Endomorfismo	x	x
Ectomorfismo	x	x

Ecuación	ISAK 1	ISAK 2
Masa fraccional		
Drinkwater	x	x
Masa ósea, muscular y residual	x	x
Masa ósea		
Martin		x
Rocha		x
Masa muscular		
Lee	x	
Rose y Guimaraes	x	x
Matiegka	x	x
CMB	x	x
AMB	x	x
Masa residual		
100%-(MG+MO+MM)	x	x
Wurch	x	x
Masa grasa		
Weltmann	x	x
Fulker	x	x
Carter	x	x
Withers	x	x
Harpender	x	x
Siri	x	x
Brozek	x	x
1963	x	x
Ledesma	x	x
Peterson	x	x
Lean et al. Circunferencia	x	x
Lean et al Pliegue tricipital	x	x
Lean et al Por IMC	x	x
Circunferencia cintura y pliegue	x	x
IMC y pliegue	x	x
Ubicación del somatotipo en somatocarta	x	x

Ecuaciones Nutricionales

Gasto Energético Basal (GEB)

FAO/OMS/ONU

Hombres

(79)

$$Edad \leq 30: 15.3 \times masa\ corporal + 679$$

(80)

$$Edad \leq 60: 11.6 \times masa\ corporal + 879$$

(81)

$$Edad \geq 60: 13.5 \times masa\ corporal + 487$$

Mujeres

(82)

$$Edad \leq 30: 14.7 \times masa\ corporal + 496$$

(83)

$$Edad \leq 60: 8.7 \times masa\ corporal + 829$$

(84)

$$Edad \geq 60: 10.5 \times masa\ corporal + 596$$

[8]

Harris-Benedict

Hombres

(85)

$$66.47 + (13.75 \times masa\ corporal) + (5 \times estatura) - (6.776 \times edad)$$

Mujeres

(86)

$$(66.5 + (9.56 \times \textit{masa corporal}) + (1.85 \times \textit{estatura}) - (4.68 \times \textit{edad}))$$

[8]

Mifflin St. Jeor

Hombres

(87)

$$(9.99 \times \textit{masa corporal}) + (6.25 \times \textit{estatura}) - (4.92 \times \textit{edad}) + 5$$

Mujeres

(88)

$$(9.99 \times \textit{masa corporal}) + (6.25 \times \textit{estatura}) - (4.92 \times \textit{edad}) - 161$$

[8]

Efecto Termogénico de los Alimentos (ETA)

(89)

$$GEB \times 0.10$$

Gasto Energético Total (GET)

(90)

$$GEB + FA + ETA$$

Formula Dieto sintética

La Fórmula Dietética Institucional es la representación de los distintos componentes nutricionales de la alimentación de un grupo de individuos que hace referencia a las necesidades energéticas del cuerpo humano, indispensable para el mantenimiento de la salud.[13]

Porcentaje calórico(%Kcal)

Expresa el porcentaje con el que cada uno de los principios alimenticios cubre con el GET. En condiciones normales para un adulto, se distribuye en:

- 50 a 60 % Hidratos de Carbono
- 10 a 15% de proteínas
- 30 a 35% de grasas.

Porciones recomendadas

Kcal parciales

(91)

$$Kcal \times GET$$

Gramos

(92)

$$\frac{Kcal}{gramos} \times Kcal\ parciales$$

Los valores de Kcal/gramos son los mostrados en Tabla 8.

[14]

Índices

En esta sección son presentados los índices nutrimentales y antropométricos considerados para la muestra de resultados en SICMA.

Factor de Actividad Física (AF)

FAO/OMS (1985)

En la Tabla 6 indica el dato referente al factor de actividad física de acuerdo a la actividad o actividades físicas realizadas.

Tabla 6 Factor de Actividad Física FAO/OMS

Muy ligera	1.2
Sentado, tumbado, poco o nada ejercicio	
Ligera	1.375
De pie, conducir, planchar, caminar. Deporte 1-3 veces/semana	
Moderada	1.55
Limpiar, caminar, rápido, cargar peso. Deporte 3-5 veces/semana	
Activa	1.725
Construcción, subir escaleras. Deporte 6-7 veces/ semana	
Muy activa	1.9
Trabajos de fuerza, correr. Deporte 2 horas/día.	

Por porcentaje

En la Tabla 7 indica el dato referente al factor de actividad física representado en porcentaje de acuerdo a la actividad o actividades físicas realizadas.

Tabla 7 Factor de Actividad Física por porcentaje

Tipo de actividad física	% del geb
En cama	10
sedentaria	10-20
moderada	20-30
intensa	30-40

Valores de energía del metabolismo de los alimentos

Si se conoce la composición de un alimento, en términos de los hidratos de carbono, proteínas y grasas, estos valores se pueden utilizar para estimar su valor calórico, en la Tabla 8 se muestran la relación existente entre kcal x gr por cada componente.

Tabla 8 Valores promedio de energía del metabolismo de los alimentos

	Kcal x gr
Carbohidratos	4
proteínas	4
Grasas	9

Fuente: [14]

Índice de Masa Corporal (IMC)

En la Tabla 9 se muestran los criterios de la SEEDO para la clasificación del peso según el IMC para adultos consideran las edades de 18 a 65 años.

Tabla 9 Criterios de la SEEDO para la clasificación del peso según el IMC

Categoría	Intervalo de IMC (kg/m²)
Peso insuficiente	< 18,5
Normopeso	18,5-24,9
Sobrepeso grado I	25,0-26,9
Sobrepeso grado II (preobesidad)	27,0-29,9
Obesidad grado I	30,0-34,9
Obesidad grado II	35,0-39,9
Obesidad grado III (mórbida)	40,0-49,9
Obesidad grado IV (extrema)	> 50

Fuente: [4]

Complexión corporal.

Mediante circunferencia de muñeca (cm)

La circunferencia de la muñeca permite determinar la complexión individual, en la Tabla 10 donde de acuerdo a los valores resultantes de esta relación se obtienen tres categorías de complexión.

Tabla 10 Complexión según la circunferencia de muñeca (cm)

Complexión	Masculino	Femenino
Pequeña	≥ 11	≥ 10.4
Mediana	10.1 – 10.9	9.6 – 10.3
Grande	≤ 10.1	≤ 9.6

Fuente: [8]

Mediante la relación talla-circunferencia de muñeca.

La relación entre la talla y la circunferencia de la muñeca permite determinar la complexión individual, en la Tabla 11 donde de acuerdo a los valores resultantes de esta relación se obtienen tres categorías de complexión.

Tabla 11 Complexión según la relación talla (cm)/circunferencia de muñeca (cm)

Complexión	Masculino	Femenino
Pequeña	> 10.1	> 10.9
Mediana	9.6 – 10	9.9 – 10.9
Grande	< 9.6	≤ 9.9

Fuente: [4]

Clasificación de somatotipo en somatocarta

De acuerdo con su posición en Somatocarta

CENTRAL: Ningún componente difiere por más de una unidad entre los otros dos.

MORFO BALANCEADO: Un componente dominante por más de un punto y los otros dos no difieren por más de medio punto.

MORFO MORFO: Dos componentes dominantes que no difieren entre sí por más de medio punto, anotando primero el mayor de ellos, y un tercer componente con más de un punto de diferencia con el segundo componente.

MORFO MORFICO: los tres componentes difieren por más de un punto entre sí, siendo MORFO el mayor de ellos.