



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Odontología

Escuela Profesional de Odontología

**Grado de distorsión de cuatro técnicas de calibración
de fotografías digitales para el análisis facial en
ortodoncia**

TESIS

Para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

AUTOR

Kelly María TORRES RAMIREZ

ASESOR

Mg. Hugo Javier LUQUE LUQUE

Lima, Perú

2023



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Torres K. Grado de distorsión de cuatro técnicas de calibración de fotografías digitales para el análisis facial en ortodoncia [Tesis de pregrado]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Odontología, Escuela Profesional de Odontología; 2023.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Kelly María Torres Ramirez
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	74440880
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0007-7853-0684
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Hugo Javier Luque Luque
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41553979
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-9141-4118
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Luciano Carlos Soldevilla Galarza
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	08757896
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	María del Pilar Gamarra Contreras
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	10771337
Datos de investigación	
Línea de investigación	No aplica.
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	No aplica
Ubicación geográfica de la investigación	Edificio: Centro de Imágenes (CEIOP) País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: Ate Urbanización: Sicuani, Salamanca Calle: Av. Michael Faraday 212

	Latitud: -12.06728 Longitud: -76.97864
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2021-2022
URL de disciplinas OCDE	Odontología, Cirugía oral, Medicina oral https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#3.02.14

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMERICA)
FACULTAD DE ODONTOLOGIA
VICE DECANATO ACADÉMICO
UNIDAD DE ASESORÍA Y ORIENTACIÓN DEL ESTUDIANTE
(AYOE)

"Año de la unidad, la Paz y el desarrollo"

A C T A DE SUSTENTACIÓN

PRESENCIAL N°009

Los Docentes que suscriben, reunidos el 03 de abril del 2023 en la ciudad de Lima, siendo las 11:00 horas, por encargo del Señor Decano de la Facultad, con el objeto de constituir el Jurado de Sustentación para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista de la Bachiller:

TORRES RAMIREZ, KELLY MARÍA

CERTIFICAN:

Que, luego de la Sustentación de la Tesis «**GRADO DE DISTORSIÓN DE CUATRO TÉCNICAS DE CALIBRACIÓN DE FOTOGRAFÍAS DIGITALES PARA EL ANÁLISIS FACIAL EN ORTODONCIA**» y habiendo absuelto las preguntas formuladas, demostró un grado de aprovechamiento: *Sobresaliente*

siendo calificado con un promedio de: ... *diecinueve* (escala) *19*
(en letras) (en números)

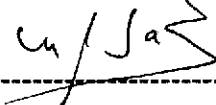
En tal virtud, firmamos en la Ciudad Universitaria, a los tres días del mes de abril del dos mil veintitrés.

PRESIDENTE DEL JURADO



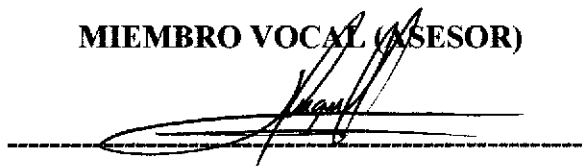
Mg. Esp. Luciano Carlos Soldevilla Galarza

MIEMBRO SECRETARIO



Mg. María del Pilar Gamarra Contreras

MIEMBRO VOCAL (ASESOR)



Mg. Esp. Hugo Javier Luque Luque

Escala de calificación: Grado de Aprovechamiento:
Sobresaliente (18-20), Bueno (15-17), Regular (12-14), Desaprobado (11 ó menos)
Criterios: Originalidad, Exposición, Dominio del Tema, Respuestas.



INFORME DE EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD

1. AUTORIDAD ACADÉMICA QUE EMITE EL INFORME DE ORIGINALIDAD

Directora de la Escuela Profesional de Odontología

2. APELLIDOS Y NOMBRES DE LA AUTORIDAD ACADÉMICA

Dra. Doris Elizabeth Salcedo Moncada

3. OPERADOR DEL PROGRAMA INFORMÁTICO DE SIMILITUDES

Marianella Morales Valdivieso

4. DOCUMENTO EVALUADO

GRADO DE DISTORSIÓN DE CUATRO TÉCNICAS DE CALIBRACIÓN DE FOTOGRAFÍAS DIGITALES PARA EL ANÁLISIS FACIAL EN ORTODONCIA

5. AUTOR DEL DOCUMENTO

Kelly María Torres Ramirez

6. FECHA DE RECEPCIÓN DE DOCUMENTO

28/02/2023

7. FECHA DE APLICACIÓN DEL PROGRAMA INFORMÁTICO DE SIMILITUDES

28/02/2023

8. SOFTWARE UTILIZADO

- Turnitin

9. CONFIGURACIÓN DEL PROGRAMA DETECTOR DE SIMILITUDES

- Excluye textos entrecomillados
- Excluye bibliografía
- Excluye cadenas menores a 40 palabras

10. PORCENTAJE DE SIMILITUDES SEGÚN PROGRAMA DETECTOR DE SIMILITUDES

4%

11. FUENTES ORIGINALES DE LAS SIMILITUDES ENCONTRADAS*

12. OBSERVACIONES

13. CALIFICACIÓN DE ORIGINALIDAD

- Documento cumple criterios de originalidad, sin observaciones
- Documento cumple criterios de originalidad, con observaciones
- Documento no cumple criterios de originalidad

14. FECHA DEL INFORME

01/03/2023



Firmado digitalmente por SALCEDO
MONCADA, Doris Elizabeth FAU
20148092282 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 01.03.2023 12:30:23 -05:00

FIRMA DEL EVALUADOR

DEDICATORIA

A Juana, mi madre, por su amor incondicional, fortaleza y ser mi mayor motivación a luchar por mis metas.

A Pedro, mi padre, por sus sabios consejos en momentos claves de mi vida.

A Katia, Cristian, Eduardo y Melissa que con su amor, ocurrencias y lealtad hacen que mis días sean más divertidos.

A Edy, mi segunda madre, por su apoyo y amor que me brinda día a día.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por nunca abandonarme, bendecirme y guiarme en todos estos años de vida.

A mi asesor, el Mg. Esp. Hugo Javier Luque Luque, docente de ortodoncia de la Facultad de Odontología de la UNMSM, que creyó en mí, me aconsejó y brindó su tiempo valioso en este largo proceso.

A Frank por su apoyo y búsqueda de mi bienestar en todo aspecto y ser parte importante durante la ejecución de esta investigación.

A mis jurados el Mg. Esp. Luciano Carlos Soldevilla Galarza y la Mg. Esp. María del Pilar Gamarra Contreras por los aportes y sugerencias brindadas en este trabajo de investigación.

A la Facultad de Odontología de la Universidad Mayor de San Marcos por brindarme los conocimientos y herramientas para desempeñarme en esta profesión humana.

RESUMEN

En la actualidad las fotografías son usadas para realizar diferentes análisis métricas y requieren ser calibradas previamente con la mayor precisión posible. **Objetivo:** El objetivo fue determinar y comparar el grado de distorsión de cuatro técnicas de calibración de fotografías digitales para el análisis facial en ortodoncia en pacientes.

Método: El estudio incluyó a 102 pacientes que acudieron a un consultorio odontológico privado en el año 2022. Se registró medidas reales (distancia intercantal externo del ojo y la distancia canto externo del ojo derecho-comisura labial derecho) en el paciente. Se realizó el registro fotográfico extraoral y se utilizó el programa FACAD versión 3.12 para realizar las mismas mediciones. Previamente, las fotografías fueron calibradas utilizando cuatro referencias: la longitud del labio superior, cuadrícula de 2x2cm en la pared, cuadrícula 1x1cm a nivel del hombro y cinta métrica en la frente del paciente.

Resultados: Las medidas obtenidas en las fotografías fueron comparadas con las medidas reales para obtener el grado de distorsión. La mayor distorsión se presentó en las imágenes calibradas con cuadrícula en la pared con un 19,1% de distorsión horizontal y 20,59% de distorsión vertical. La menor distorsión se logró calibrando con la cinta métrica en la frente con 1,27% y 2,14% horizontal y vertical respectivamente. Al comparar los grupos de estudio con las medidas reales, sólo las medidas fotográficas obtenidas de la calibración con la cinta métrica en la frente no presentaron diferencias significativas. **Conclusiones:** Todas las técnicas de calibración presentaron un grado de distorsión, siendo la cinta métrica la más recomendada para su uso clínico.

Palabras clave: Fotografía dental, ortodoncia, calibración

ABSTRACT

Currently, photographs are used to perform different metric analyzes and require prior calibration with the highest possible precision. Objective: The objective was to determine and compare the degree of distortion of four calibration techniques of digital photographs for facial analysis in orthodontics in patients. Method: The study included 102 patients who attended a private dental office in the year 2022. Real measurements (external intercantal distance of the eye and the distance external canthus of the right eye-right labial commissure) were recorded in the patient. The extraoral photographic record was made and the FACAD version 3.12 program was used to carry out the same measurements. Previously, the photographs were calibrated using four references: the length of the upper lip, a 2x2cm grid on the wall, a 1x1cm grid at shoulder level, and a tape measure on the patient's forehead. Results: The measurements obtained in the photographs were compared with the real measurements to obtain the degree of distortion. The highest distortion occurred in the images calibrated with the grid on the wall, with 19.1% horizontal distortion and 20.59% vertical distortion. The least distortion was achieved by calibrating with the tape measure on the forehead with 1.27% and 2.14% horizontal and vertical respectively. When comparing the study groups with the real measurements, only the photographic measurements obtained from the calibration with the tape measure on the forehead did not present significant differences. Conclusions: All the calibration techniques presented a degree of distortion, the tape measure being the most recommended for clinical use.

Keywords: Dental photography, orthodontics, calibration

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	11
II. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	12
2.1. ÁREA PROBLEMA.....	12
2.2. DELIMITACIÓN.....	12
2.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	14
2.4. OBJETIVOS.....	14
2.4.1. GENERAL.....	14
2.4.2. ESPECÍFICOS:.....	14
2.5. JUSTIFICACIÓN.....	15
2.5.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA.....	15
2.5.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA.....	15
2.6. LIMITACIONES.....	16
III. MARCO TEÓRICO.....	16
3.1. ANTECEDENTES.....	16
3.1.1. NACIONALES.....	16
3.1.2. INTERNACIONALES.....	17
3.2. BASES TEÓRICAS.....	18
3.2.1. FOTOGRAFÍA EN ODONTOLOGÍA.....	18
3.2.2. DISTORSIÓN DE IMÁGENES.....	25
3.2.3. CALIBRACIÓN DE IMÁGENES.....	25
3.2.4. ANÁLISIS FACIAL.....	26
3.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.....	35
3.4. HIPÓTESIS Y VARIABLES:.....	36
3.4.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	36
3.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	36
3.4.3. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES.....	36
3.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	37
IV. METODOLOGÍA.....	38
4.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	38
4.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	39
4.2.1. POBLACIÓN.....	39
4.2.2. MUESTRA.....	39
4.2.3. SELECCIÓN DE MUESTRA:.....	40
4.2.4. CRITERIOS DE INCLUSIÓN.....	40
4.2.5. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN.....	40

4.3. PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICAS	40
4.3.1. TOMA DE IMÁGENES FOTOGRÁFICAS	40
4.3.2. EDICIÓN DE IMÁGENES FOTOGRÁFICAS	42
4.4. RECOLECCIÓN DE DATOS	43
4.4.1. ADQUISICIÓN DE MEDIDAS REALES	43
4.4.2. USO DEL PROGRAMA FACAD	43
4.4.3. CALIBRACIÓN DE IMÁGENES FOTOGRÁFICAS	44
4.4.4. MEDIDAS FOTOGRÁFICAS	47
4.4.5. CALIBRACIÓN	48
4.4.5.1. CALIBRACIÓN-INTRA OBSERVADOR	48
4.4.5.2. CALIBRACIÓN INTEROBSERVADOR	48
4.5. ANÁLISIS DE RESULTADO	49
4.6. CONSIDERACIONES ÉTICAS	49
V. RESULTADOS	51
VI. DISCUSIÓN	57
VII. CONCLUSIONES	60
VIII. RECOMENDACIONES	61
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
X. ANEXOS	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Distribución de la medida horizontal real CED-CEI y medida vertical real CED-CLD.	51
Tabla 2. Distribución de la medida horizontal CED-CEI y medida vertical CED-CLD obtenida con la técnica 1: longitud del labio superior.	51
Tabla 3. Distribución de la medida horizontal CED-CEI y medida vertical CED-CLD obtenida con la técnica 2: cuadrícula 2x2cm en la pared.	52
Tabla 4. Distribución de la medida horizontal CED-CEI y medida vertical CED-CLD obtenida con la técnica 3: cuadrícula 1x1cm a nivel del hombro.	52
Tabla 5. Distribución de la medida horizontal CED-CEI y medida vertical CED-CLD obtenida con la técnica 4: cinta métrica en la frente del paciente.	53
Tabla 6. Grado de distorsión horizontal y vertical en milímetros según la técnica utilizada.	54
Tabla 7. Grado de distorsión horizontal y vertical expresado en porcentaje según la técnica utilizada	55
Tabla 8. Comparación de las medidas reales con las medidas obtenidas de las cuatro técnicas.	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Primera fotografía. Le Gras (1826).	19
Figura 2. Foto de daguerrotipo (1837).	20
Figura 3. «Leica». Una de las primeras cámaras de bolsillo.	21
Figura 4.	23
Figura 5. Esquema del cuerpo de una cámara réflex demostrando la proyección de la imagen hasta el visor.	24
Figura 6. Contorno y asimetría facial. Puente nasal (Pn), Filtrum (F).	29
Figura 7. Nivelación facial.	30
Figura 8. Simetría facial. Puente nasal (Pn), Filtrum (F).	31
Figura 9. Tercio inferior.	32
Figura 10. Puntos y planos de referencia según Legan y Burstone.	33
Figura N°11. Ambiente y equipo fotográfico.	41
Figura N°12: Entorno del programa FACAD.	44
Figura N°13: Calibración de la fotografía utilizando la longitud del labio.....	45
Figura N°14. Calibración de la fotografía utilizando una cuadrícula en la pared.	45
Figura N°15: Calibración de la fotografía utilizando una cuadrícula a nivel del hombro.	46
Figura N°16: Calibración de la fotografía utilizando una cinta métrica en la frente.	46

Figura N°17. Adquisición de medida horizontal a través del programa FACAD.	47
Figura N°18. Adquisición de medida vertical a través del programa FACAD.....	48
Figura N°19. Gráfico del promedio de la distancia CEI_CED según la técnica de calibración.	53
Figura N°20. Gráfico del promedio de la distancia CED_CLD según la técnica de calibración.	54
Figura N°21. Gráfico del grado de distorsión horizontal y vertical de las cuatro técnicas de calibración utilizada en fotografía digital.....	55

I. INTRODUCCIÓN

La fotografía digital es un examen auxiliar muy utilizado en ortodoncia, siendo, hoy en día, parte de la historia clínica. En ella se puede realizar diferentes análisis como herramienta fundamental del diagnóstico, planificación y tratamiento en ortopedia, ortodoncia y cirugía ortognática, ya que incluye fotografías tanto extraorales como intraorales. El análisis morfométrico del rostro puede realizarse en una fotografía extraoral y sobre la cual se realizan diferentes mediciones. Dichas mediciones incluyen medidas lineales, angulaciones y proporciones tanto en una vista frontal como lateral. Sin embargo, realizar las mediciones lineales en las fotografías no reflejarían las medidas reales del paciente generando errores en la información numérica y, por ende, de su interpretación cualitativa. Una distorsión alta podría invalidar las mediciones realizadas en la fotografía y generar errores significativos, por lo cual debe evitarse.

La distorsión puede ser definida como la diferencia entre la medida real y la medida obtenida en las fotografías. La distorsión en imágenes digitales puede expresarse en el plano horizontal y vertical. Muchos factores pueden influenciar a la distorsión como el lente u objetivo, el sensor de imagen, la distancia sujeto-cámara, la técnica de calibración, entre otros.

La técnica de calibración de la imagen fotográfica permite establecer una proporción lo más cercano a la medida real; entre ellas podemos mencionar el uso de la longitud del labio superior, una referencia métrica en la pared o en otra región del cuerpo; sin embargo, se desconoce que técnica es la más precisa y que presente el menor grado de distorsión.

Existen escasos estudios previos en ortodoncia que evalúe el grado de distorsión en relación a la técnica de calibración fotográfica, es por ello, que el presente estudio busca evaluar el grado de distorsión de diferentes técnicas de calibración fotográfica para el análisis facial en ortodoncia.

II. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. AREA PROBLEMA

La fotografía como tal es utilizada en toda la odontología, así como en otras áreas, no sólo como registro, sino también para realizar diferentes análisis como el análisis facial en ortodoncia. La gran dificultad que se tiene es la calibración de la imagen que permita realizar mediciones directamente en la imagen, entre ellas se incluye medidas lineales y angulares. Una correcta calibración permite profundizar el diagnóstico y plan de tratamiento de los pacientes, pero una mala calibración podría generar errores significativos. Estandarizar la calibración con la mayor precisión posible ayuda a disminuir el grado de distorsión, minimizar errores diagnósticos, ahorrar tiempo clínico y simplificar la atención del paciente. Para ello, se requiere de una medida de referencia lo más cercano al paciente que permita calibrar la imagen. Existe poca documentación en la literatura al respecto, que estudie la distorsión de imágenes fotográficas en relación a la técnica de calibración, por lo que no queda claro cuál sería la mejor técnica de calibración y con el menor grado de distorsión. Se presume que ninguna medida realizada en una fotografía llegará a coincidir 100% con la medida real; esto debido a que existe diferentes factores como el tipo de objetivo, el sensor, la distancia sujeto-cámara y posición de la cabeza, entre otros. Sin embargo, es una necesidad teórica y práctica conocer la técnica con menor distorsión que facilite su uso en la práctica clínica.

La distorsión puede expresarse en el plano horizontal y vertical, por lo que utilizar una referencia anatómica o una referencia extracraneal y determinar el grado de distorsión, es el propósito del presente trabajo de investigación.

2.2. DELIMITACIÓN

Las fotografías faciales, como herramienta auxiliar diagnóstica, adquieren gran importancia tanto como las radiografías cefalométricas.¹ El registro fotográfico inicial puede ser comparado con un registro de control y el registro final del tratamiento, por ello se requiere de un método de registro y calibración que sea replicable y estable en el tiempo con el menor grado de distorsión. Las técnicas de calibración hacen uso de una referencia métrica; sin embargo, no existe estudios previos que evalúen las referencias métricas para la calibración y se desconoce su grado de distorsión. Para establecer la línea vertical verdadera, se utiliza una cadena suspendida por gravedad en la pared, entonces ¿por qué no utilizar una referencia en la pared para poder calibrar la imagen fotográfica? Si cambiamos la posición de la referencia métrica en relación al paciente, ¿variaría la distorsión? La necesidad de hacer mediciones en las imágenes fotográficas es indispensable, sobre todo cuando existe un desbalance facial significativo como es la asimetría facial, patrones faciales de Clase II y Clase III severos que requieran una cirugía ortognática o simplemente en casos de ortodoncia compensatoria. No existe dificultad para realizar medidas angulares o proporciones métricas en fotografías faciales; pero sí las hay en las medidas lineales.

Tanto en ortodoncia como en cirugía ortognática se realizan diagnósticos y tratamientos milimétricos, siendo las medidas faciales un aspecto complejo de medir. Agréguese la dificultad o falta de calibración fotográfica, las mediciones pre y post tratamiento no reflejarían datos precisos. Conocer una técnica de calibración con el menor grado de distorsión contribuiría a mejorar, sin duda, la práctica clínica. Una técnica de calibración es utilizar la longitud del labio superior (Sn-Stm superior); en cambio, existen otras como utilizar una cuadrícula en la pared, una cuadrícula a nivel del hombro o una cinta métrica en la frente del paciente. Determinar el grado

de distorsión de cada una de ellas, es el propósito del presente trabajo de investigación.

2.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es el grado de distorsión de cuatro técnicas de calibración de fotografías digitales para el análisis facial en ortodoncia?

2.4. OBJETIVOS

2.4.1. GENERAL

Determinar el grado de distorsión de cuatro técnicas de calibración de fotografías digitales para el análisis facial en ortodoncia en pacientes.

2.4.2. ESPECÍFICOS:

- Determinar la medida real horizontal (Distancia intercantal externo del ojo) y medida real vertical (Canto externo del ojo-comisura labial) en pacientes.
- Determinar la medida horizontal y vertical obtenidas en fotografías calibradas con la longitud del labio superior, con una cuadrícula en la pared, con una cuadrícula a nivel del hombro y con una cinta métrica en la frente.
- Determinar y comparar el grado de distorsión horizontal y vertical comparando las medidas reales del paciente con las medidas obtenidas en las fotografías en cada técnica de calibración.

2.5. JUSTIFICACIÓN

2.5.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

Las imágenes fotográficas digitales son, hoy en día, una herramienta auxiliar para la evaluación y planeación de tratamiento en odontología. Particularmente en ortodoncia se realiza análisis facial profundo, dado que se puede modificar el perfil del paciente, así como proporciones de cara. Desde el punto de vista teórico, se desconoce de una técnica de calibración fiable, así como su grado de distorsión. El presente trabajo de investigación planteó cuatro técnicas de calibración fotográfica que se diferencian entre sí por la referencia métrica que utiliza. Existe escasos estudios previos que evalúen estas técnicas de calibración.

2.5.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

Desde el punto de vista práctico, la técnica de calibración fotográfica es un procedimiento que el odontólogo general o el especialista realiza para poder determinar mediciones directamente en la imagen fotográfica, así como parte del registro de la historia clínica. Por ende, conocer una técnica de calibración con el menor grado de distorsión ayudará a mejorar la práctica odontológica, realizar mediciones lineales en la fotografía con la mayor precisión y sin necesidad de realizarlo directamente en el paciente ahorrando tiempo en la consulta, manteniendo el distanciamiento y menor exposición al coronavirus. Desde el punto de vista clínico, las fotografías son también utilizadas durante el tratamiento odontológico como registro de evolución y final del tratamiento; contribuirá a estandarizar la técnica de calibración fotográfica, la actividad clínica también se beneficiará con la técnica de calibración fotográfica. Socialmente, el presente trabajo de investigación busca generar un impacto en el diagnóstico y tratamiento de todos los pacientes atendidos por toda la

comunidad odontológica estudiantil de pre y posgrado, odontólogos generales y especialistas.

2.6. LIMITACIONES

Escasos estudios de investigación en población peruana.

III. MARCO TEÓRICO

3.1. ANTECEDENTES

3.1.1. NACIONALES

Ypanaque L. y col (2015), evaluaron y compararon 3 técnicas de calibración fotográfica, se seleccionaron a 32 alumnos de posgrado de la UNMSM que luego fueron fotografiados en posición natural de la cabeza, usaron una cámara Canon Rebel T5 con lente macro 100mm. En la primera técnica utilizaron la longitud del labio superior (LLS), en la segunda usaron una columna con cuadrado y en la tercera utilizaron 2 reglas de 30 cm. Después de la calibración de imágenes, tomaron 2 medidas una vertical (distancia canto externo-comisural) y una horizontal (distancia intercantal). Concluyeron que no existe diferencias significativas entre la medición clínica con la primera técnica (utilizando la longitud de labio superior) tanto la vertical como horizontal. (2)

Apolinario C. (2017), evaluó la relación de la posición sagital e inclinación del incisivo superior en la percepción de la sonrisa de perfil de ortodoncistas (grupo de profesionales de ortodoncia) y pacientes (grupo de no profesionales). Dentro del protocolo de fotografía utilizó fotografía de perfil y frontal con labios relajados en un ambiente donde se pudo controlar la iluminación, se usó fondo blanco y una cámara réflex de marca Nikon D5500 con un lente Tokina de 100mm compatible con la cámara, flash speedlite, softbox 60x60, controlador para flash, la cámara sobre un

trípode se ubicó a una distancia de 2.5m del objetivo y los softbox se colocó 45° en sentido al rostro del paciente. Se configuró la cámara en opción manual con una velocidad 1/125, apertura f/13 e ISO 100, siendo los ojos el punto de enfoque. Los pies del paciente se ubicaron a 50 cm de la pared, cabello recogido con posición natural de la cabeza (PNC) mirando al horizonte con las pupilas en el centro del ojo. Para impedir la falta de calidad de la imagen se guardó en formato RAW. Concluyó que la inclinación del incisivo superior y su posición sagital con la percepción estética de la sonrisa de perfil poseen una correlación positiva. Los profesionales de ortodoncia con una correlación moderada y muy bajo en el grupo de no profesionales (pacientes). (3)

3.1.2. INTERNACIONAL

Prakash A., Chitra P. (2017), presentaron 8 técnicas fotogramétricas sencillas que les permitieron evaluar fotografías digitales estandarizadas extraorales e intraorales con fines diagnósticos y planificación de tratamientos. Compararon 11 mediciones de fotografías laterales (9 lineales y 2 angulares) con mediciones análogas cefalométricas en 60 sujetos de entre 18 y 25 años con una edad media de 21 años y 6 meses. Se aplicó 8 técnicas fotogramétricas sobre fotografía estandarizada y se tomaron radiografías laterales digitales. Los registros fotográficos y radiográficos digitales de los 60 sujetos se cargaron en un programa de software Nemoceph 10.4.2. Los coeficientes de correlación intraclase (CCI) y los correspondientes intervalos de confianza (IC) del 95% de todos los parámetros mostraron que la fiabilidad de la técnica fotográfica era excelente. Se concluyó que las 8 técnicas fotogramétricas descritas aquí mostraron que la fotogrametría tiene diversas aplicaciones. Sin embargo, existe la necesidad de estandarizar las técnicas fotogramétricas, desarrollar múltiples análisis fotogramétricos para diferentes

necesidades y obtener valores medios para parámetros de diferentes poblaciones.

(4)

3.2. BASES TEÓRICAS

3.2.1. FOTOGRAFÍA EN ODONTOLOGÍA

Resulta importante el registro fotográfico de alta calidad ya que pueden ser una herramienta muy útil en los informes legales ayudando al alcance del problema clínico.

A. HISTORIA

Ha transcurrido siglos para pasar de una imagen reflejada, luego pintada al interior de una cámara oscura de Da Vinci hasta la imagen grabada permanentemente en un material fotosensible (peltre, papel, vidrio, celuloide, sensores electrónicos, etc.)⁵.

Se presume que el término fotografía fue usado originariamente por John Herachel en 1839 cuyo significado es «**escribir con luz**».

Joseph Nicephore Niépce, inventor de origen francés, es conocido como inventor y pionero en lograr la primera fotografía «convencional», usando sales minerales impregnadas en una placa peltre. Revestida de una sustancia (betún de judea), permitiendo que la imagen impresionada por la luz se mantenga endurecida, por otro lado, las partes que no quedaban grabadas eran solubles y se quitaban con aceite de lavanda y trementina (fotograbado)⁸.

Niépce toma la primera fotografía con 8 horas de exposición.



Figura N°1. Primera fotografía. Le Gras (1826).

Fuente: Salgado Montoya M. Manual de fotografía clínica para el odontólogo.

Caracas: AMOLCA; 2014.p. 16.

Posteriormente, se buscaba conseguir una sustancia que posibilite adherirse de manera permanente dicha imagen. A base de la sal común, Louis Daguerre creó un fijador, para después perfeccionarse con hiposulfito de sodio. Asimismo, creó la primera cámara comercializada en muchos lugares en muchos lugares del planeta que lleva por nombre: «Daguerrotipo». Esas cámaras originaban imágenes positivas imposibles de replicar⁸.



Figura N°2. Foto de daguerrotipo (1837).

Fuente: Salgado Montoya M. Manual de fotografía clínica para el odontólogo.

Caracas: AMOLCA; 2014.p. 17.

Más adelante por la necesidad de un negativo se pudiese replicar las veces que sea necesario se intentó lograr varias copias por imagen. Mas tarde se inventó el primer negativo por William Fox Talbot, se consiguió sobre una hoja de papel llamado "calotipo" proveniente del griego "kallos", con significado bello.

Ya en el siglo XX con el avance de la ciencia, reduciendo el modelo de una cámara para conseguir las cámaras de bolsillo, a su vez el negativo fue sustituido por uno de plástico. Esos perfeccionamiento acompañaron la obligación de registrar imágenes de las continuas guerras que identificaron al siglo anterior, dando origen a la fotografía de prensa⁸.



Figura N°3. «Leica». Una de las primeras cámaras de bolsillo.

Fuente: Salgado Montoya M. Manual de fotografía clínica para el odontólogo. Caracas: AMOLCA; 2014.p. 17.

La relevancia de la fotografía en los diarios y revistas ocasionaron el interés masivo de su compra, uno de los precursores en la especialidad de fotografía de prensa fue Robert Capa, estos diarios replicaban escenas de los conflictos, personajes y protagonistas de guerra. Periódicos igual que Le Monde en Francia o revistas por ejemplo Life en EUA, son el mayor modelo del logro de la fotografía en los medios de comunicación escritos⁵.

En 1980 predominó la fotografía analógica en el mercado fotográfico con un film o película de 35mm, iniciando su travesía por una novedosa manera de almacenar imágenes, mediante un elemento sensible llamado sensor que captaba la imagen positivándolo dentro de la cámara y quedado guardada en una tarjeta de almacenamiento. Pasando a la era de la foto digital.

B. CARACTERÍSTICAS

El píxel viene a ser la unidad básica de la cámara. La luz provoca diodos fotosensibles y estos emiten una señal eléctrica, para luego convertirse en código binario de esta manera podemos explicar su generación, concluyendo que dicha unidad posee un valor digital.

En sus inicios la cantidad de píxeles eran reducidos por lo tanto producían una imagen poco definida, ya que las primeras cámaras poseían baja capacidad de resolución. Stevens Sasson diseñó el primer prototipo de la cámara digital en 1975, en ese periodo la calidad o resolución fue 0,01 megapíxeles.

En la actualidad una característica de la cámara para que pueda obtener una excelente fotografía clínica debe contar con 10 megapíxeles hacia adelante, tomando en consideración la relación directa de la cantidad de píxeles y la resolución de la imagen⁵.

C. VENTAJAS DE LA FOTOGRAFÍA DIGITAL

- Visualización inmediata de las fotografías a diferencia de la fotografía analógica ya que el positivado se genera dentro de la cámara, permitiendo decidir cuales repetir y borrar.
- Menos riesgo a daños de manipulación.
- Permite enviar de manera inmediata de forma virtual.
- Permite incorporar imágenes a publicaciones o presentaciones.
- Permite almacenar grandes cantidades de fotografía en su tarjeta de memoria.
- Nos permite variar o configurar el ISO
- No hay necesidad del uso película ni revelado.



Figura N°4.

Fuente: El autor

D. CÁMARA

CÁMARA RÉFLEX

- Posee las siguientes características:
- Óptica intercambiable u objetivos intercambiables
- Su peso y tamaño es mayor en comparación con la cámara compacta.
- Mayor calidad de imagen.
- Diafragma mayor a 45.
- Más sensible al manipulador.

El visor proporciona una representación exacta de cada objeto a fotografiar, por lo tanto, dicha imagen observada por el fotógrafo es exactamente al que resultará luego de capturada la fotografía. El sistema de espejos dentro de la cámara, transfiere esta imagen del objetivo hasta el ocular⁵.

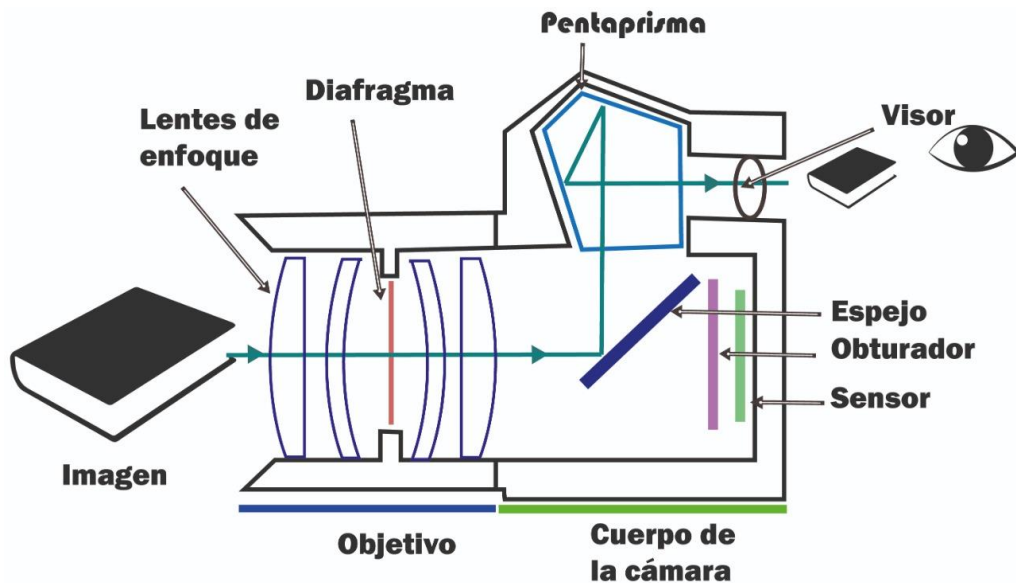


Figura N°5. Esquema del cuerpo de una cámara réflex demostrando la proyección de la imagen hasta el visor.

Fuente: El autor

Tenemos 2 tipos de obturador: el obturador de laminillas ubicándose dentro del objetivo, por otro lado, está el de plano focal se ubica dentro del cuerpo y frente al sensor, siendo muy usado (Figura N°5). Su principal función es posibilitar el acceso de la luz hasta el sensor en un momento preciso. El tiempo de exposición se representa en segundos y fracciones de la velocidad de obturación, con valores que ascienden los 1/15 segundos y esto puede complicar la estabilidad de la cámara por el dominio manual, la cual el trípode nos ayuda evitando que las fotografías aparezcan “movidas”. Incrementar los pasos de velocidad a 1/125 o 1/60, aseguramos la velocidad permitiéndonos usarlas en fotografía clínica⁵.

La sensibilidad ISO (Internacional Standar), hace referencia al grado de sensibilidad que está ajustado el sensor, sirve la para regular la exposición de luz del sensor, mientras más alta sea el ISO mayor será la sensibilidad por lo tanto el ruido y la luz que obtenga la imagen será mayor, por el contrario, a menor ISO la luz que obtenga la imagen será menor⁵.

En 2011 Manauta habla sobre la importancia de la fotografía moderna de herramienta de información, documentación, observación y estudio de color.

Hoy en día la fotografía cobra mayor importancia para el diagnóstico y procedimiento de planificación en cada tratamiento, siendo de bajo costo y menos sensible en comparación con otras técnicas. El cambio de paradigma hacia los tejidos blandos en la fotografía ha elevado su estatus en cuanto a la planificación del tratamiento⁶.

La fotografía permite al ortodoncista estudiar cuidadosamente los patrones de tejido blando en la etapa de planificación del tratamiento, evaluando la morfología y tonicidad de los labios, sonrisas, exposición dentaria^{7,8}.

3.2.2. DISTORSIÓN DE IMÁGENES

La distorsión en fotografía se puede considerar como una aberración óptica, deforma las líneas rectas en curvas. Dependiendo del objetivo existen 3 tipos de distorsión; el objetivo que no distorsiona la imagen se llama ortoscópica debido al diseño simétrico de este, el objetivo gran angular tiende a formar una distorsión en forma de barril y el teleobjetivo por el contrario tiende a formar una distorsión de acerico⁹.

3.2.3. CALIBRACIÓN DE IMÁGENES

Procedimiento por el cual se busca un método de obtener una medida de forma digital, lo más exacta posible con respecto a una medida real.

Se busca reconstruir los mismos parámetros en los cuales se ha llevado la digitalización de esta, para poder proporcionar las mediciones realizadas en la imagen a las realizadas en el objeto real. Como se da en el caso del programa FACAD, que se busca igualar la medida de la cuadrícula en la fotografía digital

con respecto a la medida real ya conocida, para poder usarla como medio de análisis¹⁰.

3.2.3.1. INSTRUMENTACIÓN DE MEDICIÓN MANUAL

A. Vernier (Pie de rey)

Instrumento mecánico también denominado cartabón de corredera que es utilizada para medir dimensiones de objetos pequeños. Permite realizar de manera rápida y fácil lecturas hasta 0.05 o 0.02 mm. El matemático francés Pierre Vernier inventó dicho instrumento que consiste en una escala pequeña con 10 divisiones. En el vernier digital utiliza el mismo sistema de desplazamiento, tiene el mismo peso, tamaño y alcance de medición que el manual, es fácil de leer y libre de errores de lectura¹¹.

3.2.4. ANÁLISIS FACIAL

Desde la antigüedad el hombre buscó resaltar la belleza humana, en consecuencia, se crearon parámetros que con los años han variado de acuerdo a la raza, el sexo, edad y otros que cambian de acuerdo a su entorno.

Los primeros en describir proporciones fueron los egipcios mediante la observación y el análisis utilizando un sistema de medidas de proporciones. Posteriormente en el siglo XV, Leonardo Da Vinci estudió la denominada proporción divina tomando medidas de proporciones del rostro. Alberto Durero llevado por el interés en las proporciones matemáticas y la geometría realizó su tratado Vier Bucher von menschlicher Proportion.

En inicios del siglo XX, Edwar Angle¹² aseguraba que el balance del rostro humano, la forma, armonía precisaban de una correcta correspondencia de las piezas dentarias. Con el objetivo de orientar y corregir las anomalías dentarias Case¹³ elaboró en 1911 unas máscaras faciales antes y después del tratamiento a sus pacientes para finalmente compararlas. Mientras que el diagnóstico en los tres planos anatómicos teniendo con respecto en las líneas faciales fue desarrollado en 1921 por Simon¹⁵. En 1944 Tweed con el uso de la cefalometría logró perfiles menos protruidos abandonando el dogma de la no extracción. En 1931 con la llegada de la telerradiografía la ortodoncia obtuvo un gran avance científico, pero para Worms (1980), Wylle (1987) y Jacobson (1990) alegaron que estructurar un tratamiento ortodóntico basándose sólo en el análisis cefalométrico terminaría en ciertos casos con problemas estéticos.

Las variaciones en los parámetros faciales se han estudiado en diferentes grupos étnicos y raciales.¹⁴

Proffit y Ackerman mencionan la importancia de la valoración clínica de las características faciales en el análisis para un correcto tratamiento.

El análisis facial es un examen adicional imprescindible para la evaluación y tratamiento de ortodoncia, que consta de ciertos componentes (dientes, tejido blando y esqueleto) y la observación de la morfología en vista frontal y de lado. Teniendo en cuenta la corrección de la morfología facial dentro de los objetivos del tratamiento.

3.2.4.1. ARNETT Y BERGMAN

Debido a la presencia de asimetrías y desproporciones faciales dentro de los planos se propuso una valoración clínica del rostro. Basándose en tres

requisitos esenciales: labios relajados, mandíbula en reposo y la posición natural de la cabeza¹⁵.

Para su orientación del cráneo el paciente debe establecer de forma natural la posición de la cabeza considerando el plano de la visión paralelo con el plano del piso, como la cabeza estable sobre la espina dorsal, en consecuencia, pasando a una posición estable y repetible. El paciente con la postura relajado frente a un espejo debe mirar al horizonte para obtener dicha posición. Para la evaluación del Análisis facial la mandíbula se deberá encontrar en una posición de relajo y los labios en reposo. Se le puede ayudar al paciente apretando los labios para provocar la relajación de estos. El paciente no debe presentar arrugas en el mentón¹⁵.

A. FORMA GENERAL DEL CONTORNO FACIAL

Existe una asociación entre el ancho y alto de la cara dentro de la evaluación de ambas medidas. Con respecto al eje vertical, la línea bicigomática se forma trazando del punto mentoniano al punto triquion, uniendo las partes más voluminosas del arco cigomático. La línea bigonal se forma por la parte más prominente de los gonions. La distancia intercigomática es 30% más ancha que la bigonial.

Farkas determinó la correspondencia en la altura del rostro y la anchura en varones siendo la relación 1,35 a 1 y en mujeres de 1,3 a 1. Como resultado de dichas relaciones, se categorizan los patrones faciales: cortos o largos, redondos u ovalados y rectangulares ¹⁶.

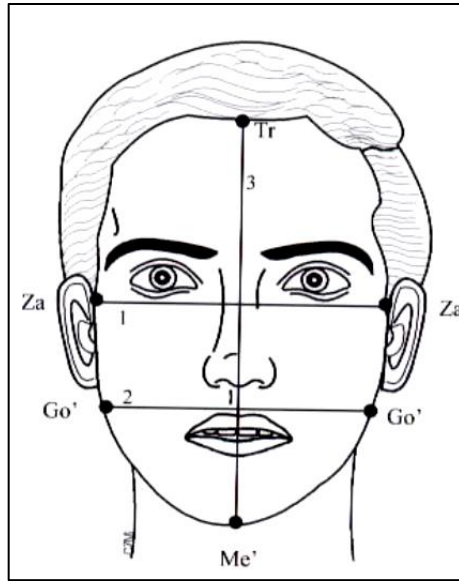


Figura N°6. Contorno y asimetría facial. Puente nasal (Pn), Filtrum (F).

Fuente: Zamora Montes de Oca C. In compendio de cefalometría
Análisis clínico y práctico. Caracas: AMOLCA; 2004. P. 214-40.

B. LÍNEAS HORIZONTALES O PARÁMETROS PARA NIVELACIÓN FACIAL

Teniendo en cuenta el plano vertical con la posición natural de la cabeza del paciente se traza perpendicularmente la línea bipupilar, a la altura de los bordes de los caninos superiores se ubica el plano dentario y a la altura de los bordes de los caninos inferiores se ubica el plano dentario inferior, finalmente a nivel del punto mentoniano se sitúa el plano del mentón. Los 4 planos deben ser paralelos entre ellos y a su vez perpendiculares a la línea vertical en pacientes simétricos, caso contrario si no hay paralelismo entre dichos planos presentaría asimetría o desviación del mentón¹⁶.

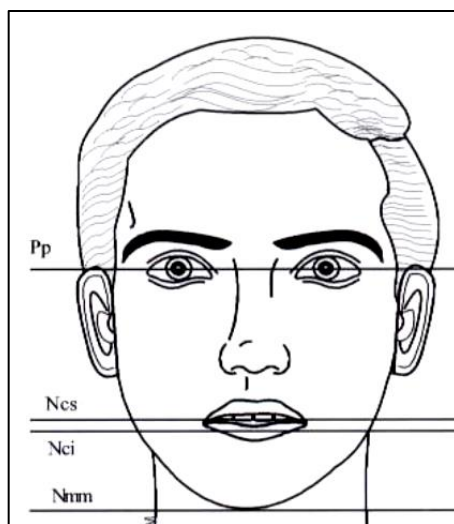


Figura N°7. Nivelación facial

Fuente: Zamora Monte de Oca. In Compendio de Cefalometría Análisis Clínico y práctico. Caracas: AMOLCA; 2004.p. 214-40

C. EQUILIBRIO FACIAL O ALINEACIÓN DE LA LÍNEA MEDIA FACIAL

Se evidencia una diferencia entre el lado derecho e izquierdo facial de las personas considerado normal, sin embargo, cuando la asimetría es muy marcada y perceptible al ojo del hombre esta se transforma en una variación de la simetría o equilibrio facial¹⁷.

Teniendo en cuenta el primer contacto dentario y los cóndilos centrados en la fosa se evalúa la línea media. La línea media es determinada mediante una línea que pasa a través del centro del filtrum del labio superior, coincidiendo en la mayoría de casos con la mitad de la distancia intercantal interna de los ojos. En pacientes con simetría facial ciertas referencias anatómicas coinciden en la línea verticales, tales como: punta y puente de la nariz, línea media incisal inferior y línea media superior, filtrum labial superior y mentón.

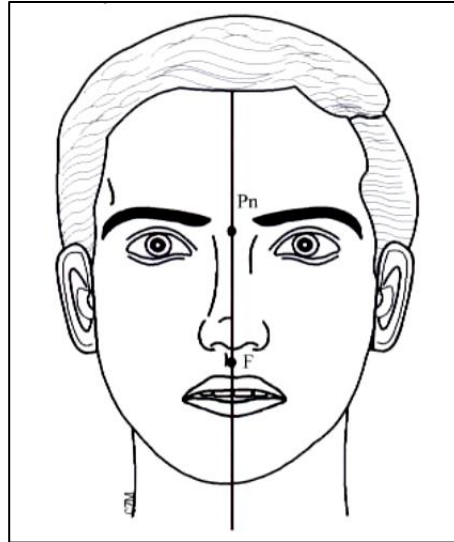


Figura N°8. Simetría facial. Puente nasal (Pn), Filtrum (F)

Fuente: Zamora Montes de Oca C. In Compendio de Cefalometría
Análisis Clínico y Práctico. Caracas: AMOLCA; 2004.p. 214-40.

D. TERCIOS FACIALES

Se divide en tercios la cara por motivos de estudio: tercio inferior, medio y superior. En un rostro equilibrado la proporción de estos tercios es de 1:1. El tercio superior varía en un paciente con tratamiento ortodóntico, en la mayoría de casos en la clase II se encuentra disminuido y viceversa en las clases III se encuentra aumentado¹⁸.

E. TERCIO INFERIOR

Se mide desde el mentón hacia el punto subnasal de los tejidos blandos, dicho de otro modo, es la sumatoria del espacio entre labios, la longitud del labio superior e inferior. La proporción normal del labio inferior con el labio superior equivale a 1:2. Tiene gran importancia en el análisis facial en el diagnóstico y la planificación de tratamiento¹⁸.

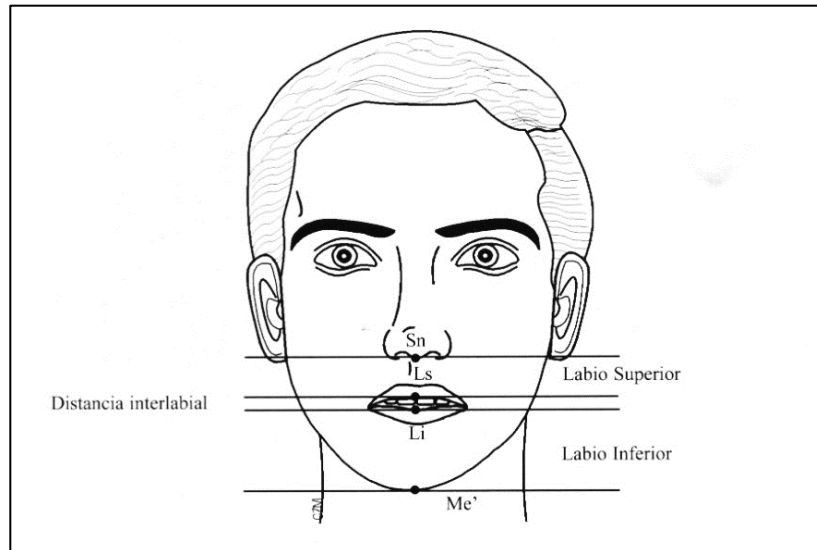


Figura N°9. Tercio inferior

Fuente: Zamora Montes de Oca C. In Compendio de Cefalometría
Análisis Clínico y Práctico. Caracas: AMOLCA; 2004.p. 214-40.

- **Longitud del labio superior:** Distancia en milímetros desde la base de la nariz (punto subnasal) hasta la base inferior del labio superior (Estomion superior). Su valor en promedio es de 19 a 22 mm, en la clase II se encuentra aumentado la medida y en la clase III se encuentra disminuido.
- **Espacio interlabial:** Separación entre el borde inferior del labio superior con el borde superior del labio inferior, los labios se deben encontrar en reposo para su medición. Su valor promedio es de 1 a 5 mm. Su aumento se relaciona a un labio corto, exageración vertical maxilar o debido a una protrusión mandibular
- **Longitud del labio inferior:** Distancia en milímetros desde la base superior del labio inferior hacia el mentón del tejido blando. Su valor promedio es de 42 a 48 mm, en pacientes de clase III se encuentra aumentado dicha medida y en clase II su valor se encuentra disminuido.

3.2.4.2. HARRY LEGAN Y CHARLES BURSTONE

Tienen de relación la forma labial y de rostro como también la posición del labio. Con la **Figura 10** podemos observar tanto los puntos de referencia utilizados como los ángulos y planos de dicho análisis⁹. Para este análisis se toma como referencia el plano horizontal (PH) siendo una referencia para trazar la mayor parte de los planos. Está conformado por un plano ubicado en 7° por encima del plano (S-N) que está formado por la unión de los puntos silla turca y nasion.

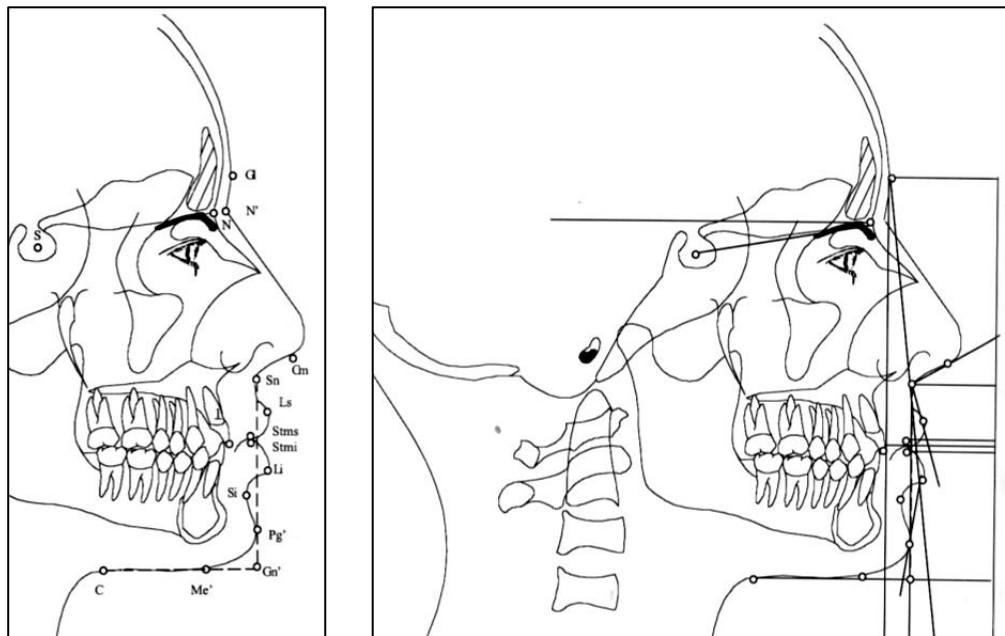


Figura N°10. Puntos y planos de referencia según Legan y Burstone

Fuente: Zamora Montes de Oca C. In Compendio de Cefalometría Análisis Clínico y Práctico. Caracas: AMOLCA; 2004.p. 47-63

A. FORMA DEL ROSTRO O FACIAL:

- La intersección del plano compuesto por el punto glabella y el punto subnasal con el plano compuesto por el punto subnasal y el punto pogonion genera el ángulo de la convexidad facial con un valor normal

de $12^{\circ} \pm 4^{\circ}$. Si el plano subnasal-pogonion se ubica atrás del plano glabella-subnasales considerado un ángulo positivo. En caso que el ángulo sea negativo o cerrado representaría perfil cóncavo clase III, por el contrario si se encuentra extenso o con un valor positivo representaría un perfil convexo clase II.

- **Protrusión maxilar ($6\text{mm} \pm 3$):** Es determinada por la separación milimétrica a partir del punto subnasal hasta la plano glabelar. Esta medida valora e indica el excedente (hiperplasia) o carencia (hipoplasia) de la maxila en dirección antero posterior.
- **Protrusión mandibular ($\text{mm} \pm 4$):** Es determinada por la separación milimétrica a partir del Pogonion hacia el plano glabelar, cuando se ubica por detrás se considera negativo, mientras se ubica por delante se considera positivo. Esta medida ubica la mandíbula e indica el excedente (hiperplasia) o deficiencia (hipoplasia de la mandíbula) mandibular.
- **Correspondencia de altura vertical (1:1):** Está relacionado con el tercio medio glabella-subnasal y el tercio inferior subnasal-mentón tejidos blandos, la proporción en rostros armónicos es de 1:1.

3.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

- **Grado de distorsión:** Equivale a la deformación con alteración de las proporciones. Es la acepción más amplia que puede darse a la palabra distorsión¹⁹. Diferencia milimétrica entre una medida clínica y una medida digital fotográfica.
- **Calibración:** Conjunto de operaciones que establecen, en condiciones específicas, la relación entre los valores de una magnitud indicados por un instrumento de medida y los valores correspondientes de esa magnitud realizados por patrones²⁰.
- **Análisis facial:** Método diagnóstico que proporciona un análisis morfológico del rostro²¹. Son mediciones que valoran las dimensiones faciales que se realiza sobre fotografía del paciente, es un buen medio indirecto para analizar la morfología craneofacial, siempre y cuando estén técnicamente bien tomadas evitando distorsiones o magnificaciones que deformen la imagen.
- **Fotografía digital:** Representa un objeto tridimensional en una imagen bidimensional, lo que aminora su acercamiento a la realidad²². Proceso de captura de imágenes a través de una cámara digital, con almacenamiento extraíble y reproducible, que permite repetir la imagen cuantas veces sea necesaria, usada en odontología para registro como parte de la documentación de la historia clínica, comunicación con el paciente, auxiliar para planificación diagnóstica.

3.4. HIPÓTESIS Y VARIABLES:

3.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

El grado de distorsión varía en las cuatro técnicas de calibración de fotografías digitales para el análisis facial en ortodoncia.

3.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

h1: Existe diferentes grados de distorsión horizontal entre las cuatro técnicas de calibración en fotografías digitales para el análisis facial en ortodoncia en pacientes.

h2: Existe diferentes grados de distorsión vertical entre las cuatro técnicas de calibración en fotografías digitales para el análisis facial en ortodoncia en pacientes.

3.4.3. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

- **Grado de distorsión:** Es una variable cuantitativa, definida como la diferencia entre una medida real y una medida obtenida en una fotografía previamente calibrada. Puede descomponerse en grado de distorsión horizontal y vertical según las medidas a realizarse. Es una variable continua, dependiente, con una escala de razón.
- **Técnica de calibración de fotografías digitales:** Es una variable cualitativa, y se diferencian entre sí por la referencia métrica que utiliza. Es una variable independiente y con una escala nominal.

3.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	TIPO DE VARIABLE	DIMENSIÓN	ESCALA DE MEDICIÓN	INDICADORES	VALOR	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
Grado de distorsión	Diferencia milimétrica entre la medida clínica real y la medida obtenida en una imagen fotográfica digital.	Cuantitativa De razón Dependiente	Distorsión horizontal	Razón-Continua	Diferencia entre la medida horizontal real y la medida horizontal obtenida en la fotografía.	mm	Vernier digital
			Distorsión Vertical	Razón-Continua	Diferencia entre la medida vertical real y la medida vertical obtenida en la fotografía.	mm	Vernier digital
Técnicas de calibración de fotografías digitales	Técnica o procedimiento para maximizar la precisión de una medida tomada de una fotografía digital.	Cualitativa Nominal Independiente		Nominal	Técnica 1: Utilizar la longitud del labio superior (Sn-Stm) para la calibración fotográfica. Técnica 2: Utilizar una cuadrícula 2x2cm en la pared para la calibración fotográfica. Técnica 3: Utilizar una cuadrícula 1cmx1cm a nivel del hombro para la calibración fotográfica. Técnica 4: Utilizar una cinta métrica en la frente para la calibración fotográfica.		Programa de software FACAD

IV. METODOLOGÍA

4.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente estudio fue de tipo cuantitativo y de diseño observacional, comparativo, prospectivo y de corte transversal.

Cuantitativo: Este estudio utilizó técnicas estadísticas y se determinó el grado de distorsión en fotografías de cada técnica de calibración.

Observacional: El estudio se basó en la observación sin el control ni manipulación de las variables de estudio.

Prospectivo: La recolección de datos fueron registrados durante el periodo que dure la investigación del año 2022.

Comparativo: Buscó comparar el grado de distorsión de las cuatro técnicas de calibración de fotografías digitales para el análisis facial en ortodoncia.

Transversal: Las mediciones de las variables se realizaron en un tiempo determinado.

El principal motivo para escoger este tipo de estudio y diseño fue la escasa evidencia que se encontró en la revisión de literatura. Se reportó un estudio previo con menor número de variables estudiadas (Loidy Y. y col., 2015), por lo que se estableció estudio observacional y comparativo. La segunda razón fue la viabilidad de la ejecución debido a la situación actual en la que nos encontrábamos.

4.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

4.2.1. POBLACIÓN

Pacientes entre 18 a 45 años que acuden a un consultorio odontológico privado en el año 2022.

4.2.2. MUESTRA

El tamaño de la muestra se determinó mediante la fórmula para comparar dos medias.

Cálculo del tamaño de la muestra:

$$n = \frac{2(z_{\alpha} + z_{\beta}) \times S^2}{d^2}$$

Donde:

- n = tamaño muestral
- z_{α} = valor Z correspondiente al riesgo deseado
- z_{β} = valor Z correspondiente al riesgo deseado
- S^2 = varianza poblacional
- d = precisión o error máximo permisible

Reemplazando los valores:

$$n = \frac{2(1.96 + 0.842) \times 2.43^2}{1^2}$$

$$n = 92.5 \approx 93$$

La muestra obtenida estuvo conformada por 93 pacientes como mínimo, sin embargo, se trabajó con 102 pacientes (10% más de la muestra) que acudieron a un consultorio odontológico privado en el año 2022.

4.2.3. SELECCIÓN DE MUESTRA:

El muestreo fue aleatorio simple utilizando el software estadístico SPSS.

4.2.4. CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- ✓ Pacientes de 18 a 45 años de ambos sexos que acuden a un consultorio privado.
- ✓ Pacientes que hayan firmado su consentimiento informado
- ✓ Paciente con oclusión estable
- ✓ Pacientes con posición corporal estable
- ✓ Paciente con simetría facial.

4.2.5. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- ✓ Pacientes con trauma facial
- ✓ Pacientes con anomalías congénitas
- ✓ Pacientes con alteraciones neurológicas
- ✓ Pacientes edéntulos totales

4.2.6. UNIDAD DE ANÁLISIS

Fue la fotografía digital de pacientes que acudieron a un centro odontológico privado en el año 2022.

4.3. PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICAS

4.3.1. TOMA DE IMÁGENES FOTOGRÁFICAS

A. POSICIÓN DEL PACIENTE

Se le indicó al paciente apoyar sus pies ligeramente separados sobre una plantilla fijada al piso y a una distancia de 10 cm con respecto a la pared. Posteriormente se le indicó al paciente flexar la cabeza tres veces y seguidamente mirar hacia el horizonte, con una postura relajada, en máxima

intercuspidación y labios en reposo (Postura natural de la cabeza-PNC). Se replicó la misma posición para todos los pacientes.

B. CONFIGURACIÓN DE LA CÁMARA Y ESQUEMA DE ILUMINACIÓN

Se realizó el registro fotográfico con una cámara digital (Nikon D5200) montada con una lente macro 105mm f/2.8G IF-ED Lens marca Nikon, apoyado en un trípode para obtener registros fotográficos, con una distancia de 2 metros entre la cámara y el paciente, junto con 02 softbox de 60cm x 90cm con flashes de estudio Godox 200W, ubicados a 45 grados delante del paciente, usando radiotransmisores inalámbricos.

La configuración de la cámara fue: Velocidad de obturación 1/125, Apertura de diafragma f14, Iso de 100, White balance Automático.



Figura N°11. Ambiente y equipo fotográfico

Fuente: El autor

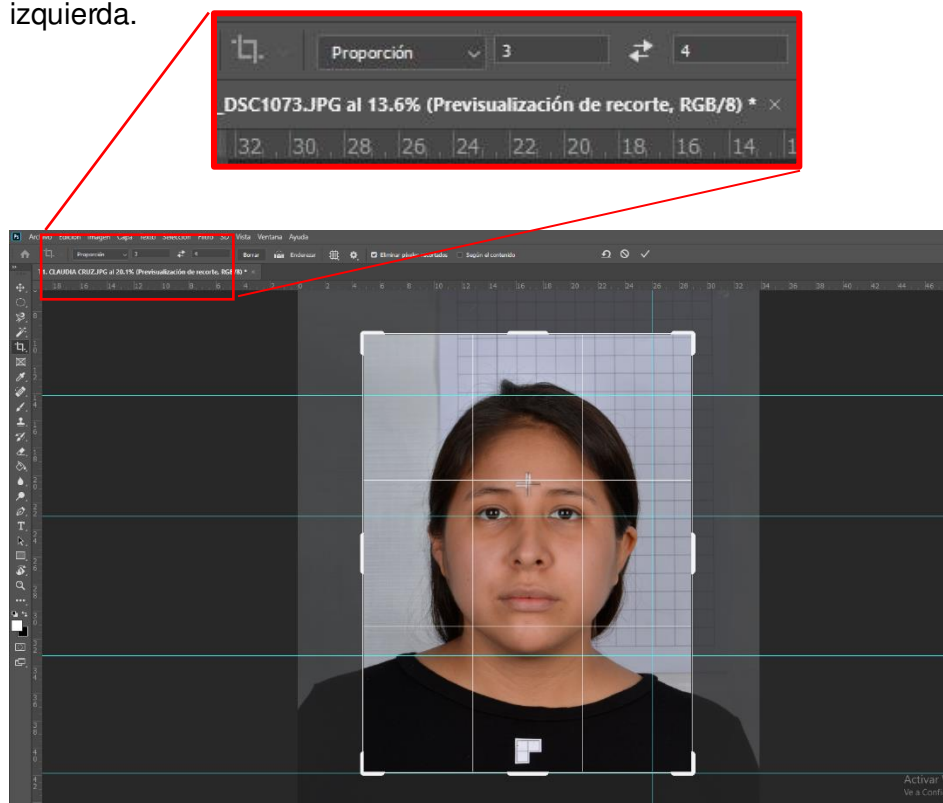
C. CAPACITACIÓN

El investigador se capacitó con un fotógrafo experto en odontología con más de 7 años de experiencia en fotografía para ortodoncia, manejo de cámara fotográfica, técnicas de iluminación, edición y procesamiento de imágenes fotográficas,

4.3.2. EDICIÓN DE IMÁGENES FOTOGRÁFICAS

Consistió principalmente en el recorte fotográfico, no se modificó las imágenes originales con brillo y contraste. Para la edición de imágenes se utilizó el programa Adobe Photoshop CC2020. Se recortaron en una proporción 3x4 y se establecieron los siguientes límites:

- Límite superior: Se ubicó 4cm por arriba del cabello del paciente y a su vez paralelo a la línea bipupilar.
- Límite inferior: Se ubicó 10 cm por debajo del borde superior del hombro y a su vez paralelo a la línea bipupilar.
- Límite lateral: Se ubicó 6 cm por delante del borde del lóbulo de la oreja izquierda.



4.4. RECOLECCIÓN DE DATOS

Los datos obtenidos se procesaron y fueron calibrados en el programa FACAD. En el cual se realizó tres copias más del archivo a la hora de importar y se calibró según cada técnica a evaluar, así fue por cada paciente. Y los valores obtenidos se pasaron a una base de datos en Excel 2020 y luego en el programa SPSS v.25.

4.4.1. ADQUISICIÓN DE MEDIDAS REALES

Las medidas reales se obtuvieron directamente en el paciente de la siguiente manera:

- Medida horizontal real: Se registró la distancia intercantal-externo del ojo (CED-CEI). Se utilizó un vernier digital Stainless Hardened con una precisión de ± 0.04 , con rango de 0-150mm y resolución de 0.01mm.

Todas las medidas obtenidas fueron registradas en la ficha de recolección de datos (ANEXO 03).

- Medida vertical real: Se registró la distancia canto externo del ojo- comisura labial derecha (CED-CLD). Se utilizó un vernier digital Stainless Hardened con una precisión de ± 0.04 , con rango de 0-150mm y resolución de 0.01mm.

4.4.2. USO DEL PROGRAMA FACAD

Se utilizó el programa FACAD versión 3.12 (versión de prueba disponible en: <https://www.facad.com/wp/?lang=es/>) desarrollado por la empresa sueca Ilexis AB en cooperación con la unidad maxilofacial del Hospital Universitario de Linköping-Suecia con más de 15 años en el mercado.

El programa de software FACAD ha sido utilizado en diferentes trabajos de investigación publicados en revistas indexadas^{23,24}.

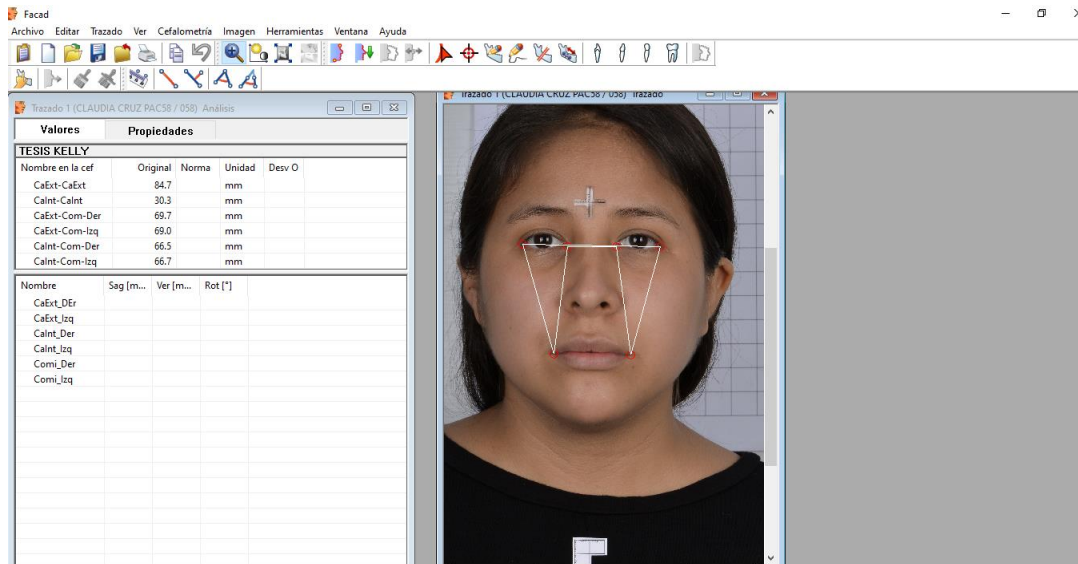


Figura N°12: Entorno del programa FACAD

Fuente: El autor.

El investigador se capacitó con un especialista en ortodoncia, docente investigador y experto en el manejo del programa de software FACAD y fue realizado en el Centro de Imagen Odontológico del Perú.

4.4.3. CALIBRACIÓN DE IMÁGENES FOTOGRÁFICAS

Las calibraciones de imágenes fotográficas se realizaron en el programa FACAD utilizando una referencia métrica bien definida. Las imágenes fueron calibradas de la siguiente manera:

- **Técnica 1:** Las imágenes fotográficas se calibraron utilizando la longitud del labio superior definida como la distancia Sn-Stm superior. Esta longitud fue medida en el paciente con un vernier digital digital Stainless Hardened con una precisión de ± 0.04 , con rango de 0-150mm y resolución de 0.01mm.

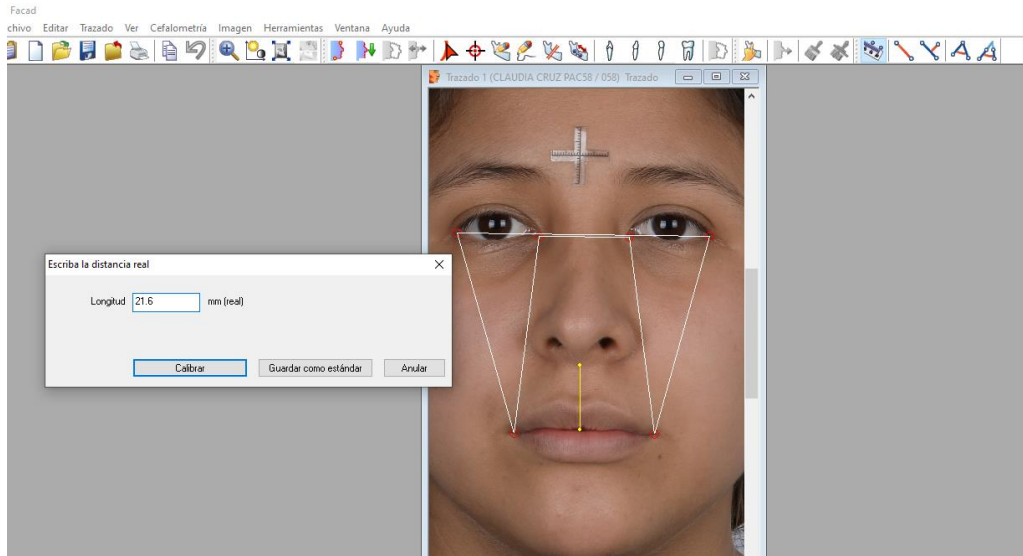


Figura N°13: Calibración de la fotografía utilizando la longitud del labio

Fuente: El autor

- **Técnica 2:** Las imágenes fotográficas se calibraron utilizando una cuadrícula de 2x2cm colocado en la pared.

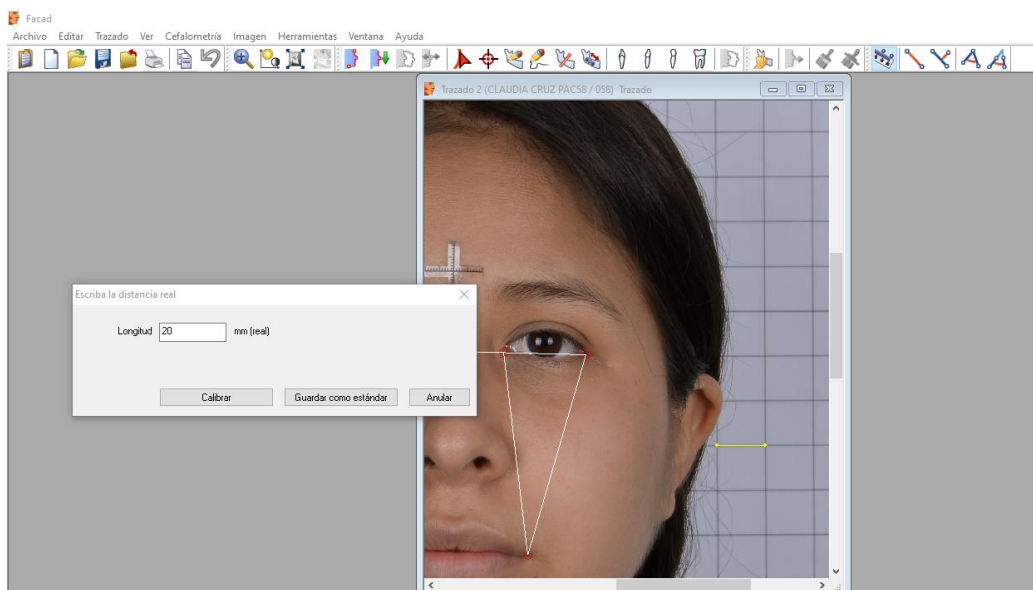


Figura N°14. Calibración de la fotografía utilizando una cuadrícula en la pared.

Fuente: El autor

- **Técnica 3:** Las imágenes fotográficas se calibraron utilizando una cuadrícula 1x1cm ubicada a nivel del hombro del paciente.

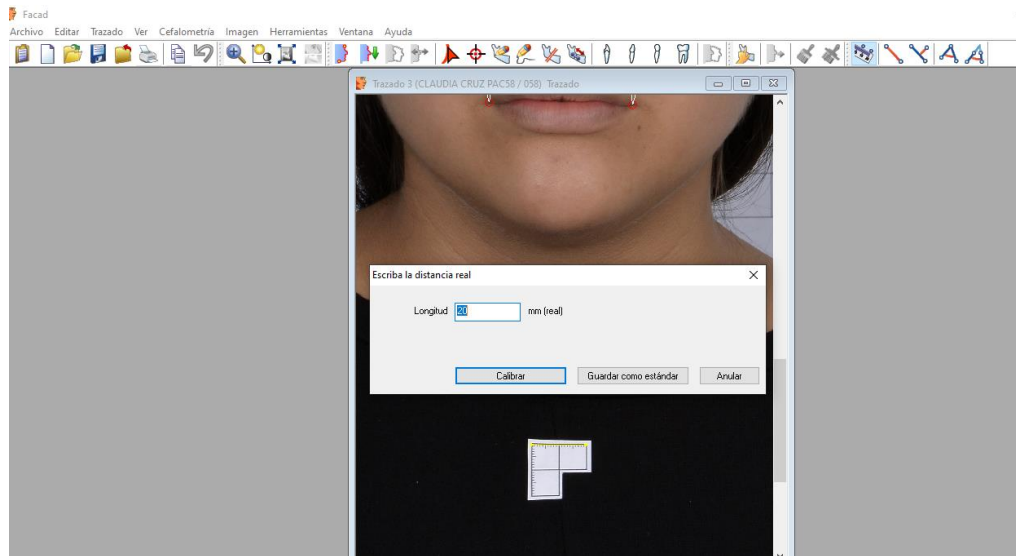


Figura N°15: Calibración de la fotografía utilizando una cuadrícula a nivel del hombro.

Fuente: El autor

- **Técnica 4:** Las imágenes fotográficas se calibraron utilizando una cinta métrica en la frente del paciente.

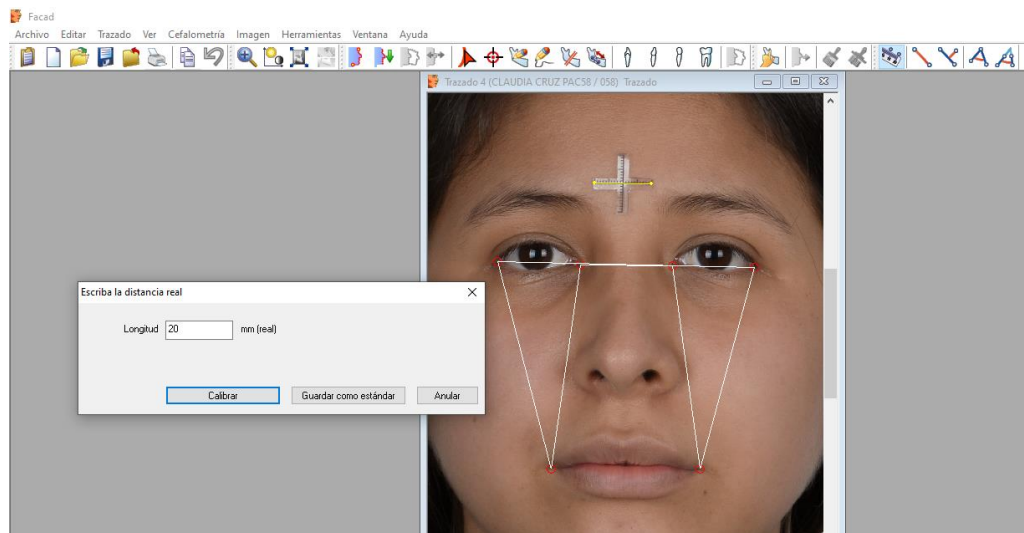


Figura N°16: Calibración de la fotografía utilizando una cinta métrica en la frente.

Fuente: El autor

4.4.4. MEDIDAS FOTOGRÁFICAS

Luego de la calibración de imagen, se procedió a las mediciones horizontales y verticales:

- Medida horizontal fotográfica: Se registró la distancia intercantal-externo del ojo (CED_CEI) en la fotografía de cada paciente. Se utilizará el programa FACAD (versión 3.12) para obtener dichas medidas.

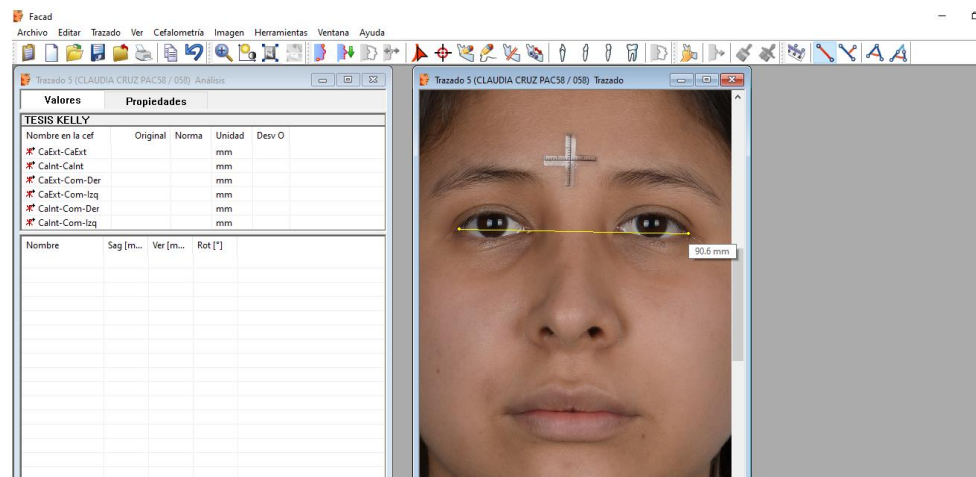


Figura N°17. Adquisición de medida horizontal a través del programa FACAD

Fuente: El autor

- Medida vertical fotográfica: Se registró la distancia canto externo del ojo-comisura labial derecha (CLD) en la fotografía de cada paciente. Se utilizó el programa FACAD (versión 3.0) para obtener dichas medidas.

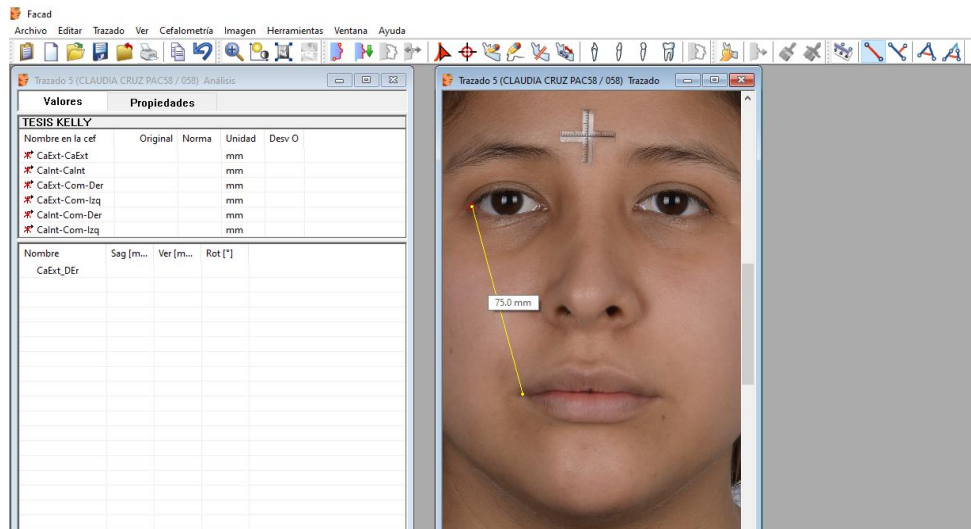


Figura N°18. Adquisición de medida vertical a través del programa FACAD

Fuente: El autor

4.4.5. CALIBRACIÓN

4.4.5.1. CALIBRACIÓN-INTRA OBSERVADOR

La calibración se realizó con 15 fotografías de pacientes. Se obtuvieron las medidas verticales y horizontales de fotografías de pacientes en el programa FACAD en dos tiempos diferentes con un intervalo de una semana. Luego de obtener las mediciones se aplicó el coeficiente de correlación intraclass (CCI) que resultó ser alta $ICC=0,873$ al 95% de confianza

4.4.5.2. CALIBRACIÓN INTEROBSERVADOR

La calibración se realizó con 15 fotografías de pacientes. El investigador se calibró con el experto en el manejo del programa de software FACAD. Luego de obtener las mediciones se aplicó el coeficiente de correlación

intraclase (CCI) estimando el valor de 0.9 como indicador de la calibración adecuada.

4.5. ANÁLISIS DE RESULTADO

Se diseñó una ficha de registro de datos donde se registró el código de identificación y las variables de estudio. Se creó una base de datos en el programa Microsoft Excel 2010 utilizando una laptop HP con edición de Windows 10 y sistema operativo de 64 bits, procesador AMD Ryzen 5 x64 y memoria RAM 12.0 GB, siendo exportado al programa SPSS v.25. Se realizó una exploración de la calidad de los datos, se realizó estadística descriptiva con medidas de resumen, medidas de dispersión, simetría y posición. La normalidad de los datos se estableció con la prueba estadística Kolmogórov-Smirnov. Luego de analizar los datos con los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas, se realizó el análisis descriptivo (media, desviación estándar, así como los valores mínimos y máximos) de cada variable mediante tablas y se empleó la prueba Tukey y ANOVA para comparar la distorsión vertical y horizontal de las medidas según la técnica de calibración. Se realizó gráficos resumen y de comparación según la técnica de calibración. La significación estadística fue considerada al 5% y el nivel de confianza al 95%.

4.6. CONSIDERACIONES ÉTICAS

El presente trabajo de investigación fue evaluado y aprobado por el comité de ética (código de estudio N°0008-2022) de la Facultad de Medicina de la UNMSM antes de su ejecución. Siguió los principios éticos de investigación como respeto por la persona, teniendo en cuenta que la participación de cada paciente para la toma fotográfica fue voluntaria y que pudieron desistir de su participación en cualquier momento. La beneficencia buscando llegar a un correcto diagnóstico mediante el uso de una técnica con mayor precisión fotográfica para el análisis facial. La no

maleficencia sin realizar acciones que perjudiquen su bienestar físico o emocional del paciente. La justicia siendo tratado cada paciente de forma equitativa, justa y sin discriminación alguna. El presente estudio no difundió datos personales del paciente. Se le explicó a cada paciente de manera clara y precisa el objetivo del estudio y posterior de que acepten voluntariamente se solicitará que firmen un consentimiento informado (ANEXO 01). Se solicitó la autorización para el uso del ambiente fotográfico al Centro de imágenes Odontológicas del Perú (CEIOP) para la toma de imágenes fotográficas. (ANEXO 02)

V. RESULTADOS

Caracterización de la muestra

La muestra estuvo constituida por 102 pacientes en un rango de edad de 18 a 45 años.

La medida horizontal CED-CEI promedio obtenido directamente de los 102 pacientes fue de $90,85 \pm 3,88\text{mm}$ y la medida vertical CED-CLD fue de $70,54 \pm 4,07\text{mm}$ (Tabla 1).

Tabla 1. Distribución de la medida horizontal real CED-CEI y medida vertical real CED-CLD.

	N	Mín	Máx	Ā	DS
Distancia CED-CEI*	102	81.39	101.07	90.85	3.88
Distancia CED-CLD**	102	61.66	78.25	70.54	4.07

*CED-CEI=Canto externo derecho-Canto externo izquierdo.

** CED-CLD= Canto externo derecho-Comisura labial derecha. Ā=Media.
DS=Desviación estándar.

La distancia horizontal (CED-CEI) promedio obtenido con la técnica de calibración utilizando la longitud del labio superior de los 102 pacientes fue de $84,81 \pm 5,38\text{mm}$ y la distancia vertical (CED-CLD) fue de $66,54 \pm 5,07\text{mm}$ (Tabla 2.).

Tabla 2. Distribución de la medida horizontal CED-CEI y medida vertical CED-CLD obtenida con la técnica 1: longitud del labio superior.

	N	Mín	Máx	Ā	DS
DISTANCIA CED_CEI*	102	72.90	101.80	84.81	5.38
DISTANCIA CED_CLD**	102	49.90	77.60	66.54	5.07

*CED-CEI=Canto externo derecho-Canto externo izquierdo.

** CED-CLD= Canto externo derecho-Comisura labial derecha. Ā=Media.
DS=Desviación estándar.

La distancia horizontal (CED-CEI) promedio obtenido con la técnica de calibración utilizando una cuadrícula 2x2cm en la pared de los 102 pacientes fue de $108,21 \pm 6,27$ mm y la distancia vertical (CED-CLD) fue de $85,06 \pm 5,78$ mm (Tabla 3).

Tabla 3. Distribución de la medida horizontal CED-CEI y medida vertical CED-CLD obtenida con la técnica 2: cuadrícula 2x2cm en la pared.

TÉCNICA 2: CUADRICULA EN LA PARED					
	N	Mín	Máx	Ā	DS
DISTANCIA CED-CEI*	102	95.50	136.80	108.21	6.27
DISTANCIA CED-CLD**	102	72.40	102.80	85.06	5.78

*CED-CEI=Canto externo derecho-Canto externo izquierdo.

** CED-CLD= Canto externo derecho-Comisura labial derecha. Ā=Media.

DS=Desviación estándar.

La distancia horizontal (CED-CEI) promedio obtenido con la técnica de calibración utilizando una cuadrícula 1x1cm a nivel del hombro de los 102 pacientes fue de $93,84 \pm 4,42$ mm y la distancia vertical (CED-CLD) fue de $73,66 \pm 4,54$ mm (Tabla 4).

Tabla 4. Distribución de la medida horizontal CED-CEI y medida vertical CED-CLD obtenida con la técnica 3: cuadrícula 1x1cm a nivel del hombro.

	N	Mín	Máx	Ā	DS
DISTANCIA CED-CEI	102	81.90	107.40	93.84	4.42
DISTANCIA CED-CLD	102	63.20	84.40	73.66	4.54

*CED-CEI=Canto externo derecho-Canto externo izquierdo.

** CED-CLD= Canto externo derecho-Comisura labial derecha. Ā=Media.

DS=Desviación estándar.

La distancia horizontal (CED-CLD) promedio obtenido con la técnica de calibración utilizando una cinta métrica en la frente de los 102 pacientes fue de $92,00 \pm 4,09\text{mm}$ y la distancia vertical (CED-CEI) fue de $72,05 \pm 4,25\text{mm}$ (Tabla 5).

Tabla 5. Distribución de la medida horizontal CED-CEI y medida vertical CED-CLD obtenida con la técnica 4: cinta métrica en la frente del paciente.

TÉCNICA 4: CINTA MÉTRICA EN LA FRENTE					
	N	Mín	Máx	\bar{X}	DS
DISTANCIA CED-CEI	102	81.60	102.80	92.00	4.09
DISTANCIA CED-CLD	102	62.90	82.80	72.05	4.25

*CED-CEI=Canto externo derecho-Canto externo izquierdo.

** CED-CLD= Canto externo derecho-Comisura labial derecha. \bar{X} =Media.

DS=Desviación estándar.

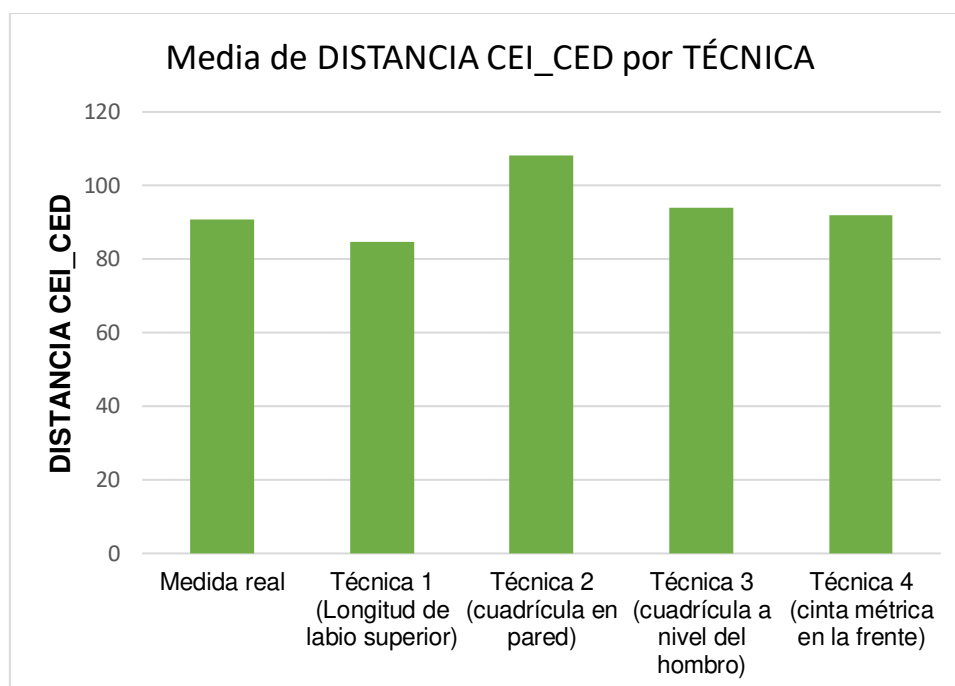


Figura N°19. Gráfico del promedio de la distancia CEI-CED según la técnica de calibración

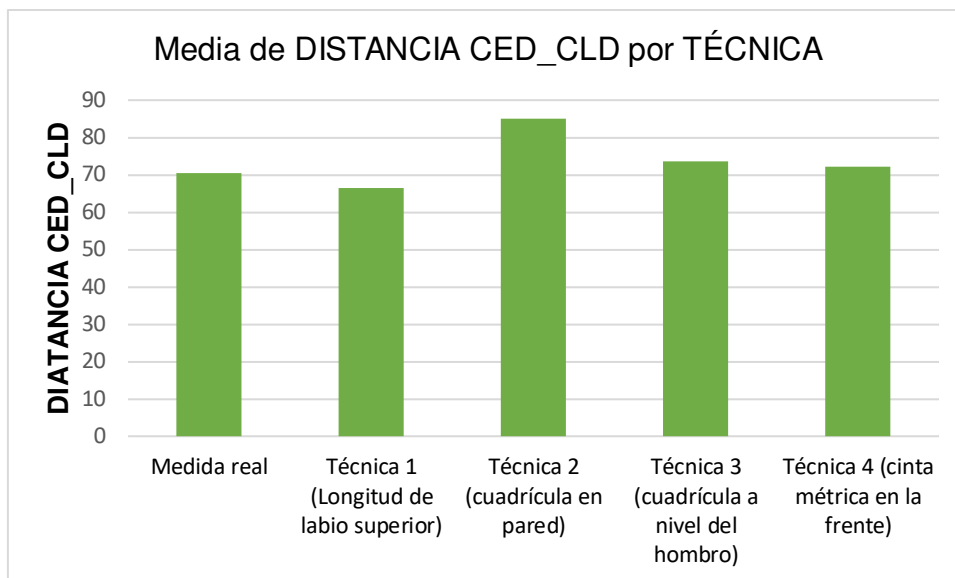


Figura N°20. Gráfico del promedio de la distancia CED_CLD según la técnica de calibración

El grado de distorsión horizontal promedio obtenido en milímetros con la técnica uno fue -6,04mm mientras que con la técnica dos, tres y cuatro fue 17,36mm, 2,99mm y 1,15mm respectivamente. El grado de distorsión vertical promedio obtenido en milímetros con la técnica uno fue -4,00mm mientras que con la técnica dos, tres y cuatro fue 14,53mm, 1,51mm y 1,14mm respectivamente (Tabla 6).

Tabla 6. Grado de distorsión horizontal y vertical en milímetros según la técnica utilizada.

	TÉCNICA 1		TÉCNICA 2		TÉCNICA 3		TÉCNICA 4	
	\bar{X}	DS	\bar{X}	DS	\bar{X}	DS	\bar{X}	DS
Distorsión horizontal	-6.04	3,88	17,36	4,03	2,99	1,60	1,15	0,94
Distorsión vertical	-4.00	3,12	14,53	3,33	3,12	1,68	1,51	1,14

\bar{X} =Media. DS=Desviación estándar.

El grado de distorsión horizontal promedio obtenido en porcentaje con la técnica uno fue -6,65% mientras que con la técnica dos, tres y cuatro fue 19,1%, 3,29% y 1,27% respectivamente. El grado de distorsión vertical promedio obtenido con la técnica uno fue -5,67% mientras que con la técnica dos, tres y cuatro fue 20,59%, 4,43% y 2,14% respectivamente (Tabla 7).

Tabla 7. Grado de distorsión horizontal y vertical expresado en porcentaje según la técnica utilizada.

	TÉCNICA 1	TÉCNICA 2	TÉCNICA 3	TÉCNICA 4
HORIZONTAL	-6.65	19.10	3.29	1.27
VERTICAL	-5.67	20.59	4.43	2.14

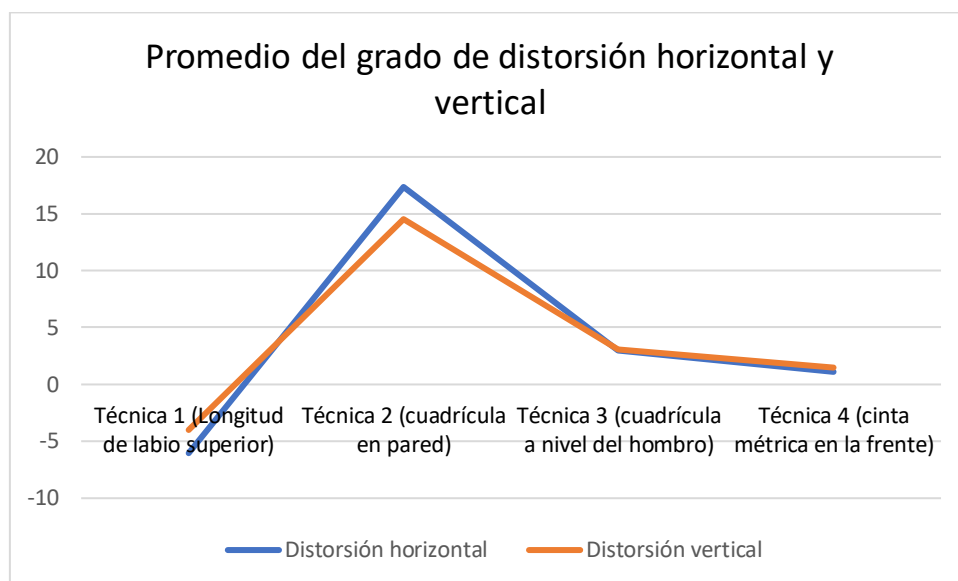


Figura N°21. Gráfico del grado de distorsión horizontal y vertical de las cuatro técnicas de calibración utilizada en fotografía digital

Al evaluar la distribución de los datos se encontró una distribución normal en la distancia CED_CEI según todas las técnicas de calibración y no se encontró una distribución normal en la distancia CED_CLD. Se aceptó un nivel de significancia de 0,05 para la refutación de hipótesis nula.

Según la prueba de Anova determinó que el valor de la significancia es 0.00 ($p < 0.05$), por ende si existe diferencia estadísticamente significativa de las cuatro técnicas de calibración con respecto a la medida real horizontal y vertical.

Tabla 8. Comparación de las medidas reales con las medidas obtenidas de las cuatro técnicas.

	n	MEDIDA REAL		TÉCNICA 1		TÉCNICA 2		TÉCNICA 3		TÉCNICA 4		Prueba ANOVA
		Ā	DS	Ā	DS	Ā	DS	Ā	DS	Ā	DS	
DISTANCIA CED_CEI	102	90.85	3.88	84.81	5.38	108.21	6.27	93.84	4.42	92.00	4.09	0.00
DISTANCIA CED_CLD	102	70.54	4.07	66.54	5.07	85.06	5.78	73.66	4.54	72.05	4.25	

Al aplicar la prueba de Tukey Post Hoc se determinó que en la distancia CED-CEI de la técnica 1 el nivel de significancia es $p= 0.00$, igual que la técnica 2 y 3, mientras que la técnica 4 el nivel de significancia es de $p=0.45$. también se determinó que en la distancia CED-CLD de la técnica 1 el nivel de significancia es $p= 0.00$, igual que técnica 2 y 3, mientras que la técnica 4 el nivel de significancia es de $p=0.16$. Por lo cual no existe diferencia significativa entre la comparación de la medida real con la técnica 4, tanto en sentido horizontal y vertical.

Tabla 9. Comparación de las medidas reales con las medidas fotográficas obtenidas entre las cuatro técnicas.

PRUEBA TUKEY POST HOC					
	N	MR VS T1	MR VS T2	MR VS T3	MR VS T4
DISTANCIA CED_CEI	102	0.00	0.00	0.00	0.45
DISTANCIA CED_COD	102	0.00	0.00	0.00	0.16

VI. DISCUSIÓN

El presente estudio de investigación busca determinar el grado de distorsión de cuatro técnicas de calibración de fotografías digitales que hoy en día no queda claro cuál es la mejor técnica de calibración que garantice su uso en la práctica clínica diaria, no sólo para un registro inicial, sino también para realizar diferentes análisis y mediciones. Por tanto, un punto de discusión es la escasez de literatura y trabajo de investigación en odontología que estandarice y evalúe la precisión, confiabilidad y reproducibilidad. Algunos trabajos de investigación recomiendan el uso de la longitud del labio superior (Sn-Stm) para calibrar la imagen fotográfica; sin embargo, esta referencia es afectada por la posición natural de la cabeza, la protrusión del labio y el ángulo nasolabial. La distancia subnasal-stomion no se encuentra en el plano frontal estrictamente hablando; sin embargo, en la fotografía se percibe como si lo estuviera. A mayor inclinación del labio superior, menor será la distancia en la fotografía frontal; mientras que, a menos inclinación del labio superior, más cercano será a la medida real. Uno de los resultados encontrados en el presente trabajo de investigación fue la contracción de -6,65% para medidas horizontales y -5,67% para medidas verticales de la técnica uno de calibración. Esto discrepa de los valores obtenidos por Loidy y col. que obtuvo -0,74% y -0,22% para medidas horizontal y vertical respectivamente usando la misma técnica.

En cuanto a la técnica dos, se utilizó una cuadrícula en la pared 2x2cm para la calibración de imagen de forma semejante al trabajo de Loidy y col. quienes utilizaron un papel cuadriculado 2,5x2,5cm ubicado en la pared. La distorsión obtenida fue de 19,10%(17,36mm) en la medida horizontal y 20,59% en la medida vertical, mientras que Loidy y col. obtuvo como resultado una distorsión de 12,97% en la medida horizontal y 11,69% en la medida vertical. Todos los resultados con esta técnica presentaron una distorsión positiva que puede interpretarse como elongación. Esto podría explicarse porque la ubicación de la medida de referencia se encuentra alejada del sujeto, es decir en la pared.

Con respecto a la técnica tres se utilizó una cuadrícula de 1x1cm a nivel del hombro para la calibración fotográfica y se obtuvo como resultado una distorsión horizontal positiva del 3,29% (2,99mm) y una distorsión vertical positiva del 4,43% (3,12mm), esta elongación de la imagen puede deberse a la ubicación de la medida de referencia se encuentra ligeramente lejana al rostro. A la fecha de la investigación, no se encontraron estudios previos que utilizaran esta técnica y permita la comparación con los resultados obtenidos.

Por otro parte, la técnica cuatro utilizó una cinta métrica en la frente para la calibración de imagen y se obtuvo como resultado una distorsión horizontal de 1,27% (1,15mm) y una distorsión vertical de 2,14% (1,51mm), presentando el menor grado de distorsión en comparación a las otras técnicas. Esto se puede interpretar a que la medida de referencia se encuentra en el rostro y superficie menos inclinada en comparación de la longitud del labio superior.

Es sabido que todas medidas obtenidas de las fotografías, previamente calibradas, pueden sufrir la influencia del tipo de lente siendo el más recomendado el lente macro 100 mm³³ de Canon o macro 105mm de Nikon; asimismo, del tipo de sensor recomendado es el APS-C o el full frame y en cuanto a la distancia cámara-sujeto la literatura señala diferentes distancias que van desde 60cm hasta 205cm. Otro parámetro adicional al momento del registro fotográfico es la posición de la cabeza, siendo la posición natural de cabeza la más utilizada hoy en día; sin embargo, no todos los pacientes tienen la misma inclinación, por tanto, afectaría las medidas obtenidas en las fotografías. Estudios como el de Nuñez C. señala que la PNC no cambia en durante el día y estudios como el de Solow y Tallgren indican que la PNC es el estable y reproducible en el tiempo^{31,32}.

Finalmente, otras especialidades como oftalmología³⁴, dermatología, traumatología, y Cirugía Plástica³⁵ y muchas más hacen uso de la fotografía digital convirtiéndose en una herramienta necesaria para hacer mediciones y fortalecer el diagnóstico y plan de tratamiento.

VII. CONCLUSIONES

Dentro de la muestra estudiada, se concluye:

- El grado de distorsión horizontal fue 1,27%, 3,29% -6,65%, y 19,1% para la técnica 4, 3, 1 y 2 respectivamente.
- El grado de distorsión vertical fue de 2,14% para la técnica 4; 4,43% para la técnica 3; -5,67% para la técnica 1 y 20,59% para la técnica 2.
- En comparación a las medidas reales, las técnicas de calibración utilizando la longitud del labio superior, cuadrícula en la pared y la cuadrícula a nivel del hombro presentaron diferencias significativas, mientras que el uso de la cinta métrica en la frente no presentó diferencias significativas.
- El mayor grado de distorsión horizontal y vertical lo obtuvo la técnica que utiliza la cuadrícula en la pared, mientras la menor distorsión fue la técnica que usa la cinta métrica en la frente.
- Todas las técnicas de calibración presentaron una distorsión de elongación, excepto la técnica que utiliza la longitud del labio superior que tuvo un efecto de contracción.
- El grado de distorsión horizontal fue menor que la distorsión horizontal en todas las técnicas donde presentaron elongación.

VIII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda seguir una estandarización para el registro fotográfico y calibración de imágenes que permita realizar mediciones en el análisis facial en ortodoncia.
- Contar con un ambiente especial para fotografías, así como de los equipos fotográficos, de iluminación y espejo en la pared para el debido registro fotográfico.
- Incorporar un software para el análisis facial en la práctica diaria.
- El grado de distorsión de fotografía digital es un tema amplio, extenso y poco estudiado en odontología, por lo que estudios futuros son necesarios para simplificar las técnicas, obtener mayor precisión de las medidas, así como abordar de mejor manera las variables que pudieran influenciar los procedimientos.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Nandkishorji U. *et al.* Orthodontic Photography A Clinical Aspect Sch. J. Dent. Sci., Vol-3, Iss-8 (Aug, 2016), pp-231-236.
2. Ypanaque L, García N, Landa K, Luque H. Calibración de la fotografía ortodóncica mediante tres técnicas. Revista de la Segunda Especialidad Profesional en Ortodoncia y Ortopedia Maxilar 2015;2(1): 1-5.
3. Apolinario C. Relación de la posición sagital e inclinación del incisivo central superior con la percepción estética de la sonrisa de perfil en un grupo de profesionales de ortodoncia y un grupo de no profesionales [Tesis de pregrado]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Odontología, Escuela Profesional de Odontología; 2017.
4. Prakash A. Chitra P. Photogrammetry As a Tool To Aid Orthodontic Diagnosis and Treatment. J Contemp Orthod. 2017;1(II):50–5.
5. Montoya MS. Manual de Fotografía Clínica para el Odontólogo. Caracas: AMOLCA; 2013.
6. Sreesan NS, Purushothaman B, Rahul CS, Shafanath T, Fawaz V. Clinical Photography in Orthodontics. 2016;3(2):71–5.
7. McLaren EA, Terry DA. Photography in dentistry. J Calif Dent As-soc. 2001; 29(10):735-42.
8. Gallegos AG. Enhancing interprofessional communication through digital photography. J Calif Dent Assoc 2001; 29:752-7.
9. Muñoz DJ. De Splines Y Técnicas De Análisis De Imágenes. 2007;(35):383
10. Pizarro DA, Campos P. Comparación de técnicas de calibración de cámaras digitales. 2005;13(1):57–67.
11. Cardona FA. Vernier. Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías. Universidad de Guadalajara. 2010:1-3.
12. Angle E. Treatment of malocclusion of the teeth: Angle's system. Philadelphia: White Dental Manufacturing Co. 1907.

13. Case CS. The question of extraction in orthodontia: Trans NDA, 1911.
14. Oyimbo AC, Fawehinmi HB, Dare WN, Berezi AM. Mediciones normales del canto externo e interno de los jaws del sur de Nigeria. *European J Sci Res* 2008; 22: 163-7.
15. Simon PW, Apud Cchwarz AM, Rotegeostatistic, New York, Leo L. Bruder, p.5, 1960.
16. Arnett GW, Bergman RT. Facial keys to orthodontic diagnosis and treatment planning. Part I. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1993; Apr;103(4): p. 299-312.
17. Zamora Montes de Oca C. In *Compendio de Cefalometría Análisis Clínico y Práctico*. Caracas: AMOLCA; 2004.
18. Martín Lucero J. *Valoración de los tejidos blandos faciales en ortodoncia* Buenos Aires; 2005.
19. Ignacio M. La distorsión. *OYNA*. Abril 1930, Vol. VI- Núm.52.
20. Inacal. *Vocabulario Internacional de Metrología-Conceptos básicos y generales, y términos asociados (VIM) 3ª edición 2012 Versión 2008 con correcciones menores BIPM, 108. 2012*
21. Siécola GS., Capelozza FL, Lorenzoni DC, Janson G. Subjective facial analysis and its correlation with dental relationships. *Dental Press Journal of Orthodontics.* 2017 22(2), 87–94.
22. Ahmad I. Digital dental photography. Part 1: an overview. *Br Dent J.* 2009 206(8):403-7.
23. Torgersbråten N, Stenvik A, Espeland L. A comparison of Class II open bite correction by maxillary or mandibular surgery. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2020;157(5):631–40.
24. Akriti T, Srirengalakshmi. The Size of the Sella Turcica in Skeletal Class I, Class II, and Class III using FACAD Software- South Indian Population Study.

Indian Journal of Public Health Research & Development. Jul2020, Vol. 11 Issue 7, p29-33. 5p.

25. Samawi S. Clinical digital photography in orthodontics: professional photographic records in daily practice. *Jordan Dental Journal*, vol. 18, no. 1, 2012. Disponible en <https://www.researchgate.net/publication/276026692>
26. Anic S, Slaj M, Lapter M. Basic principles for taking extraoral photographs. *Acta estomatológica croatica*. 2005. Vol. 39, br. 2, Pag 201-204.
27. Sreevatsan R, Philip K, Peter E, Singh K, Singh M. Digital photography in general and clinical dentistry- technical aspects and accessories. *International Dental Journal of Student's Research*, January –March 2015; 3(1): Pag 17-24.
28. Mahajan AY, Shafiei M, Marcus BC. Analysis of patient-determined preoperative computer imaging. *Arch Facial Plast Surg*. 2009;11(5):290–5.
29. Milutinovic J, Zelic K, Nedeljkovic N. Evaluation of facial beauty using anthropometric proportions. *Sci World J*. 2014.
30. Padamjeet P, Rita K, Harish Ch. *International Journal of Scientific Research Photometric Facial Analysis In Garhwal Region: A Preliminary*. 2017;(9):158–61.
31. Peng L, Cooke MS. Fifteen-year reproducibility of natural head posture: A longitudinal study. *Am J Orthod Orthop*. 1999;116(1):82-5.
32. Cooke MS, Wei HY. The reproducibility of natural head posture: A methodological study. *Am J Orthod Orthop*. 1988;93:280-8
33. Vergara C, Parada T, Ibáñez J, Astudillo M, Peñafiel C. Protocolo fotográfico estandarizado para análisis facial en Posición Natural de Cabeza. *International Journal of Interdisciplinary Dentistry*. 2022; 15(1), 29-32.

34. Koushan K, Skibell BC, Harvey JT, Jankowski HK, Deangelis DD, Oestreicher JH. Digital photography as a novel technique of measuring ocular surface dimensions. *Orbit*. 2008;27(4):259-65.
35. Solesio F, Lorda E, Lorda A, Laredo C, Rubio R. Estandarización fotográfica en Cirugía Plástica y Estética. *Cirugía Plástica Ibero-latinoamericana*. 2009; Vol. 35 (2):79-90.
36. Farkas LG. Accuracy of anthropometric measurements: past, present, and future. *Cleft Palate Craniofac J*. 1996 Jan;33(1):10-8; discussion 19-22.

X. ANEXOS

ANEXO 01: Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Operacionalización de variables				Metodología
¿Cuál es el de grado de distorsión de cuatro técnicas de calibración de fotografías digitales para el análisis facial en ortodoncia?	Objetivo general: Determinar el grado de distorsión de cuatro técnicas de calibración de fotografías digitales para el análisis facial en ortodoncia en pacientes.	El grado de distorsión varía en las cuatro técnicas de calibración de fotografías digitales para el análisis facial en ortodoncia.	Variables	Dimensión	Indicador	Escala	El presente estudio es de tipo cuantitativo y de diseño observacional, comparativo, prospectivo y de corte transversal. Pacientes entre 18 a 45 años que acuden a un consultorio privado en el año 2022.
			Grado de distorsión	Distorsión horizontal	Diferencia entre la medida horizontal real y la medida horizontal obtenida en la fotografía.	Razón-Continua	
				Distorsión Vertical	Diferencia entre la medida vertical real y la medida vertical obtenida en la fotografía.	Razón-Continua	
			Técnicas de calibración de fotografías digitales		Técnica 1: Utilizar la longitud del labio superior (Sn-Stm) para la calibración fotográfica. Técnica 2: Utilizar una cuadrícula 2x2cm en la pared para la calibración fotográfica. Técnica 3: Utilizar una cuadrícula 1cmx1cm a nivel del hombro para la calibración fotográfica. Técnica 4: Utilizar una cinta métrica en la frente para la calibración fotográfica.		



ANEXO 03: Consentimiento informado

Nº Ficha:

- **Institución:** Universidad Nacional Mayor de San Marcos – Facultad de Odontología
- **Investigadores:** Bach. Kelly María Torres Ramirez
- Mg. Esp. CD. Hugo Javier Luque Luque
- **Título:** Grado de distorsión de cuatro técnicas de calibración de fotografías digitales para el análisis facial en ortodoncia

INTRODUCCIÓN

La fotografía digital es un examen auxiliar muy utilizado en ortodoncia, siendo, hoy en día, parte de la historia clínica. En ella se puede realizar diferentes análisis como herramienta fundamental del diagnóstico, planificación y tratamiento en ortopedia, ortodoncia y cirugía ortognática, ya que incluye fotografías tanto extraorales como intraorales. El análisis morfológico del rostro puede realizarse en una fotografía extraoral y sobre la cual se realizan diferentes mediciones. Existe escasos estudios previos en ortodoncia que evalúe técnicas de calibración fotográfica, es por ello, que el presente estudio busca evaluar el grado de distorsión de diferentes técnicas de calibración fotográfica para el análisis facial en ortodoncia.

PROPÓSITO

Dar a conocer a cada participante del presente proyecto de investigación de manera explícita la naturaleza de esta, tanto como el rol que cumple en el presente estudio

JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

La técnica de calibración fotográfica es un procedimiento que el odontólogo realiza para poder determinar mediciones directamente de la imagen fotográfica. Sin embargo, hasta el momento se desconoce una técnica de calibración fiable, así como su grado de distorsión. El conocer una técnica de calibración con el menor grado de distorsión ayudaría a mejorar la práctica odontológica, obtener mediciones lineales en la fotografía con mayor precisión y sin necesidad de realizarlo directamente en el paciente.

METODOLOGÍA

- Se realizará la toma fotográfica de 102 pacientes que acudan a un consultorio odontológico privado en el año 2022.
- Se utilizará el programa de software FACAD para determinar medidas lineales verticales y horizontales de las imágenes fotográficas.
- Se determinará el grado de distorsión de cuatro técnicas de calibración de fotografías digitales.

MOLESTIAS O RIESGOS

No existe riesgos ni molestia al participar en el presente estudio. Asimismo, puede revocar el presente consentimiento en cualquier momento del estudio.

BENEFICIOS

Dentro de los beneficios está la contribución al desarrollo de la investigación, la cual servirá de aporte científico a la mejora continua con resultados que podrán extenderse a ámbitos nacionales, a partir de otra universidad.

COSTOS E INCENTIVOS

Entiendo que no se me brindará retribución alguna por mi participación.

CONFIDENCIALIDAD

La información obtenida será estrictamente confidencial, manteniendo de forma anónima los datos de identificación personal y no se utilizará para otro propósito que no esté especificado en este estudio.

DERECHOS DEL PACIENTE

Entiendo que una copia de esta ficha de consentimiento me será entregada, y que puedo pedir información sobre los resultados de este estudio cuando este haya concluido. En caso de presentar alguna duda con respecto al desarrollo del estudio el participante es libre de formular las preguntas que considere pertinentes. Para esto, puedo contactar a Kelly María Torres Ramirez mediante cuyo es correo: kelly.torres@unmsm.edu.pe y teléfono es: 946595340.

CONSENTIMIENTO

Acepto participar voluntariamente en esta investigación. He comprendido la información que se me ha brindado y tengo entendido que puedo revocar mi participación en cualquier momento.

.....
Nombre completo del participante

.....
Firma

.....
Fecha

.....
Nombre completo del investigador

.....
Firma

.....
Fecha



ANEXO 04: Solicitud del ambiente fotográfico

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE ODONTOLOGIA

Señor(a)

Director(a) del Centro de Imagen Odontológico del Perú

Señor(a) director(a):

Yo, Kelly María Torres Ramirez, identificada con DNI 74440880, estudiante de la Facultad de Odontología, ante Ud. Respetuosamente me presento y expongo:

Con motivo de:

Solicitar la autorización para el uso del ambiente fotográfico del Centro de imágenes odontológica del Perú (CEIOP) desde el 1 al 15 de febrero de 2022 desde las 9 a.m. hasta las 8 p.m. para la toma de fotografías a pacientes de 8 a 45 años que acudan al centro odontológico para la ejecución del proyecto de tesis titulado: "Grado de distorsión de cuatro técnicas de calibración de fotografías digitales para el análisis facial en ortodoncia"

Durante el desarrollo de la actividad, me comprometo a utilizar exclusivamente el ambiente utilizado, asimismo de asegurar la protección de los bienes del centro, así como de tomar responsabilidad de los daños que puedan ocurrir.

Sin otro particular, agradezco anticipadamente su atención brindada.

Lima, 18 de enero de 2022.

Atentamente

Kelly María Torres Ramirez

DNI N° 74440880

ANEXO 05. Autorización de trabajo de investigación



CARTA DE AUTORIZACIÓN

Mediante el presente documento se autoriza a la bachillera Kelly María Torres Ramírez con DNI 74440880 para el uso de los ambientes del Centro de Imágenes Odontológicas del Perú (CEIOP) en la ejecución de su trabajo de investigación titulado: "Grado de distorsión de cuatro técnicas de calibración de fotografías digitales para el análisis facial en ortodoncia", solicitándole que cumpla las políticas de la empresa, el cuidado de los ambientes y el desarrollo normal de las actividades.

Sin otro particular me despido cordialmente.

Lima, 03 de marzo de 2022

Atentamente

Atalia Esther Trocones Tuco
Dir. del Centro de Imágenes Odontológicas del Perú

ANEXO 06. Aprobación por Comité de Ética



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú, Decana de América
Facultad de Medicina
Comité de Ética en Investigación



ACTA DE EVALUACIÓN ÉTICA DE ESTUDIOS DE INVESTIGACIÓN (AEE-CEI)

CÓDIGO DE ESTUDIO N°: 0008-2022

En Lima, a los catorce días del mes de junio de 2022, en Sesión del COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN, previa evaluación del Proyecto de Tesis de Pregrado titulado: "Grado de distorsión de cuatro técnicas de calibración de fotografías digitales para el análisis facial en ortodoncia" y presentado por la Bachiller Kelly María Torres Ramírez con Código de Matrícula N°: 14050066 de la Escuela Profesional de Odontología de la Facultad de Odontología.

ACUERDA:

Dar por **APROBADO** dicho Proyecto, considerando que se ha cumplido satisfactoriamente con las recomendaciones Metodológicas y Éticas para la investigación en seres humanos y/o en animales de laboratorio.

Lima, 15 de junio de 2022

Dr. Henry/Guija Guerra
PRESIDENTE DEL CEI

ANEXO 06: PRUEBA DE NORMALIDAD DE LA MUESTRA

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

TÉCNICA	Kolmogorov-Smirnov ^a		
	Estadístico	Gl	Sig.
MEDIDA REAL	0.076	102	0.166
TÉCNICA 1: Longitud de labio superior	0.070	102	,200*
TÉCNICA 2: Cuadrícula en la pared	0.071	102	,200*
DISTANCIA CED-CEI TÉCNICA 3: Cuadrícula a nivel del hombro	0.057	102	,200*
TÉCNICA 4: Cinta métrica en la frente	0.089	102	0.05

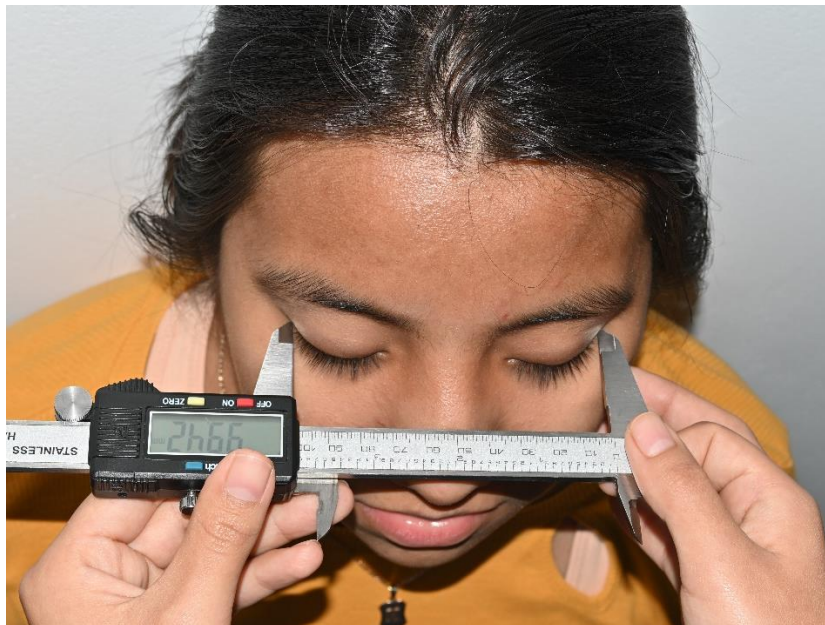
TÉCNICA	Kolmogorov-Smirnov ^a		
	Estadístico	gl	Sig.
MEDIDA REAL	0.054	102	,200*
TÉCNICA 1: Longitud del labio superior	0,043	102	,200
TÉCNICA 2: Cuadrícula en la pared	0.076	102	0.163
DISTANCIA CED-CLD TÉCNICA 3: Cuadrícula a nivel del hombro	0.058	102	,200*
TÉCNICA 4: Cinta métrica en la frente	0.040	102	,200*

ANEXO 07: Fotos de ejecución

A. Medición de la longitud del labio superior



B. Medición de la distancia de Canto externo derecho a Canto externo izquierda





C. Medición de la distancia de Canto externo derecho a Comisura derecha

