



**Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza**



PROYECTO FIN DE CARRERA

**Caracterización de morfología pediátrica
para el diseño de sistemas de protección
ante caídas de motocicleta**

presentado por

MIRIAM MILIÁN TRALLERO

dirigido por

FRANCISCO JOSÉ LÓPEZ VALDÉS

Dr. Ingeniero Mecánico

Y

JUAN JOSÉ ALBA LÓPEZ

Dr. Ingeniero Industrial

presentado en la

ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE LA
UNIVERSIDAD DE ZÁRAGOZA

Zaragoza, febrero de 2014

Índice general

Índice de figuras	V
Índice de cuadros	VII
1. Introducción	1
2. Objeto, alcance y metodología	3
3. La fotogrametría digital	5
3.1. Concepto	5
3.2. Proceso	5
3.3. Base teórica	6
4. Desarrollo del proyecto	9
4.1. Localización de niños	9
4.2. Provisión de motocicletas	11
4.3. Tramitación de la autorización de padres	11
4.4. Toma de datos personales	13
4.5. Colocación de marcadores	13
4.6. Toma de fotografías	14
4.7. Toma de datos sobre motocicleta tipo «scooter»	15
4.8. Toma de datos sobre motocicleta tipo «sport turismo»	17
4.8.1. Manos en agarradera trasera	17
4.8.2. Manos en depósito de combustible	19
4.9. Toma de datos sobre motocicleta tipo «urban»	20
4.9.1. Manos en agarradera trasera	21
4.9.2. Manos en depósito de combustible	22
5. Registro de datos	25
6. Análisis de resultados	31
6.1. Motocicleta tipo «scooter»	32
6.1.1. Niñas	32
6.1.2. Niños	33
6.2. Motocicleta tipo «sport turismo»	33

6.2.1. Niñas (manos en agarradera)	33
6.2.2. Niños (manos en agarradera)	34
6.2.3. Niñas (manos en depósito de combustible)	34
6.2.4. Niños (manos en depósito de combustible)	35
6.3. Motocicleta tipo «urban»	35
6.3.1. Niñas (manos en agarradera)	35
6.3.2. Niños (manos en agarradera)	36
6.3.3. Niñas (manos en depósito de combustible)	36
6.3.4. Niños (manos en depósito de combustible)	37
7. Conclusiones	39
8. Bibliografía	41
Anexos	43
A. Protocolo de trabajo	45
B. Consentimiento informado	49
C. Información a voluntarios	51
D. Datos para las niñas mayor y menor	53
D.1. Niña 09	54
D.1.1. Motocicleta tipo «scooter»	54
D.1.2. Motocicleta tipo «sport» (agarradera)	55
D.1.3. Motocicleta tipo «sport» (depósito de combustible)	56
D.1.4. Motocicleta tipo «urban» (agarradera)	57
D.1.5. Motocicleta tipo «urban» (depósito de combustible)	58
D.2. Niña 15	59
D.2.1. Motocicleta tipo «scooter»	59
D.2.2. Motocicleta tipo «sport» (agarradera)	60
D.2.3. Motocicleta tipo «sport» (depósito de combustible)	61
D.2.4. Motocicleta tipo «urban» (agarradera)	62
D.2.5. Motocicleta tipo «urban» (depósito de combustible)	63

Índice de figuras

3.1. Generación de imágenes 2D en una cámara fotográfica.	6
3.2. Generación de una imagen 3D a partir de varias fotografías.	6
3.3. Identificación de las posiciones de cámara.	7
3.4. Tratamiento de las imágenes y aplicación de los algoritmos de cálculo mediante ordenador.	8
3.5. Medición en unidades reales.	8
4.1. Niño sobre motocicleta tipo «Scooter» (Toma lateral izquierda). . . .	15
4.2. Niño sobre motocicleta tipo «Scooter» (Toma trasera).	16
4.3. Niño sobre motocicleta tipo «Scooter» (Toma lateral derecha).	16
4.4. Niño sobre motocicleta tipo «Sport» (Toma lateral izquierda).	17
4.5. Niño sobre motocicleta tipo «Sport» (Toma trasera).	18
4.6. Niño sobre motocicleta tipo «Sport» (Toma lateral derecha).	18
4.7. Niño sobre motocicleta tipo «Sport» (Toma lateral izquierda).	19
4.8. Niño sobre motocicleta tipo «Sport» (Toma trasera).	20
4.9. Niño sobre motocicleta tipo «Sport» (Toma lateral derecha).	20
4.10. Niño sobre motocicleta tipo «Urban» (Toma lateral izquierda).	21
4.11. Niño sobre motocicleta tipo «Urban» (Toma trasera).	21
4.12. Niño sobre motocicleta tipo «Urban» (Toma lateral derecha).	22
4.13. Niño sobre motocicleta tipo «Urban» (Toma lateral izquierda).	22
4.14. Niño sobre motocicleta tipo «Urban» (Toma trasera).	23
4.15. Niño sobre motocicleta tipo «Urban» (Toma lateral derecha).	23
6.1. Representación gráfica de mediciones: geometría original con defectos de posición (izqda.) y geometría corregida con software (dcha.). . . .	32
6.2. Representación gráfica de mediciones.	33
6.3. Representación gráfica de mediciones.	33
6.4. Representación gráfica de mediciones.	34
6.5. Representación gráfica de mediciones.	34
6.6. Representación gráfica de mediciones.	35
6.7. Representación gráfica de mediciones.	35
6.8. Representación gráfica de mediciones.	36
6.9. Representación gráfica de mediciones: geometría original con defectos de posición (izqda.) y geometría corregida con software (dcha.). . . .	36
6.10. Representación gráfica de mediciones.	37
A.1. Página 1 del protocolo de toma de datos.	46

A.2. Página 2 del protocolo de toma de datos.	47
A.3. Página 3 del protocolo de toma de datos.	48
B.1. Consentimiento informado.	50
C.1. Información a voluntarios.	52
D.1. Niña mayor sobre motocicleta «scooter».	54
D.2. Niña mayor sobre motocicleta «sport». Manos en agarradera trasera. .	55
D.3. Niña mayor sobre motocicleta «sport». Manos en depósito de combus- tible.	56
D.4. Niña mayor sobre motocicleta «urban». Manos en agarradera trasera.	57
D.5. Niña mayor sobre motocicleta «urban». Manos en depósito de combus- tible.	58
D.6. Niña menor sobre motocicleta «scooter».	59
D.7. Niña menor sobre motocicleta «sport». Manos en agarradera trasera.	60
D.8. Niña menor sobre motocicleta «sport». Manos en depósito de combus- tible.	61
D.9. Niña menor sobre motocicleta «urban». Manos en agarradera trasera.	62
D.10. Niña menor sobre motocicleta «urban». Manos en depósito de combus- tible.	63

Índice de cuadros

4.1. Tabla de pesos y alturas para niñas.	10
4.2. Tabla de pesos y alturas para niños.	10
5.1. Mediciones (cm.) en niño sobre motocicleta tipo «scooter».	26
5.2. Mediciones (cm.) en niño sobre motocicleta tipo «sport». Manos en agarradera trasera.	27
5.3. Mediciones (cm.) en niño sobre motocicleta tipo «sport». Manos en depósito de combustible.	28
5.4. Mediciones (cm.) en niño sobre motocicleta tipo «urban». Manos en agarradera trasera.	29
5.5. Mediciones (cm.) en niño sobre motocicleta tipo «urban». Manos en depósito de combustible.	30
D.1. Mediciones (cm.) en niña sobre motocicleta «scooter». Manos en aga- rradera trasera.	54
D.2. Mediciones (cm.) en niña sobre motocicleta «sport». Manos en agarra- dera trasera.	55
D.3. Mediciones (cm.) en niña sobre motocicleta «sport». Manos en depósito de combustible.	56
D.4. Mediciones (cm.) en niña sobre motocicleta «urban». Manos en aga- rradera trasera.	57
D.5. Mediciones (cm.) en niña sobre motocicleta «urban». Manos en depósi- to de combustible.	58
D.6. Mediciones (cm.) en niña sobre motocicleta «scooter». Manos en aga- rradera trasera.	59
D.7. Mediciones (cm.) en niña sobre motocicleta «sport». Manos en agarra- dera trasera.	60
D.8. Mediciones (cm.) en niña sobre motocicleta «sport». Manos en depósito de combustible.	61
D.9. Mediciones (cm.) en niña sobre motocicleta «urban». Manos en aga- rradera trasera.	62
D.10. Mediciones (cm.) en niña sobre motocicleta «urban». Manos en depósi- to de combustible.	63

Capítulo 1

Introducción

El presente proyecto se inscribe dentro de un proyecto nacional de investigación coordinado desde el Instituto Universitario de Investigación en Ingeniería de Aragón (I3A) de la Universidad de Zaragoza.

A grandes rasgos, el proyecto plantea el diseño y fabricación de un sistema de protección para niños ante caídas de motocicleta.

El problema surge como consecuencia de que, hoy en día, las motocicletas se están convirtiendo en un medio de transporte cada vez más utilizado en el medio urbano por parte de los padres que llevan a los niños al colegio, sea para asistir a sus clases ordinarias, sea para asistir a diferentes tipos de actividades extraescolares y deportivas.

En el año 2003 se renovó el reglamento general de circulación, que decía lo siguiente:

Real Decreto 1428/2003, de 21 de noviembre, por el que se aprueba el reglamento general de circulación para la aplicación y desarrollo del texto articulado de la ley sobre tráfico, circulación de vehículos a motor y seguridad vial, aprobado por el real decreto legislativo 339/1990, de 2 de Marzo.

Artículo 12. Normas relativas a ciclos, ciclomotores y motocicletas.

1. Los ciclos que, por construcción, no puedan ser ocupados por más de una persona podrán transportar, no obstante, cuando el conductor sea mayor de edad, un menor de hasta siete años en asiento adicional que habrá de ser homologado.

Vista la norma de circulación, podemos ver que se puede transportar a un niño siempre que el conductor sea mayor de edad con un asiento homologado. Ahí surge nuestro problema, el niño va montado pero no va protegido.

Entonces, nuestro objetivo será estudiar la morfología de cada niño subido en la moto como si fuera pasajero para así construir o diseñar una medida de protección que se adapte para cada edad, peso y altura, que sea ligera y efectiva.

Capítulo 2

Objeto, alcance y metodología

El objetivo de este proyecto consiste en caracterizar la morfología de los niños cuando se encuentran subidos en una motocicleta, de forma que esta descripción morfológica sea útil para poder diseñar y construir un sistema de protección ante posibles caídas.

El trabajo desarrollado abarca la toma de datos morfológicos y su postproceso numérico y gráfico, de forma que la información generada sirva para comenzar las labores de diseño del sistema de protección.

Respecto del método de trabajo, el proyecto se desarrolla con el soporte de la técnica de la fotogrametría digital, junto con software para el tratamiento gráfico de datos.

Capítulo 3

La fotogrametría digital

3.1. Concepto

La fotogrametría digital es una técnica que permite reconstruir escenas en tres dimensiones a partir de fotografías convencionales. Por extensión, si en las fotografías se identifican determinadas referencias de dimensiones conocidas, entonces es posible realizar mediciones de cualesquiera otros elementos presentes en las fotografías.

3.2. Proceso

El proceso de aplicación consta de cuatro pasos básicos:

1. Realizar fotografías desde diferentes ángulos de cámara. En nuestro caso, se fotografiaron niños sentados sobre motocicletas, adquiriéndose un total de entre 8 y 10 fotografías que proporcionaban perspectivas bien diferenciadas.
2. Cargar todas las imágenes en el software de trabajo. En nuestro caso, el software utilizado para aplicar la técnica de la fotogrametría digital fue el programa comercial «Photomodeler».
3. Proceder al marcado y referenciado de elementos comunes en las fotografías. Se trataba de identificar un mismo elemento en las distintas fotografías adquiridas, en nuestro caso, los marcadores que llevaban colocados los niños en las distintas partes de su cuerpo.

4. Analizar la información generada, tanto numéricamente como gráficamente, valiéndose para ello de software de diseño en 3D.

3.3. Base teórica

Cuando se adquiere una fotografía, el sensor de la cámara digital captura la luz reflejada por los objetos fotografiados, generando una imagen plana.



Figura 3.1: Generación de imágenes 2D en una cámara fotográfica.

Con el uso de múltiples fotografías, se puede calcular la posición de un punto en el espacio 3D mediante simple cómputo geométrico, si sabemos:

- Dónde se encuentra posicionado el punto en cada fotografía.
- Los parámetros de la cámara (distancia focal, distorsión de lentes, etc.).
- Las posiciones relativas y ángulos de cámara cuando se capturaron las fotos.

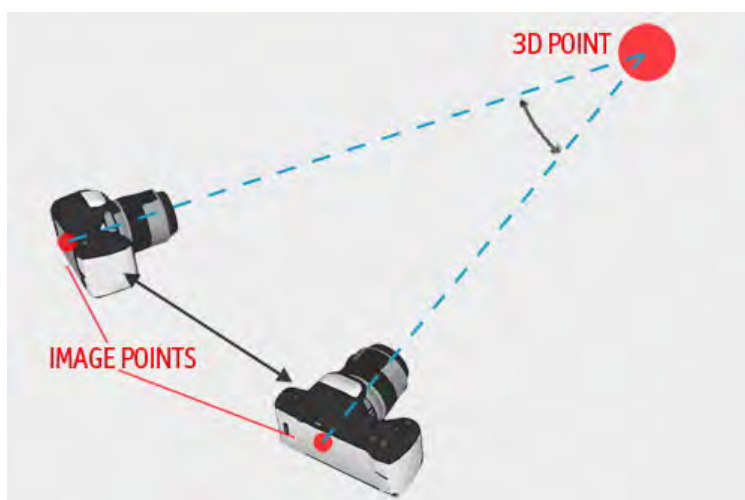


Figura 3.2: Generación de una imagen 3D a partir de varias fotografías.

La cuestión que se genera ahora es cómo conocer las posiciones relativas y los ángulos de la cámara. Conceptualmente, la solución es sencilla, ya que si hemos identificado la posición de uno o varios puntos en distintas fotografías, entonces sólo existirá una solución para identificar los puntos desde donde las fotografías fueron tomadas.

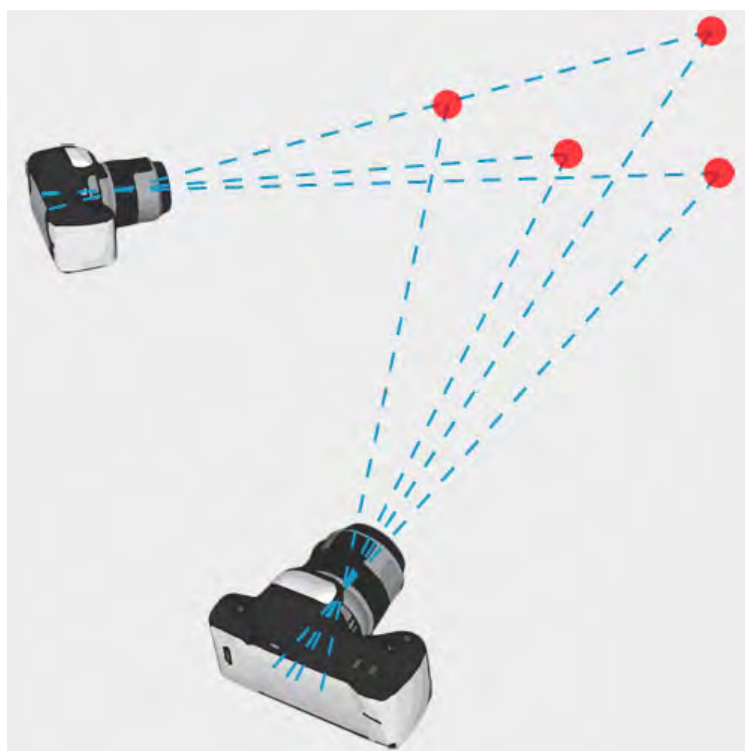


Figura 3.3: Identificación de las posiciones de cámara.

La búsqueda de la posición y ángulos de la cámara correctos, implica una primera etapa de aproximación hasta a la solución, que luego debe ser refinada para lograr una mayor precisión. Este proceso se gestiona mediante un algoritmo básico en la técnica de la fotogrametría, denominado «Bundle Adjustment», el cual aprovecha de la enorme potencia de procesamiento de los ordenadores para ajustar la solución hasta que el haz de rayos de luz entre todos los puntos y las posiciones de la cámara sea óptimo.

Para obtener mediciones en unidades reales se necesita disponer de una escala de referencia. Por ejemplo, en la Figura 3.5, la distancia marcada podría ser de 10 cm, si se tratara de una fotografía de un coche de juguete, pero podría ser 2,8 m, si se tratara de la fotografía de un coche de verdad. Este problema se resuelve fácilmente mediante si en la fotografía se incluye uno o varios elementos (regla, cinta métrica u otro dispositivo) de medida conocida.



Figura 3.4: Tratamiento de las imágenes y aplicación de los algoritmos de cálculo mediante ordenador.

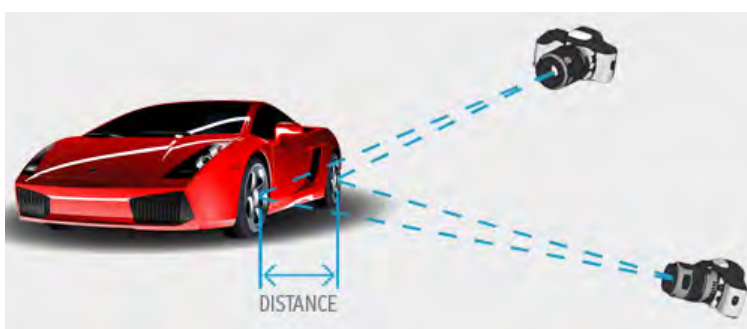


Figura 3.5: Medición en unidades reales.

Capítulo 4

Desarrollo del proyecto

En el presente apartado se describe el proceso que se ha seguido para desarrollar el proyecto.

Estos pasos, que se describirán en los siguientes apartados, son:

- Localización de niños
- Provisión de motocicletas
- Tramitación de la autorización de padres
- Toma de datos personales
- Colocación de marcadores
- Toma de fotografías

4.1. Localización de niños

El primer paso consistió en la localización de un grupo de niños voluntarios que cumplieran el único requisito de poseer una edad comprendida entre 5 y 12 años, además de encontrarse en unos percentiles de talla y peso acordes con los valores mostrados en los Cuadros 4.1 y 4.2.

NIÑAS						
Edad (años)	Percentil 25		Percentil 50		Percentil 75	
	Peso (kg)	Altura (cm)	Peso (kg)	Altura (cm)	Peso (kg)	Altura (cm)
5	15,0	105	18,0	108	21,0	112
6	17,0	110	20,0	115	24,0	119
7	19,0	116	23,5	121	27,5	125
8	22,0	122	27,0	127	31,5	132
9	25,5	128	31,5	133	36,0	138
10	29,0	133	35,0	138	40,0	144
11	33,0	137	39,0	143	45,0	149
12	36,5	144	42,5	149	49,0	155

Cuadro 4.1: Tabla de pesos y alturas para niñas.

NIÑOS						
Edad (años)	Percentil 25		Percentil 50		Percentil 75	
	Peso (kg)	Altura (cm)	Peso (kg)	Altura (cm)	Peso (kg)	Altura (cm)
5	18,0	105	19,0	109	21,0	112
6	19,0	110	21,0	115	23,0	118
7	21,0	116	23,0	120	26,0	125
8	22,0	121	26,0	126	29,0	131
9	24,5	127	28,5	132	33,0	137
10	28,0	131	32,0	136	37,0	142
11	31,0	136	36,5	141	42,0	147
12	35,0	141	41,0	146	47,0	152

Cuadro 4.2: Tabla de pesos y alturas para niños.

Se trabajó con un total de 25 niños voluntarios, todos ellos contactados en su calidad de hijos de personas conocidas, tales como compañeros de trabajo, amigos o compañeros de colegio. A los padres se les facilitó un impreso de consentimiento informado, en el que se especificaba en qué consistía la prueba y lo que tenían que hacer sus hijos.

4.2. Provisión de motocicletas

Para desarrollar el trabajo previsto, fue necesario aprovisionarse con una diversidad de motocicletas que permitieran forzar en los niños distintos tipos de posturas de las que pueden ser posibles cuando se sientan como pasajeros en cada una de ellas.

Para realizar el aprovisionamiento de las motocicletas se solicitó la colaboración de la «Asociación Mutua Motorista», también conocida como «Mutua Motera», la cual prestó tres tipos de motocicleta de geometría bien diferenciada:

- Una de las motocicletas fue una «Kymco 250 People», de tipo «scooter». Esta motocicleta es una de las más representativas en el parque urbano de motocicletas, ya que es frecuentemente utilizada por padres que llevan a sus hijos al colegio en este tipo de vehículo. Esta motocicleta, al ser muy ancha en su parte trasera, dificultaba especialmente la correcta posición de las piernas de los niños.
- Otra motocicleta fue una «Yamaha Fazer 1000 S», de tipo «sport turismo». Es una motocicleta de carretera, de grandes dimensiones, que dificulta la correcta colocación del niño sobre ella.
- La tercera de las motocicletas fue una «Kymco 125 Quannon», de tipo «urban». Es una motocicleta de dimensiones intermedias entre las dos anteriores. En general, resultó bastante cómoda para los niños.

Una vez recibidas las motocicletas, éstas se colocaron en una sala de trabajo de la Universidad de Zaragoza.

4.3. Tramitación de la autorización de padres

El presente estudio se configuró para que los padres de los niños estuvieran presentes en todo momento. Antes de proceder a la toma de datos morfológicos de cada

niño, los padres recibieron un documento de consentimiento informado en el que se explicaba todo el proceso de trabajo que iba a llevarse a cabo con sus hijos y en qué consistía el estudio.

El consentimiento informado decía lo siguiente:

El presente estudio tiene como objetivo evaluar la postura de los niños durante un viaje como pasajero de una motocicleta con el fin de diseñar un sistema de protección para la espalda y la cadera.

La prueba consistirá en medir a los voluntarios y situarles unos marcadores en varias regiones corporales. A continuación, el voluntario se subirá a tres modelos distintos de moto y se le requerirá que adopte dos posiciones distintas. En cada moto y en cada posición se tomarán varias fotografías del voluntario que permitirán obtener la posición espacial de los marcadores mediante algoritmos de triangulación.

Para ello, se requiere que los niños acudan a la prueba con bañador ya que los marcadores se colocarán en regiones anatómicas de interés. Se requiere que el padre/madre del niño esté presente en todo momento durante la realización de la prueba. En cualquier momento, y sin necesidad de dar ningún motivo, el padre/madre puede decidir terminar la prueba.

Para la reconstrucción tridimensional de la posición de los marcadores anatómicos es necesario tomar unas 8-10 fotografías en cada posición. Estas fotografías necesitan ser procesadas por el equipo de investigación. A la finalización del proyecto, se conservará sólo una copia de las fotografías en soporte informático perteneciente al I3A.

Debido a que la técnica de medición depende de las fotografías, se hace necesario incluir algunas de estas en informes técnicos, publicaciones científicas o presentaciones en jornadas y congresos donde se expongan estos resultados. Se autoriza a los miembros del equipo investigador a que utilice el material fotográfico con estos fines siempre y cuando no sea posible reconocer al sujeto en las fotografías.

Puede ponerse en contacto con el equipo de investigación para cualquier consulta que considere oportuna en la dirección de correo electrónico@unizar.es

Le agradecemos de antemano su participación.

Era condición necesaria que este consentimiento informado fuera explícitamente aceptado y firmado por los padres. Tras la firma, podía procederse ya a realizar el procedimiento de preparación del niño para la adquisición de datos.

4.4. Toma de datos personales

El primer paso que se realizó con cada niño —siempre en presencia de sus padres— fue tomar algunos de sus datos generales, en concreto:

- Nombre y apellidos.
- Sexo.
- Edad.
- Peso.
- Estatura.

4.5. Colocación de marcadores

Seguidamente, tras la toma de datos generales y para cada niño, se procedió a la colocación de una serie de marcadores (pequeños círculos de papel adhesivo) que permitían referenciar unos determinados puntos de su cuerpo que se citan a continuación:

1. Lado derecho de la cara: conducto auditivo externo derecho.
2. Hombro derecho: acromion (punto lateral más extremo) derecho.
3. Codo derecho.
4. Muñeca derecha.
5. Pelvis derecha: espina ilíaca anterior superior derecha.
6. Fémur derecho: articulación con la cadera derecha.
7. Rodilla derecha.
8. Tobillo derecho.
9. Lado izquierdo de la cara: conducto auditivo externo izquierdo.
10. Hombro izquierdo: acromion (punto lateral más extremo) izquierdo.
11. Codo izquierdo.

12. Muñeca izquierda.
13. Pelvis izquierda: espina ilíaca anterior superior izquierda.
14. Fémur izquierdo: articulación con la cadera izquierda.
15. Rodilla izquierda.
16. Tobillo izquierdo.
17. Vértebra C1 (unión cráneo-occipital).
18. Vértebra T1 (unión cervical-torácica).
19. Vértebra T8 (octava vértebra torácica).
20. Vértebra T12 (decimo segunda vértebra torácica).

Estos marcadores se colocaron siempre en el mismo orden, siguiendo un protocolo preestablecido que servía para prevenir olvidos en la colocación que pudieran invalidar el proceso posterior de adquisición de datos.

4.6. Toma de fotografías

Como último paso, y ya preparados los niños con todos los marcadores distribuidos en su cuerpo, se dispusieron marcadores adicionales de referencia en el suelo. Estos marcadores servían para mejorar la precisión de las mediciones, ya que su posición iba a ser fija. Por el contrario, los marcadores colocados en los niños era seguro que iban a tener algún tipo de movimiento, aunque sólo fuera el mínimo esperable como consecuencia de su proceso de respiración.

Se distribuyeron entre ocho y nueve marcadores en el suelo, colocados alrededor de las motocicletas sobre las que se iban a sentar los niños. Otros dos marcadores, se dispusieron unidos a las puntas de una regla de forma que definieran lo que iba a ser eje «X» de referencia. Por último, otros dos marcadores se colocaron perpendicularmente a la regla, para así definir lo que iba a ser el eje «Z».

A partir de ahora, con sólo unas cámaras fotográficas y con el apoyo de software para la aplicación de la técnica de la fotogrametría digital, se iban a poder obtener las dimensiones y ubicación de los marcadores que llevaban los niños en su cuerpo. El software específico para la reconstrucción de escenarios en tres dimensiones mediante fotogrametría digital es el denominado comercialmente como «Photomodeler».

Con todo este dispositivo ya preparado, se procedió a realizar la toma de fotografías.

4.7. Toma de datos sobre motocicleta tipo «scooter»

A cada niño se le pidió que, en primer lugar, se montara en la motocicleta tipo «scooter». Se le pidió que ocupara la posición de pasajero sobre el asiento, con sus manos asiendo la agarradera trasera. El motivo de adoptar esta posición respondió a la necesidad de buscar una posición de referencia que facilitara tomar mediciones de toda la anatomía del niño.

A continuación se muestra la secuencia de fotos obtenida para uno de los veinticinco niños voluntarios.

Las dos primeras fotografías de la secuencia —Figura 4.1— permitieron tomar datos del lado izquierdo del niño. Las dos fotografías estaban tomadas con distintos ángulos de cámara.

Estas dos posiciones de cámara no responden a ninguna posición específica de la cámara y son elegidas arbitrariamente por la persona que realiza la fotografía.

Sí que debía prestarse atención al hecho de que era necesario que los marcadores del suelo apareciesen en las fotografías. Estaba garantizado que la posición de estos marcadores iba a ser fija, por lo que eran fundamentales a la hora de aportar precisión a los cálculos realizados posteriormente por el software.

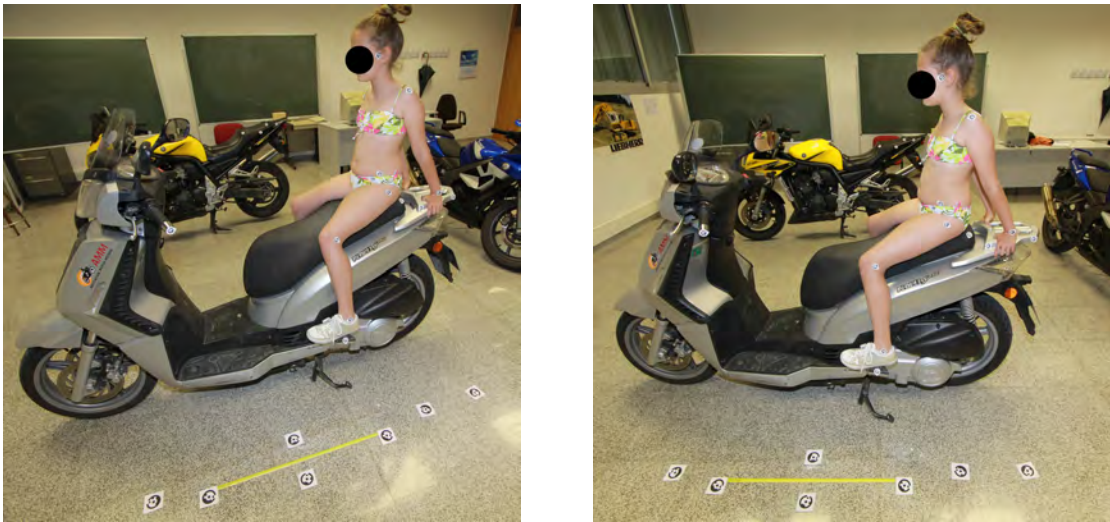


Figura 4.1: Niño sobre motocicleta tipo «Scooter» (Toma lateral izquierda).

La tercera y cuarta fotografías —Figura 4.2— permitían tomar datos de la espalda. Al igual que para las fotografías anteriores, la posición de la cámara es arbitraria, buscándose únicamente que los marcadores del suelo aparecieran en las imágenes.

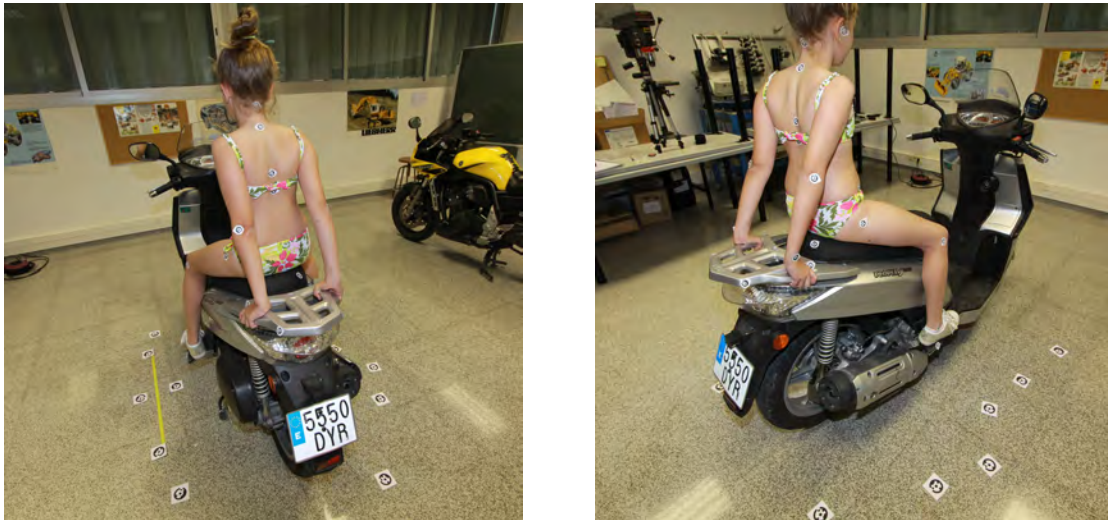


Figura 4.2: Niño sobre motocicleta tipo «Scooter» (Toma trasera).

Por último, la quinta y sexta fotografías —Figura 4.3— aportaban datos de la parte derecha del niño. De nuevo, la presencia en las imágenes de los marcadores del suelo era fundamental.

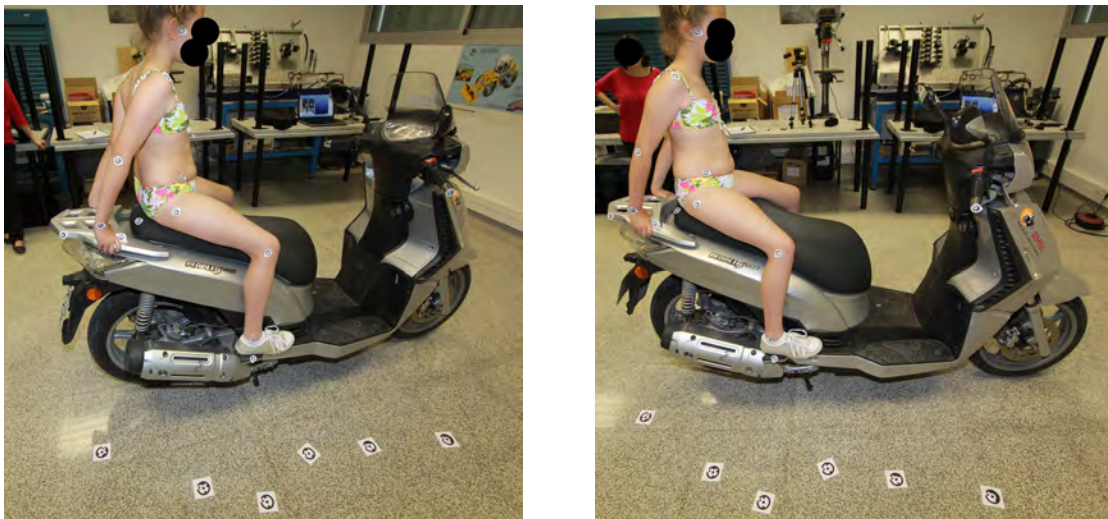


Figura 4.3: Niño sobre motocicleta tipo «Scooter» (Toma lateral derecha).

4.8. Toma de datos sobre motocicleta tipo «sport turismo»

A continuación de la toma de fotografías en la motocicleta tipo «scooter», se le pidió al niño que montara en la posición de pasajero de la motocicleta de gran cilindrada «Yamaha Fazer 1000 S».

En esta motocicleta se tomaron fotografías de los niños en dos posiciones de pasajero diferentes: con las manos sujetando la agarradera trasera y con las manos apoyadas en el depósito de combustible.

4.8.1. Manos en agarradera trasera

Es una postura habitual que se adquiere en situaciones de espera (por ejemplo, en paradas ante semáforos en rojo). En caso de arranque repentino de la motocicleta, existe un gran riesgo de caída del niño hacia atrás, habiéndose documentado numerosos accidentes de estas características.

Las dos primeras fotografías —Figura 4.4— se utilizaron para adquirir datos del lateral izquierdo del niño. Al igual que para la motocicleta anterior, los ángulos de cámara no responden a ninguna posición específica y son elegidos arbitrariamente por la persona que realiza la fotografía. Igualmente, sí que resultaba necesario que los marcadores del suelo apareciesen en las fotografías.

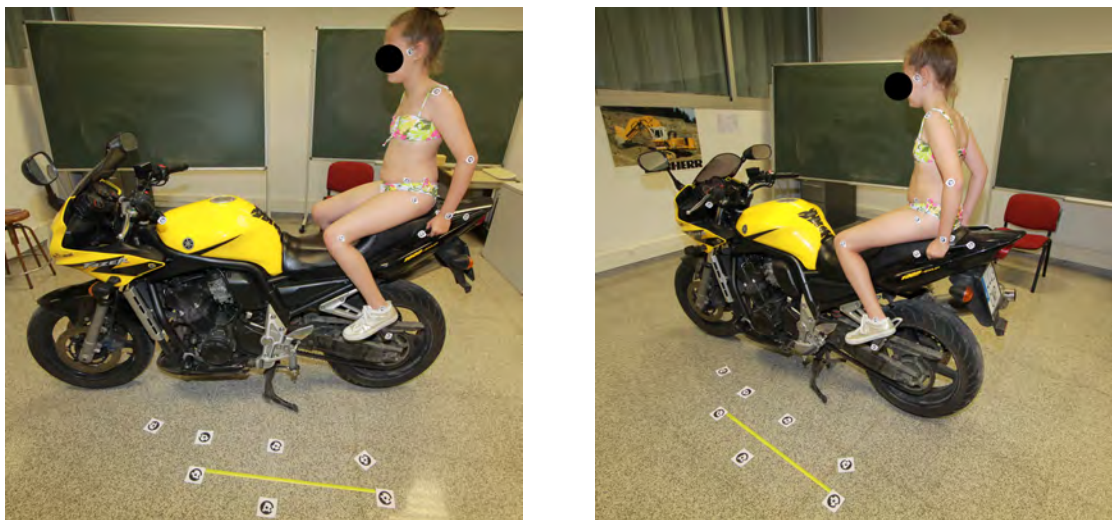


Figura 4.4: Niño sobre motocicleta tipo «Sport» (Toma lateral izquierda).

La tercera y cuarta fotografías —Figura 4.5— sirvieron para tomar los datos de la columna vertebral. De nuevo, la posición de la cámara es arbitraria, buscándose únicamente que los marcadores del suelo aparecieran en las imágenes.



Figura 4.5: Niño sobre motocicleta tipo «Sport» (Toma trasera).

Por último, la quinta y sexta fotografías —Figura 4.6— aportaban datos de la parte derecha del niño. De nuevo, la presencia en las imágenes de los marcadores del suelo era fundamental.

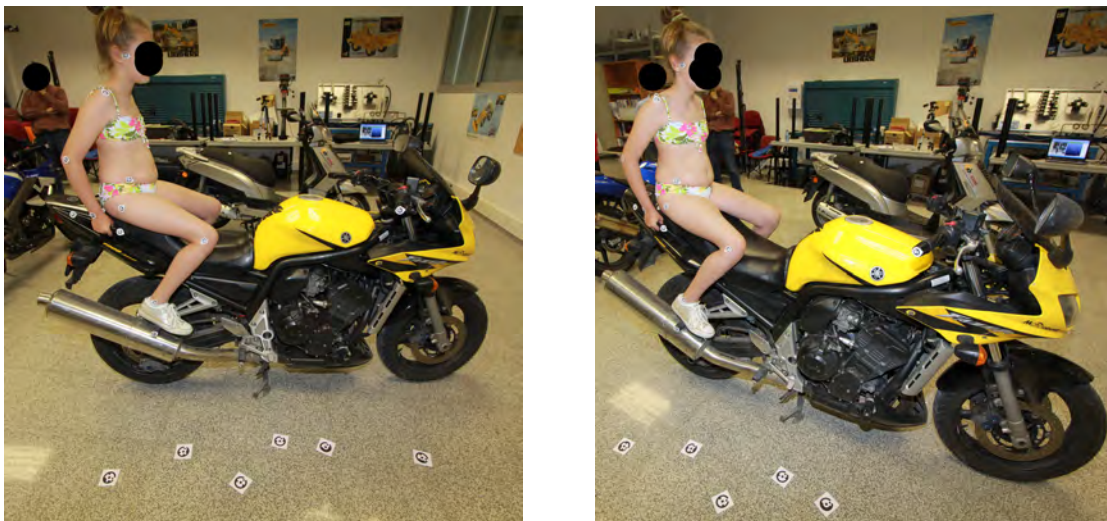


Figura 4.6: Niño sobre motocicleta tipo «Sport» (Toma lateral derecha).

4.8.2. Manos en depósito de combustible

Esta postura simula la posición adoptada por el pasajero cuando la motocicleta se encuentra en régimen de marcha.

En esta posición, el niño adopta una postura parecida a la que adquiere cuando circula como pasajero abrazado al adulto que conduce la motocicleta. Es una posición muy inestable, ya que las grandes dimensiones de la motocicleta dificultan que el niño tenga buenos apoyos y deba buscar sujetarse al adulto, lo cual queda también dificultado porque su tamaño morfológico dificulta que el niño pueda abrazarse a él con firmeza.

Por este motivo, el proyecto que desarrollará el sistema de protección para la espalda del niño en caso de caída, también contempla el diseño y fabricación de algún tipo de dispositivo que ayude a una mejor sujeción del niño al adulto, a la vez que garantice la desconexión de ambos en caso de caída.

Al igual que para los casos anteriores, las dos primeras fotografías —Figura 4.7— se utilizaron para adquirir datos del lateral izquierdo del niño, con posiciones arbitrarias de ángulo de cámara y con la precaución de que los marcadores del suelo apareciesen en las fotografías.



Figura 4.7: Niño sobre motocicleta tipo «Sport» (Toma lateral izquierda).

También al igual que en los casos anteriores, la tercera y cuarta fotografías —Figura 4.8— sirvieron para tomar los datos de la columna vertebral. De nuevo, la posición de la cámara es arbitraria, buscándose únicamente que los marcadores del suelo aparecieran en las imágenes.



Figura 4.8: Niño sobre motocicleta tipo «Sport» (Toma trasera).

Por último, la quinta y sexta fotografías —Figura 4.9— aportaban datos de la parte derecha del niño. De nuevo, la presencia en las imágenes de los marcadores del suelo era fundamental.

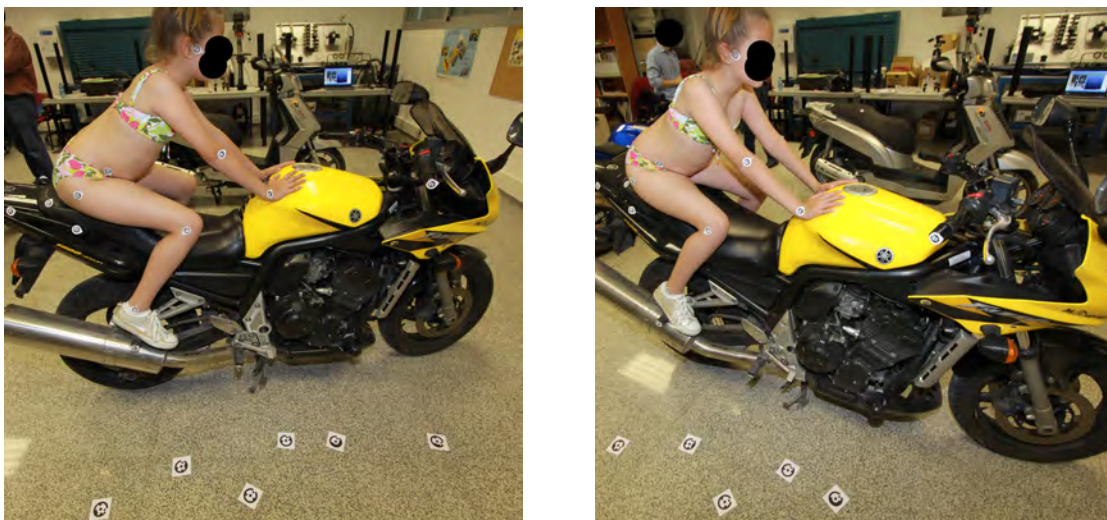


Figura 4.9: Niño sobre motocicleta tipo «Sport» (Toma lateral derecha).

4.9. Toma de datos sobre motocicleta tipo «urban»

El tercer tipo de motocicleta sobre el que se trabajó fue del tipo «urban». También se trabajó con el niño en dos posiciones de pasajero diferentes: manos sujetando la

agarradera trasera y manos apoyadas en el depósito de combustible.

4.9.1. Manos en agarradera trasera

Las fotografías de la Figura 4.10 proporcionaron datos del lateral izquierdo.

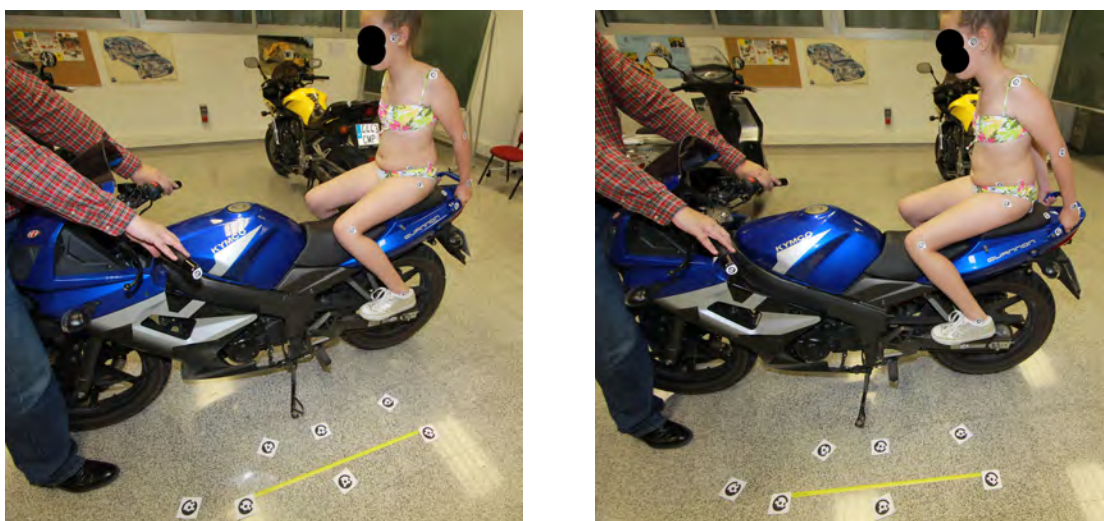


Figura 4.10: Niño sobre motocicleta tipo «Urban» (Toma lateral izquierda).

Las fotografías de la Figura 4.11 proporcionaron datos de la columna vertebral.

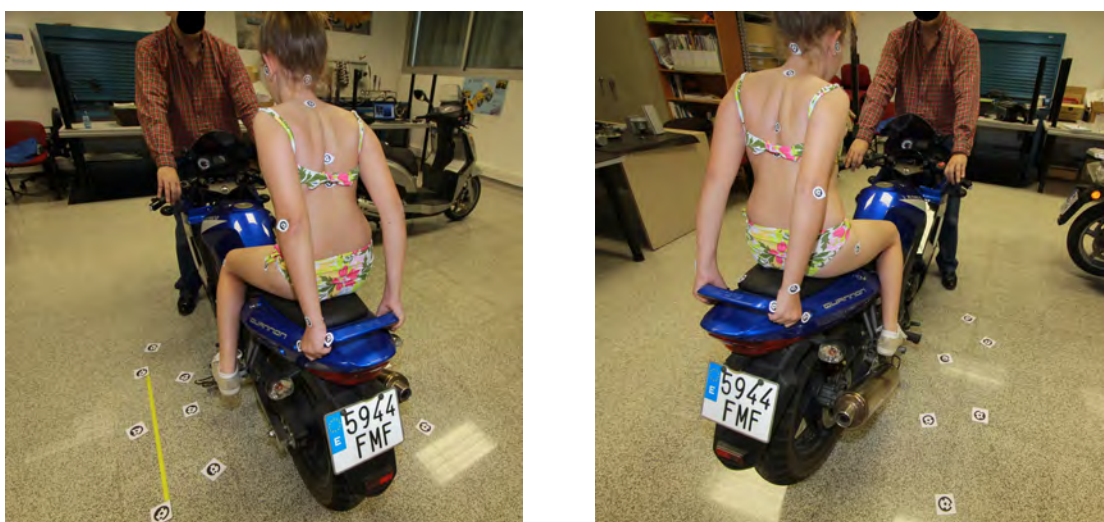


Figura 4.11: Niño sobre motocicleta tipo «Urban» (Toma trasera).

Por último, las fotografías de la Figura 4.12 aportaban datos de la parte derecha del niño.

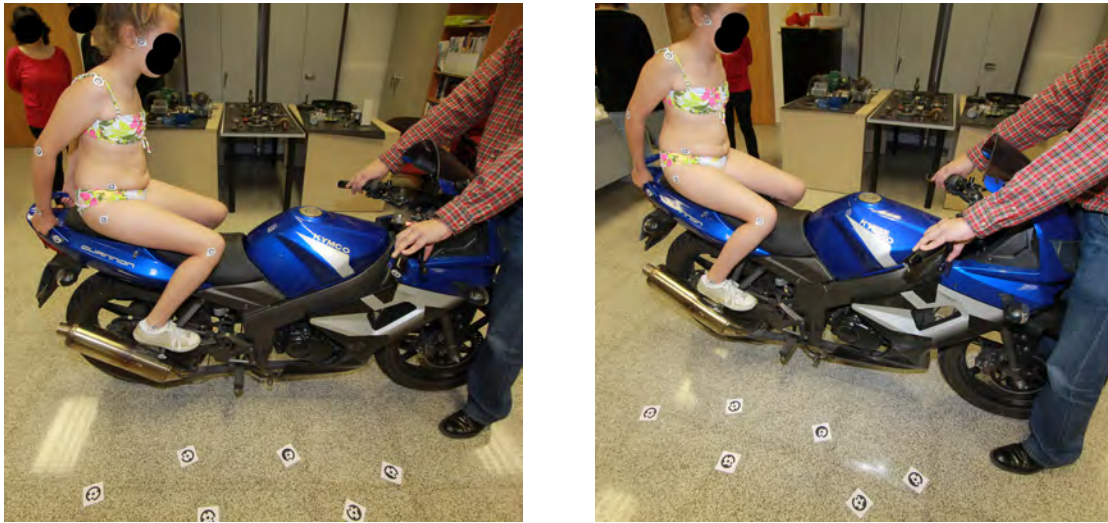


Figura 4.12: Niño sobre motocicleta tipo «Urban» (Toma lateral derecha).

4.9.2. Manos en depósito de combustible

Las fotografías de la Figura 4.13 proporcionaron datos del lateral izquierdo.

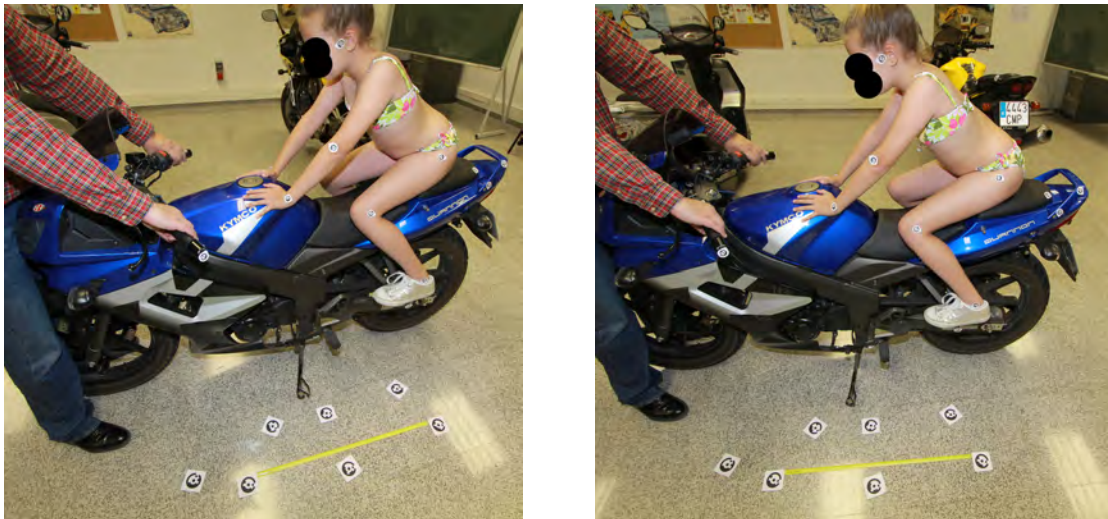


Figura 4.13: Niño sobre motocicleta tipo «Urban» (Toma lateral izquierda).

Las fotografías de la Figura 4.14 proporcionaron datos de la columna vertebral.

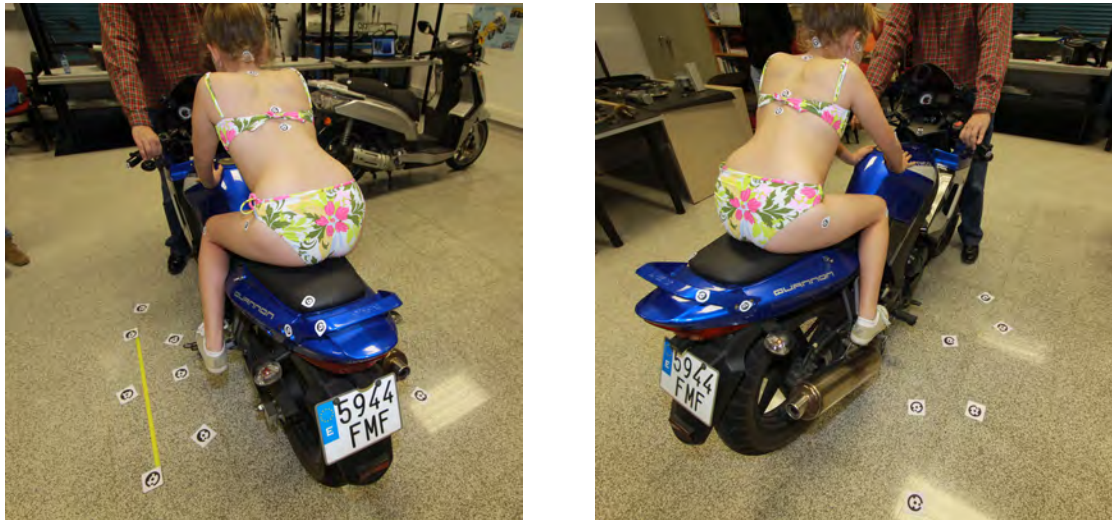


Figura 4.14: Niño sobre motocicleta tipo «Urban» (Toma trasera).

Por último, las fotografías de la Figura 4.15 aportaban datos de la parte derecha del niño.

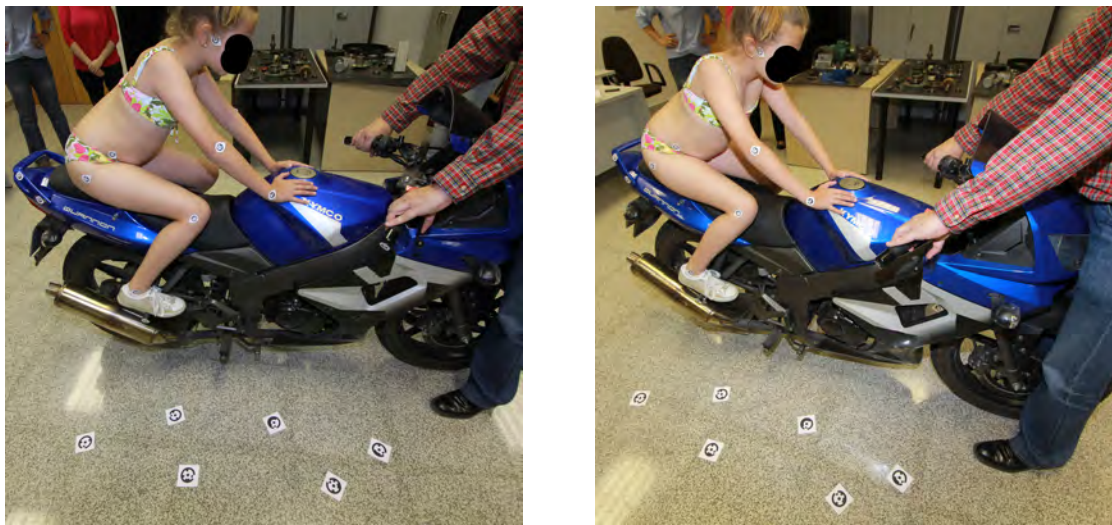


Figura 4.15: Niño sobre motocicleta tipo «Urban» (Toma lateral derecha).

Capítulo 5

Registro de datos

Realizadas ya todas las fotografías de todos los niños y con las distintas posturas en cada moto, la información fue traspasada al ordenador para poder obtener las coordenadas de todos los marcadores que llevaban en el cuerpo.

Como ya se ha dicho anteriormente, esto las coordenadas serán obtenidas mediante técnicas de fotogrametría digital y con el apoyo de un software para reconstrucción de escenarios en 3D llamado «Photomodeler».

«Photomodeler», es un software de reconstrucción 3D a partir de fotografías de un objeto o edificio. Se basa en el modelo de malla de polígonos, por el cual se designan puntos manualmente en las fotografías, y el programa calcula el punto de vista de cada fotografía y sitúa el objeto en un espacio de tres dimensiones virtual mediante triangulación. El programa es capaz de orientar las fotografías, crear puntos, rectas y planos, y extraer texturas de las fotografías.

A continuación, veremos las coordenadas obtenidas de todos los marcadores que lleva la niña de las fotografías del apartado anterior.

	Referencia	Coord. X	Coord. Y	Coord. Z
Conducto auditivo externo derecho		89,87937	149,98830	-60,84130
Hombro derecho		96,10000	138,58120	-68,99040
Codo derecho		112,19110	116,88510	-71,81600
Muñeca derecho		120,11490	96,36264	-71,05670
Espina ilíaca anterior superior derecha		92,16324	108,54170	-67,55140
Articulación cadera derecha		95,61749	98,85238	-72,75320
Rodilla derecha		67,01105	86,16735	-84,94040
Tobillo derecho		71,37565	51,80392	-89,32700
Conducto auditivo externo izquierdo		91,28311	151,12460	-46,85320
Hombro izquierdo		101,11170	138,72590	-39,75930
Codo izquierdo		112,93470	115,18200	-42,25640
Muñeca izquierda		121,24300	95,57506	-42,36080
Espina ilíaca anterior superior izquierda		92,82581	106,22140	-46,27150
Articulación cadera izquierda		94,60965	99,63621	-40,99740
Rodilla izquierda		66,98066	86,80482	-29,91510
Tobillo izquierdo		69,82199	51,77591	-23,39190
Vértebra C1		99,25756	147,34480	-54,97630
Vértebra T1		101,05000	141,40540	-55,14570
Vértebra T8		105,05770	128,25220	-56,19620
Vértebra T12		105,02670	122,88110	-56,40710

Cuadro 5.1: Mediciones (cm.) en niño sobre motocicleta tipo «scooter».

	Referencia	Coord. X	Coord. Y	Coord. Z
	Conducto auditivo externo derecho	71,77358	157,74320	-66,68730
	Hombro derecho	76,24716	145,55260	-77,02430
	Codo derecho	90,61263	124,31840	-86,13360
	Muñeca derecho	86,96327	102,78010	-82,92260
	Espina ilíaca anterior superior derecha	73,51973	114,90540	-75,06450
	Articulación cadera derecha	76,15461	104,82940	-79,99960
	Rodilla derecha	44,10549	92,56545	-79,91950
	Tobillo derecho	64,95844	67,55693	-87,00150
	Conducto auditivo externo izquierdo	71,60350	157,86990	-56,60880
	Hombro izquierdo	80,70647	145,54030	-49,55450
	Codo izquierdo	94,50214	124,57030	-43,00900
	Muñeca izquierda	92,50873	103,20290	-45,92780
	Espina ilíaca anterior superior izquierda	76,71691	113,92900	-53,54490
	Articulación cadera izquierda	79,86161	108,04190	-48,74380
	Rodilla izquierda	52,44077	94,94548	-37,06900
	Tobillo izquierdo	71,54268	66,75048	-35,41110
	Vértebra C1	80,54907	154,32690	-63,53460
	Vértebra T1	82,06627	148,87700	-63,66210
	Vértebra T8	87,12682	136,18450	-64,98260
	Vértebra T12	87,50779	130,65350	-65,22410

Cuadro 5.2: Mediciones (cm.) en niño sobre motocicleta tipo «sport». Manos en agarradera trasera.

Referencia	Coord. X	Coord. Y	Coord. Z
Conducto auditivo externo derecho	38,31785	142,30240	-63,05020
Hombro derecho	44,95371	135,34710	-68,08810
Codo derecho	32,55386	114,73610	-70,83470
Muñeca derecho	17,47992	99,62786	-66,39440
Espina ilíaca anterior superior derecha	66,88251	111,44360	-74,20060
Articulación cadera derecha	74,97388	106,44810	-80,68540
Rodilla derecha	44,15074	93,83439	-80,48320
Tobillo derecho	63,79750	67,67982	-87,55830
Conducto auditivo externo izquierdo	40,16553	143,52090	-51,16750
Hombro izquierdo	48,36439	134,85930	-50,18900
Codo izquierdo	35,94297	114,47260	-44,18780
Muñeca izquierda	20,92616	99,63167	-44,62800
Espina ilíaca anterior superior izquierda	70,27684	110,37880	-52,46690
Articulación cadera izquierda	77,50087	108,83540	-48,03470
Rodilla izquierda	52,22398	94,76771	-37,17430
Tobillo izquierdo	71,57702	66,67584	-35,75260
Vértebra C1	49,25446	141,54060	-58,71410
Vértebra T1	51,61938	137,8480	-58,51820
Vértebra T8	61,51138	131,01690	-60,70400
Vértebra T12	65,24640	127,86370	-61,59850

Cuadro 5.3: Mediciones (cm.) en niño sobre motocicleta tipo «sport». Manos en depósito de combustible.

	Referencia	Coord. X	Coord. Y	Coord. Z
Conducto auditivo externo derecho		42,68313	148,97630	-37,53430
Hombro derecho		55,66821	137,27580	-30,63270
Codo derecho		63,92371	113,96260	-19,19580
Muñeca derecho		59,54645	93,49307	-15,09590
Espina ilíaca anterior superior derecha		60,16006	103,24890	-35,59710
Articulación cadera derecha		65,47965	96,10056	-31,77110
Rodilla derecha		72,22051	81,97155	-59,10590
Tobillo derecho		67,46491	52,36645	-45,23130
Conducto auditivo externo izquierdo		37,69094	146,05810	-39,90080
Hombro izquierdo		30,17328	134,34240	-32,72230
Codo izquierdo		25,50571	110,89720	-21,71650
Muñeca izquierda		26,21594	91,96231	-16,53820
Espina ilíaca anterior superior izquierda		31,48075	101,40120	-34,74760
Articulación cadera izquierda		27,97431	94,36063	-31,58790
Rodilla izquierda		20,10134	81,14508	-60,98980
Tobillo izquierdo		19,12003	51,87612	-47,48550
Vértebra C1		42,22313	147,07220	-22,90540
Vértebra T1		42,17091	138,74170	-27,81820
Vértebra T8		42,59826	126,85530	-21,64550
Vértebra T12		42,59845	117,86110	-20,75300

Cuadro 5.4: Mediciones (cm.) en niño sobre motocicleta tipo «urban». Manos en agarradera trasera.

Referencia	Coord. X	Coord. Y	Coord. Z
Conducto auditivo externo derecho	46,59211	134,50650	-71,03750
Hombro derecho	54,38786	126,74810	-65,65780
Codo derecho	53,06512	102,84230	-75,62560
Muñeca derecho	52,57271	86,91857	-88,16850
Espina ilíaca anterior superior derecha	49,21713	97,72212	-39,23170
Articulación cadera derecha	57,73679	96,12741	-32,62480
Rodilla derecha	67,57472	81,96015	-59,30480
Tobillo derecho	65,74148	52,98109	-45,62910
Conducto auditivo externo izquierdo	37,04937	131,62930	-71,49660
Hombro izquierdo	30,25986	122,73250	-65,56390
Codo izquierdo	34,21208	100,09810	-76,20090
Muñeca izquierda	36,46561	84,16849	-88,26910
Espina ilíaca anterior superior izquierda	32,61612	98,57376	-40,04730
Articulación cadera izquierda	27,42296	95,05775	-32,60250
Rodilla izquierda	19,56007	81,06073	-60,97570
Tobillo izquierdo	20,22040	51,70739	-48,60440
Vértebra C1	46,00694	133,78290	-57,20080
Vértebra T1	45,73247	127,67230	-62,37820
Vértebra T8	43,89004	122,86950	-51,15250
Vértebra T12	43,09161	118,14590	-44,15030

Cuadro 5.5: Mediciones (cm.) en niño sobre motocicleta tipo «urban». Manos en depósito de combustible.

Capítulo 6

Análisis de resultados

El proceso descrito en los apartados anteriores se repitió para cada uno de los 25 niños voluntarios.

Obtenidos todos los datos, se compararon las posturas por sexo y edad. Se tomaron los datos de la niña más grande y se compararon con los de la más pequeña en cada una de las motocicletas y en todas las posturas. El objetivo era delimitar los límites morfológicos para los que tendría que ser válido el dispositivo de nuevo diseño para la protección de los niños en caso de caída de motocicleta.

Lo mismo se realizó con los niños.

Todos los datos numéricos fueron representados en tres dimensiones con la ayuda del programa «SketchUp 2013». Este software es un paquete de diseño gráfico y modelado 3D basado en la construcción de elementos geométricos mediante la definición de sus caras. El software permite conceptualizar y modelar imágenes en 3D de edificios, coches, personas y cualquier objeto o artículo que imagine el diseñador o dibujante.

Los puntos de los cuerpos de los niños que se seleccionaron para proceder a su representación gráfica fueron:

- Hombro derecho e izquierdo.
- Espina iliaca anterior superior izquierda y derecha.
- Vertebra T1.

- Vertebra T8.
- Vertebra T12.

La selección de estos puntos fue determinada por una de las empresas participantes en el proyecto, en concreto, por la empresa responsable del diseño geométrico y estilista del producto.

6.1. Motocicleta tipo «scooter»

6.1.1. Niñas

Se puede ver que la niña menor (color azul) tiene la cadera muy desviada en relación a hombros y columna (Figura 6.1 izqda.), y que un hombro lo sube más que el otro.

Con el apoyo de software gráfico, estas posiciones se pueden corregir, de forma que se alcancen las posturas ideales que tendrían que adoptar las niñas (Figura 6.1 dcha.).

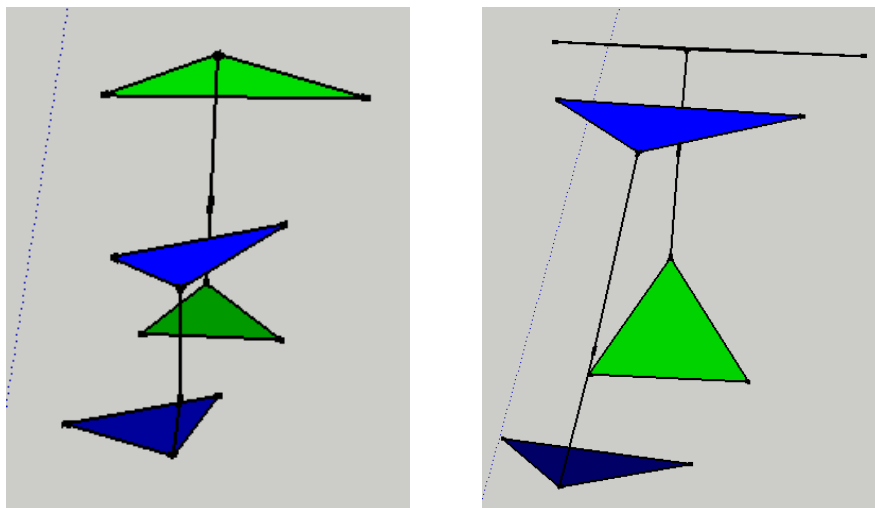


Figura 6.1: Representación gráfica de mediciones: geometría original con defectos de posición (izqda.) y geometría corregida con software (dcha.).

6.1.2. Niños

En la fotografía se puede apreciar que las posturas que adoptan tanto el niño mayor como el menor son casi perfectas.

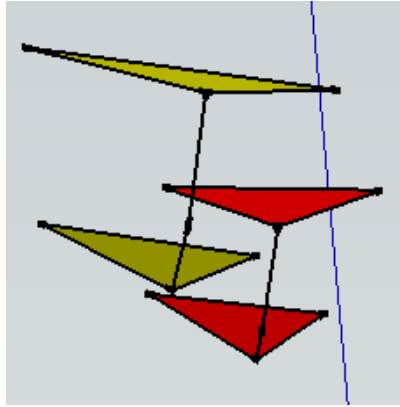


Figura 6.2: Representación gráfica de mediciones.

6.2. Motocicleta tipo «sport turismo»

6.2.1. Niñas (manos en agarradera)

En la fotografía se muestran las posturas adoptadas por las niñas mayor y menor en la motocicleta tipo «sport turismo» con las manos en la agarradera trasera.

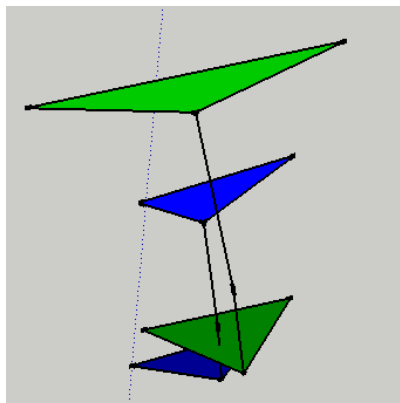


Figura 6.3: Representación gráfica de mediciones.

6.2.2. Niños (manos en agarradera)

Análogamente, se muestran las posturas adoptadas por los niños mayor y menor en la motocicleta tipo «sport turismo» con las manos en la agarradera trasera.

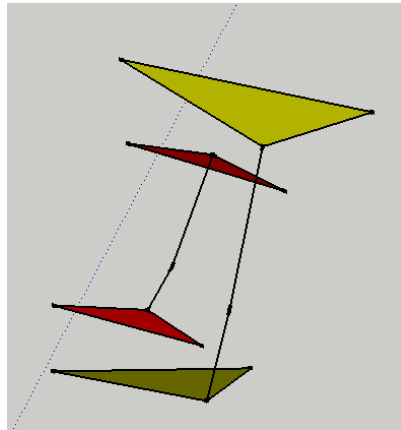


Figura 6.4: Representación gráfica de mediciones.

6.2.3. Niñas (manos en depósito de combustible)

En la fotografía se muestran las posturas adoptadas por las niñas mayor y menor en la motocicleta tipo «sport turismo» con las manos en el depósito de combustible.

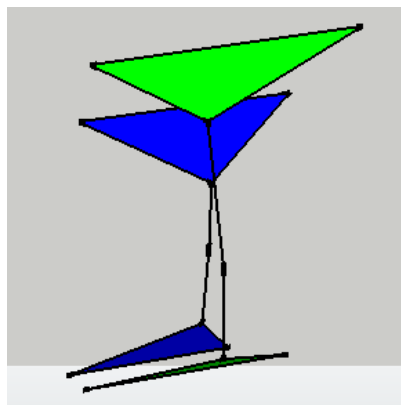


Figura 6.5: Representación gráfica de mediciones.

6.2.4. Niños (manos en depósito de combustible)

Análogamente, se muestran las posturas adoptadas por los niños mayor y menor en la motocicleta tipo «sport turismo» con las manos en el depósito de combustible.

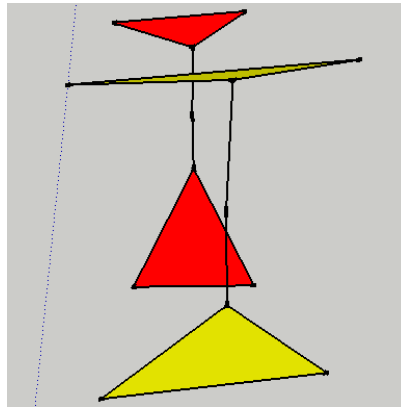


Figura 6.6: Representación gráfica de mediciones.

6.3. Motocicleta tipo «urban»

6.3.1. Niñas (manos en agarradera)

En la fotografía se muestran las posturas adoptadas por las niñas mayor y menor en la motocicleta tipo «urban» con las manos en la agarradera trasera.

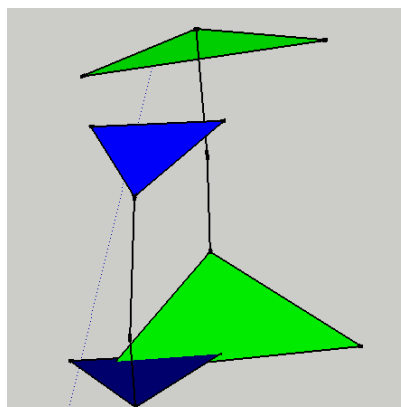


Figura 6.7: Representación gráfica de mediciones.

6.3.2. Niños (manos en agarradera)

Análogamente, se muestran las posturas adoptadas por los niños mayor y menor en la motocicleta tipo «urban» con las manos en la agarradera trasera.

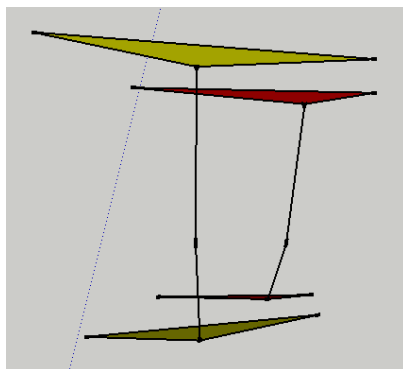


Figura 6.8: Representación gráfica de mediciones.

6.3.3. Niñas (manos en depósito de combustible)

En la fotografía se muestran las posturas adoptadas por las niñas mayor y menor en la motocicleta tipo «urban» con las manos en el depósito de combustible. En la imagen izquierda, las posturas están sin corregir. En la imagen de la derecha, están ya corregidas.

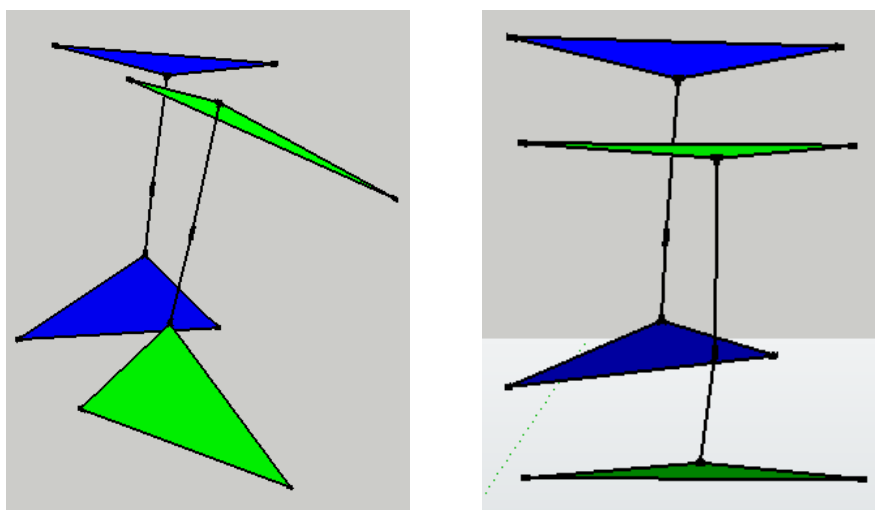


Figura 6.9: Representación gráfica de mediciones: geometría original con defectos de posición (izqda.) y geometría corregida con software (dcha.).

6.3.4. Niños (manos en depósito de combustible)

Análogamente, se muestran las posturas adoptadas por los niños mayor y menor en la motocicleta tipo «urban» con las manos en el depósito de combustible.

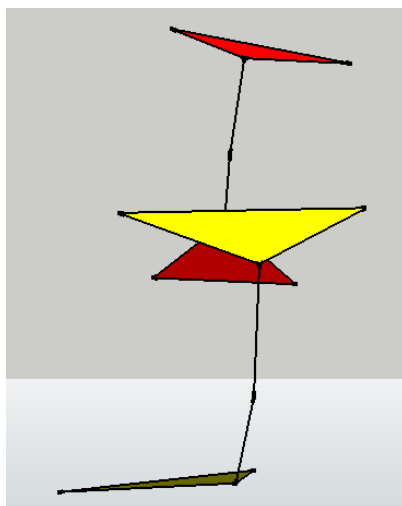


Figura 6.10: Representación gráfica de mediciones.

Capítulo 7

Conclusiones

Realizado ya todo el proyecto se ha podido llegar a las siguientes conclusiones:

- Se ha probado que la fotogrametría digital es una técnica aceptable para caracterizar la morfología de los niños, ya que la identificación de los marcadores se podía realizar de forma precisa.
- Se ha probado que las distorsiones de la geometría de los niños motivadas por los movimientos encima de la motocicleta eran corregibles con software de diseño de 3D.
- La metodología utilizada ha sido validada por una de las empresas participantes en el proyecto, que va a ser la responsable de diseñar los primeros prototipos.

Capítulo 8

Bibliografía

- http://www.zaragoza.es/cont/paginas/tramites/trafico/reg_circula.pdf
- <http://es.wikipedia.org/wiki/PhotoModeler>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/SketchUp>

Anexos

Anexo

Protocolo de trabajo

En las páginas siguientes se muestra el protocolo de toma de datos.

Estudio KID-SHELL. Tarea 1.2 Estudio ergonómico del torso pediátrico

1. Procedimientos iniciales

Fecha: _____ Hora: _____

Nombre voluntario: _____ Edad: _____

Nombre padre/madre: _____

Teléfono contacto: _____ email _____

Lectura hoja informativa y firma del impreso de consentimiento informado ☐ Sí ☐ No

Datos voluntario:

Peso= _____ kg Altura= _____ cm Sexo: _____

2. Colocación marcadores

Localización anatómica	Num. Marcador Dcha.	Num Marcador Izqda.
External auditori meatus (EAM)	1	2
C1 (unión cráneo-occipital)	3	
T1 (unión cervical-torácica)	4	
T8 (octava vertebra torácica)	5	
T12 (decimosegunda vertebra torácica)	6	
Espina iliaca anterior superior	7	8
Articulación cadera	9	10
Rodill	11	12
Tobillo	13	14
Hombro (acromio –punto más lateral)	15	16
Codo	17	18
Muñeca	53	54

Anotar incidencias en apartado 4

[]



Instituto Universitario de Investigación
en Ingeniería de Aragón
Universidad Zaragoza

Figura A.1: Página 1 del protocolo de toma de datos.

Estudio KID-SHELL. Tarea 1.2 Estudio ergonómico del torso pediátrico

3. Toma de fotografías

a. Scooter

- Subir niño a la moto. Manos a la agarradera trasera. ☐
- Poner marcadores de referencia en el suelo. ☐
- Orientar eje X perpendicular eje longitudinal de la moto, rueda trasera ☐
- Poner marcadores eje Z en posición (1 entre regla y moto, 2 entre fotógrafo y regla) ☐
- Pedir al voluntario que no respire y hacer fotos ☐

b. Moto amarilla

- Subir niño a la moto. ☐
- Poner marcadores de referencia en el suelo. ☐
- Orientar eje X perpendicular eje longitudinal de la moto, rueda trasera ☐
- Poner marcadores eje Z en posición (1 entre regla y moto, 2 entre fotógrafo y regla) ☐
- Pedir al voluntario que no respire y hacer fotos ☐
- Manos a la agarradera trasera-Tomar al menos 2 fotografías por posición. ☐
- Manos al depósito- Tomar al menos 2 fotografías por posición. ☐

c. Moto azul

- Subir niño a la moto. ☐
- Poner marcadores de referencia en el suelo. ☐
- Orientar eje X perpendicular eje longitudinal de la moto, rueda trasera ☐
- Poner marcadores eje Z en posición (1 entre regla y moto, 2 entre fotógrafo y regla) ☐
- Pedir al voluntario que no respire y hacer fotos ☐
- Manos a la agarradera trasera-Tomar al menos 2 fotografías por posición. ☐
- Manos al depósito- Tomar al menos 2 fotografías por posición. ☐



Instituto Universitario de Investigación
en Ingeniería de Aragón
Universidad Zaragoza

Figura A.2: Página 2 del protocolo de toma de datos.

Estudio KID-SHELL. Tarea 1.2 Estudio ergonómico del torso pediátrico

4. Incidencias y observaciones



Instituto Universitario de Investigación
en Ingeniería de Aragón
Universidad Zaragoza

Figura A.3: Página 3 del protocolo de toma de datos.

Anexo B

Consentimiento informado

En las páginas siguientes se muestra el documento de consentimiento informado.

Campus Río Ebro - Edificio (+D+) /
 Mariano Esquillor s/n
 50018 Zaragoza
 Tel. +34 976 76 27 07
 Fax +34 976 76 20 43
 i3a@unizar.es
 http://i3a.unizar.es

ESTUDIO KID-SHELL: Posición de niños de entre 5-12 años en motocicletas

CONSENTIMIENTO INFORMADO (Mayo 2013, Versión 1.0)

D/Dña....., con DNI.....

certifico que soy el padre / madre de

y he sido informado/a por..... de los objetivos y

metodología de este proyecto.

He tenido la oportunidad de leer el impreso de información y he tenido la posibilidad de hacer preguntas sobre el mismo. Conozco que la información de los datos e imágenes serán tratadas con la exclusiva finalidad de la investigación, y de forma anónima. Por ello, decido dar mi consentimiento por escrito y de manera voluntaria para que mi hijo participe en este estudio, aunque en cualquier momento puedo denegar mi participación si así lo decidiese, sin tener que dar explicaciones y sin que esto me repercuta de forma negativa en ningún aspecto.

Así mismo autorizo al equipo de investigación del I3A para que utilicen el material fotográfico y los datos personales de mi hijo/a recogidos durante el estudio para fines de investigación y siempre de forma anónima. De igual manera, también autorizo que el equipo investigador pueda utilizar este material en publicaciones y presentaciones en el ámbito científico, y en los informes técnicos del proyecto, siempre que las fotografías estén modificadas para que no sea posible la identificación del sujeto.

He recibido una copia firmada de este Consentimiento Informado.

Firma del padre/madre:

Fecha:

He explicado la naturaleza y el propósito del estudio al padre/madre del voluntario mencionado

Firma del Investigador:

Fecha:

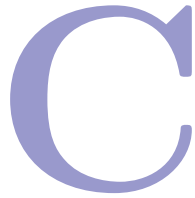
Rellenar dos impresos (uno es para el padre / madre). Este consentimiento se firmará tras la lectura del impreso Hoja de Información al Voluntario.



Instituto Universitario de Investigación
 en Ingeniería de Aragón
Universidad Zaragoza

Figura B.1: Consentimiento informado.

Anexo



Información a voluntarios

En las páginas siguientes se muestra el protocolo de toma de datos.

Campus Río Ebro - Edificio I+D+i
Mariano Esquivel s/n
50018 Zaragoza
Tel. +34 976 76 27 07
Fax +34 976 76 20 43
i3a@unizar.es
<http://i3a.unizar.es>

ESTUDIO KID-SHELL: Posición de niños de entre 5-12 años en motocicletas

CONSENTIMIENTO INFORMADO (Mayo 2013, Versión 1.0)

El presente estudio tiene como objetivo evaluar la postura de los niños durante un viaje en como pasajero de una motocicleta con el fin de diseñar un sistema de protección para la espalda y la cadera.

La prueba consistirá en medir a los voluntarios y situarles unos marcadores en varias regiones corporales. A continuación, el voluntario se subirá a tres modelos distintos de moto y se le requerirá que adopte dos posiciones distintas. En cada moto y en cada posición se tomarán varias fotografías del voluntario que permitirán obtener la posición espacial de los marcadores mediante algoritmos de triangulación.

Para ello, se requiere que los niños acudan a la prueba en bañador ya que los marcadores se colocarán en regiones anatómicas de interés. Se requiere que el padre/madre del niño esté presente en todo momento durante la realización de la prueba. En cualquier momento, y sin necesidad de dar ningún motivo, el padre/madre puede decidir terminar la prueba.

Para la reconstrucción tridimensional de la posición de los marcadores anatómicos es necesario tomar unas 8-10 fotografías en cada posición. Estas fotografías necesitan ser procesadas por el equipo de investigación. A la finalización del proyecto, se conservará sólo una copia de las fotografías en soporte informático perteneciente al I3A.

Debido a que la técnica de medición depende de las fotografías, se hace necesario incluir algunas de estas en informes técnicos, publicaciones científicas o presentaciones en jornadas y congresos donde se expongan estos resultados. Se autoriza a los miembros del equipo investigador a que utilice el material fotográfico con estos fines siempre y cuando no sea posible reconocer al sujeto en las fotografías.

Puede ponerse en contacto con el equipo de investigación para cualquier consulta que considere oportuna en la dirección de correo electrónico fjlv@unizar.es

Le agradecemos de antemano su participación.



Instituto Universitario de Investigación
en Ingeniería de Aragón
Universidad Zaragoza

Figura C.1: Información a voluntarios.

Anexo D

Datos para las niñas mayor y menor

En las páginas siguientes se muestran los datos más relevantes correspondientes a la niñas mayor y menor.

D.1. Niña 09

D.1.1. Motocicleta tipo «scooter»



Figura D.1: Niña mayor sobre motocicleta «scooter».

Los datos numéricos se muestran en el Cuadro D.1.

Niño	Referencia	X	Y	Z	Edad (años)	Peso (kg)	Estatura (cm)	Sexo
09	Hombro derecho	52,9044	140,128	-47,843	11	35,9	144,3	M
09	Hombro izquierdo	25,1014	139,655	-47,185	11	35,9	144,3	M
09	Espina ilíaca ant. sup. dcha.	46,2102	105,908	-50,336	11	35,9	144,3	M
09	Espina ilíaca ant. sup. izqda.	29,8192	104,389	-52,491	11	35,9	144,3	M
09	Vértebra T1	36,7983	145,873	-45,514	11	35,9	144,3	M
09	Vértebra T8	36,6360	133,368	-37,022	11	35,9	144,3	M
09	Vértebra T12	36,6560	124,432	-35,880	11	35,9	144,3	M

Cuadro D.1: Mediciones (cm.) en niña sobre motocicleta «scooter». Manos en agarradera trasera.

D.1.2. Motocicleta tipo «sport» (agarradera)

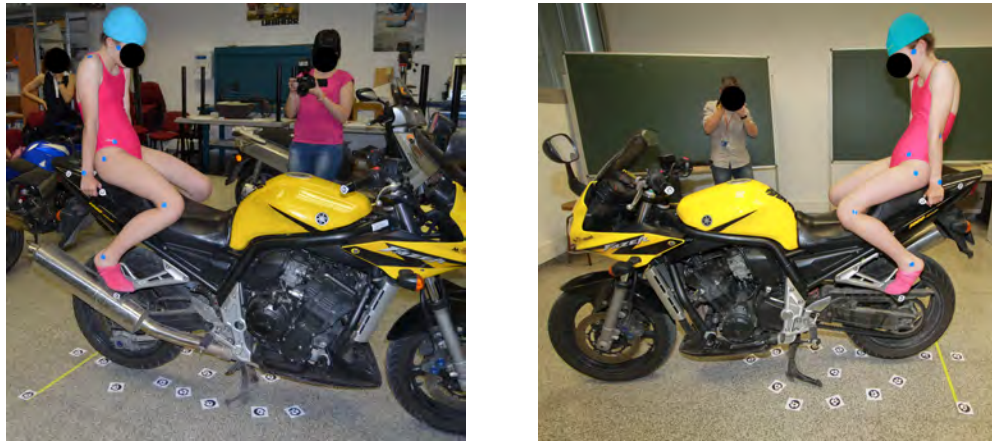


Figura D.2: Niña mayor sobre motocicleta «sport». Manos en agarradera trasera.

Los datos numéricos se muestran en el Cuadro D.2.

Niño	Referencia	X	Y	Z	Edad (años)	Peso (kg)	Estatura (cm)	Sexo
09	Hombro derecho	49,0220	151,14	-26,6800	11	35,9	144,3	M
09	Hombro izquierdo	18,0031	150,04	-20,2570	11	35,9	144,3	M
09	Espina ilíaca ant. sup. dcha.	42,0462	115,79	-33,2460	11	35,9	144,3	M
09	Espina ilíaca ant. sup. izqda.	24,2078	114,79	-30,4870	11	35,9	144,3	M
09	Vértebra T1	34,4170	151,38	-13,6720	11	35,9	144,3	M
09	Vértebra T8	36,5686	139,04	-3,5675	11	35,9	144,3	M
09	Vértebra T12	36,7575	130,09	-2,8273	11	35,9	144,3	M

Cuadro D.2: Mediciones (cm.) en niña sobre motocicleta «sport». Manos en agarradera trasera.

D.1.3. Motocicleta tipo «sport» (depósito de combustible)



Figura D.3: Niña mayor sobre motocicleta «sport». Manos en depósito de combustible.

Los datos numéricos se muestran en el Cuadro D.3.

Niño	Referencia	X	Y	Z	Edad (años)	Peso (kg)	Estatura (cm)	Sexo
09	Hombro derecho	37,446	139,67	-68,55	11	35,9	144,3	M
09	Hombro izquierdo	13,534	139,04	-63,25	11	35,9	144,3	M
09	Espina ilíaca ant. sup. dcha.	41,761	112,01	-40,57	11	35,9	144,3	M
09	Espina ilíaca ant. sup. izqda.	20,753	110,63	-37,03	11	35,9	144,3	M
09	Vértebra T1	23,129	140,12	-59,12	11	35,9	144,3	M
09	Vértebra T8	25,692	137,07	-47,33	11	35,9	144,3	M
09	Vértebra T12	27,358	132,65	-39,99	11	35,9	144,3	M

Cuadro D.3: Mediciones (cm.) en niña sobre motocicleta «sport». Manos en depósito de combustible.

D.1.4. Motocicleta tipo «urban» (agarradera)



Figura D.4: Niña mayor sobre motocicleta «urban». Manos en agarradera trasera.

Los datos numéricos se muestran en el Cuadro D.4.

Niño	Referencia	X	Y	Z	Edad (años)	Peso (kg)	Estatura (cm)	Sexo
09	Hombro derecho	20,396	134,47	-35,36	11	35,9	144,3	M
09	Hombro izquierdo	58,478	134,64	-30,24	11	35,9	144,3	M
09	Espina ilíaca ant. sup. dcha.	29,821	101,91	-34,69	11	35,9	144,3	M
09	Espina ilíaca ant. sup. izqda.	53,708	103,06	-30,03	11	35,9	144,3	M
09	Vértebra T1	42,808	139,19	-33,27	11	35,9	144,3	M
09	Vértebra T8	40,661	129,14	-22,05	11	35,9	144,3	M
09	Vértebra T12	40,113	120,54	-18,39	11	35,9	144,3	M

Cuadro D.4: Mediciones (cm.) en niña sobre motocicleta «urban». Manos en agarradera trasera.

D.1.5. Motocicleta tipo «urban» (depósito de combustible)



Figura D.5: Niña mayor sobre motocicleta «urban». Manos en depósito de combustible.

Los datos numéricos se muestran en el Cuadro D.5.

Niño	Referencia	X	Y	Z	Edad (años)	Peso (kg)	Estatura (cm)	Sexo
09	Hombro derecho	36,192	127,270	-67,15	11	35,9	144,3	M
09	Hombro izquierdo	64,924	126,620	-55,90	11	35,9	144,3	M
09	Espina ilíaca ant. sup. dcha.	34,997	99,232	-39,93	11	35,9	144,3	M
09	Espina ilíaca ant. sup. izqda.	58,826	100,500	-31,81	11	35,9	144,3	M
09	Vértebra T1	45,852	128,380	-64,61	11	35,9	144,3	M
09	Vértebra T8	43,518	125,970	-50,86	11	35,9	144,3	M
09	Vértebra T12	42,084	121,550	-42,84	11	35,9	144,3	M

Cuadro D.5: Mediciones (cm.) en niña sobre motocicleta «urban». Manos en depósito de combustible.

D.2. Niña 15

D.2.1. Motocicleta tipo «scooter»



Figura D.6: Niña menor sobre motocicleta «scooter».

Los datos numéricos se muestran en el Cuadro D.6.

Niño	Referencia	X	Y	Z	Edad (años)	Peso (kg)	Estatura (cm)	Sexo
15	Hombro derecho	43,2924	141,117	-22,799	6	20,1	121,9	M
15	Hombro izquierdo	27,4017	139,255	-19,142	6	20,1	121,9	M
15	Espina ilíaca ant. sup. dcha.	38,4549	112,795	-31,731	6	20,1	121,9	M
15	Espina ilíaca ant. sup. izqda.	22,5856	111,907	-27,458	6	20,1	121,9	M
15	Vértebra T1	33,7848	137,722	-16,949	6	20,1	121,9	M
15	Vértebra T8	34,1010	125,929	-15,331	6	20,1	121,9	M
15	Vértebra T12	33,7472	117,936	-16,570	6	20,1	121,9	M

Cuadro D.6: Mediciones (cm.) en niña sobre motocicleta «scooter». Manos en agarradera trasera.

D.2.2. Motocicleta tipo «sport» (agarradera)

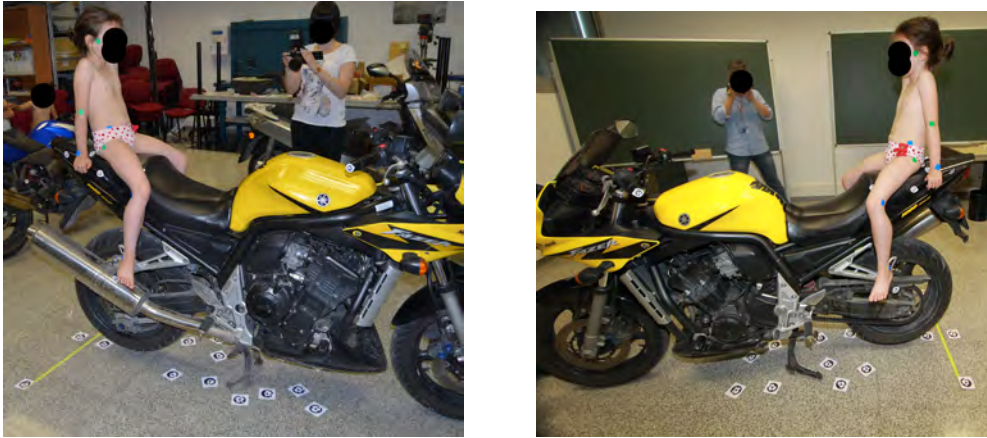


Figura D.7: Niña menor sobre motocicleta «sport». Manos en agarradera trasera.

Los datos numéricos se muestran en el Cuadro D.7.

Niño	Referencia	X	Y	Z	Edad (años)	Peso (kg)	Estatura (cm)	Sexo
15	Hombro derecho	43,2924	141,12	-22,799	6	20,1	121,9	M
15	Hombro izquierdo	27,4017	139,26	-19,142	6	20,1	121,9	M
15	Espina ilíaca ant. sup. dcha.	38,4549	112,79	-31,731	6	20,1	121,9	M
15	Espina ilíaca ant. sup. izqda.	22,5856	111,91	-27,458	6	20,1	121,9	M
15	Vertebra T1	33,7848	137,72	-16,949	6	20,1	121,9	M
15	Vertebra T8	34,1010	125,93	-15,331	6	20,1	121,9	M
15	Vertebra T12	33,7472	117,94	-16,570	6	20,1	121,9	M

Cuadro D.7: Mediciones (cm.) en niña sobre motocicleta «sport». Manos en agarradera trasera.

D.2.3. Motocicleta tipo «sport» (depósito de combustible)

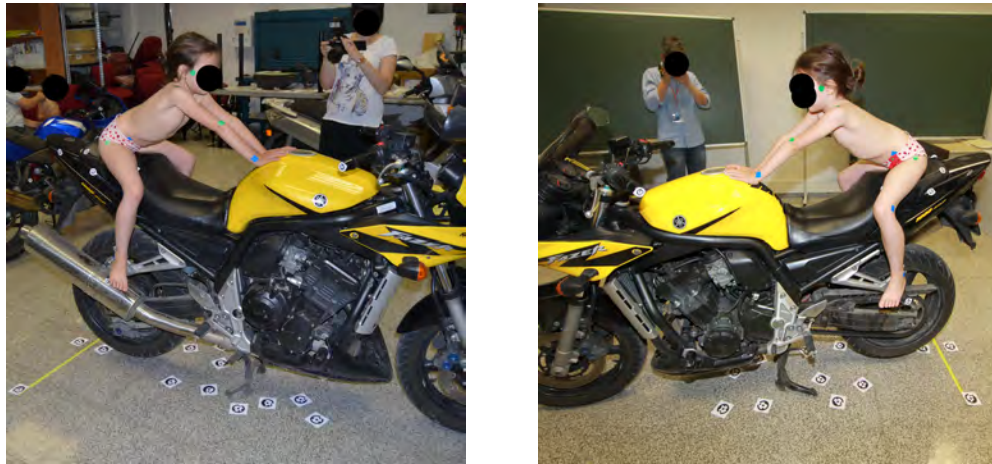


Figura D.8: Niña menor sobre motocicleta «sport». Manos en depósito de combustible.

Los datos numéricos se muestran en el Cuadro D.8.

Niño	Referencia	X	Y	Z	Edad (años)	Peso (kg)	Estatura (cm)	Sexo
15	Hombro derecho	35,884	126,97	-64,95	6	20,1	121,9	M
15	Hombro izquierdo	16,427	123,68	-61,44	6	20,1	121,9	M
15	Espina ilíaca ant. sup. dcha.	37,126	106,98	-41,33	6	20,1	121,9	M
15	Espina ilíaca ant. sup. izqda.	20,058	106,77	-38,45	6	20,1	121,9	M
15	Vertebra T1	28,473	126,02	-56,12	6	20,1	121,9	M
15	Vertebra T8	29,755	121,75	-50,41	6	20,1	121,9	M
15	Vertebra T12	30,177	118,67	-43,47	6	20,1	121,9	M

Cuadro D.8: Mediciones (cm.) en niña sobre motocicleta «sport». Manos en depósito de combustible.

D.2.4. Motocicleta tipo «urban» (agarradera)

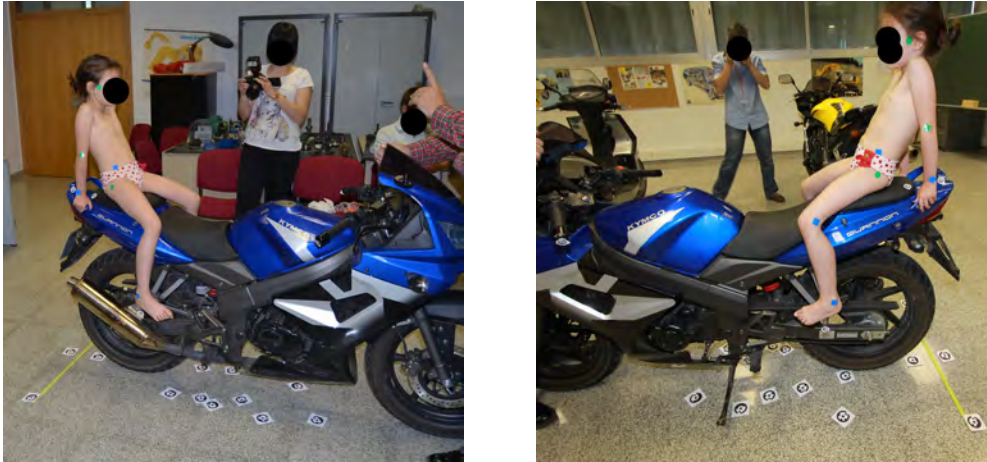


Figura D.9: Niña menor sobre motocicleta «urban». Manos en agarradera trasera.

Los datos numéricos se muestran en el Cuadro D.9.

Niño	Referencia	X	Y	Z	Edad (años)	Peso (kg)	Estatura (cm)	Sexo
15	Hombro derecho	44,026	130,21	-18,79	6	20,1	121,9	M
15	Hombro izquierdo	32,039	130,04	-18,93	6	20,1	121,9	M
15	Espina ilíaca ant. sup. dcha.	44,750	103,44	-34,43	6	20,1	121,9	M
15	Espina ilíaca ant. sup. izqda.	27,548	102,97	-34,49	6	20,1	121,9	M
15	Vértebra T1	35,915	124,59	-12,27	6	20,1	121,9	M
15	Vértebra T8	35,108	112,36	-12,52	6	20,1	121,9	M
15	Vértebra T12	35,249	104,86	-15,97	6	20,1	121,9	M

Cuadro D.9: Mediciones (cm.) en niña sobre motocicleta «urban». Manos en agarradera trasera.

D.2.5. Motocicleta tipo «urban» (depósito de combustible)

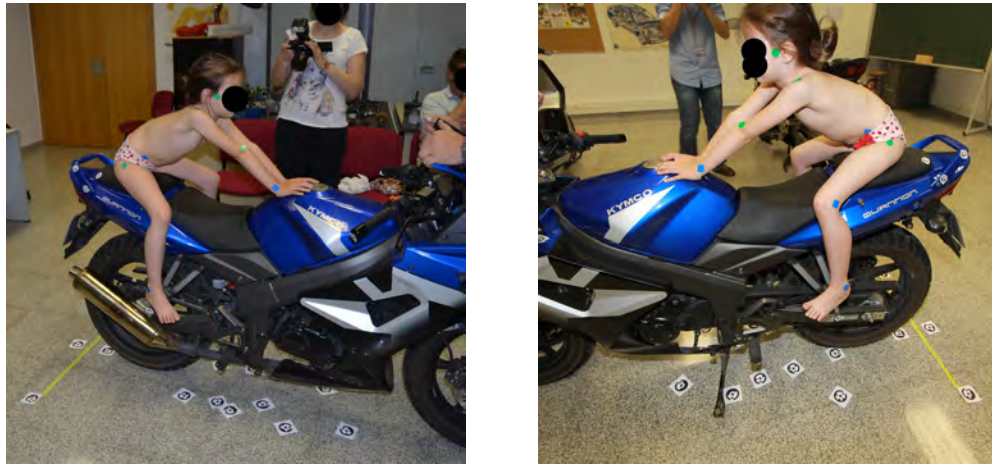


Figura D.10: Niña menor sobre motocicleta «urban». Manos en depósito de combustible.

Los datos numéricos se muestran en el Cuadro D.10.

Niño	Referencia	X	Y	Z	Edad (años)	Peso (kg)	Estatura (cm)	Sexo
15	Hombro derecho	44,431	117,600	-64,840	6	20,1	121,9	M
15	Hombro izquierdo	27,872	113,880	-64,280	6	20,1	121,9	M
15	Espina ilíaca ant. sup. dcha.	40,225	97,147	-41,150	6	20,1	121,9	M
15	Espina ilíaca ant. sup. izqda.	29,286	98,593	-42,120	6	20,1	121,9	M
15	Vértebra T1	32,238	120,070	-20,650	6	20,1	121,9	M
15	Vértebra T8	32,418	118,140	-14,650	6	20,1	121,9	M
15	Vértebra T12	32,331	116,470	-8,730	6	20,1	121,9	M

Cuadro D.10: Mediciones (cm.) en niña sobre motocicleta «urban». Manos en depósito de combustible.