



Instituto Politécnico Nacional
Unidad Profesional Interdisciplinaria de
Ingeniería campus Zacatecas

**Área de ubicación para el desarrollo del
trabajo**

Ingeniería en Sistemas Computacionales

Línea de investigación

Inteligencia Artificial

Título del proyecto de Trabajo Terminal

Sistema para el cálculo de medidas
antropométricas basado en ISAK 2

Presenta(n):

Montserrat Silva Cordero

Hilario Abraham Rodarte España

Director:

M.H.P.E.-T.E. Héctor Alejandro Acuña Cid

Asesores:

M.I.S. Julia Elena Hernández Ríos



Zacatecas, Zacatecas a 17 de diciembre de 2019

Índices

Índice de contenido

Resumen.	1
Definición del problema.	1
Contexto y antecedentes generales del problema.	1
Situación problemática o problema de investigación.	3
Estado del arte.	5
Estudio de la composición corporal.....	5
Método directo	5
Métodos indirectos	5
Métodos doblemente indirectos	5
Metodología ISAK	10
Dispositivos, tecnologías y herramientas para la captación de las dimensiones antropométricas	11
Descripción del proyecto.	20
Objetivo general del proyecto.	22
Objetivos particulares del proyecto.	22
Justificación.	22
Marco teórico.....	23
Antropometría.....	24
Cineantropometría.....	26
Composición corporal.....	27
Estado nutricional	30
Somatotipo	28
Reconocimiento de patrones.....	30
Clasificación Supervisada	34
Clasificación no supervisada.....	34

Procesamiento digital de imágenes	32
Factibilidad del proyecto.	35
Recursos humanos.	35
Equipo e instalaciones necesarias.	36
Costo estimado y financiamiento.....	40
Bibliografía	43
Firmas.	52
Autorización.	52
Curriculum Vitae del director y los asesores del proyecto de TT.	53

Índice de tablas

Tabla 1 Descripción de métodos de análisis de composición corporal	6
Tabla 2 Comparación de las técnicas de estudio de la composición corporal.....	9
Tabla 3 Comparativa de características de interés en aplicaciones	15
Tabla 4 Comparativa de características de interés en equipos electrónicos	19
Tabla 5 Perfiles antropométricos para el estudio restringido y completo	25
Tabla 6 Clasificación de pesos en base al índice de masa corporal	30
Tabla 7 Datos de contacto participantes	35
Tabla 8 Datos de contacto director y asesores.....	36
Tabla 9 Datos sobre el equipo necesario en el proyecto.....	37
Tabla 10 Datos sobre software necesarios en el proyecto	39
Tabla 11 Datos sobre instalaciones necesarias	39
Tabla 12 Mano de obra de los alumnos y asesores para el proyecto.....	40
Tabla 13 Datos sobre costos y financiamiento.	41
Tabla 14 Costo del proyecto.....	42

Índice de figuras

Figura 1 Capturas de la interfaz gráfica de usuario de Anthropometric iTool	13
Figura 2 Vista general de los resportes generados por Anthropometric iTool	13
Figura 3 Captura de interfaz gráfica de usuario de la aplicación NutriCalculo	14
Figura 4 Uso de cámara termográfica para el reconocimiento y análisis corporal en deportistas	17
Figura 5 FIT3D escáner corporal 3D	17
Figura 6 SYMCAD escáner corporal 3D	18
Figura 7 Uso de dispositivo Kinect para el reconocimiento corporal	19
Figura 8 Ejemplo de somatocarta	29
Figura 9 Somatocarta dividida en secciones para la determinación del somatotipo	29

Resumen.

Este proyecto busca obtener las medidas antropométricas necesarias para el análisis de la composición corporal, basada en los estándares ISAK nivel 2, por medio de un sistema móvil para el sistema operativo Android a través de un sistema de visión artificial. Aportando así una nueva herramienta para apoyar a especialistas en el área nutricional, en el proceso de la toma de mediciones y cálculos cuando se lleva a cabo una consulta, para la prevención y detección de casos de obesidad y sobrepeso o desnutrición.

Palabras clave: Antropometría, composición corporal, ISAK, nutrición

Definición del problema.

Contexto y antecedentes generales del problema.

Según la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino 2016 (ENSANUT MC 2016) el aumento de la masa grasa, que se manifiesta en exceso de peso (sobrepeso y obesidad) es el problema nutricional más frecuente en la población escolar, adolescente y adulta.[1] Para este mismo año la Secretaría de Salud a través del Centro Nacional de Programas Preventivos y Control de Enfermedades (CENAPRECE) declaró Emergencias Epidemiológicas por obesidad y sobrepeso (EE-5-2018) para todas las entidades federativas del país, dado que dichas enfermedades afectaban ya al 33% de la población infantil y al 72.5% de la población adulta[2], convirtiéndose en el problema más grave y costoso de salud pública en México[3]; durante el 2012 la Secretaría de Salud informó que el país invierte en la atención de la obesidad y sus complicaciones 42 mil millones de pesos anuales y las pérdidas por productividad, por su parte, ascienden a 25 mil millones que pagan directamente los contribuyentes. En suma, las pérdidas totales para la nación por este problema fueron de 67 mil millones de pesos.[4]

En respuesta al crecimiento de esta epidemia, la Organización Mundial de la Salud (OMS) promovió la Estrategia Mundial sobre Alimentación Saludable, Actividad Física y Salud para la prevención de enfermedades crónicas, a la cual México se adhirió en 2004 y en

el año 2010 se actualizó en la *Norma Oficial Mexicana NOM-008- SSA3-2010*, en la que se establecen los criterios sanitarios para regular el tratamiento integral del sobrepeso y la obesidad, particularmente las disposiciones para el tratamiento médico, quirúrgico y nutricional [3], de los cuales, se encuentran: la evaluación del estado nutricional mediante indicadores clínicos, dietéticos, antropométricos, bioquímicos y de estilo de vida.[5]

Como se mencionó con anterioridad la *Norma Oficial Mexicana NOM-008- SSA3-2010* [5] establece el uso de indicadores antropométricos, los cuales son empleados para conocer la composición corporal del paciente. La Organización Mundial de la Salud (OMS) [6] define la antropometría como una técnica incruenta y poco costosa, portátil y aplicable en todo el mundo para evaluar el tamaño, las proporciones y la composición del cuerpo humano. Refleja el estado nutricional y de salud y permite predecir el rendimiento, la salud y la supervivencia; como tal, es un instrumento valioso actualmente subutilizado en la orientación de las políticas de salud pública y las decisiones clínicas.

Sobre iniciativas que ha tenido el gobierno para controlar este problema han surgido campañas como la conocida “Chécate, Mídete, Muévete” impulsada por el Instituto Mexicano de Seguro Social (IMSS). Esta campaña se difundió de octubre a diciembre de 2013, de manera conjunta con la Secretaría de Salud y el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), con tres mensajes fundamentales: vigilancia médica del estado de salud, alimentación sana y actividad física. Fue la campaña más exitosa del Gobierno Federal en 2013 y se ha continuado su difusión hasta la fecha.[7] Dicha campaña realiza la detección de sobrepeso y obesidad mediante el peso, estatura, Índice de Masa Corporal (IMC) y circunferencia abdominal [8], estas medidas e indicadores son los estudiados por la antropometría.

La antropometría es uno de los indicadores que ayudan a evaluar en individuos y poblaciones riesgos de padecer malnutrición, que es sinónimo de un estado nutricional no eficiente, tomando en cuenta que el estado nutricional permite conocer el grado en el que la alimentación cubre las necesidades del organismo, para detectar situaciones de deficiencia o de exceso, y así establecer un tratamiento adecuado con el fin de mejorar su calidad de vida.[9]

Situación problemática o problema de investigación.

Con base en lo anteriormente mencionado es importante recalcar que en México el sobrepeso y obesidad son consideradas epidemias debido a la amplia gama de población que las padece, así como la permanencia y aumento que ha tenido a lo largo de los años. Ante su crecimiento, no solo se han impuesto mecanismos para su tratamiento, sino también para su prevención.

Para la prevención de dichas enfermedades se han planteado estrategias y programas de uso y promoción masiva, los cuales recaen en los sectores públicos de salud, principalmente en especialistas en nutrición y deporte, tal es el caso de quiénes solicitaron el proyecto, la Licenciada en Nutrición y Maestra en Ciencias en Salud Pública Anayancin Acuña Ruiz y la Licenciada en Nutrición y Maestra en Actividad Física y Deporte Vianey Cristina Hernández, quiénes indicaron que el proceso que llevan a cabo para obtener la composición corporal y la revisión del estado nutricional de sus pacientes consiste en:

1. Llenar la historia clínica
2. Realizar mediciones antropométricas
3. Realizar los cálculos necesarios para la obtención de indicadores del estado nutricional con base a las medidas obtenidas.
4. Diagnosticar al paciente de acuerdo con los indicadores obtenidos.

Dicho proceso se realiza de forma manual con una duración de una hora aproximadamente, es importante mencionar que las medidas realizadas en este proceso no completan las solicitadas por el nivel ISAK 2, dado que la obtención de estas medidas prolonga la duración de la evaluación. La necesidad presentada en la actualidad es reducir el tiempo en los procedimientos de obtención de medidas, evaluación y diagnóstico.

De igual manera, en el ámbito de la salud y deporte existe un gran interés y necesidad para disponer de los medios necesarios que permitan la valoración de la composición corporal de una forma precisa y exacta. Los modelos o técnicas para obtener la composición corporal

más accesibles son el análisis de la bioimpedancia (BIA, por sus siglas en inglés) y la antropometría.[10]

Según [10] es evidente que los métodos BIA son una alternativa para tener en cuenta cuando no se dispone de los medios (tiempo y personal especializado) para realizar de forma precisa y exacta las mediciones de los diferentes parámetros antropométricos, sin embargo, Elia [11] menciona que algunas desventajas prácticas de usar BIA de forma rutinaria en entornos clínicos ocupados son: la toma de mediciones podrá tomar mucho más tiempo, algunos estudios requieren de ayuno, además el uso rutinario de BIA también requeriría educación y capacitación más allá de lo asociado con la realización de las mediciones, dado que no se pueden realizar principalmente para determinar la masa grasa, pero se pueden utilizar para este propósito.

Con base en [12] el proceso de la antropometría que se realiza mediante mediciones manuales, presentan desventajas dado que requiere de personal entrenado para realizar las mediciones, las medidas se toman de una en una por cada uno de los sujetos y el tiempo de medición, registro y procesamiento de la información es extenso.

Según lo antes mencionado las técnicas que ayudan a conocer la composición corporal, cuentan con ventajas y desventajas que ayudan a dicha tarea, pero es necesaria la creación de una herramienta informática que ayude a tomar las medidas de una forma eficiente, para el cálculo de la composición corporal y así conocer el estado nutricional de los pacientes de una manera más rápida y eficiente.

Además de la metodología para conocer la composición corporal, es importante tener una herramienta para llevar la gestión de toda la información del paciente, como lo es un historial clínico, que permitirá al profesional de la salud conservar y monitorear la información propia del paciente de una forma clara, rápida y homogénea, así mismo facilitará localizar sus antecedentes personales o familiares y de su entorno, establecer su estado de salud o enfermedad con el fin de definir una ruta crítica para la resolución en caso de una problemática, vigilar la evolución del individuo durante su tratamiento y añadir resultados de pruebas bioquímicas del cuerpo.[13]

Estado del arte.

Estudio de la composición corporal

Con base en [14] el estudio de la composición corporal es un tema de interés creciente y que puede ser llevado a cabo tanto para fines de investigación como para fines clínicos, para hacer un análisis de las condiciones clínicas de determinado sujeto o grupo de sujetos. Este interés en medir la composición corporal tuvo su inicio en el siglo XIX cuando el análisis era llevado a cabo a través de la disección de cadáveres, posteriormente a mediados del siglo XX surgieron los métodos indirectos que establecen los principios utilizados hasta el día de hoy.

Actualmente, los métodos de análisis de la composición corporal son divididos en tres grupos[14]:

Método directo

El único método directo es la disección de cadáveres, se realiza la manipulación y análisis de los tejidos, éste cuenta con una excelente fiabilidad, pero su aplicación y utilidad es muy limitada.

Métodos indirectos

Los métodos indirectos de evaluación de la composición corporal realizan un análisis de la composición corporal *in vivo*. A pesar de tener alta fiabilidad, los métodos indirectos son poco accesibles, limitados y con alto coste financiero.

Éstos son la resonancia magnética nuclear (RMN), absorciometría dual de rayos X (DXA, por sus siglas en inglés; antes DEXA), análisis de activación neutrónica (AAN), composición corporal Huesca (TOBEC, por sus siglas en inglés) y la densitometría.

Métodos doblemente indirectos

Los métodos doblemente indirectos de análisis de la composición corporal también son técnicas para medir la composición corporal *in vivo* y en general presentan un margen de error muy grande, cuando son comparados con los métodos indirectos. Métodos como la

antropometría, ecografía y la impedancia bioeléctrica ganan importancia debido a su sencillez, seguridad, facilidad de interpretación y bajas restricciones culturales. Además, estos métodos presentan mejor aplicación práctica y menor coste financiero, lo que permite su empleo en investigaciones y estudios epidemiológicos.

A continuación, se presenta en Tabla 1 las descripciones de los métodos mencionados con anterioridad.

Tabla 1 Descripción de métodos de análisis de composición corporal

Método	Descripción
AAN	<p>Los sistemas de AAN diseñados para estudios <i>in vivo</i> liberan un haz moderado de neutrones rápidos al sujeto, la captura de estos neutrones por los átomos de los elementos diana corporales crean isótopos inestables como el ^{49}Ca y ^{15}N, que retornan a su condición estable por la emisión de uno o más rayos gamma de energía característica.</p> <p>La radiación del sujeto se determina con un contador del radioespectro de las emisiones, y los datos se obtienen desde el sujeto ubicado cuidadosamente con respecto a una serie de receptores en una capa altamente blindada.</p>
Antropometría	<p>Es una técnica incruenta y poco costosa, portátil y aplicable en todo el mundo para evaluar el tamaño, las proporciones y la composición del cuerpo humano. Refleja el estado nutricional y de salud y permite predecir el rendimiento, la salud y la supervivencia. Como tal, es un instrumento valioso actualmente subutilizado en la orientación de las políticas de salud pública y las decisiones clínicas.</p>
BIA	<p>La impedancia bioeléctrica se utiliza para el cálculo del agua total del cuerpo, masa grasa y masa libre de grasa. Este método se basa en el</p>

Método	Descripción
	principio de que la conductividad del agua del cuerpo varía en los diferentes compartimentos, así este método mide la impedancia a una pequeña corriente eléctrica aplicada a medida que pasa a través del cuerpo.
DXA	<p>Es un instrumento utilizado para medir diferentes parámetros de la composición corporal como la masa muscular, la masa grasa y la densidad mineral ósea (DMO).</p> <p>El procedimiento se establece a través de la atenuación de fotones. Cuando los fotones atraviesan los tejidos de los sujetos son absorbidos o diseminados por el efecto fotoeléctrico y el efecto Compton, este último, consiste en el aumento de la longitud de onda de un fotón de rayos X cuando choca con un electrón libre y pierde parte de su energía.</p>
Ecografía	Técnica de exploración de los órganos internos del cuerpo que consiste en registrar el eco de ondas electromagnéticas o acústicas enviadas hacia el lugar que se examina.
Densitometría	<p>En este método, es utilizada la relación inversa entre presión y volumen, basada en la ley de Boyle para determinar el volumen corporal. Una vez que este volumen es determinado, es posible establecer la composición corporal por medio de los principios de la densitometría.</p> <p>Se asume que la composición química del tejido magro es relativamente constante; así, su densidad difiere sustancialmente de la del tejido graso.</p>

Método	Descripción
RMN	<p>Es un instrumento indispensable para la química, así como para otras ramas de la Ciencia. Con la espectroscopia de RMN se pueden identificar moléculas, determinar su estructura o estudiar procesos dinámicos.</p> <p>La RMN usa un software especial para distinguir músculo esquelético y tejido adiposo, siendo su principal utilidad la distinción del tejido adiposo visceral y subcutáneo.</p>
TOBEC	<p>Este método se basa en las diferencias en la conductividad eléctrica y en las propiedades dieléctricas de las masas grasa y no grasa del organismo. Al introducir el cuerpo en un campo eléctrico se produce una pérdida de energía que es proporcional a la conductividad de los componentes de aquél y a su longitud.</p>

Fuente: Realización propia con datos obtenidos de [6], [14]–[16]

R. Casanova [17] ha clasificado las técnicas de estudio de la composición corporal considerando como características comparativas la precisión, el coste, la duración del estudio, el nivel de dificultad presentada a su realización, el riesgo al que el paciente está expuesto y compartimiento o resultados. Se tomando en cuenta que el AAN es el factor de medición con mayor precisión, considerado como “muy alta precisión”, de igual manera esta técnica funge como patrón de comparación con respecto a la dificultad. Dicha clasificación se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2 Comparación de las técnicas de estudio de la composición corporal.

Técnica	Precisión	Coste	Duración	Dificultad	Riesgo	Compartimiento
AAN	Muy Alta	7,780,00. 00 MXN	30 min	Muy Alta	Irradiación	ACT, MLG, MG
Densitometría	Muy Alta	500,000 MXN – 580,000 MXN	20 min	Alta	No	MG
RMN	Alta	5,835,00 0 MXN - 7,780,00 0 MXN	30-60 min	Alta	No	
DEXA	Alta	127,000 MXN	20 min	Alta	Irradiación	MO, MG, MLG
TOBEC	Alta	1,360,00 0 MXN	10 min	Baja	No	ACT, MLG
BIA	Alta	50,000 MXN	5 min	Baja	No	ACT, MLG
Ecografía	Media-alta	20,000 MXN	10 min	Media	No	MGR
Antropometría	Baja	50,000 MXN	5-10 min	Baja	No	MGT, MGR

ACT: Agua corporal total	MG: Masa Grasa	MGR: Masa grasa regional
MLG: Masa libre de grasa	MO: Masa ósea	MGT: Masa grasa total

Fuente: [17], [18]

Método antropométrico

El método antropométrico es el más utilizado en la actualidad para el reconocimiento de la composición corporal, debido a su carácter no invasivo, así como a la relativa facilidad de obtención de los datos en el trabajo de campo, pero ha estado inmerso durante muchos años en problemas de estandarización, con relación al número, naturaleza y localización de los sitios donde se deben realizar las mediciones. Igualmente, en lo relacionado con las técnicas de medición y la forma en la cual los datos deben ser analizados y reportados.

Desde el año 1993, algunas organizaciones profesionales de Australia adoptaron los sitios y procedimientos de medición recomendados por la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK, por sus siglas en inglés), metodología que proporciona una instrucción tanto teórica como práctica y asegura transversalidad e interpretación de los datos de manera confiable.[19]

Metodología ISAK

ISAK [20] reconoce cuatro niveles jerárquicos de acreditación:

- **Nivel 1: Técnico en el perfil restringido.**

Una persona que completa con éxito el Nivel 1 puede demostrar la precisión adecuada en 4 medidas básicas, 6 perímetros, 8 pliegues y 3 diámetros, y tiene un conocimiento básico de la teoría de las aplicaciones antropométricas, para permitir la monitorización de variables de salud y el crecimiento, y el cálculo del somatotipo, los cuales ISAK ve como indicadores útiles para la comparación de tamaño, la forma y la composición corporal.

- **Nivel 2 - Técnico perfil completo**

Un antropometrista Nivel 2 puede realizar con la precisión adecuada 4 medidas básicas, 8 pliegues, 13 perímetros, 9 longitudes y alturas, 9 diámetros y tiene un amplio conocimiento de la teoría de la antropometría y su interpretación.

- **Nivel 3: Instructor.**

Su objetivo es mostrar la precisión adecuada en cada una de las 43 medidas antropométricas, además de presentar conocimientos teóricos y prácticos.

- **Nivel 4: Antropometrista de referencia o criterio.**

Es el nivel más alto e implica muchos años de experiencia en la toma de medidas aprobadas por la ISAK, un alto nivel de conocimientos teóricos, la participación en la enseñanza y exámenes de talleres o cursos, la participación en grandes proyectos de investigación en antropometría y un historial de publicaciones significativo sobre el tema.

Los costos estimados para la participación y acreditación de los niveles ISAK rondan entre los \$ 7500.00 MXN y \$ 9610.00 MXN. [21]

Dispositivos, tecnologías y herramientas para la captación de las dimensiones antropométricas

Los métodos de medición antropométricos pueden ser directos e indirectos. [12]

Obtención directa

El método directo se basa en la obtención de las dimensiones antropométricas directamente del individuo a partir de puntos antropométricos haciendo uso de equipos e instrumentos.[12]

Equipo antropométrico básico:

Respecto al material antropométrico básico requerido por [22] para la toma de medidas antropométricas de forma manual y directa son los siguientes:

- **Báscula.**-Usada para la determinación del peso, se requiere de una precisión de 100 g.
- **Plicómetro o Lipocalibre.**-Usado para la medición de los pliegues cutáneos. Las marcas recomendadas son *Harpender* y *Holtain* con una precisión de 0,2 mm, mientras que *Lange* y *Slimguide* presentan 0,5 mm de precisión.
- **Tallímetro de pared o estadiómetro.**-Para medir la altura de las personas, se solicita una precisión de 1mm.
- **Paquímetros de diámetros óseos pequeños.**- Instrumento utilizado para medir la distancia entre dos lados simétricamente opuestos en un objeto. *Holtain*, *Rosscraft* son marcas recomendadas, con calibres adaptados y precisión de 1 mm.
- **Cinta métrica.**- Es un instrumento de medida que consiste en una cinta flexible graduada y que se puede enrollar, las especificaciones solicitadas son: metálica, estrecha e inextensible. Las marcas *Holtain*, *Rosscraft*, *Sunny* y *Gaucha* con una precisión de 1 mm son aceptadas.
- **Lápiz dermatográfico.**- Lápiz o rotulador especial para marcar la piel, usado para la señalización de los puntos anatómicos y referencias antropométricas.
- **Cajón antropométrico (opcional).**- cajón de aproximadamente 40cm de alto x 50cm de ancho x 30 cm de profundidad, es usado para facilitar la medición de algunas variables.

El costo estimado del equipo antropométrico básico es 50,000 MXN conforme lo publicado por.[12]

Aplicación móvil y de escritorio:

Existen herramientas informáticas creadas principalmente para facilitar el proceso de cálculo y presentación de resultados, así como la administración de historiales clínicos, tal es el caso de las siguientes aplicaciones:

Anthropometric iTool.-Es una aplicación que integra todas las mediciones antropométricas, administra datos sobre clientes, pacientes o atletas, permite un informe comparativo antropométrico actual completo de diferentes fechas, cambios y evolución. Entre los resultados, muestra fórmulas de predicción por edad y sexo, modelo de 5 componentes fantasma de cada medida, somatotipo, índices corporales, predicción del índice somático de crecimiento máximo, etc.[23]

Informa la mediana en tiempo real y simultáneamente muestra el porcentaje del error antropométrista al final de cada recopilación de datos. [23]

En la Figura 1 se muestran capturas de la interfaz gráfica de la aplicación en funcionamiento.

Como se puede observar en la Figura 2 la aplicación genera reportes estadísticos.

Costo estimado: 2,499.00 MXN sólo disponible para Iphone y Ipad [23]

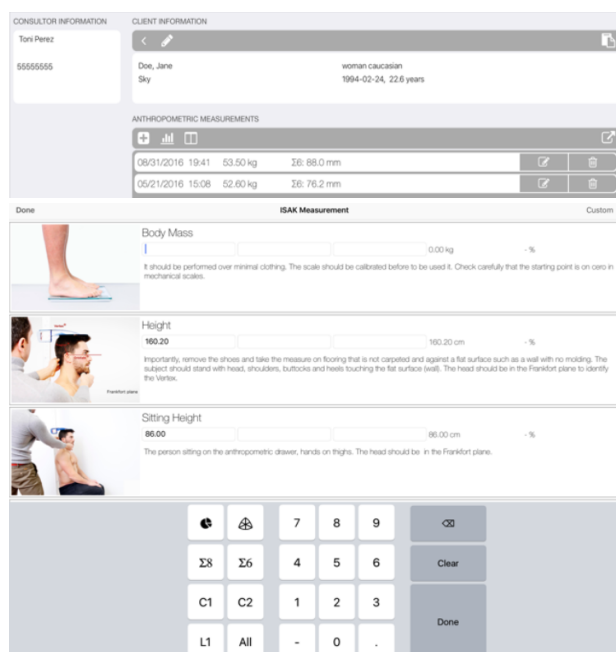


Figura 1 Capturas de la interfaz gráfica de usuario de Anthropometric iTool

Fuente: Adaptado de [23]

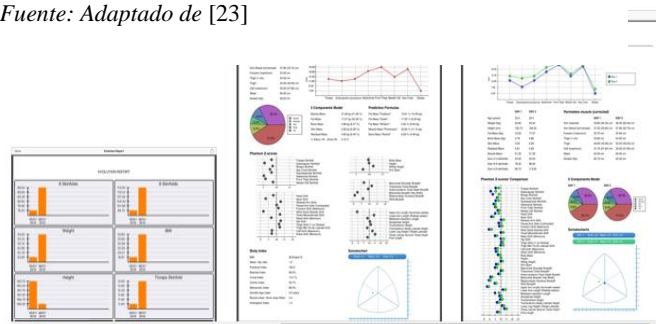


Figura 2 Vista general de los reportes generados por Anthropometric iTool

Fuente: Adaptado de [23]

NutriCalculo.- El objetivo de esta aplicación es facilitar los cálculos de estimación de los datos antropométricos, así como su interpretación.[24]

Presta fórmulas de estimaciones de datos antropométricos, indicadores antropométricos y composición corporal.[24]

Costo estimado: versión gratuita para Android está disponible en Google Play.[24]

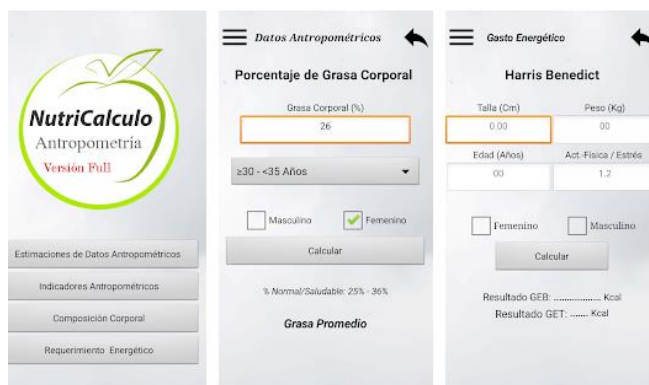


Figura 3 Captura de interfaz gráfica de usuario de la aplicación NutriCalculo

En la Figura 3 se observa la interfaz gráfica de NutriCalculo.

Fuente: Adaptado de [24]

Eat Smart Apps.- Software para nutriólogos disponible en [25], el cual permite la evaluación física y antropométrica por medio de la inducción al sistema de:

- Mediciones básicas: peso, talla, complexión física, IMC e índice de cintura-cadera con interpretaciones.
- Compartimentos corporales y somatotipo: evaluación nivel ISAK II. Calcula la masa grasa, ósea, residual, agua corporal y somatotipo con interpretaciones, con datos obtenidos desde básculas que arrojan estos resultados.
- Pruebas físicas: Pruebas físicas integradas para interpretar la flexibilidad, fuerza y resistencia de tus pacientes.
- Información clínica: Un expediente completo para cada consulta, permite el registro de antecedentes del paciente, medicamentos usados, signos y síntomas, así como análisis bioquímicos.

Costo estimado: Presenta distintos planes por computador: versión gratuita, 690.00 MXN versión principiante, 1,590.00 MXN versión completa y versión premium 1,348.00 MXN anuales.[25]

Actualmente en el mercado existen aplicaciones similares a las antes mencionadas, en la Tabla 3 se muestran las características de interés como lo son el método de obtención de los datos, si es necesario el uso de instrumentos antropométricos para obtener mediciones, la

norma o metodología a la que están apegadas, la forma en la que se introduce la información en la aplicación, si esta misma calcula la composición corporal, igualmente se evalúa si la aplicación permite el manejo de la información clínica.

Tabla 3 Comparativa de características de interés en aplicaciones

Aplicación	Obtención de medidas			Introducción de medidas a la aplicación	Cálculo de composición corporal	Manejo de información clínica
	Método	Uso de instrumentos	Norma o metodología utilizada			
Anthropometric iTool	Manual	✓	ISAK Nivel 1	Manual	✓	✓
NutriCalculo	Manual	✓	No aplica	Manual	✓	✗
Eat Smart Apps	Manual	✓	ISAK Nivel 2	Manual	✓	✓

Fuente: Elaboración propia con información de [23], [24],[25]

Como puede ser observado en la tabla anterior, las aplicaciones mencionadas requieren que el usuario ingrese las medidas solicitadas, a pesar de contener manuales e instrucciones sobre la correcta obtención, los resultados obtenidos continuarán presentando un error técnico de medida (ETM), esta característica en particular es en la que la aplicación a realizar busca presentar un cambio importante en el mercado, dado que tanto la obtención e inducción de medidas será realizada de manera automática por la aplicación. Además, la aplicación que presenta la mayoría de las características similares a la planteada en este proyecto, presenta costos por su utilización delimitados por periodos.

Obtención indirecta

Con base en lo publicado en [12] existen diversas tecnologías y formas en que se pueden obtener los datos antropométricos de forma indirecta. Estas últimas se pueden adquirir en diversos formatos:

- Unidimensionales (1D).

Los datos 1D consisten en estaturas, longitudes y perímetros de segmentos corporales. Permiten establecer el tamaño del cuerpo humano, pero no la forma.

- Bidimensionales (2D)

Los datos 2D consisten en siluetas o secciones corporales; son contornos formados por curvas o puntos (x, y).

- Tridimensionales (3D)

La antropometría 3D está formada por nubes de puntos con coordenadas (x, y, z) que representan la superficie del cuerpo. Surgió con la idea de reducir el tipo de adquisición por sujeto, y que el escaneado se reduce a pocos segundos, y el software de procesamiento puede proporcionar las dimensiones antropométricas de forma automática.

La adquisición, el tratamiento y análisis de los datos aumenta considerablemente en complejidad desde los datos 1D a los datos 3D.

Algunos de los dispositivos utilizados en la tecnología de medición antropométrica indirecta, así como sus características fundamentales, su principio de operación, aplicaciones y costo estimado se mencionan a continuación:

Equipo de termografía infrarroja:

Con base en [26] los equipos y sistemas de termografía infrarroja en el ámbito médico – deportivo nos permiten obtener mapeos de temperatura superficial de una forma rápida, sencilla y precisa. La realización de estos estudios no invasivos son una herramienta de gran utilidad para el clínico y contribuyen al confort de los pacientes. Dichos sistemas pueden ser compuestos por:

- Cámara portátil

La cámara opera según el principio de escaneo del objeto a medir, el cual se muestrea mediante un escáner reflectante bidimensional, como se muestra en la Figura 4. El escáner horizontal realiza la detección en líneas de 300 píxeles cada una, con una frecuencia de muestreo de 135 Hz (a la derecha y a la izquierda) y opera como oscilador resonante movido por un motor de corriente continua. El escáner vertical configura la imagen completa a partir

de las diversas líneas. Se capturan 200 líneas, siendo la secuencia de repetición de imágenes 1,25 Hz. [12]

Existe la posibilidad de cámaras con conexión USB al PC así como las integraciones especiales de cámaras en dispositivos electrónicos como iPad. [26]

- Software

Software encargado al procesamiento y manejo de datos obtenidos por las imágenes termográficas, así como del análisis y generación de informes, existen diferentes funcionalidades de acuerdo con el enfoque, ya sea industrial, médico-clínico e investigación. [26]



Figura 4 Uso de cámara termográfica para el reconocimiento y análisis corporal en deportistas

Fuente: Adaptado de [27]

Costo estimado: 573,000MXN [27],[28]

Escáneres corporales 3D:

Los dispositivos ópticos utilizados por los escáneres corporales 3D pueden ser proyectores de luz, dispositivos de carga acoplada (CCD, por sus siglas en inglés) y fuentes de luz (halógenas, infrarrojas o láser). Para el cuerpo humano, el láser debe clasificarse como Clase 1 para la seguridad ocular. La mayoría de los escáneres corporales 3D proyectan rayos de luz horizontalmente.

Con las nuevas tecnologías, la mayoría de los escáneres como el que se muestra en la Figura 5, están diseñados para compartir e intercambiar información entre aplicaciones informáticas y también pueden proporcionar una extracción de medición automática de los datos 3D escaneados. [30]



Figura 5 FIT3D escáner corporal 3D

Fuente: Adaptado de [29]

Algunos de ellos son: 3dMD 3dMDbody System, Artec Shapify Booth, OPTAONE [31]

Costo estimado: oscilan desde 20,000 MXN hasta 60,000 MXN [31]

FIT3D.- Es un sistema conformado por un equipo de escáner y báscula integrados, así como una plataforma web y aplicación móvil para la administración de los datos. El escáner obtiene una imagen completa en 3D del cuerpo en sólo 40 segundos y analiza la postura y la composición corporal. La lectura en 360° mide volúmenes, contornos y superficies para obtener un cálculo automático de peso, equilibrio, porcentaje de grasa corporal, densidad ósea y cantidad de masa grasa y masa magra, así como mide también la postura, todo ello con el fin de evaluar el estado físico de la persona. [32]

Costo estimado: oscilan desde 10,000 USD hasta 20,000 USD [33]

SYMCAD III TELMAT INDUSTRIE.- No utiliza láser ni otro tipo de radiaciones nocivas. El dispositivo de captura de datos es fijo (no hay piezas en movimiento) dando resultados seguros y de fácil mantenimiento. Su tecnología patentada de adquisición en 3D se basa en la técnica de proyección de franjas con luz natural como se muestra en la Figura 6 . Extrae las medidas peculiares delimitadas por marcadores dispuestos sobre puntos anatómicos, las cuales detecta e identifica automáticamente y calcula las medidas antropométricas. [12]



Figura 6 SYMCAD escáner corporal 3D

Fuente: Adaptado de [34]

Costo estimado: 310,000 MXN [31]

KINECT.-Es un dispositivo creado por Alex Kipman y desarrollado por Microsoft para su videoconsola Xbox 360, usado para controlar las acciones del jugador y los menús de juego mediante los movimientos del cuerpo. Esto es posible con de una cámara de composición del color en términos de la intensidad de los colores primarios de la luz (RGB, por sus siglas en

inglés) que se encarga de obtener la información de color de todo aquello situado en su campo de visión como se observa en la Figura 7 y otra de espectroscopia del infrarrojo cercano (NIR, por sus siglas en inglés) encargada de obtener la información de profundidad, así como una fuente de luz infrarroja que permite que la cámara NIR obtenga sus datos incluso en ausencia de luz.



Figura 7 Uso de dispositivo Kinect para el reconocimiento corporal

Fuente: Adaptado de [35]

Existen diferentes drivers para el uso de Kinect mediante un ordenador, entre los que se encuentran Kinect for Windows SDK, OpenNI, OpenKinect o Libfreenect. [12]

Costo estimado: 2,000.00 MXN [36]

Para el reconocimiento corporal y la obtención de sus medidas existen equipos, sistemas e instrumentos similares a los anteriores, sin embargo, estos presentan características de interés con relación a nuestro proyecto, las cuales son mostradas en la Tabla 4.

Tabla 4 Comparativa de características de interés en equipos electrónicos

Instrumento o equipo	Reconocimiento corporal			Obtención de medidas corporales			Cálculo de composición	Portable
	Método	Técnicas o tecnologías	Dimensión	Método	Norma o metodología utilizada	Uso de instrumento		
Cámara térmica	Automático	Medición de la temperatura superficial	2D	S.E	No aplica	✓	×	✓
FIT3D	Automático	Cámaras e imágenes 360°	3D	Automático y S.I.	Dexafit	×	✓	×

SYMCAD III	Automático	Proyección de franjas con luz	3D	Automático y S.I.	ISO-7250 e ISO 8559	X	✓	X
Kinect	Automático	Cámaras RGB y NIR y fuente de luz infrarroja	2D y 3D	S.E	No aplica	✓	X	✓
S.E.-Análisis con software externo				S.I.-Análisis con software integrado				

Fuente: Elaboración propia con información obtenida de [12] y [32]

La obtención de la información de interés se realiza de forma automática disminuyendo los márgenes de error que la obtención genera, incrementado la exactitud, sin embargo, dichos equipos presentan algunas desventajas importantes, dentro de las cuales principalmente se encuentran los altos costos que estos presentan y la no portabilidad presentada. Es por ello que podemos ubicar estas características como vacíos potenciales para que la aplicación desarrollada sea factible, así mismo dado que es utilizada en un dispositivo el cual implementa el uso de la cámara fotográfica incluida en el mismo, proporciona la portabilidad y accesibilidad necesaria para la problemática existente. Las técnicas, metodología y uso de software desarrollado al nicho de interés que han sido presentadas para el desarrollo del proyecto, ya han sido utilizados por estos equipos, pero ninguno de ellos realiza la totalidad del proceso en teléfonos inteligentes y la combinación de estas en un solo sistema.

Descripción del proyecto.

Lo que se busca en este proyecto es realizar una herramienta que permita 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.

Se desarrollará un sistema móvil para la obtención de medidas antropométricas descritas en la certificación ISAK nivel 2.

El sistema consta de dos componentes:

- Una aplicación móvil para el sistema operativo Android para 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.

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. Para el análisis y presentación de resultados también es necesario contar con el historial clínico del paciente, el cual toma como referencia el formato utilizado en el área de nutrición en la clínica universitaria perteneciente a la Universidad Autónoma de Zacatecas que se muestra en el Anexo 1 de este documento, los datos no obtenidos por los sistemas anteriores serán introducidos por el especialista en nutrición, logrando así recabar toda la información requerida por el especialista. Es importante mencionar que el apartado relacionado a la antropometría dentro del Anexo 1, será registrado con las medidas evaluadas por ISAK nivel 2.

Objetivo general del proyecto.

Determinar la composición corporal en base a las medidas de la certificación ISAK nivel 2, mediante un sistema embebido y el reconocimiento del cuerpo a través de un sistema de visión artificial implementado en un teléfono inteligente, para conocer el estado nutricional de un paciente, así como su funcionalidad corporal.

Objetivos particulares del proyecto.

- Obtener la medida de los pliegues cutáneos mediante un sistema embebido implementado en un plicómetro.
- Calcular la composición corporal utilizando ecuaciones de estimación de la masa corporal.
- Identificar el somatotipo del paciente para definir la funcionalidad corporal y sugerir una actividad física o deporte idóneo para el paciente y obtener su somatocarta.
- Gestionar el historial clínico nutricional del paciente.

Justificación.

El proceso efectuado por las secretarías públicas de salud para detectar enfermedades como el sobrepeso y obesidad en México continúa siendo una tarea difícil de ejecutar y llevar a cabo en toda la población, dado a que la implementación de instrumentos y métodos de mayor eficacia y exactitud representan un gasto económico importante.

En el año 2012 el artículo *KILOS DE MÁS, PESOS DE MENOS* informó lo siguiente: “En México existen 8,599,374 diabéticos por sobrepeso y obesidad (considerando únicamente diabetes mellitus tipo 2.), de los cuales 48% están diagnosticados y reciben tratamiento y 49% no han sido diagnosticados. Además, anualmente mueren 59,083 personas a causa de dicho padecimiento, de las cuales 45% se encuentran en edad productiva. Los costos sociales por dicha enfermedad ascienden a más de 85 mil millones de pesos al año.

De esta cifra, 73% corresponde a gastos por tratamiento médico, 15% a pérdidas de ingreso por ausentismo laboral y 12% a pérdidas de ingreso por mortalidad prematura.” [37]

En la actualidad los porcentajes de población afectadas por estas enfermedades siguen en continuo crecimiento y cada vez es más necesario que estas sean detectadas con premura, a pesar de que ya existen dispositivos, métodos y tecnologías que permiten un mejor análisis para el estudio de las composiciones corporales, en su mayoría éstos presentan costos económicos y en tiempo que no son convenientes para los especialistas. [37]

La mejora de procesos busca la optimización de este, a fin de obtener mejores beneficios. Es por lo que el enfoque de este proyecto es la inserción de las ciencias computacionales a la mejora de las herramientas actualmente utilizadas por especialistas en áreas de salud y nutrición, siendo la antropometría un área de oportunidad, puesto que ésta ya es utilizada tanto para la prevención como para la detección de estas enfermedades, debido a sus bajos costos y practicidad, sin embargo, puede ser un proceso que carece de exactitud debido al error humano.

El desarrollo del 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.

Marco teórico.

A continuación, serán presentada información complementaria referente a los conceptos básicos ya mencionados con anterioridad, así como la definición e introducción a el resto de los temas necesarios para el entendimiento del desarrollo de este proyecto, comenzando con los relacionados al contexto en el que la problemática se encuentra y posteriormente aquellos tópicos involucrados en el área computacional.

Antropometría

El término antropometría deriva de la palabra griega *antropo*, que significa ser humano y la palabra griega *metron*, que significa medida.[12] Según el *Diccionario de la Real Academia Española* [38] el término antropometría es definido como el estudio de las proporciones y medidas del cuerpo humano.

La antropometría se basa en cuatro pilares básicos: las medidas corporales, el estudio del somatotipo, el estudio de la proporcionalidad y el estudio de la composición corporal. Este último el más importante en el ámbito de la nutrición, actividad física y deporte, ya que la capacidad de un individuo para realizar cualquier tipo de esfuerzo está íntimamente relacionada con la mayor o menor presencia de sus tejidos corporales.[22]

A menudo la antropometría es vista como la herramienta tradicional, y tal vez básica de la antropología biológica, pero tiene una larga tradición de uso en la Educación Física y en las Ciencias Deportivas, y ha encontrado un incremento en su uso en las Ciencias Biomédicas.[39] Es por ello que se ha convertido en una ciencia multidisciplinar e integradora, que tiene aplicación en distintos ámbitos y utilizada por diversos científicos.

Una de las consecuencias de las actuaciones de la antropometría en los diversos campos de estudio era la falta de estandarización a la hora de tomar las medidas antropométricas, lo que dificultaba la comparación de las muestras. Con el objetivo de estandarizar la metodología a utilizar y divulgar se creó la cineantropometría, y que en 1978 se formó el Grupo de Trabajo Internacional de Cineantropometría (IWGK, por sus siglas en inglés) pero fue sustituido en 1986 por la ISAK que redefinió las reglas y los protocolos en la valoración antropométrica.[40]

Obtención de medidas antropométricas según ISAK

De acuerdo con el *Manual de medidas antropométricas* [22] para la obtención de las medidas se sigue una metodología estandarizada, en la cual se permite realizar comparaciones con poblaciones similares y se recomienda aplicar el protocolo de medición antropométrico basado en las recomendaciones de ISAK.

Dentro de las consideraciones a tomar en cuenta cuando se realizan las mediciones para obtener datos fiables son: hay que tener un lugar lo suficientemente amplio para poder realizar las mediciones, es deseable hacer las mediciones a primera hora del día, el material debe ser calibrado antes de tomar medidas, se debe iniciar marcando los puntos anatómicos y referencias antropométricas necesarias para el estudio, concluyendo que las mediciones deben repetirse al menos dos veces y se debe utilizar la media de ambas mediciones para la obtención de un resultado final.[41]

ISAK establece dos perfiles de estudio antropométrico: restringido y completo, como se mencionan en la Tabla 5.

Tabla 5 Perfiles antropométricos para el estudio restringido y completo

Variables	Estudio Restringido (20 variables)	Estudio Completo (39 variables)
Medidas básicas	Peso, talla o estatura, talla sentada y envergadura	
Pliegues cutáneos	Tricipital, subescapular, bicipital, ileocrestal o supracrestal, supraespinal o suprailíaco, abdominal, muslo anterior y pierna medial.	
Perímetros corporales	Brazo relajado, brazo flexionado y contraído, cintura, cadera y pierna	Cabeza, cuello, antebrazo, muñeca. Tórax (mesoesternal), muslo 1cm, muslo medial, pierna y tobillo
Diámetros	Húmero, fémur y biepicondileo de muñeca	Biacromial, bicrestal, transverso del tórax, anteroposterior del tórax

Variables	Estudio Restringido (20 variables)	Estudio Completo (39 variables)
Longitudes/alturas		Acromion-radial, radial estiloideo, medioestiloideo- dactíleon, altura ileoespinal, altura trocantérica, trocántertibial lateral, altura tibial lateral, tibial lateral-maléolo medial tibial, longitud del pie y talla sentado.
Nota: el perfil completo asume las variables del restringido.		

Fuente: [41]

La ventaja de usar un protocolo de medición estandarizado radica en la precisión, fiabilidad y reproductibilidad de las mediciones realizadas por el antropometrista. Existe un ETM que se produce por la variabilidad en la medición y la calidad de la medida, el cuál es prioridad disminuir, calibrando los materiales de medición y con la técnica de medición.

Cineantropometría

La raíz etimológica del término Cineantropometría deriva del griego, mediante la yuxtaposición de los términos *Kinèsis*, que significa movimiento, y antropometría. [42]

La cineantropometría es considerada por *ISAK* [43] como el área de la ciencia encargada en la medición de la composición del cuerpo humano, el estudio de los cambios en las dimensiones corporales provocados por los cambios en los estilos de vida, la nutrición, los niveles de actividad física y la composición étnica de las poblaciones. En síntesis, es la unión entre la anatomía y el movimiento, en una amplia serie de ámbitos.

Composición corporal

Para llevar a cabo el correcto análisis de la composición corporal es necesario definir la composición corporal de acuerdo con sus distintos componentes, la antropometría define de la siguiente manera[44]–[48]:

- **Peso y talla**

Estas medidas por sí solas no constituyen el monitoreo del estado nutricional o la composición corporal, sin embargo, como parte del estudio del estado nutricional son datos considerables, ya que el estado nutricional en base a estas mediciones es considerado el indicador más importante porque resume el nivel de crecimiento y desarrollo del sujeto.

- **Pliegues cutáneos**

La medición de los pliegues cutáneos sirve para valorar indirectamente el grosor de tejido adiposo subcutáneo en determinados puntos de la superficie corporal.

- **Índice de masa corporal**

Es un índice de adiposidad y de obesidad, pues se relaciona directamente con el porcentaje de grasa corporal, que se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Índice de masa corporal} = \text{peso (kg)} / \text{talla}^2 \text{ (m)}$$

Es un marcador fácil de usar dado a que es rápido, sencillo y barato, ampliamente utilizado y probado, que sólo supone el primer paso hacia una evaluación del riesgo más completa, como su correlación con otros valores antropométricos.

- **Perímetros corporales**

Mediciones sobre los perímetros o circunferencias del cuerpo con los cuáles calcular la masa muscular o libre de grasa dentro del organismo.

Somatotipo

Toda persona puede ser clasificada en un somatotipo por varios rasgos genéticos y corporales relacionados a la densidad ósea, capacidad de acumular grasa corporal, masa muscular. [50]

Los tres componentes del somatotipo son [51]:

- **Endomorfismo:** representa la adiposidad relativa, hace referencia a formas corporales redondeadas propias de disciplinas como el sumo o los lanzamientos.
- **Mesomorfismo:** representa la robustez o magnitud músculo-esquelética relativa, siendo característica predominante en velocistas, halterófilos, etc.
- **Ectomorfismo:** representa la linealidad relativa o delgadez de un físico, haciendo referencia a formas corporales longilíneas propias de disciplinas como el salto de altura y el voleibol.

Existe una representación gráfica del somatotipo, llamada somatocarta, en la que se sitúa un punto correspondiente al somatotipo del sujeto como al referente ideal, por medio de un eje de coordenadas estableciendo así una comparativa. Para la representación gráfica se calculan las coordenadas X y Y mediante las ecuaciones expresadas a continuación[51]:

$$\text{Eje X} = \text{Ectomorfia} - \text{Endomorfia}$$

$$\text{Eje Y} = 2 * \text{Mesomorfia} - \text{Endomorfia} - \text{Ectomorfia}$$

Teniendo como resultado una gráfica que se representa como en la Figura 8

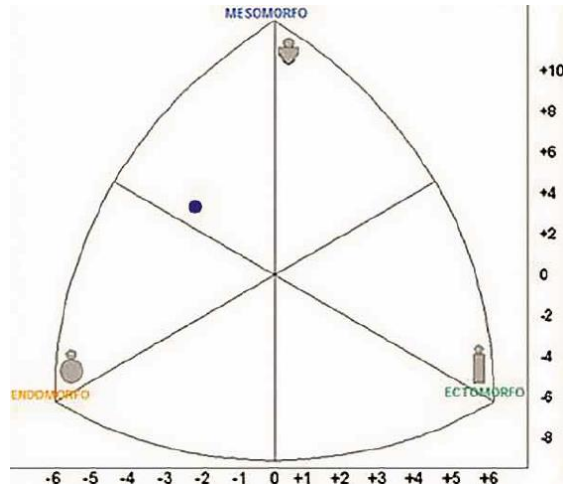
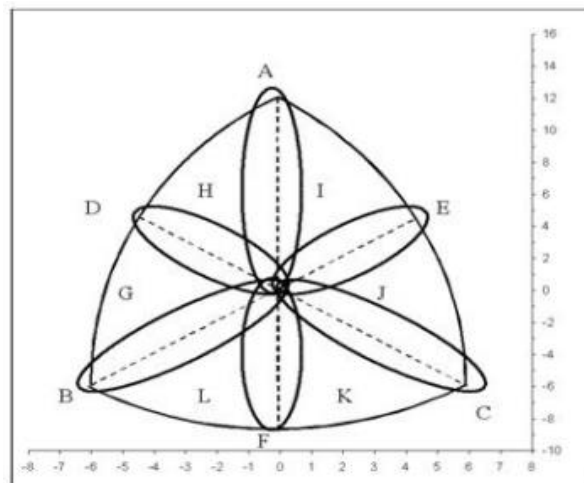


Figura 8 Ejemplo de somatocarta

Fuente: Adaptado de [51]

Para la interpretación de la somatocarta se divide en distintas secciones que dependiendo de la posición en que se encuentre el punto, corresponde a un somatotipo como se muestra en la Figura 9.

Tomando a consideración las secciones denotadas con **A**, **B**, **C**, **D**, **E** y **F** para la determinación del significado del somatotipo, las cuales son presentadas a continuación [51]:



- A. Mesomorfo balanceado**
- B. Endomorfo balanceado**
- C. Ectomorfo balanceado**
- D. Mesomorfo–Endomorfo**
- E. Mesomorfo–Ectomorfo**
- F. Endomorfo–Ectomorfo**

Figura 9 Somatocarta dividida en secciones para la determinación del somatotipo

Fuente: Adaptado de [51]

Estado nutricional

El estado nutricional de un individuo permite conocer el grado en que la alimentación cubre las necesidades del organismo o, lo que es lo mismo, detectar situaciones de deficiencia o de exceso. Dicha evaluación debe ser un componente del examen rutinario de las personas sanas y es importante en la exploración clínica del paciente.[9]

Uno de los métodos para la evaluación del estado nutricional es la historia clínica, ayuda a detectar posibles deficiencias y a conocer los factores que influyen en los hábitos alimentarios, tales como los antecedentes personales y familiares, los tratamientos terapéuticos (medicamentos que modifican el apetito y/o el sabor de los alimentos; medicamentos que interaccionan con componentes de los alimentos), el estilo de vida, la situación económica y la cultura.[9]

La Historia clínica permite contar con los datos de cada una de las mediciones realizadas a lo largo del seguimiento. Es fundamental que se consigne en ella tanto el valor absoluto de las mediciones realizadas como el valor estandarizado correspondiente a cada una de ellas, según sexo y edad, de acuerdo con la población de referencia.[49]

Dicha evaluación debe ser un componente del examen rutinario de las personas sanas y es importante en la exploración clínica del paciente. Es necesaria para proponer las actuaciones dietético-nutricionales adecuadas en la prevención de trastornos en personas sanas y su corrección en las enfermas.[9]

Dentro de la valoración del estado nutricional se cuantifican las reservas corporales del organismo y, por tanto, detectar y corregir problemas de nutrición sobre el sujeto, como situaciones de obesidad, en donde existe un exceso de masa grasa o, por lo contrario desnutriciones, en las que la masa grasa y masa muscular podrían verse reducidas [46], en donde [9] hace una clasificación de peso y en donde aborda la obesidad y desnutrición en base al cálculo del índice de masa corporal como se muestra en la Tabla 6

Tabla 6 Clasificación de pesos en base al índice de masa corporal

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: [9]

Habiendo mencionado ya la información complementaria a los conceptos contextuales del proyecto, son presentadas a continuación las definiciones teóricas y los aspectos importantes a considerar para la ejecución del proyecto.

Sistema de visión artificial

Un sistema de visión artificial utiliza hardware y software para capturar una imagen y aplicar técnicas de procesamiento de imágenes para transformar y sustraer información importante con la finalidad de interpretar dicha información.

Para la realización del sistema de visión artificial y la obtención de medidas antropométricas para el cálculo de la composición corporal es necesario definir los procesos que se tienen que llevar a cabo.

Según [52] existen una serie de pasos fundamentales para el procesamiento de imágenes, como se puede ver en la Figura 10 presentada a continuación.

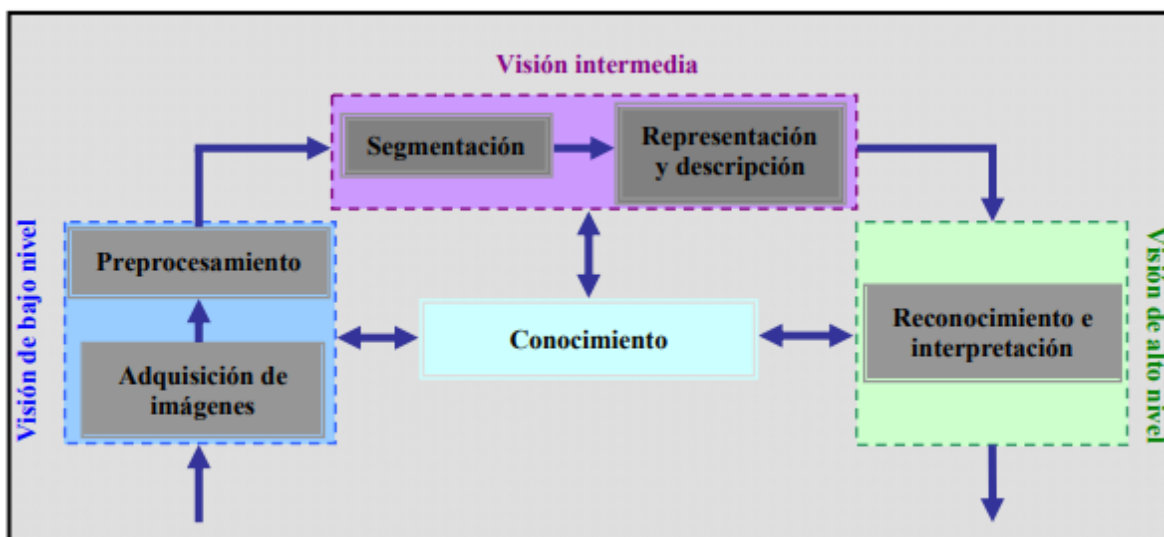


Figura 10 Etapas del procesamiento digital de imágenes para sistemas de visión artificial

Fuente: Adaptado de [52]

Tomando en cuenta los niveles de visión artificial se tiene considerado llegar al alto nivel ya que se pretende reconocer e interpretar la información de la imagen, que en este caso son las medidas antropométricas del cuerpo humano.

Para llevar a el sistema de visión artificial al alto nivel es necesario conocer las etapas que conlleva el procesamiento digital de las imágenes descritas a continuación.

Procesamiento digital de imágenes

Es necesario hacer énfasis en el procesamiento digital de imágenes ya que es una herramienta que es la primera fuente de información con la que se va a trabajar.

Una imagen puede ser definida como una función de dos variable $f(x,y)$, donde x y y son coordenadas espaciales(plano) y la amplitud de f en cualquier par de coordenadas (x,y) es llamada la intensidad o el nivel de gris de una imagen en ese punto.[53]

Los histogramas son la base para numerosas técnicas de procesamiento de dominio espacial. La manipulación del histograma puede ser usada para hacer una mejora. Son sencillos de calcular en software y también se prestan para implementaciones de hardware económicas, haciendo el procesamiento de las imágenes en tiempo real posible.[53]

El crecimiento necesario para el análisis e interpretación de imágenes en un amplio rango de aplicaciones requiere del desarrollo de algoritmos de segmentación, considerando lo dicho anteriormente sobre las técnicas de procesamiento en el histograma, sobre su coste y su utilidad en la segmentación de imágenes.[54]

La segmentación implica particionar la imagen en un conjunto de regiones homogéneas y significativas, tanto que los píxeles en cada región particionada posean un idéntico conjunto de propiedades y atributos. Estos conjuntos de propiedades de la imagen pueden incluir niveles de grises, contraste, valores espectrales, o propiedades textuales. El resultado de la segmentación es un número homogéneo de regiones, que tiene una etiqueta única. Una imagen así es definida por el conjunto de regiones que están conectados y sin superposición, así cada píxel en la imagen adquiere una única etiqueta que indica a qué región pertenece.[54]

Todos los procesos descritos anteriormente son parte de las etapas para llevar a cabo el reconocimiento de la información de una imagen para hacer la eliminación de ruido, la detección del cuerpo en una imagen, pero para llevar a cabo la interpretación de la información es necesario adentrarnos en el reconocimiento de patrones para así poder extraer la información contextualizada de la imagen.

Reconocimiento de patrones

Reconocimiento de patrones es una disciplina científica la cual tiene la meta de clasificar objetos en un número de categorías o clases. Dependiendo de la aplicación estos objetos pueden ser imágenes o señales o cualquier tipo de medidas que necesiten ser clasificadas.[55] Haciendo la definición de un patrón como lo contrario al caos, asimilando a una entidad un conjunto de características que definen a un objeto, se puede comprender que el reconocimiento de patrones es el análisis y relación de datos que nos permita hacer la asignación de una clase a un objeto. [56]

Dentro de los métodos en que se puede clasificar un objeto utilizando el análisis de datos de los patrones para hacer la asignación de su respectiva clase están los siguientes:

Clasificación Supervisada

En la clasificación supervisada, se asume que la información con la que se entrena está disponible y que el clasificador fue diseñado con información que a priori es conocida.[55]

En sí, se requiere un conjunto de información que se conoce la clasificación, y así asociar información a un patrón ya conocido.

Clasificación no supervisada

La clasificación no supervisada trabaja con un conjunto de datos de entrenamiento en donde las etiquetas de clase no están disponibles, en este tipo de problema se dan una serie de vectores en donde el reto es desentrañar las similitudes fundamentales.[55]

Aún sin tener a consideración el método de clasificación a utilizar es necesario dar margen a que con el reconocimiento de patrones se podría obtener la información de una imagen, como lo es las medidas antropométricas del cuerpo humano para el después realizar el cálculo de la composición corporal, siendo así el objetivo definido del proyecto.

Factibilidad del proyecto.

Recursos humanos.

El recurso humano para la realización de este proyecto está listado en la Tabla 7 en donde se presentan los roles de cada uno, así como su contacto.

Tabla 7 Datos de contacto participantes

Funciones	Nombre	Correo electrónico	Teléfono
Analista, Diseñador, Desarrollador, Tester	Montserrat Silva Cordero	montserratsilvac@gmail.com	492 136 2629
Analista, Diseñador, Desarrollador, Tester	Hilario Abraham Rodarte España	abam_espana@hotmail.com	492 150 9509
Cliente	Anayancin Acuña Ruiz Licenciatura en nutrición, Maestría en Ciencias en Salud Pública	lic.nut.anayancin@hotmail.com	

Funciones	Nombre	Correo electrónico	Teléfono
Ciente	Vianey Cristina Hernández Licenciada en Nutrición, Maestría en Actividad Física y Deporte		492-123-9858

En la Tabla 8 se presenta la información de contacto del director del proyecto como del asesor.

Tabla 8 Datos de contacto director y asesores

Función	Nombre	Correo electrónico	Teléfono
Director	M.H.P.E.-T.E. Héctor Alejandro Acuña Cid	ic.alejandro.acuna@gmail.com	492 136 2629
Asesor	M.I.S. Julia Elena Hernández Ríos	julia_elenah@hotmail.com	492-492-2462

Equipo e instalaciones necesarias.

A continuación, en la Tabla 9 se presenta el equipo necesario para el desarrollo del proyecto listado con sus respectivas características.

Tabla 9 Datos sobre el equipo necesario en el proyecto.

ID	Equipo o dispositivo	Características
R1	Notebook HP	Procesador: I5-6200U 2.3GHz x 4 Sistema Operativo: Ubuntu 16.04 LTS + Windows 10 RAM: 8GB Almacenamiento: 1TB
R2	Notebook DELL	Procesador: I5-7200U 2.50GHz x4 Sistema Operativo: Ubuntu 16.04 LTS + Windows 10 RAM: 8GB Almacenamiento: 1TB
R3	Computadora de Escritorio	Procesador: Ryzen 5 1500X 3.5GHz x 4 Sistema Operativo: Ubuntu 16.04 LTS + Windows 10 RAM: 8GB Almacenamiento: 840GB

ID	Equipo o dispositivo	Características
R4	Smartphone Redmi note 7	Procesador: Octa-core (4x2.2 GHz Kryo 260 & 4x1.8 GHz Kryo 260) Sistema Operativo: Android 9 RAM: 4GB Almacenamiento: 64GB
R5	Smartphone Huawei P smart 2019	Procesador: Hisilicon Kirin 710 (2.20 Mhz x 4) Sistema Operativo: Android 9 RAM: 3GB Almacenamiento: 32GB
R6	Plicómetro	Alcance de medición: 0 - 88 mm Dimensiones: 27cm x 25cm x 1cm Peso: 150 Grs.
R7	Placa Arduino	Sin especificar

Fuente: Elaboración propia

Recursos necesarios en el proyecto listados con una breve descripción de cada uno presentados en la Tabla 10

Tabla 10 Datos sobre software necesarios en el proyecto

ID	Software	Descripción
R8	Editor de texto	Programas que permiten crear y modificar archivos digitales compuestos únicamente por texto sin formato, conocidos comúnmente como archivos de texto o texto plano.
R9	IDE de desarrollo	Es una aplicación informática que proporciona servicios integrales para facilitarle al desarrollador o programador el desarrollo de software.
R10	Software de Arduino	Aplicación multiplataforma. Se utiliza para escribir y cargar programas en placas compatibles con Arduino, pero también, con la ayuda de núcleos de terceros, se puede usar con placas de desarrollo de otros proveedores.
R11	Software de diseño	Aplicación informática de propósito general para la creación de diagramas.

En la Tabla 11 se puede observar las diferentes instalaciones requeridas para la realización del proyecto, haciendo destacar que son proveídas por la UPIIZ

Tabla 11 Datos sobre instalaciones necesarias

ID	Instalaciones	Descripción
R12	Centro de Desarrollo de Software (CDS) en UPIIZ	Instalación donde se llevará a cabo el desarrollo del proyecto.

R13	Laboratorio de Electrónica en UPIIZ	Instalación donde se llevará acabo el desarrollo del proyecto.
-----	-------------------------------------	--

Fuente: Elaboración propia

Costo estimado y financiamiento.

A continuación, en la Tabla 12 se presentan las estimaciones del financiamiento de la mano de obra de cada uno de los recursos humanos implicado en el proyecto.

Tabla 12 Mano de obra de los alumnos y asesores para el proyecto

Nombre	Cobro / día	Hrs/ día	Días	Total
Montserrat Silva Cordero	\$350	4 horas	122 días	\$42,700.00
Hilario Abraham Rodarte España	\$350	4 horas	122 días	\$42,700.00
Héctor Alejandro Acuña Cid	\$350	4 horas	18 días	\$6,300.00
Julia Elena Hernández Ríos	\$350	4 horas	18 días	\$6,300.00

Fuente: Elaboración propia

Los costos estimados del equipo necesario para el proyecto se muestran en la Tabla 13, además de especificar el financiamiento de dicho equipo.

Tabla 13 Datos sobre costos y financiamiento.

ID	Financiamiento	Costo aproximado
R1	Aportado por los alumnos	\$13,000.00
R2	Aportado por los alumnos	\$13,000.00
R3	Aportado por los alumnos	\$15,000.00
R4	Aportado por los alumnos	\$4,500.00
R5	Aportado por los alumnos	\$4,000.00
R6	Aportado por la UPIIZ	\$600.00
R7	Aportado por los alumnos	\$400.00
R8	Aportado por los alumnos	\$0.00
R9	Aportado por los alumnos	\$0.00
R10	Aportado por los alumnos	\$0.00
R11	Aportado por los alumnos	\$0.00

Fuente: Elaboración propia

Se buscará que el software a utilizar sea libre, de no ser así el costo de este será asumido por los alumnos.

Considerando los costos empleados en equipo y mano de obra el proyecto es estimado en un total de \$148,100.00 MXN como se puede observar en la Tabla 14. Sin embargo, es

importante mencionar que la respectiva mano de obra será proporcionada por el mismo recurso humano Montserrat Silva Cordero, Hilario Abraham Rodarte España, Héctor Alejandro Acuña Cid y Julia Elena Hernández Ríos respectivamente.

Tabla 14 Costo del proyecto

Total de equipo	Total por mano de obra	Total
\$50,500.00	\$98,000.00	\$148,500.00

Fuente: Elaboración propia

Bibliografía.

- [1] E. Berenice, G. Pineda, I. M. Gómez-humarán, and T. S. Levy, “Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de 2016 Reporte final de resultados,” vol. 2016, no. Ensanut, 2016.
- [2] Alianza por la Salud Alimentaria, “Propuestas para una política integral frente a la Epidemia del Sobrepeso y Obesidad en México 2018-2024,” p. 8, 2019.
- [3] A. Barrera-Cruz, A. Rodríguez-González, and M. A. Molina-Ayala, “Escenario actual de la obesidad en México,” *Rev. Med. Inst. Mex. Seguro Soc.*, vol. 51, no. 3, pp. 292–299, 2013.
- [4] R. Ortega-Cortés, “Costos económicos de la obesidad infantil y sus consecuencias,” *Rev. Med. Inst. Mex. Seguro Soc.*, vol. 52, no. 1, pp. S8–S11, 2014.
- [5] *Norma Oficial Mexicana para el tratamiento integral del sobrepeso y la obesidad. NOM-008-SSA3-2010*. México, 2010.
- [6] Organización Mundial de la Salud(OMS), “El estado físico; uso e interpretación de la antropometría.” p. 521, 2010.
- [7] International Social Security Association (ISSA), “Campaña ‘Checate, Mídete, Muévete,’” p. 6, 2013.
- [8] Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), “Chécate, Mídete, Muévete.” .
- [9] R. Farré, “Evaluación del estado nutricional (dieta, composición corporal, bioquímica y clínica),” *Man. Práctico Nutr. y Salud*, pp. 109–117, 2006.
- [10] J. P. Manzanillo, “El método antropométrico versus diferentes sistemas para la estimación de la grasa corporal en deportistas,” *Arch. Med. del Deporte.*, vol. 26, no. 131, pp. 187–193, 2009.

- [11] M. Elia, "Body composition by whole-body bioelectrical impedance and prediction of clinically relevant outcomes: overvalued or underused?," *Eur. J. Clin. Nutr. Vol.*, vol. 67, 2013.
- [12] R. N. Lescay, A. Alonso Becerra, and A. Hernández González, "Antropometría. Análisis Comparativo De Las Tecnologías Para La Captación De Las Dimensiones Antropométricas," *Rev. EIA*, vol. 13, no. 26, pp. 47–59, 2017.
- [13] O. Inet, "Módulo Historia Clínica."
- [14] O. C. Moreira, D. A. Alonso-Aubin, C. E. P. De Oliveira, R. Candia-Luján, and J. A. De Paz, "Métodos de evaluación de la composición corporal: Una revisión actualizada de descripción, aplicación, ventajas y desventajas," *Arch. Med. del Deport.*, vol. 32, no. 6, pp. 387–394, 2015.
- [15] Universidad de Valencia Departamento de Física y Química, "RESONANCIA MAGNÉTICA NUCLEAR," vol. 1, pp. 1–36, 2012.
- [16] N. D. Bru, "Principios básicos de la ecografía .," *Patol. Anim.*, vol. 12, no. 3, p. 9, 2005.
- [17] R. Casanova, "Técnicas de valoración del estado nutricional," *Vox Pediatr.*, vol. 1, no. 3, pp. 26–35, 2008.
- [18] H. C. Lukaski, "Methods for the assessment of human body composition: Traditional and new," *Am. J. Clin. Nutr.*, vol. 46, no. 4, pp. 537–556, 1987.
- [19] P. U. Javeriana, "Actualización en antropometría Acreditación ISAK Nivel 1," *Manual*, vol. 1, pp. 1–11, 2014.
- [20] ISAK, "ESQUEMA DE ACREDITACIÓN." [Online]. Available: <https://www.isak.global/FormationSystem/AccreditationScheme>. [Accessed: 25-Oct-2019].

- [21] S. Internacional, A. De, and C. Isak, “Curso de acreditación isak nivel i en cineantropometría,” no. nivel 2, pp. 8–10, 2013.
- [22] L. Carmenate, F. Moncada, and E. Borjas, *Manual de medidas antropométricas. Pliegues cutáneos*. 2014.
- [23] RealMetbcn, “Anthropometric iTool.” .
- [24] M. Á. P. Arcos, “NutriCalculo: Antropometría.” .
- [25] Eat Smart Apps, “EAT SMART APPS.” .
- [26] biomechsolutions, “TERMOGRAFIA.” .
- [27] ThermoHuman, “No Title.” .
- [28] FLIR-Direct.com, “FLIR T640BX Thermal Imaging Camera.” [Online]. Available: <https://www.flir-direct.com/product/flir-t640bx-infrared-camera>. [Accessed: 02-Dec-2019].
- [29] FIT3D, “Fit3D BodyScanner.” .
- [30] W. Yu, “Learn more about Body-Scanning Technology,” *Clothing Appearance and Fit*, 2004. .
- [31] Martin Lansard, “Aniwaa: THE BEST 3D BODY SCANNERS IN 2019.” .
- [32] Fit4life, “Escáner corporal 3D.” .
- [33] Aniwaa, “Fit3D Prosscanner review.” .
- [34] Aniwaa, “TELMAT Industrie.” .
- [35] All3DP, “All3DP.” .
- [36] K. Mankoff and T. Russo, “The Kinect: A low-cost, high-resolution, short-range 3D

camera,” *Earth Surf. Process. Landforms*, vol. 38, 2013.

- [37] I. Staff, “Kilos de más, pesos de menos: Los costos de la obesidad en México.” .
- [38] Real Academia Española, “Diccionario de la lengua española,” *Diccionario de la lengua española*. .
- [39] M. Malina, “Antropometría,” vol. 95, p. 1993, 1993.
- [40] M. T. Aragonés Clemente, “La cineantropometría en la evaluación funcional del deportista: 20 Años, después,” *Arch. Med. del Deport.*, vol. 21, no. 100, pp. 129–133, 2004.
- [41] J. M. M. Sanz and A. U. Otegui, “Protocolo de medición antropométrica en el deportista y ecuaciones de estimaciones de la masa corporal,” 1993. [Online]. Available: <https://www.efdeportes.com/efd174/protocolo-de-medicion-antropometrica-en-el-deportista.htm>. [Accessed: 25-Oct-2019].
- [42] Á. H. De Lucas, *Cineantropometría: Composición corporal y somatotipo de futbolistas que desarrollan su actividad física en equipos de la comunidad autónoma de Madrid*, vol. 24, no. 117. 2007.
- [43] Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK), “¿QUÉ ES ISAK?” .
- [44] I. N. De Salud, *La medición de Talla y el Peso*. 2004.
- [45] T. S. L. S. V. Hernández; and D. J. Rivera, *Manual de procedimientos para proyectos de nutrición*. 2006.
- [46] A. Brillat, “Composición corporal Manual de Nutrición y Dietética,” *Man. Nutr. y Diet.*, pp. 1–7, 2013.
- [47] N. Clin, M. Walter Suárez-Carmona, A. Jesús Sánchez-Oliver, W. Suárez-Carmona, C. Antonio, and J. Sánchez-Oliver, “Índice de masa corporal: ventajas y desventajas

de su uso en la obesidad. Relación con la fuerza y la actividad física,” *Nutr Clin Med*, vol. XII, no. 3, pp. 128–139, 2018.

- [48] I. de J. Rodríguez, “Autor: Iván de José Rodríguez VALORACIÓN DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL POR ANTROPOMETRÍA Y BIOIMPEDANCIA ELÉCTRICA,” 2016.
- [49] M. C. Gilardon E.O , Calvo E.B, Duran P, Logo E.N, *Evaluación del estado nutricional de niñas, niños y embarazadas mediante antropometría*. 2007.
- [50] C. I. López, M. Dominguez Ramírez, L. G. Avila Zavala, M. C. Galindo, and J. E. Ching Pellegrini, “Antecedentes, descripción y cálculo de somatotipo,” *Investig. Básica y Apl. Fac. Ciencias Químicas e Ing.*, vol. 3, no. 6, pp. 43–49, 2007.
- [51] J. Martínez, A. Urdampilleta, J. Guerrero, and V. Barrios, “El somatotipo-morfología en los deportistas. ¿Cómo se calcula? ¿Cuáles son las referencias internacionales para comparar con nuestros deportistas?,” *EF Deport.*, vol. 159, no. 3, pp. 26–31, 2011.
- [52] V. Vargas Baeza, “Sistema de Visión Artificial para el Control De Calidad en Piezas Cromadas,” 2010.
- [53] R. C. Gonzalez, R. E. Woods, and B. R. Masters, “Digital Image Processing, Third Edition,” *J. Biomed. Opt.*, vol. 14, no. 2, p. 029901, 2009.
- [54] Acharya, *Image Processing: Principles and Applications*, vol. 18, no. 2. 2007.
- [55] S. THEODORIDIS and K. KOUTROUMBAS, *PATTERN RECOGNITION*, Second. USA: Elsevier, 2003.
- [56] A. K. Jain, R. P. W. Duin, and J. Mao, “Statistical pattern recognition: A review,” *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, vol. 22, no. 1, pp. 4–37, 2000.

Anexos

Anexo 1 Historia clínica

CLINICA UNIVERSITARIA HISTORIA CLINICA- NUTRICIONAL

Fecha: _____

Nombre _____

Edad: _____ Sexo _____ Escolaridad _____ Ocupación _____

Lugar de nacimiento _____ Edo civil _____

Teléfono _____ Correo electrónico _____

Motivo de la consulta:

Antecedentes Heredo Familiares

Enf. Renales ___ Diabetes ___ Obesidad ___ Desnutrición ___ HTA ___ Otro _____

Antecedentes Personales no patológicos

Tabaquismo _____ Alcoholismo _____ Aseo diario _____ Higiene Dental _____

Antecedentes personales patológicos

Fracturas ___ HTA ___ Diabetes ___ Incapacidades ___ Alergias _____

Gastrointestinales _____ Otro _____

Ginecobtetricos

Inicio de menarca _____ Regularidad _____

Gestaciones _____ Abortos _____ Cesarias _____

Padecimientos actuales

Padecimiento actual _____

Síntomas

Signos vitales

Temperatura _____ Pulso _____ TA _____

Exploración física

Cabello _____ Cara _____ ojos _____ Labios _____ Dentadura _____

Piel_____uñas_____
Diagnostico_____

Antropometría

Peso actual_____Peso habitual_____
Talla_____C. cintura_____C. cadera_____C. Abdomen_____
C. muñeca_____PCT_____PCB_____PCSE_____PCSI_____CMB_____

Diagnostico Antropométrico

IMC_____PI_____PC_____Rango de Peso saludable_____
Complexion_____ICC_____ % PI_____ % PH_____AMB_____
%Grasa corporal total_____grasa corporal Kg_____MMT_____ % Cambio de peso_____

Datos bioquímicos

Antecedentes dietéticos

Su apetito es: () Bueno () moderado () pobre
Cuántas comidas realiza al día? _____
Regularmente donde come? _____
Con quien come? _____
Quien prepara los alimentos? _____
Como prepara los alimentos?: (puede elegir más de una opción)
() Asados () fritos () a vapor () guisados () a la plancha () Empanizados
Agrega sal a la comida ya preparada? () SI () NO
Qué grasa utilizan en casa para preparar su comida:
() Margarina () Aceite vegetal () Manteca () ☐ Mantequilla
Acostumbra comer a la misma hora diariamente?
() SI () NO () Solo de lunes a viernes
Acostumbra saltarse comidas? () SI () NO () Algunas veces
Acostumbra comer entre comidas? () SI () NO
Que tipo de alimentos? _____
A que hora siente más apetito? _____
Alimentos que le ocasionan intolerancia o malestar: _____
Alimentos que no le agradan o no acostumbra comer: _____
Alimentos que más le apetecen: _____
Tiene alergia a algún alimento? _____
Su consumo varía cuando está triste, nervioso o ansioso: () SI () NO
Ha modificado su alimentación en los últimos 6 meses (trabajo, estudio, o actividad)
() SI () NO Porque _____
Toma algún suplemento / complemento:
() SI () NOCuál _____Dosis_____

Ha llevado alguna dieta especial: () SI () NO Qué tipo de dieta _____

Ha utilizado medicamentos para bajar de peso () SI () NO Cuáles _____

Cantidad de líquidos que consume al día: _____

Agrega azúcar, sustituto de azúcar, crema o leche a sus bebidas?: SI () NO ()

Consume alcohol () SI () NO

Frecuencia de consumo de Alimentos

GRUPO DE ALIMENTO	DIARIO	SEMANAL	QUINCENAL	ALIMENTOS
Verduras				
Frutas				
Cereales				
Cereales c/grasa				
Leguminosas				
Carnes rojas				
Carnes blancas				
Huevo				
Embutidos				
Lácteos				
Grasas				
Azúcares				

Recordatorio de 24 horas

	Horario	Alimentos	Cantidad	Porcion	PT	LIP	CHO
Desayuno							
Colación							
Comida							
Colación							
Cena							

Total gr							
Total kcal							
Porcentajes							

Actividad Física

Tipo _____ Duración _____ veces por semana _____
 Lo practica desde _____
 Imposibilidad de realizar algún tipo de AF _____
 Malestar Durante o después del ejercicio _____

VALORACION NUTRICIONAL GENERAL

PLAN NUTRICIONAL

Tipo de dieta _____
 Actividad Física recomendada _____

Calculo Dietético

HB (M): $665.1 + (9.56 * P \text{ KG}) + (1.85 * T \text{ CM}) - (4.68 * E \text{ E})$

HB(H): $66.5 + (13.75 * P \text{ KG}) + (5.08 * T \text{ CM}) - (6.78 * E \text{ E})$

GEB _____

ETA _____

AF _____

GET _____

	GRAMOS	CALORIAS	PORCENTAJES
PROTEINAS			
GRASAS			
HCO			
TOTAL			

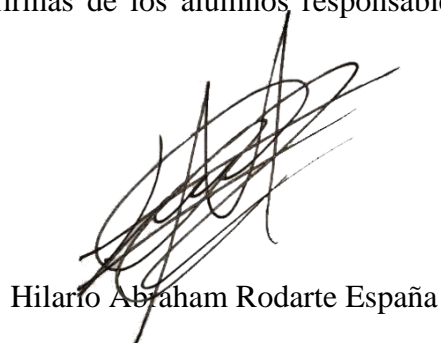
OBSERVACIONES:

Firmas.

En esta sección se mostrarán los nombres y las firmas de los alumnos responsables del desarrollo del proyecto de Trabajo Terminal.



Montserrat Silva Cordero.



Hilario Abraham Rodarte España

Autorización.

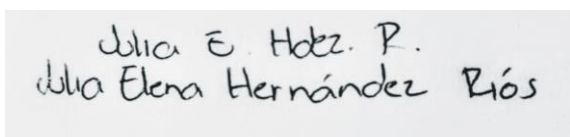
Por medio del presente autorizo la impresión y distribución del presente protocolo, toda vez que lo he leído, comprendido en su totalidad, y estar de acuerdo con su desarrollo.

Atentamente;



M.H.P.E.-T.E. Héctor Alejandro Acuña Cid

Director del proyecto de TT



Julia E. Hdez. R.
Julia Elena Hernández Ríos

M.I.S. Julia Elena Hernández Ríos

Curriculum Vitae del director y los asesores del proyecto de TT.

Héctor Alejandro Acuña Cid

Ingeniería en Computación

Maestría en Humanidades y Procesos Educativos: Tecnología Educativa

DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Domicilio: Priv Espinela 49, Fracc Mina Azul Guadalupe Zacatecas CP 98506

Sexo: Masculino

CURP: AUCH860430HJCCDC03

Teléfono casa: 4379540144

RFC: AUCH860430BT0

Teléfono celular: 4921249947

CORREO ELECTRÓNICO:
ic.alejandro.acuna@gmail.com

Estado Civil: Soltero

ANTECEDENTES ACADÉMICOS	
<u>Universidad Autónoma de Zacatecas</u>	2004-2009
Ingeniería en Computación	9.02
<u>Universidad Autónoma de Zacatecas</u>	2011-2013
Maestría en Humanidades y Procesos Educativos: Tecnología Educativa	9.82

OBJETIVO PROFESIONAL

Trabajar en una institución educativa de renombre que me permita crecer de manera personal y profesional, para poder explotar todas mis capacidades

ANTECEDENTES LABORALES	
<u>Instituto Politécnico Nacional - UPIIZ</u>	Agosto/2013 – Actual
<u>Docente</u> Docencia, investigación Soy docente de las Ingenierías en Sistemas Computacionales, Mecatrónica, Alimentos y Ambiental en las materias de programación	
<u>Universidad Autónoma de Zacatecas</u>	Enero/2010 – Actual
<u>Docente</u> Docencia e investigación Docente de programación en Ingeniería Civil, de informática en las Licenciaturas en Nutrición y en Enfermería	
<u>Computerland de Occidente SA de CV</u>	Agosto/2009 – Enero /2010
<u>Gerente en Software Educativo</u> Análisis comercial y técnica de los diferentes sistemas que se incorporan al portafolio de ventas. Capacitación técnica a los vendedores de los diferentes sistemas.	
<u>Soluciones Profesionales para Integración de Negocios S.A. de C.V.</u>	Octubre/2008 – Julio /2009
<u>Gerente de servicios</u>	

Programación de las interfaces en las diferentes campañas que se desarrollaron en el call center de la empresa. Soporte y mantenimiento al equipo del centro de trabajo. Administrador del Servidor Asterisk, así como de los diferentes servicios que la empresa ofrecía	
---	--

HABILIDADES Y CAPACIDADES			
Trabajar en equipo	Trabajo bajo estrés	Compañerismo	Responsable
Comprometido			

EXPERIENCIA DOCENTE	
<u>Instituto Politécnico Nacional</u> Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería Campus Zacatecas	Agosto/2013 – Actual
<ul style="list-style-type: none"> • Ingeniería en Sistemas Computacionales <ul style="list-style-type: none"> ○ Programación Orientada a Objetos. ○ Web Development Applications. ○ Tecnologías para la Web ○ Redes de Computadoras ○ Algoritmia y Programación Estructurada ○ Teoría de Comunicaciones y Señales ○ Trabajo Terminal • Ingeniería en Mecatrónica <ul style="list-style-type: none"> ○ Introducción a la Programación ○ Programación Avanzada ○ Sistemas Operativos en Tiempo Real. ○ Herramientas Computacionales • Ingeniería en Alimentos <ul style="list-style-type: none"> ○ Taller de Programación • Ingeniería Ambiental <ul style="list-style-type: none"> ○ Taller de Programación 	

<p><u>Universidad Autónoma de Zacatecas</u></p> <p>Unidad Académica de Enfermería</p> <ul style="list-style-type: none"> • Licenciatura en Nutrición Campus Zacatecas. <ul style="list-style-type: none"> ○ Informática • Licenciatura en Nutrición Campus Sur Tlaltenango. <ul style="list-style-type: none"> ○ Informática • Especialidad de Enfermería Quirúrgica. <ul style="list-style-type: none"> ○ Informática Aplicada a la Investigación <p>Unidad Académica de Ingeniería</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ingeniería Civil. <ul style="list-style-type: none"> ○ Computación I ○ Computación II ○ Responsable de Centro de Computo de Ingeniería Civil <ul style="list-style-type: none"> ▪ (Agosto 2014 – Actual) 	<p>Enero /2010 – Actual</p>
---	-----------------------------

EXPERIENCIA EN INVESTIGACIÓN	
<u>Instituto Politécnico Nacional - UPIIZ</u>	Enero /2015 – 2016
Responsable del estudio: “Estudio y diseño de una Herramienta tecnológica educativa para el fomento y divulgación de la cultura y cuidado del medio ambiente”	
<u>Instituto Politécnico Nacional – UPIIZ / Universidad Autónoma de Zacatecas</u>	Octubre/2014 – 2016
Responsable del estudio: “Desarrollo de un sistema para la gestión de la consulta clínica en nutrición”	
<u>Universidad Autónoma de Zacatecas</u>	Agosto/2011 – Julio/2013
Responsable del estudio: “Desarrollo de una aplicación móvil multiplataforma que coadyuve al aprendizaje de las ciencias morfológicas en estudiantes de licenciatura”	

PUBLICACIONES Y PRESENTACIONES A CONGRESOS	
Autor(es): Perez-Martinez, Acuña Cid, Luna-Pacheco	“El uso de las TIC’S para la educación en los alumnos del área de ciencias de la salud de la Universidad Autónoma de Zacatecas: la WEB 2.0”. Diferentes Perspectivas y posibles soluciones para la crisis en América Latina; Zacatecas, México: 2013. ISBN: 978-607-8056-26-2

OTROS ANTECEDENTES

Certificación del examen TOELF, obteniendo 447 puntos en el 2013.		
Paquete Microsoft Office. AutoCad. Linux, distribución Ubuntu, Debian. Visual Basic .Net. Borland C	Paquete Macromedia. MatLab PHP, JS Unity Appacelerator Studio	IOS Android Latex PhoneGap SPSS

REFERENCIAS LABORALES Y PERSONALES
<p><i>María Stephanie Cid Gallegos, Licenciada en Nutrición</i></p> <p><i>Docente-Investigador, UAZ</i></p> <p>Información de contacto: 4371050121</p>
<p><i>Roberto Alejandro Barraza Trejo, Ingeniero en Sistemas Computacionales</i></p> <p><i>Docente, IPN-UPIIZ</i></p> <p>Información de contacto: 4921249202</p>

Héctor Alejandro Acuña Cid

I.S.C. JULIA ELENA HERNÁNDEZ RÍOS

Información Personal

Estado Civil: Casada
Edad: 39 años
Lugar de Nacimiento: Río Grande, Zacatecas.
CURP: HERJ801011MZSRSL09
Domicilio: Privada Azul #60, Fracc. Mina Azul, Guadalupe, Zac.
C.P. 98605
Celular: (044) 492 492 2462
Correo electrónico: julia_elenah@hotmail.com

Educación

[1999-2003] Instituto Tecnológico de Zacatecas
Ingeniería en Sistemas Computacionales
Documento Obtenido: Diploma, Carta de Pasante y Título.

[2011- 2013] Centro de Investigación en Matemáticas, A. C. – Unidad Zacatecas
(CIMAT Zacatecas)
Maestría en Ingeniería de Software
Documento Obtenido: Título

Idiomas

[1998-1999] Inglés
Universidad Autónoma de Zacatecas, Depto., del Centro de Idiomas
Obtención: Constancia

[2013] Inglés TOEFL ITP con puntuación de 633

Trabajos

Embajada de Bolivia en México

Paseo de la Reforma No. 45, 4 Piso, Col. Tabacalera, México, D. F.

Jefe inmediato: Embajador Guido Capra Jemio

Periodo: Junio de 2004 a Noviembre de 2004

Actividades desarrolladas:

Diseño de Páginas Web
Mantenimiento Correctivo y Preventivo de Computadoras
Configuración y Administración de la Red

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)

Providencia 334, 5to Piso, Col. Del Valle, México, D.F.

Jefe inmediato: Ing. Emilio Morales Torres

Periodo: Septiembre 2004 – Julio 2006

Actividades desarrolladas:

- Desarrollo de Software en Visual Basic Studio
- Desarrollo Páginas ASP
- Manejo de Bases de Datos en Access
- Manejo de Bases de Datos Lotus
- Soporte Técnico

Omega Direct Response. Connexmex, S.A. de C.V.

Av. Lago de la Encantada 212, Fracc. Lomas del Lago, Zacatecas, Zac.

Jefe Inmediato: Rosario Canas

Periodo: Marzo 2007 – Julio 2007

Actividades desarrolladas:

- Responsable de las actividades asignadas para cada campaña
- Responsable del seguimiento de cada uno de los representantes de ventas
- Mantener un alto nivel de conocimiento sobre las campañas asignadas
- Monitorear y dirigir a los representantes de ventas para asegurar un alto nivel de calidad y desempeño

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)

Providencia 334, 5to Piso, Col. Del Valle, México, D.F.

Jefe inmediato: Ing. Emilio Morales Torres

Periodo: Junio 2007 – Septiembre 2007

Actividades desarrolladas:

- Desarrollo de Software en Visual Basic Studio
- Desarrollo Páginas ASP
- Manejo de Bases de Datos en Access
- Manejo de Bases de Datos Lotus
- Soporte Técnico

T.I. Consulting, S.C.

Calzada de los Deportes 104, Col. Residencial del Valle, Zacatecas, Zacatecas.

Jefe inmediato: Lic. Eduardo Chávez Olguín

Periodo: Febrero 2008 – Agosto 2011

Actividades desarrolladas:

- Diseño de reportes con la herramienta Eclipse SDK

Manejo de bases de datos en Aqua Data Studio
Análisis y levantamiento de requerimientos de sistemas
Testeo de sistemas
Líder de proyecto
Responsable de gestión de proyectos

Universidad Tecnológica del Estado de Zacatecas (UTEZ)

Km 5 Carr. Zacatecas - Ciudad Cuauhtémoc Ejido Cieneguitas, Gpe., Zac., C.P. 98601

Jefe inmediato: M.A.D. Claudia Verónica Chávez Corona. Directora de la Carrera de Tecnologías de la Información y Comunicación

Periodo: Enero 2012 – Mayo 2013

Actividades desarrolladas:

Docente de las asignaturas: Base de datos para aplicaciones; Desarrollo de aplicaciones web, Desarrollo de aplicaciones móviles.

Instituto Politécnico Nacional

Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería Campus Zacatecas (UPIIZ-IPN)

Boulevard del Bosque S/N, Ejido la Escondida, Colonia Ciudad Administrativa, Zacatecas, Zac., C.P. 98160

Jefe inmediato: M. en C. Fernando Olivera Domingo. Jefe del Depto. de Formación Profesional Genérica

Periodo: Agosto 2013 – A la fecha

Actividades desarrolladas:

Docente de las asignaturas: Ingeniería de software, Sistemas operativos, Sistemas operativos en tiempo real, Análisis y diseño orientado a objetos, Bases de datos, Tópicos selectos de bases de datos, Minería de datos.

Diplomas, Reconocimientos y Constancias

[1998]

- Participación en el Curso Tutorial Windows 95

Lugar: Instituto Tecnológico de Zacatecas, Zacatecas, Zac.

Duración: 10 Horas

Obtención: Diploma

[1999]

- Participación en el VII Concurso Nacional de Ciencias Básicas Fase Local

Lugar: Instituto Tecnológico de Zacatecas, Zacatecas, Zac.

Obtención: Reconocimiento

- Participación en el 3er Simposium Internacional de Sistemas Computacionales e Informática

Lugar: Teatro Calderón, Zacatecas, Zac.

Duración: 30 Horas

Obtención: Diploma

- Participación en el Comité Organizador del XIV Concurso Nacional de Creatividad en su Fase Regional Zona III

Lugar: Instituto Tecnológico de Zacatecas, Zacatecas, Zac.

Obtención: Reconocimiento

[2000]

- Participación en el Comité Organizador del VII Evento Nacional de Ciencias Básicas

Lugar: Instituto Tecnológico de Zacatecas, Zacatecas, Zac.

Obtención: Reconocimiento

- Participación en el 4to. Simposium Internacional de Sistemas Computacionales e Informática

Lugar: Teatro Calderón, Zacatecas, Zac.

Duración: 30 Horas

Obtención: Diploma

[2001]

- Participación en el 5to. Simposium Internacional de Sistemas Computacionales e Informática

Lugar: Gimnasio del Instituto Tecnológico de Zacatecas, Zacatecas, Zac.

Duración: 30 Horas

Obtención: Diploma

- Participación del Evento Nacional de Creatividad Fase Local

Proyecto: Easy-Cyber

Lugar: Instituto Tecnológico de Zacatecas, Zacatecas, Zac.

Obtención: Reconocimiento

- Participación del Evento Nacional de Creatividad Fase Local

Proyecto: Easy-Cyber

Lugar: Instituto Tecnológico de Zacatecas, Zacatecas, Zac.

Obtención: Segundo Lugar

- Participación en Evento Nacional de Creatividad Fase Regional Zona III
Proyecto: Easy-Cyber
Lugar: Instituto Tecnológico de Durango, Victoria de Durango, Dgo.
Obtención: Reconocimiento

[2003]

- Participación en el 6to. Simposium Internacional de Sistemas Computacionales e Informática
Lugar: Teatro Ramón López Velarde, Zacatecas, Zac.
Duración: 30 Horas
Obtención: Diploma
- Por el excelente desempeño académico y obtener el más alto promedio en el ciclo electivo 2002-2003
Obtención: Reconocimiento

[2013]

- Participación en el taller Sala de Juegos Digitales “El Universo y el agua para niños”

[2014]

- Acreditación del taller: Técnicas de Innovación Sistemática de la Metodología TRIZ: Definición y Análisis de Problemas
Lugar: IPN-UPIIZ
Duración: 40 horas
Obtención: Constancia
- Participación en el congreso SG Virtual Conference, 6ta edición
Obtención: Reconocimiento

[2016]

- Android Certified Professional
Obtención: Certificado

[2017]

- Asistencia al Congreso Internacional en Mejora de Procesos de Software CIMPS 2017
Lugar: Zacatecas, Zacatecas, México
Obtención: Constancia

- Participación con el trabajo Aplicación de guía y rastreo para personas con discapacidad visual
Lugar: Ciudad de México
Obtención: Diploma
- Participación con la presentación del tema denominado “Give me a ride: Aplicación móvil de ridesharing dinámico” en el Symposium Multidisciplinario de Proyectos de Investigación Relacionados con el sector minero
Lugar: IPN-UPIIZ
Obtención: Reconocimiento
- Acreditación del curso “Actualización en el diseño y programación de páginas web”
Lugar: IPN-UPIIZ

Duración: 40 horas

Obtención: Constancia

[2018]

- Acreditación del taller: Moodle como herramienta para la docencia
Duración: 50 horas
Obtención: Constancia
- Curso en línea: “Prevención en materia de delitos electorales y equidad en la contienda”
Duración: 10 horas
Obtención: Constancia
- Curso “Introducción al estándar ISO/IEC29110
Duración: 40 horas
Obtención: Constancia