



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“ESTUDIO DE LA BIOMECÁNICA DE LAS EXTREMIDADES
SUPERIORES DURANTE EL TRABAJO CON HERRAMIENTAS
MANUALES EN ENTORNOS EXPERIMENTALES UTILIZANDO
EL SOFTWARE CLINICAL 3DMA”**

Trabajo de titulación

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO INDUSTRIAL

AUTORES: JEFFERSON OMAR ACOSTA ESPINOZA

PABLO DANIEL ALEJANDRO SARAGOZÍN

DIRECTOR: Ing. EDUARDO FRANCISCO GARCÍA CABEZAS

Riobamba – Ecuador

2021



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“ESTUDIO DE LA BIOMECÁNICA DE LAS EXTREMIDADES
SUPERIORES DURANTE EL TRABAJO CON HERRAMIENTAS
MANUALES EN ENTORNOS EXPERIMENTALES UTILIZANDO
EL SOFTWARE CLINICAL 3DMA”**

Trabajo de titulación

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO INDUSTRIAL

AUTORES: JEFFERSON OMAR ACOSTA ESPINOZA

PABLO DANIEL ALEJANDRO SARAGOZÍN

DIRECTOR: Ing. EDUARDO FRANCISCO GARCÍA CABEZAS

Riobamba – Ecuador

2021

©2021, Jefferson Omar Acosta Espinoza & Pablo Daniel Alejandro Saragozín

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Nosotros, JEFFERSON OMAR ACOSTA ESPINOZA y PABLO DANIEL ALEJANDRO SARAGOZÍN, declaramos que el presente trabajo de titulación es de nuestra autoría y los resultados del mismo son auténticos.

Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autores asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 09 de junio de 2021.



Jefferson Omar Acosta Espinoza
C.I. 095583568-1



Pablo Daniel Alejandro Saragozín
C.I. 060407909-5

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

El Tribunal del trabajo de titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, “**ESTUDIO DE LA BIOMECÁNICA DE LAS EXTREMIDADES SUPERIORES DURANTE EL TRABAJO CON HERRAMIENTAS MANUALES EN ENTORNOS EXPERIMENTALES UTILIZANDO EL SOFTWARE CLINICAL 3DMA**”, realizado por los señores: **JEFFERSON OMAR ACOSTA ESPINOZA** y **PABLO DANIEL ALEJANDRO SARAGOZÍN**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud del Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Julio César Moyano Alulema PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	 Firmado electrónicamente por: JULIO CESAR MOYANO ALULEMA	<u>2021-06-09</u>
Ing. Eduardo Francisco García Cabeza DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	 Firmado electrónicamente por: EDUARDO FRANCISCO GARCIA CABEZAS	<u>2021-06-09</u>
Ing. Jhonny Marcelo Orozco Ramos MIEMBRO DEL TRIBUNAL	 Firmado electrónicamente por: JHONNY MARCELO OROZCO RAMOS	<u>2021-06-09</u>

DEDICATORIA

Este trabajo final se lo dedico principalmente a mis padres quienes me han acompañado desde el primer paso que di para comenzar este reto, además a mis hermanos que me han brindado su apoyo en los momentos más difíciles, a mis amigos que con su apoyo moral me han impulsado a alcanzar esta meta, a los docentes que han impartido sus conocimientos de la manera más sincera con el afán de formar un profesional que ayude al desarrollo del país, espero algún día retribuir toda la ayuda recibida por parte de ellos.

JEFFERSON

Este trabajo va dedicado a mi señora madre Mayra Carmita Saragozín Villagrán mi ángel que desde cualquier lado donde ella se encuentre sé que estará muy orgulloso de mí, pues todo este sacrificio fue gracias a su apoyo incondicional, amor y fuente de inspiración para llegar a ser la persona que soy ahora, a mi abuelo Hugo Saragozín quien a pesar de no estar junto a mí ha sido un pilar muy importante a lo largo de mi vida de estudio, a mi hermana Anita Alejandro por su apoyo en los momentos difíciles, a mis amigos por todo el apoyo brindado a lo largo de mi vida académica, este es el final de una meta y el inicio de nuevas experiencias en mi vida.

PABLO

AGRADECIMIENTO

Queremos agradecer en primer lugar a Dios porque gracias a su voluntad hemos llegado a la meta, agradecemos encarecidamente a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, a la Carrera de Ingeniería Industrial y a sus docentes, por darnos la oportunidad de obtener una profesión y ser una ayuda para la sociedad.

Al Ing. Eduardo García, director y al Ing. Jhonny Orozco miembro de este trabajo de titulación; por su contribución en el desarrollo y culminación de este proyecto.

JEFFERSON

PABLO

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xxiii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xxix
ÍNDICE DE ANEXOS	xxx
RESUMEN	xxxi
ABSTRACT.....	xxxii
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	2
1.1 Antecedentes	2
1.2 Problematización	3
1.3 Justificación	4
1.4 Objetivos	5
1.4.1 <i>Objetivo general</i>	5
1.4.2 <i>Objetivos específicos</i>	5
1.5 Marco teórico conceptual.....	5
1.5.1 <i>Biomecánica</i>	6
1.5.2 <i>Biomecánica ocupacional</i>	6
1.5.3 <i>La ergonomía</i>	7
1.5.4 <i>Trastorno músculo-esquelético</i>	8
1.5.5 <i>Enfermedades ocupacionales</i>	8
1.5.6 <i>Biomecánica de las extremidades superiores</i>	8
1.5.7 <i>Biomecánica del hombro</i>	9
1.5.8 <i>Biomecánica del codo</i>	10
1.5.9 <i>Biomecánica de la muñeca</i>	11

1.5.10	<i>Software de evaluación de seguridad y salud ocupacional</i>	15
1.5.11	<i>Clinical 3DMA</i>	15
1.5.12	<i>Protocolos de análisis</i>	16
1.5.13	<i>Funciones útiles del software Clinical 3DMA</i>	16
1.5.14	<i>Uso en investigación Clinical 3DMA</i>	17
1.5.15	<i>Herramientas manuales</i>	17

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	24
2.1	Definición de requerimientos	25
2.1.1	<i>Definición de estrategias para la recolección de la información</i>	25
2.1.2	<i>Definición de requerimientos hardware</i>	26
2.1.3	<i>Definición de requerimientos software</i>	26
2.1.4	<i>Determinación de protocolos de evaluación</i>	26
2.2	Descripción del sistema esperado	26
2.2.1	Hardware	27
2.2.1.1	<i>Hardware de adquisición de información</i>	27
2.2.1.2	<i>Hardware concentrador de información</i>	28
2.2.1.3	<i>Elementos auxiliares para la conexión del hardware</i>	30
2.2.1.4	<i>Diseño - conexiones hardware</i>	30
2.2.2	Software	33
2.2.2.1	<i>Instalación del software</i>	33
2.2.2.2	<i>Calibración del sistema</i>	34
2.3	Protocolos para la evaluación de las extremidades superiores	36
2.3.1	<i>Análisis de muñeca (Derecha)</i>	36
2.3.2	<i>Análisis de muñeca (Izquierda)</i>	37
2.3.3	<i>Análisis de hombro y codo (Derecho)</i>	38
2.3.4	<i>Análisis de hombro y codo (Izquierdo)</i>	39
2.4	Elaborar un manual de procedimientos seguros de herramientas críticas	40

CAPÍTULO III

3.	MARCO DE RESULTADOS	41
3.1	Resultados de la recolección de información	41
3.2	Análisis de riesgos ergonómicos de la muñeca	60
3.2.1	<i>Análisis muñeca derecha con la herramienta martillo</i>	61
3.2.1.1	<i>Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca derecha utilizando de forma correcta el martillo</i>	61
3.2.1.2	<i>Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca derecha utilizando el martillo en posición lateral</i>	61
3.2.1.3	<i>Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca derecha utilizando el martillo sujetándolo cerca de la cabeza</i>	62
3.2.1.4	<i>Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca derecha utilizando un martillo para golpear otro martillo</i>	63
3.2.1.5	<i>Análisis del uso del martillo con la muñeca derecha</i>	63
3.2.2	<i>Análisis muñeca derecha herramienta sierra</i>	64
3.2.2.1	<i>Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca derecha utilizando la sierra de forma correcta</i>	64
3.2.2.2	<i>Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca derecha utilizando la sierra con un brazo</i>	64
3.2.2.3	<i>Análisis del uso de la sierra con la muñeca derecha</i>	65
3.2.3	<i>Análisis muñeca derecha herramienta espátula</i>	66
3.2.3.1	<i>Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca derecha utilizando de forma correcta la espátula</i>	66
3.2.3.2	<i>Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca derecha utilizando la espátula para golpear otros objetos</i>	66
3.2.3.3	<i>Análisis de flexoextensión de la muñeca derecha utilizando de forma correcta la espátula</i>	67
3.2.3.4	<i>Análisis de flexoextensión de la muñeca derecha utilizando la espátula como palanca</i>	68

3.2.3.5	<i>Análisis del uso de la espátula de la muñeca derecha</i>	68
3.2.4	<i>Análisis muñeca derecha herramienta lima</i>	69
3.2.4.1	<i>Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca derecha utilizando de forma correcta la lima</i>	69
3.2.4.2	<i>Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca derecha utilizando la lima como palanca</i>	70
3.2.4.3	<i>Análisis del uso de la lima. de la muñeca derecha</i>	71
3.2.5	<i>Análisis muñeca derecha herramienta cuchillo</i>	71
3.2.5.1	<i>Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca derecha utilizando de forma correcta el cuchillo</i>	71
3.2.5.2	<i>Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca derecha utilizando el cuchillo como palanca</i>	72
3.2.5.3	<i>Análisis de flexoextensión de la muñeca derecha utilizando de forma correcta el cuchillo</i>	73
3.2.5.4	<i>Análisis de flexoextensión de la muñeca derecha utilizando el cuchillo como destornillador</i>	73
3.2.5.5	<i>Análisis del uso del cuchillo de la muñeca derecha</i>	74
3.2.6	<i>Análisis muñeca derecha herramienta llaves fijas y móviles</i>	75
3.2.6.1	<i>Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca derecha utilizando de forma correcta la llave fija</i>	75
3.2.6.2	<i>Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca derecha utilizando la llave fija para dar golpes</i>	76
3.2.6.3	<i>Análisis del uso de llaves fijas de la muñeca derecha</i>	76
3.2.6.4	<i>Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca derecha utilizando de forma correcta la llave móvil</i>	77
3.2.6.5	<i>Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca derecha utilizando la llave móvil de forma inadecuada</i>	77
3.2.6.6	<i>Análisis del uso de la llave móvil de la muñeca derecha</i>	78
3.2.7	<i>Análisis muñeca derecha herramienta alicata</i>	79
3.2.7.1	<i>Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca derecha utilizando de forma correcta el alicata</i>	79

3.2.7.2	<i>Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca derecha utilizando el alicate como llave</i>	79
3.2.7.3	<i>Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca derecha utilizando el alicate para dar golpes</i>	80
3.2.7.4	<i>Análisis del uso del alicate de la muñeca derecha</i>	81
3.2.8	<i>Análisis muñeca derecha herramienta destornillador</i>	81
3.2.8.1	<i>Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca derecha utilizando de forma correcta el destornillador</i>	81
3.2.8.2	<i>Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca derecha utilizando el destornillador para dar golpes</i>	82
3.2.8.3	<i>Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca derecha utilizando el destornillador como palanca</i>	83
3.2.8.4	<i>Análisis del uso del destornillador de la muñeca derecha</i>	83
3.2.9	<i>Análisis muñeca izquierda herramienta martillo</i>	84
3.2.9.1	<i>Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca izquierda utilizando de forma correcta el martillo</i>	84
3.2.9.2	<i>Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca izquierda utilizando el martillo en posición lateral</i>	85
3.2.9.3	<i>Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca izquierda utilizando el martillo sujetándolo cerca de la cabeza</i>	85
3.2.9.4	<i>Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca izquierda utilizando un martillo para golpear otro martillo</i>	86
3.2.9.5	<i>Análisis del uso del martillo de la muñeca izquierda</i>	87
3.2.10	<i>Análisis muñeca izquierda herramienta sierra</i>	87
3.2.10.1	<i>Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca izquierda utilizando la sierra de forma correcta</i>	87
3.2.10.2	<i>Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca izquierda utilizando la sierra con un brazo</i>	88
3.2.10.3	<i>Análisis del uso de la sierra de la muñeca izquierda</i>	89
3.2.11	<i>Análisis muñeca izquierda herramienta espátula</i>	89
3.2.11.1	<i>Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca izquierda utilizando de forma correcta la espátula</i>	89

3.2.11.2	<i>Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca izquierda utilizando la espátula para golpear otros objetos</i>	90
3.2.11.3	<i>Análisis de flexoextensión de la muñeca izquierda utilizando de forma correcta la espátula</i>	91
3.2.11.4	<i>Análisis de flexoextensión de la muñeca izquierda utilizando la espátula como palanca</i>	91
3.2.11.5	<i>Análisis del uso de la espátula de la muñeca izquierda</i>	92
3.2.12	<i>Análisis muñeca izquierda herramienta lima</i>	93
3.2.12.1	<i>Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca izquierda utilizando de forma correcta la lima</i>	93
3.2.12.2	<i>Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca izquierda utilizando la lima como palanca</i>	94
3.2.12.3	<i>Análisis del uso de la lima de la muñeca izquierda</i>	94
3.2.13	<i>Análisis muñeca izquierda herramienta cuchillo</i>	95
3.2.13.1	<i>Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca izquierda utilizando de forma correcta el cuchillo</i>	95
3.2.13.2	<i>Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca izquierda utilizando el cuchillo como palanca</i>	95
3.2.13.3	<i>Análisis de flexoextensión de la muñeca izquierda utilizando de forma correcta el cuchillo</i>	96
3.2.13.4	<i>Análisis de flexoextensión de la muñeca izquierda utilizando el cuchillo como destornillador</i>	97
3.2.13.5	<i>Análisis del uso del cuchillo de la muñeca izquierda</i>	98
3.2.14	<i>Análisis muñeca izquierda herramienta llaves fijas y móviles</i>	99
3.2.14.1	<i>Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca izquierda utilizando de forma correcta la llave fija</i>	99
3.2.14.2	<i>Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca izquierda utilizando la llave fija para dar golpes</i>	99
3.2.14.3	<i>Análisis del uso de llaves fijas de la muñeca izquierda</i>	100
3.2.14.4	<i>Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca izquierda utilizando de forma correcta la llave móvil</i>	101

3.2.14.5	<i>Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca izquierda utilizando la llave móvil de forma inadecuada.....</i>	101
3.2.15	<i>Análisis del uso de la llave móvil de la muñeca izquierda.....</i>	102
3.2.16	<i>Análisis muñeca izquierda herramienta alicate.....</i>	102
3.2.16.1	<i>Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca izquierda utilizando de forma correcta el alicate</i>	102
3.2.16.2	<i>Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca izquierda utilizando el alicate como llave.....</i>	103
3.2.16.3	<i>Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca izquierda utilizando el alicate para dar golpes</i>	104
3.2.16.4	<i>Análisis del uso del alicate de la muñeca izquierda</i>	105
3.2.17	<i>Análisis muñeca izquierda herramienta destornillador.....</i>	105
3.2.17.1	<i>Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca izquierda utilizando de forma correcta el destornillador.....</i>	105
3.2.17.2	<i>Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca izquierda utilizando el destornillador para dar golpes.....</i>	106
3.2.17.3	<i>Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca izquierda utilizando el destornillador como palanca</i>	107
3.2.17.4	<i>Análisis del uso del destornillador de la muñeca izquierda.....</i>	107
3.2.18	<i>Análisis de la muñeca izquierda y derecha al utilizar las herramientas cincel, punzón y tijera.....</i>	108
3.3	<i>Análisis de riesgos ergonómicos del codo.....</i>	108
3.3.1	<i>Análisis codo derecho herramienta martillo</i>	108
3.3.1.1	<i>Análisis de flexoextensión del codo derecho utilizando de forma correcta el martillo</i>	108
3.3.1.2	<i>Análisis de flexoextensión del codo derecho utilizando el martillo en posición lateral</i>	109
3.3.1.3	<i>Análisis de flexoextensión del codo derecho utilizando el martillo sujetándolo cerca de la cabeza</i>	110
3.3.1.4	<i>Análisis de flexoextensión del codo derecho utilizando el martillo para impactar a otro martillo</i>	110
3.3.1.5	<i>Análisis del uso del martillo del codo derecho</i>	111

3.3.2	<i>Análisis del codo derecho herramienta sierra</i>	112
3.3.2.1	<i>Análisis de flexoextensión del codo derecho utilizando de forma correcta la sierra</i>	112
3.3.2.2	<i>Análisis de flexoextensión del codo derecho utilizando la sierra de forma incorrecta con un brazo</i>	112
3.3.2.3	<i>Análisis del uso de la sierra del codo derecho</i>	113
3.3.3	<i>Análisis codo herramienta espátula codo derecho</i>	114
3.3.3.1	<i>Análisis de flexoextensión del codo derecho utilizando de forma correcta la espátula</i>	114
3.3.3.2	<i>Análisis de flexoextensión del codo derecho utilizando la espátula para golpear otros objetos</i>	114
3.3.3.3	<i>Análisis de flexoextensión del codo derecho utilizando la espátula como palanca</i> .	115
3.3.3.4	<i>Análisis del uso de la espátula codo derecho</i>	116
3.3.4	<i>Análisis codo derecho herramienta lima</i>	116
3.3.4.1	<i>Análisis de flexoextensión del codo derecho utilizando de forma correcta la lima</i> .	116
3.3.4.2	<i>Análisis de flexoextensión del codo derecho utilizando la lima como palanca</i>	117
3.3.4.3	<i>Análisis del uso de la lima del codo derecho</i>	118
3.3.5	<i>Análisis codo derecho herramienta cuchillo</i>	118
3.3.5.1	<i>Análisis de flexoextensión del codo derecho utilizando de forma correcta el cuchillo</i>	118
3.3.5.2	<i>Análisis de flexoextensión del codo derecho utilizando el cuchillo como palanca</i> ..	119
3.3.5.3	<i>Análisis de flexoextensión del codo derecho utilizando el cuchillo como destornillador</i>	120
3.3.5.4	<i>Análisis del uso del cuchillo del codo derecho</i>	120
3.3.6	<i>Análisis codo derecho herramienta llaves fijas y móviles</i>	121
3.3.6.1	<i>Análisis de flexoextensión del codo derecho utilizando de forma correcta la llave fija</i>	121
3.3.6.2	<i>Análisis de flexoextensión del codo derecho utilizando la llave fija para dar golpes</i>	122
3.3.6.3	<i>Análisis del uso de llaves fijas del codo derecho</i>	122
3.3.6.4	<i>Análisis de flexoextensión del codo derecho utilizando de forma correcta la llave móvil</i>	123

3.3.6.5	<i>Análisis de flexoextensión del codo derecho utilizando la llave móvil de forma inadecuada</i>	123
3.3.6.6	<i>Análisis del uso de llave móvil de codo derecho</i>	124
3.3.7	<i>Análisis codo derecho herramienta alicate</i>	125
3.3.7.1	<i>Análisis de flexoextensión del codo derecho utilizando de forma correcta el alicate</i> 125	
3.3.7.2	<i>Análisis de flexoextensión del codo derecho utilizando el alicate como llave</i>	125
3.3.7.3	<i>Análisis de flexoextensión del codo derecho utilizando el alicate para dar golpear</i> 126	
3.3.7.4	<i>Análisis del uso del alicate del codo derecho</i>	127
3.3.8	<i>Análisis codo derecho herramienta destornillador</i>	127
3.3.8.1	<i>Análisis de flexoextensión del codo derecho utilizando de forma correcta el destornillador</i>	127
3.3.8.2	<i>Análisis de flexoextensión del codo derecho utilizando el destornillador para dar golpes</i>	128
3.3.8.3	<i>Análisis de flexoextensión del codo derecho utilizando el destornillador como palanca</i>	129
3.3.8.4	<i>Análisis del destornillador del codo derecho</i>	129
3.3.9	<i>Análisis codo izquierdo herramienta martillo</i>	130
3.3.9.1	<i>Análisis de flexoextensión del codo izquierdo utilizando de forma correcta el martillo</i>	130
3.3.9.2	<i>Análisis de flexoextensión del codo izquierdo utilizando el martillo en posición lateral</i>	130
3.3.9.3	<i>Análisis de flexoextensión del codo izquierdo utilizando el martillo sujetándolo cerca de la cabeza</i>	131
3.3.9.4	<i>Análisis de flexoextensión del codo izquierdo utilizando el martillo para impactar a otro martillo</i>	132
3.3.9.5	<i>Análisis del uso del martillo del codo izquierdo</i>	133
3.3.10	<i>Análisis codo izquierdo herramienta sierra</i>	133
3.3.10.1	<i>Análisis de flexoextensión del codo izquierdo utilizando de forma correcta la sierra</i>	133
3.3.10.2	<i>Análisis de flexoextensión del codo izquierdo utilizando la sierra con un brazo</i>	134
3.3.10.3	<i>Análisis del uso de la sierra del codo izquierdo</i>	135

3.3.11	<i>Análisis codo izquierdo herramienta espátula</i>	135
3.3.11.1	<i>Análisis de flexoextensión del codo izquierdo utilizando de forma correcta la espátula</i>	135
3.3.11.2	<i>Análisis de flexoextensión del codo izquierdo utilizando la espátula para golpear otros objetos</i>	136
3.3.11.3	<i>Análisis de flexoextensión del codo izquierdo utilizando la espátula como palanca</i>	137
3.3.11.4	<i>Análisis del uso de la espátula del codo izquierdo</i>	137
3.3.12	<i>Análisis codo izquierdo herramienta lima</i>	138
3.3.12.1	<i>Análisis de flexoextensión del codo izquierdo utilizando de forma correcta la lima</i>	138
3.3.12.2	<i>Análisis de flexoextensión del codo izquierdo utilizando la lima como palanca</i>	138
3.3.12.3	<i>Análisis del uso de la lima del codo izquierdo</i>	139
3.3.13	<i>Análisis codo izquierdo herramienta cuchillo</i>	140
3.3.13.1	<i>Análisis de flexoextensión del codo izquierdo utilizando de forma correcta el cuchillo</i>	140
3.3.13.2	<i>Análisis de flexoextensión del codo izquierdo utilizando el cuchillo como palanca</i>	140
3.3.13.3	<i>Análisis de flexoextensión del codo izquierdo utilizando el cuchillo como destornillador</i>	141
3.3.13.4	<i>Análisis del uso del cuchillo del codo izquierdo</i>	142
3.3.14	<i>Análisis codo izquierdo herramienta llaves fijas y móviles</i>	143
3.3.14.1	<i>Análisis de flexoextensión del codo izquierdo utilizando de forma correcta la llave fija</i>	143
3.3.14.2	<i>Análisis de flexoextensión del codo izquierdo utilizando la llave fija para dar golpes</i>	143
3.3.14.3	<i>Análisis del uso de llaves fijas del codo izquierdo</i>	144
3.3.14.4	<i>Análisis de flexoextensión del codo izquierdo utilizando de forma correcta la llave móvil</i>	144
3.3.14.5	<i>Análisis de flexoextensión del codo izquierdo utilizando la llave móvil de forma inadecuada</i>	145
3.3.14.6	<i>Análisis del uso de la llave móvil del codo izquierdo</i>	146
3.3.15	<i>Análisis codo izquierdo herramienta alicata</i>	147

3.3.15.1	<i>Análisis de flexoextensión del codo izquierdo utilizando de forma correcta el alicate</i>	147
3.3.15.2	<i>Análisis de flexoextensión del codo izquierdo utilizando el alicate como llave</i>	147
3.3.15.3	<i>Análisis de flexoextensión del codo izquierdo utilizando el alicate para dar golpear</i>	148
3.3.15.4	<i>Análisis del uso del alicate del codo izquierdo</i>	149
3.3.16	<i>Análisis codo izquierdo herramienta destornillador</i>	149
3.3.16.1	<i>Análisis de flexoextensión del codo izquierdo utilizando de forma correcta el destornillador</i>	149
3.3.16.2	<i>Análisis de flexoextensión del codo izquierdo utilizando el destornillador para dar golpes</i>	150
3.3.16.3	<i>Análisis de flexoextensión del codo izquierdo utilizando el destornillador como palanca</i>	151
3.3.16.4	<i>Análisis del uso del destornillador del codo izquierdo</i>	151
3.3.17	<i>Análisis codo herramientas cincel, punzón y tijera</i>	152
3.4	Análisis de riesgos ergonómicos del hombro	152
3.4.1	<i>Análisis de hombro derecho herramienta sierra</i>	152
3.4.1.1	<i>Análisis de flexoextensión del hombro derecho utilizando de forma correcta la sierra</i>	152
3.4.1.2	<i>Análisis de flexoextensión del hombro derecho utilizando la sierra con un brazo</i>	153
3.4.1.3	<i>Análisis del uso de la sierra del hombre derecho</i>	154
3.4.2	<i>Análisis de hombro izquierdo herramienta sierra</i>	154
3.4.2.1	<i>Análisis de flexoextensión del hombro izquierdo utilizando de forma correcta la sierra</i>	154
3.4.2.2	<i>Análisis de flexoextensión del hombro izquierdo utilizando la sierra con un brazo</i>	155
3.4.2.3	<i>Análisis del uso de la sierra del hombro izquierdo</i>	155
3.4.3	Factores de riesgos ergonómicos presentes en el uso de herramientas manuales	156
3.4.3.1	<i>Movimientos repetitivos</i>	156
3.5	Elaboración de manuales de procedimientos seguros para los entornos experimentales estudiados	156
	CONCLUSIONES	158

RECOMENDACIONES..... 159

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Herramientas manuales	18
Tabla 2-1:	Herramientas manuales (Continúa).....	19
Tabla 3-1:	Herramientas manuales (Continúa).....	20
Tabla 4-1:	Herramientas manuales (Continúa).....	21
Tabla 5-1:	Herramientas manuales (Continúa).....	22
Tabla 6-1:	Herramientas manuales (Continúa).....	23
Tabla 1-2:	Principales características de una cámara optoelectrónica	28
Tabla 2-2:	Especificaciones técnicas del OptiHub 2	29
Tabla 3-2:	Resumen de conexiones hardware	32
Tabla 4-2:	Ubicación anatómica de marcadores muñeca brazo derecho	36
Tabla 5-2:	Ubicación anatómica de marcadores de muñeca brazo izquierdo	37
Tabla 6-2:	Ubicación anatómica de marcadores de hombro y codo brazo derecho	38
Tabla 7-2:	Ubicación anatómica de marcadores de hombro y codo brazo izquierdo.....	39
Tabla 1-3:	Información de los Talleres Automotrices estudiados.....	41
Tabla 2-3:	Herramientas manuales más usadas en talleres automotrices	42
Tabla 3-3:	Uso de las extremidades superiores en el manejo de las herramientas manuales	43
Tabla 4-3:	Capacitación para el uso de herramientas manuales.....	43
Tabla 5-3:	Utilización de equipos de protección personal	44
Tabla 6-3:	Actividades y modo de sujeción que se realizan con el martillo	44
Tabla 7-3:	Material del martillo	45
Tabla 8-3:	Sujeción del martillo	45
Tabla 9-3:	Dolencias en las extremidades superiores	46
Tabla 10-3:	Uso de la sierra	447
Tabla 11-3:	Dolencias en las extremidades superiores	48
Tabla 12-3:	Actividades que se realizan con la espátula	48
Tabla 13-3:	Dolencias en las extremidades superiores	49

Tabla 14-3: Actividades que se realizan con la lima	50
Tabla 15-3: Dolencias en las extremidades superiores	51
Tabla 16-3: Actividades que se realiza con el cuchillo.....	52
Tabla 17-3: Dolencias en las extremidades superiores	52
Tabla 18-3: Actividades que se realizan con llaves móviles y fijas.....	52
Tabla 19-3: Dolencias en las extremidades superiores	53
Tabla 20-3: Actividades realizadas con un alicate.....	54
Tabla 21-3: Dolencias en las extremidades superiores	54
Tabla 22-3: Actividades que se realiza con el destornillador	55
Tabla 23-3: Dolencias en las extremidades superiores	56
Tabla 24-3: Uso del cincel con protección	57
Tabla 25-3: Dolencias en las extremidades superiores	58
Tabla 26-3: Actividades realizadas con un punzón	59
Tabla 27-3: Dolencias en las extremidades superiores	59
Tabla 28-3: Actividades que se realizan con las tijeras	60
Tabla 29-3: Dolencias en las extremidades superiores	60
Tabla 30-3: Resumen análisis de la desviación radiocubital al usar el martillo con la muñeca	63
Tabla 31-3: Resumen análisis de la sierra desviación radiocubital con la muñeca derecha	65
Tabla 32-3: Resumen análisis de la desviación radiocubital al usar la espátula con la muñeca	68
Tabla 33-3: Resumen análisis de flexoextensión de la muñeca al usar la espátula	69
Tabla 34-3: Resumen análisis de la desviación radiocubital al usar la lima con la muñeca....	71
Tabla 35-3: Resumen análisis de la desviación radiocubital del uso del cuchillo con la muñeca	74
Tabla 36-3: Resumen análisis del cuchillo en flexoextensión con la muñeca derecha	74
Tabla 37-3: Resumen análisis de la desviación radiocubital al usar las llaves fijas con la muñeca derecha.....	76
Tabla 38-3: Resumen análisis llave móvil desviación radiocubital con la muñeca.....	78
Tabla 39-3: Resumen análisis de la desviación radiocubital al usar el alicate con la muñeca	81

Tabla 40-3: Resumen análisis de la desviación radiocubital del uso del destornillador con la muñeca derecha.....	83
Tabla 41-3: Resumen análisis de la desviación radiocubital al usar el martillo con la muñeca	87
Tabla 42-3: Resumen análisis de la sierra desviación radiocubital con la muñeca izquierda .	89
Tabla 43-3: Resumen análisis de la desviación radiocubital al utilizar la espátula con la muñeca	92
Tabla 44-3: Resumen análisis de flexoextensión de la muñeca al usar la espátula	92
Tabla 45-3: Resumen análisis de la desviación radiocubital al usar la lima con la muñeca izquierda	94
Tabla 46-3: Resumen análisis de la desviación radiocubital del uso del cuchillo con la muñeca	98
Tabla 47-3: Resumen análisis del cuchillo en flexoextensión con la muñeca izquierda	98
Tabla 48-3: Resumen análisis de la desviación radiocubital al usar las llaves fijas con la muñeca	100
Tabla 49-3: Resumen análisis llave móvil desviación radiocubital con la muñeca izquierda	102
Tabla 50-3: Resumen análisis de la desviación radiocubital al usar el alicate con la muñeca	105
Tabla 51-3: Resumen análisis de la desviación radiocubital del uso del destornillador con la muñeca izquierda	107
Tabla 52-3: Resumen análisis de flexoextensión del codo derecho al utilizar el martillo.....	111
Tabla 53-3: Resumen análisis de la sierra flexoextensión del codo derecho	113
Tabla 54-3: Resumen análisis de flexoextensión del codo derecho al usar la espátula.....	116
Tabla 55-3: Resumen análisis de flexoextensión del codo derecho al usar la lima.....	118
Tabla 56-3: Resumen análisis de flexoextensión del codo derecho al usar el cuchillo	120
Tabla 57-3: Resumen análisis de flexoextensión del codo derecho al usar las llaves fijas	122
Tabla 58-3: Resumen análisis de flexoextensión del codo derecho al utilizar la llave móvil	124
Tabla 59-3: Resumen análisis de flexoextensión del codo derecho al usar el alicate	127
Tabla 60-3: Resumen análisis de flexoextensión del codo derecho del uso del destornillador	129
Tabla 61-3: Resumen análisis de flexoextensión del codo izquierdo al utilizar el martillo ..	133
Tabla 62-3: Resumen análisis de la sierra flexoextensión del codo izquierdo	135
Tabla 63-3: Resumen análisis de flexoextensión al usar la espátula del codo izquierdo	137

Tabla 64-3: Resumen análisis de flexoextensión al usar la lima del codo izquierdo	139
Tabla 65-3: Resumen análisis de flexoextensión al usar el cuchillo del codo izquierdo.....	142
Tabla 66-3: Resumen análisis de flexión al usar las llaves fijas del codo izquierdo	144
Tabla 67-3: Resumen análisis de flexoextensión al utilizar la llave móvil del codo izquierdo	146
Tabla 68-3: Resumen análisis de flexoextensión al usar el alicate del codo izquierdo	149
Tabla 69-3: Resumen análisis de flexoextensión del uso del destornillador del codo izquierdo	151
Tabla 70-3: Resumen análisis de flexoextensión al usar la sierra del hombro derecho	154
Tabla 71-3: Resumen análisis de flexoextensión al usar la sierra del hombro izquierdo	155

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1.	Capacidades operativas del cuerpo	7
Figura 2-1.	Músculos de las extremidades superiores	9
Figura 3-1.	Partes de las extremidades superiores	9
Figura 4-1.	Articulación del Hombro	10
Figura 5-1.	Articulación del codo.....	11
Figura 6-1.	Huesos de la muñeca	12
Figura 7-1.	Huesos y articulaciones de la muñeca.....	12
Figura 8-1.	(a) Movimiento de flexión y (b) Movimiento de extensión	13
Figura 9-1.	(a) Movimiento de abducción y (b) Movimiento de aducción	14
Figura 10-1.	(a) Movimiento de supinación y (b) Movimiento de pronación.....	14
Figura 11-1.	Configuración Del Clinical 3DMA.....	15
Figura 1-2.	Cámara OptiTrack	27
Figura 2-2.	Puertos del OptiHub 2	29
Figura 3-2.	Cables de conexión.....	30
Figura 4-2.	Dispositivos para conexión.....	31
Figura 5-2.	Diagrama de conexiones.....	32
Figura 6-2.	Interfaz del Clinical 3DMA	33
Figura 7-2.	Punto de calibración 1	34
Figura 8-2.	Mensaje de calibración finalizado.....	35
Figura 9-2.	Calibración de sistema diario.....	35
Figura 10-2.	Ubicación de marcadores para análisis de muñeca derecha	36
Figura 11-2.	Ubicación de marcadores para análisis de muñeca izquierda.....	37
Figura 12-2.	Ubicación de marcadores para análisis de hombro y codo derecho	38
Figura 13-2.	Ubicación de marcadores para análisis de hombro y codo izquierdo	39
Figura 1-3.	Realizar golpes con el lado de la cabeza del martillo	46
Figura 2-3.	Utilizar un martillo para golpear otro martillo	47
Figura 3-3.	Utilizar la sierra con un solo brazo	48

Figura 4-3.	Realizar golpes con la espátula	49
Figura 5-3.	Hacer palanca con la espátula	50
Figura 6-3.	Hacer palanca con la lima	51
Figura 7-3.	Realizar golpes con las llaves	53
Figura 8-3.	Realizar golpes con el alicate.....	54
Figura 9-3.	Utilizar el alicate en lugar de llaves	55
Figura 10-3.	Realizar golpes con el destornillador	56
Figura 11-3.	Hacer palanca con el destornillador	57
Figura 12-3.	Cinzel sin protección de goma o plástico.....	58
Figura 13-3.	Utilización de un punzón	59
Figura 14-3.	Análisis de la muñeca al usar de forma correcta el martillo	61
Figura 15-3.	Análisis de la muñeca al golpear con la parte lateral de la cabeza del martillo .	62
Figura 16-3.	Análisis de la muñeca al momento de sujetar el martillo cerca de la cabeza.....	62
Figura 17-3.	Análisis de la muñeca al golpear un martillo con otro	63
Figura 18-3.	Análisis de la muñeca utilizando la sierra de forma correcta	64
Figura 19-3.	Análisis de la muñeca utilizando la sierra con un solo brazo	65
Figura 20-3.	Análisis de la muñeca al utilizar la espátula de forma correcta.....	66
Figura 21-3.	Análisis de la muñeca al usar la espátula para dar golpes	67
Figura 22-3.	Análisis de la muñeca utilizando de forma correcta la espátula	67
Figura 23-3.	Análisis de la muñeca utilizando la espátula como palanca	68
Figura 24-3.	Análisis de la muñeca utilizando de forma correcta la lima	70
Figura 25-3.	Análisis de la muñeca utilizando la lima como palanca	70
Figura 26-3.	Análisis de la muñeca utilizando de forma correcta el cuchillo	72
Figura 27-3.	Análisis de la muñeca utilizando el cuchillo como palanca	72
Figura 28-3.	Análisis de la muñeca utilizando de forma correcta el cuchillo	73
Figura 29-3.	Análisis de la muñeca utilizando el cuchillo como destornillador	74
Figura 30-3.	Análisis de la muñeca utilizando de forma correcta la llave fija	75
Figura 31-3.	Análisis de la muñeca utilizando la llave fija para dar golpes.....	76
Figura 32-3.	Análisis de la muñeca derecha utilizando de forma correcta la llave móvil	77

Figura 33-3.	Análisis de la muñeca utilizando la llave móvil de forma inadecuada	78
Figura 34-3.	Análisis de la muñeca utilizando de forma correcta el alicate	79
Figura 35-3.	Análisis de la muñeca utilizando el alicate como llave	80
Figura 36-3.	Análisis de la muñeca utilizando el alicate para dar golpes	80
Figura 37-3.	Análisis de la muñeca utilizando de forma correcta el destornillador	82
Figura 39-3.	Análisis de la muñeca utilizando el destornillador como palanca	83
Figura 40-3.	Análisis de la muñeca utilizando de forma correcta el martillo	84
Figura 41-3.	Análisis de la muñeca utilizando el martillo en posición lateral	85
Figura 42-3.	Análisis de la muñeca utilizando el martillo sujetándolo cerca de la cabeza.....	86
Figura 43-3.	Análisis de la muñeca utilizando un martillo para golpear otro martillo	86
Figura 44-3.	Análisis de la muñeca utilizando la sierra de forma correcta	88
Figura 45-3.	Análisis de la muñeca utilizando la sierra con un brazo.....	88
Figura 46-3.	Análisis de la muñeca utilizando de forma correcta la espátula	90
Figura 47-3.	Análisis de la muñeca utilizando la espátula para golpear otros objetos	90
Figura 48-3.	Análisis de la muñeca utilizando de forma correcta la espátula	91
Figura 49-3.	Análisis de la muñeca utilizando la espátula como palanca	92
Figura 50-3.	Análisis de la muñeca utilizando de forma correcta la lima	93
Figura 51-3.	Análisis de la muñeca utilizando la lima como palanca	94
Figura 52-3.	Análisis de la muñeca utilizando de forma correcta el cuchillo	95
Figura 53-3.	Análisis de la muñeca utilizando el cuchillo como palanca	96
Figura 54-3.	Análisis de la muñeca utilizando de forma correcta el cuchillo	97
Figura 55-3.	Análisis de la muñeca utilizando el cuchillo como destornillador	97
Figura 56-3.	Análisis de la muñeca utilizando de forma correcta la llave fija	99
Figura 57-3.	Análisis de la muñeca utilizando la llave fija para dar golpes.....	100
Figura 58-3.	Análisis de la muñeca utilizando de forma correcta la llave móvil	101
Figura 59-3.	Análisis de la muñeca utilizando la llave móvil de forma inadecuada	102
Figura 60-3.	Análisis de la muñeca utilizando de forma correcta el alicate.....	103
Figura 61-3.	Análisis de la muñeca utilizando el alicate como llave	104
Figura 62-3.	Análisis de la muñeca utilizando el alicate para dar golpes	104

Figura 63-3.	Análisis de la muñeca utilizando de forma correcta el destornillador	106
Figura 64-3.	Análisis de la muñeca utilizando el destornillador para dar golpes	106
Figura 65-3.	Análisis de la muñeca utilizando el destornillador como palanca	107
Figura 66-3.	Entorno de utilización correcta del martillo, análisis del codo derecho	109
Figura 67-3.	Análisis del codo derecho al golpear con la parte lateral de la cabeza del martillo	109
Figura 69-3.	Análisis del codo derecho al golpear un martillo con otro martillo	111
Figura 70-3.	Entorno de utilización correcta de la sierra, análisis del codo derecho	112
Figura 71-3.	Entorno de utilización incorrecta de la sierra, análisis del codo derecho	113
Figura 72-3.	Entorno de utilización correcta de la espátula, análisis del codo derecho	114
Figura 73-3.	Entorno de utilización incorrecta de la espátula, análisis del codo derecho	115
Figura 74-3.	Entorno de utilización incorrecta de la espátula, análisis del codo derecho	115
Figura 75-3.	Entorno de utilización correcta de la lima, análisis del codo derecho	117
Figura 76-3.	Entorno de utilización incorrecta de la lima, análisis del codo derecho	117
Figura 77-3.	Entorno de utilización correcta del cuchillo, análisis del codo derecho	119
Figura 78-3.	Entorno de utilización incorrecta del cuchillo, análisis del codo derecho	119
Figura 79-3.	Entorno de utilización incorrecta del cuchillo, análisis del codo derecho	120
Figura 80-3.	Entorno de utilización correcta de la llave fija, análisis del codo derecho	121
Figura 81-3.	Entorno de utilización incorrecta de la llave fija, análisis del codo derecho ...	122
Figura 82-3.	Entorno de utilización correcta de la llave móvil, análisis del codo derecho ..	123
Figura 83-3.	Entorno de utilización incorrecta de la llave móvil, análisis del codo derecho	124
Figura 84-3.	Entorno de utilización correcta del alicate, análisis del codo derecho.....	125
Figura 85-3.	Entorno de utilización incorrecta del alicate, análisis del codo derecho.....	126
Figura 86-3.	Entorno de utilización incorrecta del alicate, análisis del codo derecho.....	126
Figura 87-3.	Entorno de utilización correcta del destornillador, análisis del codo derecho .	128
Figura 88-3.	Entorno de utilización incorrecta del destornillador, análisis del codo derecho	128
Figura 89-3.	Entorno de utilización incorrecta del destornillador, análisis del codo derecho	129
Figura 90-3.	Entorno de utilización correcta del martillo, análisis del codo izquierdo	130

Figura 91-3. Análisis del codo izquierdo al golpear con la parte lateral de la cabeza del martillo	131
Figura 92-3. Análisis del codo izquierdo al sujetar el mango del martillo cerca de la cabeza	132
Figura 93-3. Análisis del codo izquierdo al golpear un martillo con otro martillo	132
Figura 94-3. Entorno de utilización correcta de la sierra, análisis del codo izquierdo	134
Figura 95-3. Entorno de utilización incorrecta de la sierra, análisis del codo izquierdo	134
Figura 96-3. Entorno de utilización correcta de la espátula, análisis del codo izquierdo	136
Figura 97-3. Entorno de utilización incorrecta de la espátula, análisis del codo izquierdo ..	136
Figura 98-3. Entorno de utilización incorrecta de la espátula, análisis del codo izquierdo ..	137
Figura 99-3. Entorno de utilización correcta de la lima, análisis del codo izquierdo	138
Figura 100-3. Entorno de utilización incorrecta de la lima, análisis del codo izquierdo	139
Figura 101-3. Entorno de utilización correcta del cuchillo, análisis del codo izquierdo	140
Figura 102-3. Entorno de uso incorrecto del cuchillo, análisis del codo izquierdo	141
Figura 103-3. Entorno de utilización incorrecta del cuchillo, análisis del codo izquierdo	142
Figura 104-3. Entorno de utilización correcta de la llave fija, análisis del codo izquierdo	143
Figura 105-3. Entorno de utilización incorrecta de la llave fija, análisis del codo derecho ...	144
Figura 106-3. Entorno de utilización correcta de la llave móvil, análisis del codo izquierdo	145
Figura 107-3. Entorno de utilización incorrecta de la llave móvil, análisis del codo izquierdo	146
Figura 108-3. Entorno de utilización correcta del alicate, análisis del codo izquierdo	147
Figura 109-3. Entorno de utilización incorrecta del alicate, análisis del codo izquierdo	148
Figura 110-3. Entorno de utilización incorrecta del alicate, análisis del codo izquierdo	148
Figura 111-3. Entorno de utilización correcta del destornillador, análisis del codo izquierdo	150
Figura 112-3. Entorno de utilización incorrecta del destornillador, análisis del codo izquierdo	150
Figura 113-3. Entorno de utilización incorrecta del destornillador, análisis del codo izquierdo	151
Figura 114-3. Entorno de utilización correcta de la sierra, análisis del hombro derecho	153
Figura 115-3. Entorno de utilización incorrecta de la sierra, análisis del hombro derecho	153

Figura 116-3. Entorno de utilización correcta de la sierra, análisis del hombro izquierdo 155

Figura 117-3. Entorno de utilización incorrecta de la sierra, análisis del hombro izquierdo . 155

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-2. Diagrama de flujo de actividades a desarrollar.....	24
---	----

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: ENCUESTA PARA ESTUDIO BIOMECÁNICO DE LAS EXTREMIDADES SUPERIORES

ANEXO B: MANUAL DE PROCEDIMIENTOS SEGUROS DE HERRAMIENTAS MANUALES

RESUMEN

El objetivo de este proyecto fue estudiar la biomecánica de las extremidades superiores durante el trabajo con herramientas manuales en entornos experimentales utilizando el software Clinical 3DMA, por medio de este estudio se logró determinar que el uso incorrecto de las herramientas manuales genera trastornos músculo-esqueléticos en las extremidades superiores. Este análisis inició con la definición de los entornos experimentales y herramientas manuales con las que se iba a trabajar, para la definición de estos, se realizó un estudio bibliográfico y un estudio de campo. Una vez definidos los entornos y herramientas se procedió a calibrar el software Clinical 3DMA con los marcadores y cámaras optoelectrónicas, lo cual generó las curvas de los movimientos que se producen con el uso de las herramientas manuales, mediante las pruebas con cada una de estas; se compararon las actividades para las cuales fueron diseñadas dichas herramientas con actividades erróneas de las mismas, y de esta forma se logró evidenciar que al momento de realizar actividades para las cuales no fueron diseñadas las herramientas manuales, los usuarios podrían presentar patologías en las extremidades superiores como artrosis, tendinitis, distensión muscular, etc. Se logró determinar un total de once herramientas manuales con las cuales se realizaron las pruebas y gracias al estudio biomecánico que se llevó a cabo con el software Clinical 3DMA, se pudo evidenciar que las herramientas como el martillo y la sierra presentan factores de riesgos críticos mientras que las demás herramientas presentan riesgos leves. Teniendo claro las afectaciones que puede generar el mal uso de estas herramientas, se elaboró un manual de procedimientos seguros para los entornos experimentales en los que se detectaron factores de riesgo ergonómico críticos, como es el caso de movimientos repetitivos y malas posturas en los trabajadores.

Palabras clave: <BIOMECÁNICA>, <CLINICAL 3DMA (SOFTWARE)>, <SENSORES BIOMECÁNICOS>, <CÁMARAS OPTOELECTRÓNICAS>, <ERGONOMÍA>.



1495-DBRA-UPT-2021

2021-08-04

ABSTRACT

The objective of this project was to study the biomechanics of the upper extremities during work with hand tools in experimental environments using the clinical 3DMA software, through this study it was determined that the incorrect use of hand tools generates musculoskeletal disorders in the upper extremities. This analysis began with the definition of the experimental environments and hand tools with which we were going to work, for the definition of these, a bibliographic study and a field study were carried out. Once the environments and tools were defined, the Clinical 3DMA software was calibrated with the markers and optoelectronic cameras, which generated the curves of the movements that occur with the use of hand tools, through the tests with each of these; the activities for which these tools were designed were compared with erroneous activities of the same, and in this way it was possible to show that at the time of performing activities for which the hand tools were not designed, users could present pathologies in the upper extremities such as osteoarthritis, tendinitis, muscle distension, etc. It was possible to determine a total of eleven hand tools with which the tests were carried out and thanks to the biomechanical study that was carried out with the Clinical 3DMA software, it was possible to show that the tools such as the hammer and the saw present critical risk factors while the other tools present slight risks. Having clear the effects that can generate the misuse of these tools, a manual of safe procedures was developed for experimental environments in which critical ergonomic risk factors were detected, such as repetitive movements and bad postures in workers.

Keywords: <BIOMECHANICS> <CLINICAL 3DMA (SOFTWARE)> <BIOMECHANICAL SENSORS> <OPTOELECTRONICS> <ERGONOMY>.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día, la biomecánica del movimiento del cuerpo humano es una ciencia que produce gran interés en expertos físicos, entrenadores, médicos, biológicos e incluso en el área de seguridad y salud ocupacional de diversas empresas a nivel mundial.

En Ecuador se han realizado varios estudios biomecánicos en los últimos años, enfocándose mayormente en la parte deportiva, además, se ha podido observar que se han generado estudios en diversos puestos de trabajo de varias empresas con el objetivo de adecuar el puesto de trabajo a las limitaciones físicas de los operarios y disminuir los trastornos músculo-esqueléticos que puede provocar una biomecánica inadecuada.

En la ciudad de Riobamba se ha podido observar que existen varios talleres automotrices en los cuales utilizan las herramientas manuales de forma empírica, y esto ha conllevado a emplear estas herramientas en actividades para las cuales no han sido diseñadas, lo cual provoca trastornos músculo-esquelético en las extremidades superiores, por esta razón se ha visto la necesidad de realizar un estudio biomecánico de las extremidades superiores al momento de utilizar las distintas herramientas manuales, con la ayuda del software CLINICAL 3DMA.

Este estudio se aplicó en los talleres automotrices que se encuentran a 500 metros a la redonda de la ESPOCH, con la finalidad de minimizar patologías como artrosis, tendinitis, distensión muscular, etc., en las extremidades superiores que se generan por el mal uso de las herramientas manuales, gracias al software mencionado se pudo analizar cada articulación de las extremidades superiores(muñeca, codo y hombro), logrando determinar que al momento de usar de forma inadecuada las herramientas, esto genera anomalías en las articulaciones. Por medio de este estudio se puede realizar manuales de procedimientos seguros para el uso correcto de las herramientas manuales.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

En este capítulo se definen los antecedentes que sirven como referencia para encaminar la presente investigación, además se describe la problemática que se genera de la mala utilización de ciertas herramientas manuales provocando traumas musculoesqueléticos en las extremidades superiores del cuerpo humano, también se presenta la justificación, la misma que contiene las razones que motivaron a ejecutar este trabajo, los objetivos que son las metas que se pretende alcanzar; previo al desarrollo de esta investigación se requirió definir algunos conceptos los mismos que se citan en el marco conceptual.

1.1 Antecedentes

Una primera investigación realizada por Romero Castillo (2016) denominada “DISEÑO BIOMECÁNICO DE PUESTOS DE TRABAJO PARA EL PERSONAL DE BARRIDO Y RECOLECCIÓN DE DESPERDICIOS DE LA EMPRESA PÚBLICA MUNICIPAL DE GESTIÓN INTEGRAL DE DESECHOS SÓLIDOS DE AMBATO (EPM-GIDSA)”. La investigación nace de la necesidad de identificar y prevenir los diferentes trastornos musculoesqueléticos durante la jornada de trabajo, que permitirán minimizar enfermedades profesionales. Todas estas complicaciones con el sistema locomotor son una de las principales causas por las cuales se acude con frecuencia a la atención médica, es por esta razón el estudio se enfoca directamente al cálculo de los movimientos correctos que el trabajador debe realizar para evitar enfermedades en un futuro. Finalizado el estudio tomando en cuenta el análisis de resultados proponen un diseño biomecánico adecuado para el puesto de trabajo, con el cual consiguieron reducir en un 90% las lesiones musculoesqueléticas durante la jornada de trabajo (Romero Castillo, 2016).

Una segunda investigación ejecutada por Córdova Suárez & Barreno Flores (2017), denominada “ESTUDIO BIOMECÁNICO EN EL PUESTO DE LAVADO DE BOTELLAS DE LA INDUSTRIA ILA S.A. Y SU INCIDENCIA EN LAS CONDICIONES LABORALES DE LOS TRABAJADORES”, tiene como objetivo el estudio de los factores de riesgos biomecánicos que se presentan en el puesto de trabajo mencionado, donde se genera el análisis de variables de índice OCRA, REBA y los ambientes laborales de los trabajadores, después de haber estudiado los riesgos biomecánicos se muestra un análisis e interpretación de resultados del índice OCRA adquiriendo un máximo de 39 y por medio del método REBA se demuestran escenarios laborales

deficientes, por esta razón se propone la implementación de un programa de mitigación de riesgos biomecánicos, el cual tiene como finalidad disminuir los altos índices de riesgos que presenta el personal de trabajo sobre las posturas y movimientos incorrectos según criterios de seguridad industrial y conocimientos mecánicos (Córdova Suárez & Barreno Flores, 2017).

Una tercera investigación elaborado por Cataño I. et al (2019), titulado “RIESGO BIOMECÁNICO POR CARGA ESTÁTICA Y MORBILIDAD SENTIDA EN DOCENTES UNIVERSITARIOS” hace mención que la causa principal de la ausentismo laboral es debido a los factores biomecánicos que se dan por las malas posturas en las actividades laborales. Este análisis se llevó a cabo con 70 docentes, conociendo las posturas que adquieren en medio tiempo y en tiempo completo. el riesgo biomecánico según el método REBA de esta población fue medio para el 64,7%. Se pudo observar que 7 de cada 10 docentes presentan alguna situación de morbilidad, con mayor intensidad en partes como el cuello, hombros y zona lumbar (Cataño I. et al., 2019).

Una cuarta investigación realizado por López Morales & Valencia Legarda (2019) , denominado “RIESGO BIOMECÁNICO OCUPACIONAL EN MÚSICOS INSTRUMENTISTAS PROFESIONALES”, identifico lesiones osteomusculares, donde el estudio biomecánico especificar los diferentes desordenes musculoesqueléticos y el efecto que estos generan durante su actividad, permitiendo de esta manera proponer recomendaciones y estrategias que ayuden a minimizar los distinto desordenes musculares, y que dentro del campo laboral y salud publica ayudar a disminuir costos significativos que se producen por la ausencia del profesional (López Morales & Valencia Legarda, 2019).

1.2 Problematicación

Este estudio se enfocará a los talleres automotrices que se encuentran a 500m a la redonda de la ESPOCH, en estos talleres el uso de herramientas manuales es cotidiano, debido a que se ejecutan actividades que requieren de la intervención de las extremidades superiores de los operarios, en donde muchos de los trabajadores manipulan las herramientas de forma empírica. Cada herramienta tiene una función definida como es el caso de un martillo que se lo usa para golpear, un destornillador para desarmar, un alicate para sujetar, etc., y por lo general en estos talleres ejecutan actividades ajenas a la función que tiene una herramienta determinada, por ejemplo, para realizar un golpe muchas veces utilizan un alicate, en lugar de un martillo, para extraer una tuerca se suele utilizar pinzas, en lugar de usar llaves, y esto conlleva a que los operarios se expongan a riesgos biomecánicos, los cuales pueden generar trastornos músculo-esqueléticos en sus extremidades superiores.

Además, al momento de evaluar los riesgos biomecánicos se utilizan métodos como REBA, RULA, OWAS, etc., los mismos que son manuales y están expuestos a imprecisiones o errores, debido a que se vinculan directamente con la apreciación del evaluador. En la actualidad se puede realizar la evaluación de riesgos biomecánicos a través de dispositivos tecnológicos como sensores, cámaras, etc., los mismo que emiten señales hacia un determinado software y de esta forma se obtiene una evaluación de alta precisión.

Por las razones expuestas, se ha visto la necesidad de realizar este estudio biomecánico de las extremidades superiores en entornos experimentales utilizando las herramientas manuales de uso frecuente en los talleres automotrices aledaños a la ESPOCH.

Esta investigación se puede realizar gracias a la gestión de las autoridades de la Facultad de Mecánica de la ESPOCH, que han logrado equipar un laboratorio de alta tecnología que permitirá utilizar el software Clinical 3DMA que presenta gran exactitud al momento de evaluar los riesgos biomecánicos que afectan a las extremidades superiores de los trabajadores.

1.3 Justificación

La presente investigación se encuentra dirigida a talleres automotrices aledaños a la ESPOCH pues este es uno de los sectores vulnerables dentro del campo laboral, ya que la ejecución de sus actividades al momento de utilizar herramientas manuales se las realiza en gran porcentaje de una forma empírica y por tal razón la academia en vínculo con un problema directamente con la sociedad se interesada en atender a este sector mejorando las condiciones de vida como especifica el Plan Nacional para el Buen Vivir 2017-2021 entre sus objetivos del régimen de desarrollo el “Mejorar la calidad y esperanza de vida, y aumentar las capacidades y potencialidades de la población en el marco de los principios y derechos que establece la Constitución.” (Plan Nacional Para El Buen Vivir 2017-2021, 2017, p.33).

Por tal razón dentro del estudio el software Clinical 3DMA permite tener una mejor perspectiva de los movimientos que se realizan con las herramientas manuales mediante señales emitidas en forma de curvas, con las que se podrán analizar los factores biomecánicos críticos que se generan con la utilización de dichas herramientas.

Cabe destacar que el estudio biomecánico ocupacional es un ente que en la actualidad está tomando relevancia tanto en el campo laboral y en el campo ergonómico, pues con la ayuda de softwares se podría identificar las malas posturas de las extremidades que los operarios adquieren al momento de realizar las actividades, proponiendo de esta manera un manual con métodos y técnicas seguras para realizar las actividades. En cuanto al perfil profesional del Ingeniero Industrial este estudio juega

un papel importante ya que dentro de su área de conocimiento se debe interpretar y mejorar los ambientes laborales en el campo industrial.

El grupo de investigación AUTOPROMA enfocados en la vinculación de la academia y la sociedad ha permitido equipar un laboratorio en el cual está en disposición tecnología que permitirá utilizar el software Clinical 3DMA que presenta gran exactitud al momento de evaluar los riesgos biomecánicos que afectan a las extremidades superiores de los trabajadores.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Estudiar la biomecánica de las extremidades superiores durante el trabajo con herramientas manuales en entornos experimentales utilizando el software Clinical 3DMA para identificar de manera más eficiente los riesgos ergonómicos.

1.4.2 Objetivos específicos

Definir por medio de un estudio de campo específico los entornos experimentales y herramientas en los que se va a ejecutar el estudio.

Determinar las funciones útiles del software Clinical 3DMA para el estudio considerando los entornos experimentales.

Analizar los factores de riesgos ergonómico en base al estudio biomecánico en extremidades superiores

Establecer manuales de procedimientos seguros para los entornos experimentales en los que se detecten factores de riesgo considerados críticos.

1.5 Marco teórico conceptual

En este apartado se presentan conceptos que ayudaran en la orientación bibliográfica de la presente investigación, los mismos que tiene como finalidad aclarar todo el aspecto teórico,

relacionando los puntos de vista de varios autores que se han enfocado en temas relacionados a este trabajo.

1.5.1 Biomecánica

La biomecánica es considerada como un grupo de aspectos que comprenden conceptos de mecánica, fisiología articular, fisiología muscular, anatomía y cinesiología. Tiene como objetivo analizar la fisiología de los movimientos y las posturas que presenta el ser humano al momento de realizar alguna actividad, además la biomecánica pretende ayudar a entender las difusiones y patologías que se presentan con frecuencia, logrando deducir las medidas correctivas que se deben considerar en las diferentes actividades que realiza el ser humano.

La biomecánica aplica principios y leyes mecánicas en los seres vivos, concentrando varios aspectos como la mecánica de los músculos y huesos, mecánica de los líquidos y de los gases (Dufour & Pillu, 2018, p.4-5).

Además, se puede decir que la biomecánica se encarga del análisis desde el punto de vista mecánico, al introducirse en el estudio de los movimientos que realizan los seres vivos y por esta razón, se enfoca en el aparato locomotor (Biosca et al., 1997, p.2).

La biomecánica ayuda a extraer información pormenorizada de los diferentes movimientos que genera el cuerpo humano, además permite cuantificar y expresar en valores numéricos las acciones ejecutadas (Viladot Voegeli, 2000, p.263).

1.5.2 Biomecánica ocupacional

Se encarga del estudio de la relación mecánica que existe cuando el ser humano, sostiene elementos con los cuales interactúa en ámbitos como el trabajo, en el hogar, cuando conducen algún vehículo, en la utilización de herramientas, etc., y los adapta a sus necesidades. La biomecánica ocupacional se relaciona con otra disciplina que es la ergonomía (Perdomo et al., 2018, p.2-3).

La biomecánica ocupacional es la encargada de estudiar la relación que existe entre el ser humano con sus movimientos usuales, trata de hallar soluciones a problemas de movimientos repetitivos, posturas incorrectas, etc., adaptando un determinado lugar de trabajo a sus necesidades y capacidades físicas, por esta razón, la biomecánica ocupacional está íntimamente relacionada con la ergonomía (Andrade Carrillo, 2017, p.253).

La biomecánica ocupacional tiene como objetivo fundamental proveer de un ambiente laboral confortable, el mismo que debe adaptarse a las capacidades físicas de un trabajador o trabajadores, para alcanzar esto se realiza un estudio de interacción mecánica que se da entre el cuerpo humano y los elementos de su entorno. Esta ciencia brinda los conocimientos necesarios para solucionar inconvenientes asociados a las malas posturas, al transporte manual de cargas, buscando el aumento del rendimiento laboral de los operarios y la disminución de la fatiga (Landines & Mosquera, 2013, p.20).

La biomecánica ocupacional se encarga de analizar al ser humano desde la perspectiva de una actividad o trabajo que se debe diseñar para el 90% de las personas, sin exceder valores que puedan originar daños (Becerra, 2017, p.3).

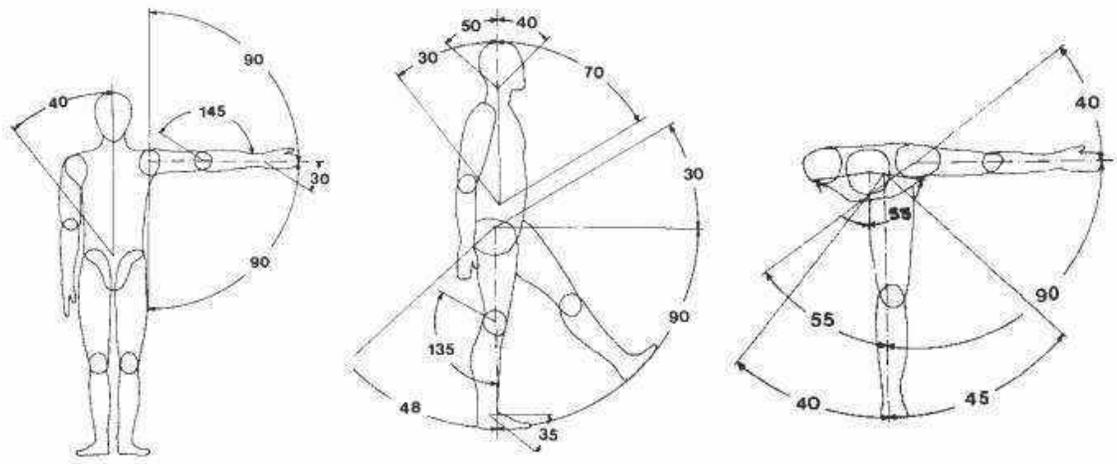


Figura 1-1. Capacidades operativas del cuerpo

Fuente: (Becerra, 2017)

1.5.3 La ergonomía

La ergonomía utiliza conocimientos científicos que permiten que los entornos de trabajo se adapten progresivamente a las características y limitaciones que presente un operario, busca además brindar un ambiente de estable y seguro (Asociación española de ergonomía, 2015, p.1).

La ergonomía es una disciplina científica que se enriquece con el mejoramiento de un entorno físico. La definición de ergonomía está íntimamente relacionada con los factores humanos, los cuales se analizan por medio de la biomecánica y la antropometría, a esto se le suman los factores físicos ambientales (Cruz G. & Garnica G., 2017, p.18).

1.5.4 Trastorno músculo-esquelético

Los trastornos musculoesqueléticos son problemas que tienen gran importancia en la salud de los trabajadores, ya que este trastorno es una causa de ausentismo laboral, y esto genera repercusiones económicas relevantes para una empresa o institución.

Dichos trastornos se generan por la acción de los músculos en una actividad laboral que puede ser por posturas inadecuadas, movimientos repetitivos o por la aplicación de grandes fuerzas por parte del trabajador (Arenas-Ortiz & Cantú-Gómez, 2013, p.1).

Este tipo de trastornos están conformados por un grupo de lesiones y molestias que perjudican a la estructura asociada con el sistema osteomuscular, afectando de forma directa a músculos, articulaciones, huesos, ligamentos, etc. (Pueyo, 2015, p.71).

Estas lesiones se originan por la acumulación de traumas musculares que se generan gradualmente en tiempo determinado, y es el resultado de la repetición de esfuerzos sobre el sistema músculo-esquelético (Ríos García, 2018, p.4).

1.5.5 Enfermedades ocupacionales

Las enfermedades ocupacionales por trastorno musculoesquelético están asociadas a las causas físicas y los factores de riesgos organizativos tales como la manipulación manual de cargas, movimientos repetitivos, posturas forzadas, trabajo a un ritmo elevado y estar de pie o sentado durante un largo tiempo (Morales Perrazo et al., 2017, p.2).

Las enfermedades ocupacionales son aquellas afectaciones crónicas que se presentan en el momento que un trabajador o funcionario realiza una actividad profesional, la misma que puede generar una incapacidad laboral (Sarango, 2019, p.9).

1.5.6 Biomecánica de las extremidades superiores

El miembro superior tiene la especialidad de ejecutar funciones de manipulación y presión de los elementos. Se ha podido observar que las extremidades superiores son miembros que presentan altos grados de movilidad sin perder precisión, fuerza y sobre todo la estabilidad. Cabe recalcar que el hombro presenta un sistema muy sofisticado que tiene la capacidad de generar un sinnúmero de movimientos (Destarac Eguizabal, 2018, p.30-31).



Figura 2-1. Músculos de las extremidades superiores

Fuente: (Liriano Liz, 2012)

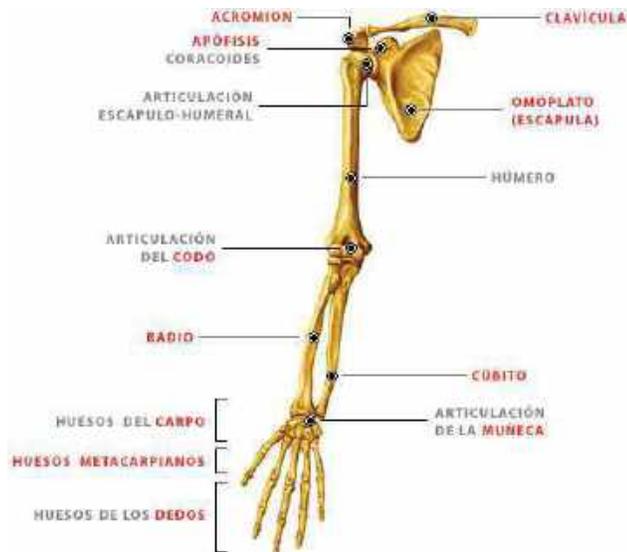


Figura 3-1. Partes de las extremidades superiores

Fuente: (Liriano Liz, 2012)

1.5.7 Biomecánica del hombro

El hombro es considerado como la articulación con mayor movilidad del cuerpo humano, y también la menos estable. Presenta tres grados de libertad, lo cual permite dirigir el miembro superior con relación a los tres ejes del espacio.

El plano frontal está incluido en el eje transversal, y este permite que el hombro realice movimientos de flexo-extensión que se dan en el plano sagital, el plano mencionado se encuentra en el eje anteroposterior en donde se generan los movimientos de abducción y aducción, finalmente en el eje vertical, que está determinado por la intersección del plano frontal y el sagital es donde se generan los movimientos de extensión y flexión producidos en el plano horizontal, cuando el brazo se encuentra en abducción de 90°.

El húmero pertenece al eje longitudinal y permite la rotación interna y externa del brazo en dos maneras distintas: la rotación automática y la voluntaria.

El miembro superior cuelga de manera vertical a lo largo del cuerpo humano, de tal manera que el eje longitudinal concuerda con el eje vertical.

En la postura de abducción a 90°, existe una coincidencia entre el eje transversal con el eje longitudinal, y en la postura de flexión de 90° el eje longitudinal coincide con el eje anteroposterior; por esta razón se puede concluir que el hombro es la articulación comprendida de tres ejes principales y de tres grados de libertad, lo cual permite realizar movimientos de rotación externa e interna (Sanabria, 2018, p.2-3).

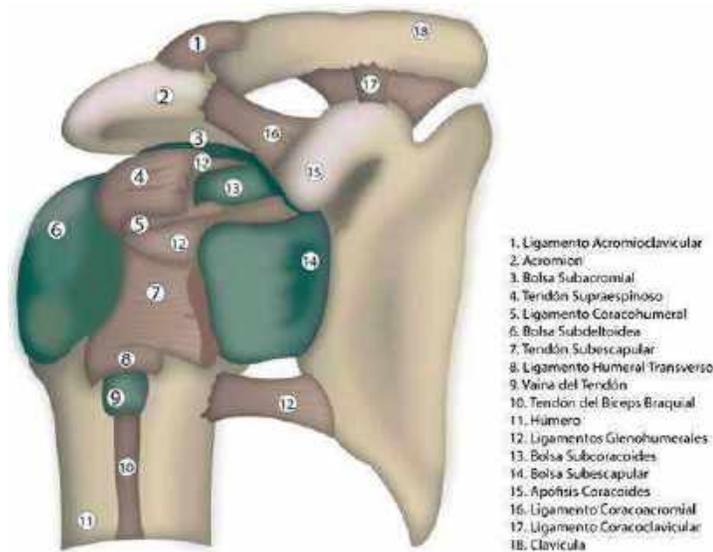


Figura 4-1. Articulación del Hombro

Fuente: (Sanabria, 2018)

1.5.8 Biomecánica del codo

El codo está compuesto por tres articulaciones: la articulación (a) llamada humero-cubital que es una diartrosis que presenta un diseño anatómico de tróclea; la articulación (b) húmero-radial

conformada por una diartrosis condílea y la articulación (c) radio-cubital que presenta la forma de trocoide.



Figura 5-1. Articulación del codo

Fuente: (Angulo et al., 2011)

A pesar de estar compuesto por tres coyunturas de diseños anatómicos distintos, el movimiento fundamental del codo es la flexo-extensión, ayudando en el movimiento de pronosupinación del antebrazo de manera pasiva. El eje de movimiento para la flexo-extensión, es sesgado con respecto a los planos de referencia espacial, lo que, unido a la ubicación de la garganta posterior de la tróclea humeral, produce un valgo agrupado durante la extensión (Angulo et al., 2011, p.1-2).

1.5.9 Biomecánica de la muñeca

La función de la muñeca es posicionar la mano en el espacio, lo cual le permite sujetar de forma más fácil y simple, la muñeca está constituida por un grupo de ocho huesos que se llama carpo, estos huesos están dispuestos en dos filas de cuatro como se expone a continuación:

La fila Proximal: Está compuesta por el escafoide, semilunar, piramidal y pisiforme, estos huesos se articulan con el cúbito y el radio para formar la articulación radiocarpiana, donde se generan las acciones principales de la muñeca.

La Fila distal: Se compone del trapecio, trapecoide, hueso grande y hueso ganchoso, los cuales se encuentran con los cinco metacarpianos que se articulan con las falanges proximales.



Figura 6-1. Huesos de la muñeca

Fuente: (Caldas Maurad & Castillo Tenesaca, 2018)

La muñeca se encuentra constituida por la articulación radiocarpiana, entre las carillas de la zona articular del radio y los huesos escafoides y semilunar del carpo. La articulación radiocubital entre cavidad sigmoidea del perfil interno del radio y la cabeza cubital. La articulación mediocarpiana, forma condiloartrosis, tanto en los huesos de la primera hilera, los cuales se encuentran unidos mediante artrodias y por dos revestimientos interóseos para perfeccionar su movilidad, como los huesos de la segunda hilera que asimismo son artrodias aunque con una movilidad con mayores limitaciones por estar unidos por fuertes ligamentos, entre los que surge el ligamento anular, que permite la unión entre el ganchoso y el trapezio; las articulaciones intercarpianas, entre los huesos de las mismas hileras; y las articulaciones carpometacarpianas, entre la hilera distal del carpo y los huesos metacarpianos.

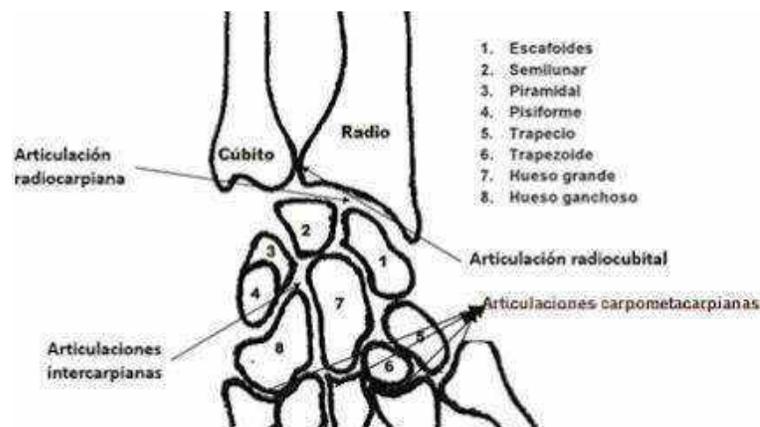


Figura 7-1. Huesos y articulaciones de la muñeca

Fuente: (Caldas Maurad & Castillo Tenesaca, 2018)

La muñeca presenta los siguientes movimientos:

Movimiento de flexión: Estos son los movimientos de la palma de la mano hacia la cara volar del antebrazo, alcanza una holgura que oscila entre 80 a 90°.

Movimiento de extensión: Es el movimiento generado por el dorso de la mano hacia la parte dorsal del antebrazo, este movimiento pertenece a la articulación mediocarpiana donde puede alcanzar los 50°.

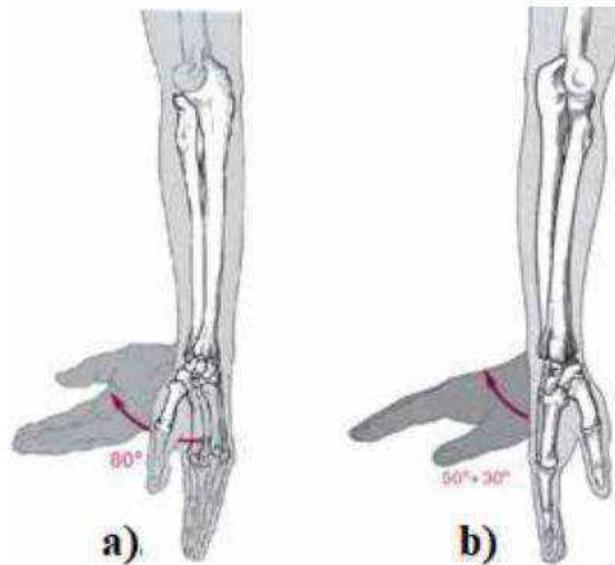


Figura 8-1. (a) Movimiento de flexión y (b) Movimiento de extensión

Fuente: (Caldas Maurad & Castillo Tenesaca, 2018)

Movimiento de abducción: Es la inclinación radial de la muñeca, presenta una amplitud que va desde los 15° a 25° con la muñeca en supinación. La articulación mediocarpiana es la responsable de este movimiento en un 60%.

Movimiento de aducción: Es la inclinación cubital de la muñeca, presenta una amplitud que va desde los 40° a 45°. La articulación mediocarpiana es responsable de este movimiento en un 66%.

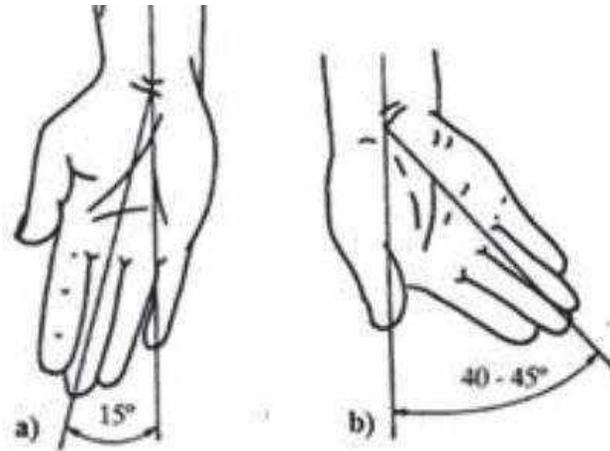


Figura 9-1. (a) Movimiento de abducción y (b) Movimiento de aducción

Fuente: (Caldas Maurad & Castillo Tenesaca, 2018)

Movimiento de supinación: Inicialmente la mano se halla en pronación, con el dorso ubicado anteriormente, la supinación descruza el radio y lo desliza lateralmente, aproximadamente este movimiento alcanza los 120°.

Movimiento de pronación: Originalmente la mano se encuentra en supinación, donde los dos huesos del antebrazo se hallan paralelos, al realizar este movimiento de pronación cruza el radio anteriormente al cúbito y puede alcanzar 120° aproximadamente (Caldas Maurad & Castillo Tenesaca, 2018, p.22-27).

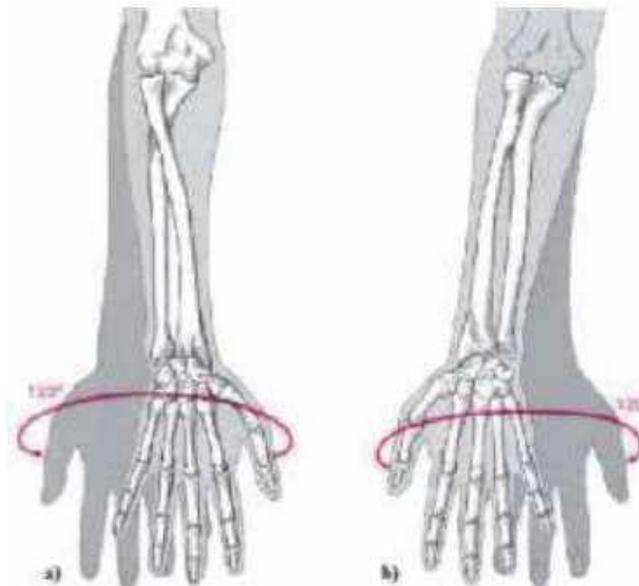


Figura 10-1. (a) Movimiento de supinación y (b) Movimiento de pronación

Fuente: (Caldas Maurad & Castillo Tenesaca, 2018)

1.5.10 Software de evaluación de seguridad y salud ocupacional

Los softwares para la evaluación de seguridad y salud ocupacional en la actualidad son paquetes informáticos que permiten medir factores y examinar los riesgos que presenta el operario al momento de estar realizando las actividades laborales en tiempo y espacios reales, contando con toda una normativa que de fiabilidad al momento de realizarlo. Esta clase de softwares favorecen y aceleran el tiempo al momento de realizar estos estudios ya que entregan datos y resultados con mayor certeza y exactitud que cuando se usa un método tradicional (Freire, 2019).

1.5.11 Clinical 3DMA

Clinical 3DMA es un producto potencial dentro de la familia “3DMA” pues todo este sistema está diseñado para capturar imágenes en movimiento 3D utilizado para varios estudios del cuerpo humano. Todo este sistema está diseñado para desempeñar un estudio biomecánico 3D con la facilidad que este tipo de análisis se lo puede realizar en todo el cuerpo o en una parte del mismo en tiempo real a gran precisión, a gran velocidad y en un espacio tridimensional sacando de todo esto resultados biomecánicos relevantes (STT SYSTEMS, 2020).

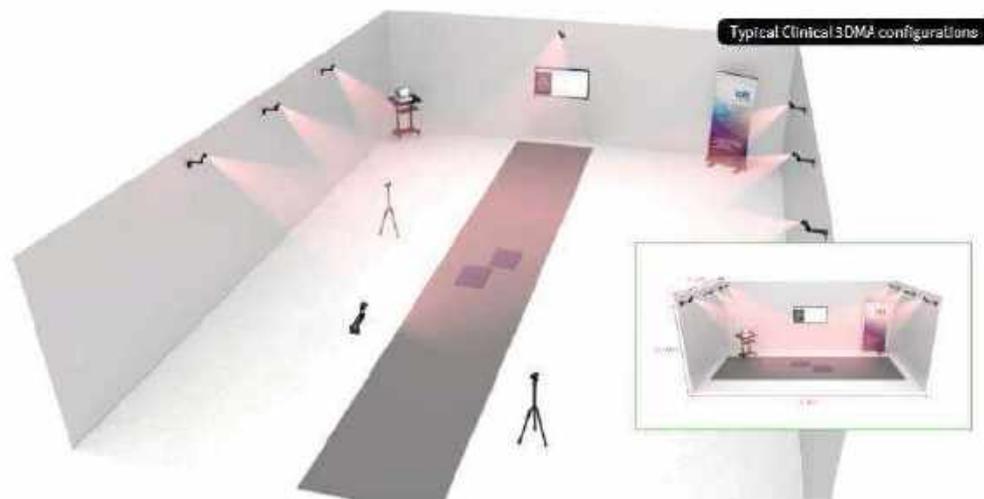


Figura 11-1. Configuración Del Clinical 3DMA

Fuente:(STT SYSTEMS, 2018)

1.5.12 Protocolos de análisis

El sistema Clinical 3DMA incluye muchos beneficios para un gran campo de análisis en el cual otorga protocolos exclusivos para el análisis en distintas posturas de las cuales tenemos:

- Análisis de la marcha en adultos
- Análisis de la marcha en niños
- Análisis de carrera (parte inferior del cuerpo)
- Seguimiento básico de todo el cuerpo
- Análisis cervical Análisis lumbar
- Análisis de hombros
- Análisis de tobillo (una o ambas)
- Otras articulaciones (muñecas, caderas ...)

Cada uno de los protocolos indicados tiene distinciones tanto en su configuración y funcionamiento en el cual con el uso de sensores se identificará tanto los parámetros de la situación que se analice, y en donde cada uno de estos análisis arrojará un informe de resultados óptimos de lo que se está investigando facilitando de gran manera el trabajo de la persona que necesite realizar el estudio. (STT SYSTEMS, 2018).

1.5.13 Funciones útiles del software Clinical 3DMA

El software Clinical 3DMA consta de un sistema tridimensional de nueva tecnología, con alta precisión submilimétrica de captura visual el cual permite el análisis de factores biomecánicos del cuerpo humano que se presentan al momento de realizar movimientos. Dentro del software existen protocolos de análisis ya establecidos como son:

- Análisis de ambos tobillos con calibración inicial
- Tobillo (Izquierdo)
- Tobillo (Derecho)
- Ambos hombros y brazos
- Control de calidad de calibración
- Espina dorsal
- Codo (Izquierdo)
- Codo (Derecho)
- Análisis de cuerpo completo (19p)
- Análisis de la marcha para niños (Helen Hayes)

- Análisis de la marcha con calibración inicial (Helen Hayes)
- Análisis de cabeza y cervical
- Cadera (Izquierda) (Análisis de extensión y flexión)
- Cadera (Derecho) (Análisis de extensión y flexión)
- Caderas (Análisis de abducción)
- Rodilla (Izquierda)
- Rodilla (Derecho)
- Lumbar (Análisis de 2 puntos)
- Lumbar (Análisis de 8 puntos)
- Hombro (Izquierdo) (Análisis de rotación)
- Hombro (Izquierdo) (Análisis de rotación, brazo vertical)
- Hombro (Derecho) (Análisis de rotación)
- Hombro (Derecho) (Análisis de rotación, brazo vertical)
- Hombro y codo (Izquierdo)
- Hombro y codo (Derecho)
- Punto único
- Muñeca (Izquierda)
- Muñeca (Derecha)

Dentro de todas estas funciones para el estudio de las extremidades superiores se tomaron los protocolos de muñeca y hombro codo respectivamente de lado derecho e izquierdo, todo este proceso se especificó en la metodología dentro del apartado de pruebas donde se definió la ubicación de los marcadores para cada uno de los estudios.

1.5.14 Uso en investigación Clínica 3DMA

El sistema permite estudiar curvas que el investigador debe aprender a interpretarlas, Clinical 3DMA es un sistema muy fácil de exportarlo ya que se acopla a archivo de carácter CSV o ASCII para procedimientos más fáciles de entender en otro tipo de softwares (STT SYSTEMS, 2020).

1.5.15 Herramientas manuales

Dentro de las herramientas existen una gran variedad en donde se las identifica por el uso de fuerza encontrando así herramientas de apriete, corte y efecto. Por la acción de fuerza en la mano

como puede ser por apresamiento, torsión, presión y tracción. Y por matices manuales dentro de este tipo de herramientas se las puede identificar por el uso de electricidad, de explosión, aire comprimido y el uso de combustibles (gasolina) (Piñeda et al., 2016). A continuación, se detallan en la tabla 1-1 las herramientas manuales.

Tabla 1-1: Herramientas manuales

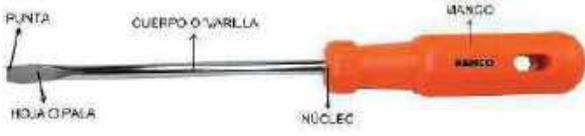
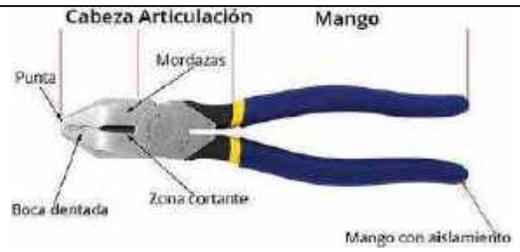
Nombre	Características	Especificaciones
Destornillador	Partes del destornillador	
	Uso	Atornillador o desatornillador
	EPP	Guantes, protección visual, mandil
	Tipos según norma NTP 391	Tipo plano, pala o estándar Tipo estrella, de cruz o Philips Tipo de horquilla Tipo Torx
Alicates	Partes del alicate	
	Uso	Sujetar, doblar, cortar
	EPP	Guantes, protección visual, mandil
	Tipos según norma NTP 391	Punta redonda Tenaza Corte, corte frío diagonal y frontal Mecánica o de combinación Punta semiplana o fina Electricista Punta curva De presión

Tabla 2-1: Herramientas manuales (Continúa)

Nombre	Características	Especificaciones
Cinzel	Partes del cinzel	
	Uso	Cortar, ranurar o desbastar material en frío, mediante la transmisión de un impacto
	EPP	Mandil, guantes, protección visual, calzado de seguridad
	Tipos según norma NTC 2643	Tipo 1: cinzel con punta lanza Clase A: Trabajo normal Clase B: Trabajo pesado Tipo 2: Cinzel con punta de diamante Clase A: Trabajo normal Clase B: Trabajo pesado Tipo 3: Cinzel con doble bisel Tipo 4: Cinzel con punta semiredonda Tipo 5: Cinzel con corte lateral
Formones	Partes del formón	
	Uso	Ajustar, cortar, perforar
	EPP	Mandil, guantes, protección visual, calzado de seguridad
	Tipos según norma DIN 5139	Tipo 1: Formón estándar Tipo 2: Formón de ebanistería Tipo 3: Formón para caja

Tabla 3-1: Herramientas manuales (Continúa)

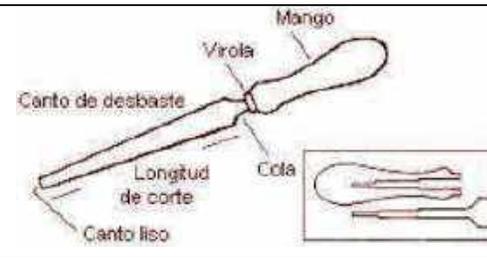
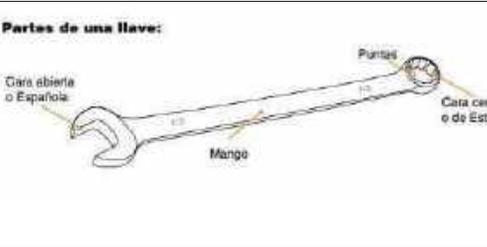
Nombre	Características	Especificaciones
Limas	Partes de la lima	
	Uso	Para desbastar
	EPP	Mandil, guantes, protección visual
	Tipo según norma NTP 392	Limas para madera Limas para metal <ul style="list-style-type: none"> • Lima plana • Lima redonda • Lima media caña • Lima triangular
Llaves de boca fija	Partes de llave	<p>Partes de una llave:</p> 
	Uso	Apretar o desapretar tornillos
	EPP	Mandil, guantes, protección visual
	Tipo según norma NTP 392	Fijas o españolas De estrella o estriadas Mixtas Llaves de gancho o nariz Tubulares Hexagonal o Allen De golpe

Tabla 4-1: Herramientas manuales (Continúa)

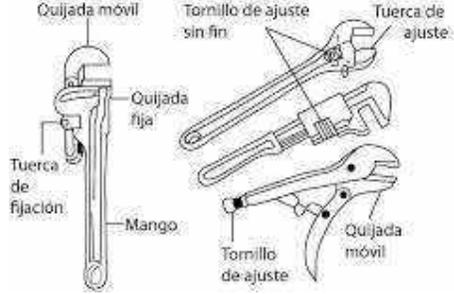
Nombre	Características	Especificaciones
Llaves boca ajustable	Partes de una llave	
	Uso	Apretar o desapretar
	EPP	Mandil, guantes, protección visual, calzado de seguridad
	Tipos según norma NTP 392	Llave ajustable Llave de tubo
Martillos y mazo	Partes del martillo	
	Uso	Golpear o extraer
	EPP	Mandil, guantes, protección visual, calzado de seguridad
	Tipo según norma NTC 935	Martillos Mazo

Tabla 5-1: Herramientas manuales (Continúa)

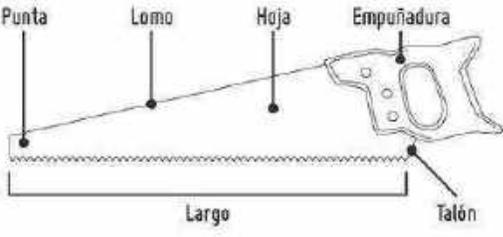
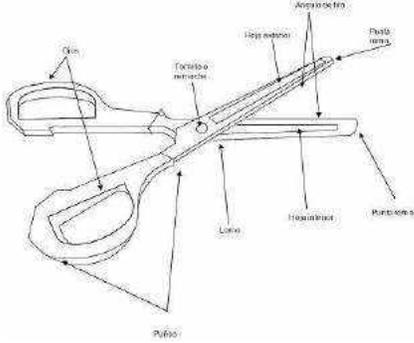
Nombre	Características	Especificaciones
Seguetas	Partes de la segueta	
	Uso	Cortar
	EPP	Mandil, guantes, protección visual, calzado de seguridad
	Tipo según norma NTO 393	Esta herramienta está diseñada para el uso en corte de diferentes materiales, se comprende por un marco que puede ser fijo o ajustable, además una hoja que varía según el tipo de material a cortar y posee una tuerca de mariposa para ajustarla.
Serrucho	Partes del serrucho	
	Uso	Cortar
	EPP	Mandil, guantes, protección visual, calzado de seguridad
	Tipos según norma NTP 393	Serrucho universal Serrucho de costilla Serrucho de punta Serrucho curvo

Tabla 6-1: Herramientas manuales (Continúa)

Nombre	Características	Especificaciones
Tijeras	Partes de la tijera	
	Uso	Realizar corte de objetos
	EPP	Mandil, guantes, protección visual
	Tipos según norma NTP 393	Tijeras rectas Tijeras curvas o de Gavilán Tijeras de podar Tijeras de jardinero Tijeras de papel Tijeras de corte doble o de conducto
Cuchillo	Partes del cuchillo	
	Uso	Corte
	EPP	Mandil, guantes, protección visual
	Tipos según norma NTP 391	Cuchillo de pelar cable curvo o recto Cuchillo para alimentos

Fuente: (Parra & Chiva, 2020)

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

El estudio de la biomecánica de las extremidades superiores realizado a través de nuevas tecnologías evidencia el avance en la evaluación de riesgos ergonómicos.

Existen varios métodos de evaluación de riesgos biomecánicos que son de mucha ayuda al momento de realizar un estudio de este tipo, pero son tediosos y no presentan una exactitud total, ya que, las mediciones se las realizan por medio de la vista del evaluador que esta propenso a cometer errores de paralaje, por esta razón se vio la necesidad de emplear el software Clinical 3DMA que analiza la biomecánica del cuerpo humano de forma sencilla y precisa. Este estudio está enfocado solamente a las extremidades superiores al momento de utilizar las diferentes herramientas manuales.

El gráfico 1-2 muestra por medio de un diagrama de flujo las actividades que se van a realizar para el estudio biomecánico con el software Clinical 3DMA.

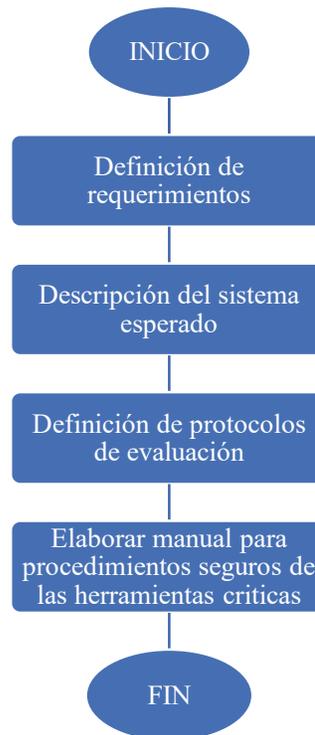


Gráfico 1-2. Diagrama de flujo de actividades a desarrollar

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Al analizar el contenido del diagrama, se puede observar que para el desarrollo de esta investigación se partió con la definición de los requerimientos de este estudio que se enfocan a dar cumplimiento a los objetivos planteados, además, se presenta la descripción del sistema esperado en donde se pretende evidenciar los entornos experimentales para cada herramienta manual y de esta forma poder realizar las pruebas con cada herramienta y analizar los riesgos ergonómicos para la posterior elaboración de manuales para procedimientos seguros en el uso de las herramientas.

2.1 Definición de requerimientos

2.1.1 Definición de estrategias para la recolección de la información

Definición del área de estudio

Esta investigación está dirigida a talleres automotrices y como primer paso se requiere definir el área de trabajo, para luego determinar el número de talleres en los que se desarrollará el estudio biomecánico de las extremidades superiores durante el uso de herramientas manuales.

Recolección de información

Es necesario generar una encuesta bien estructurada que ayude a obtener información como: cuales son las herramientas manuales usadas con mayor frecuencia en los talleres automotrices, la forma como usan los operarios dichas herramientas, si la forma de uso le genera algún tipo de molestia en las extremidades superiores, utilizan o no equipos de protección personal al momento de trabajar con estas herramientas, etc.

Una vez que se haya formulado la encuesta se deberá aplicar en los talleres automotrices que se encuentran en el área de estudio definida.

Definición de entornos experimentales

En base a los resultados de la información recolectada, se requiere definir los entornos experimentales para cada herramienta manual, además se debe corroborar la información con un estudio bibliográfico para dar mayor veracidad a los resultados obtenidos.

2.1.2 Definición de requerimientos hardware

Se requiere la determinación del hardware específico para la obtención de la información de las pruebas que se pretenden realizar utilizando herramientas manuales, y estos son;

- Hardware capaz de captar movimientos en tiempo real relacionando el fenómeno físico como es la óptica y elementos electrónicos o marcadores.
- Hardware o conjunto de hardwares que proporcione una visión en tres dimensiones del cuerpo en estudio.
- Hardware capaz de centralizar la información del conjunto de hardwares de adquisición de información para el direccionamiento de la misma hacia el software de procesamiento.
- Disponer de un ordenador con las características suficientes para servir de hospedador del software de análisis de movimientos Clinical 3DMA.

2.1.3 Definición de requerimientos software

Para la realización de este trabajo investigativo se preestableció el uso del software Clinical 3DMA, por esta razón se requiere estudiar sus funciones y características que presenta para el análisis biomecánico.

2.1.4 Determinación de protocolos de evaluación

Se requiere determinar cuál es el procedimiento a seguir para evaluar la movilidad correcta e incorrecta que generan las extremidades superiores al momento de utilizar las herramientas manuales

2.2 Descripción del sistema esperado

Este estudio pretende generar un sistema que defina los entornos experimentales derivados de la utilización de las diferentes herramientas manuales, para luego interactuar con el software Clinical 3DMA y determinar si existen o no afectaciones en la biomecánica de las extremidades superiores al momento de trabajar con las herramientas mencionadas, este análisis se genera por medio de la interpretación de las curvas que arroja el software, y se debe realizar la comparación entre una acción correcta con una incorrecta de cada herramienta. Por medio de este sistema se

pretende obtener los criterios necesarios para la elaboración de manuales de procedimientos seguros durante el uso de estas herramientas.

2.2.1 Hardware

2.2.1.1 Hardware de adquisición de información

Se planteó como requerimiento la adquisición de información del movimiento de una persona haciendo uso de las herramientas manuales, al ser que una persona describe un cuerpo tridimensional se optó por el uso de cámaras optoelectrónicas.

Son cámaras 3D que permiten la detección de la trayectoria de los sensores o marcadores que se colocan a una persona, permitiendo capturar de forma rápida y eficiente los movimientos, y posterior a esto entregan información e imágenes al computador de escritorio integrando y sincronizando las señales (Torres, 2007).

La figura 1-2 conjuntamente con la tabla 1-2 se especifican las características técnicas de las cámaras optoelectrónicas empleadas en el presente estudio.



Figura 1-2. Cámara OptiTrack

Fuente:(STT SYSTEMS, 2018)

Tabla 1-2: Principales características de una cámara optoelectrónica

CÁMARAS OPTOELECTRÓNICAS	
Detalle	Características
Lentes intercambiables	Longitud focal: <ul style="list-style-type: none">• 3,5 mm EFL (57°)• 4,5 mm EFL (46°)• 5,5 mm EFL (38°) Ultra brillante: F# 1,6 Baja distorsión. Excelente profundidad de campo. Todos los lentes son de vidrio.
Procesamiento de imágenes	Detección completa de marcadores en escala de grises. Compresión de imagen MJPEG para una vista previa en tiempo real.
Imagen	Resolución VGA en escala de grises 640x480. Genera 100 cuadros por segundo con velocidad variable.
Detalles adicionales	Presenta 26 leds iluminados de alta eficiencia. Presenta rejillas de ventilación y disipador de calor integrado. USB 2.0 de alta velocidad con sincronización integrada opcional. Sincronización externa IN/OUT. Posee una caja de aluminio mecanizado. M3 orificios de montaje.

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

En vista de que una sola cámara no permite tener una apreciación en 3D del cuerpo en estudio, se tiene la opción de usar cuatro o seis cámaras optoelectrónicas. Al emplear cuatro cámaras se tendrá la óptica de cuatro ángulos diferentes logrando captar de forma eficaz los movimientos realizados, con el uso de seis cámaras el análisis será más preciso, debido a que, se tiene seis ángulos, los cuales proporcionan información más detallada de los movimientos realizados.

2.2.1.2 Hardware concentrador de información

Cada cámara seleccionada anteriormente emite una señal de información independiente, por ello surge el requerimiento de conectar todas estas señales en un solo dispositivo para enviarla al software de procesamiento, para cumplir con este requerimiento se emplearon los hubs o concentradores, ya que son dispositivos que se encargan de almacenar la información que arrojan

las cámaras optoelectrónicas para luego enviar dicha información hacia un computador que contenga el software empleado.

La figura 2-2 en conjunto con la tabla 2-2 describen las características físicas y especificaciones técnicas de los hubs empleados en el presente trabajo, en la figura 2-2 se puede observar que este dispositivo cuenta con seis entradas USB para las cámaras (E1, E2, E3, E4, E5, E6).

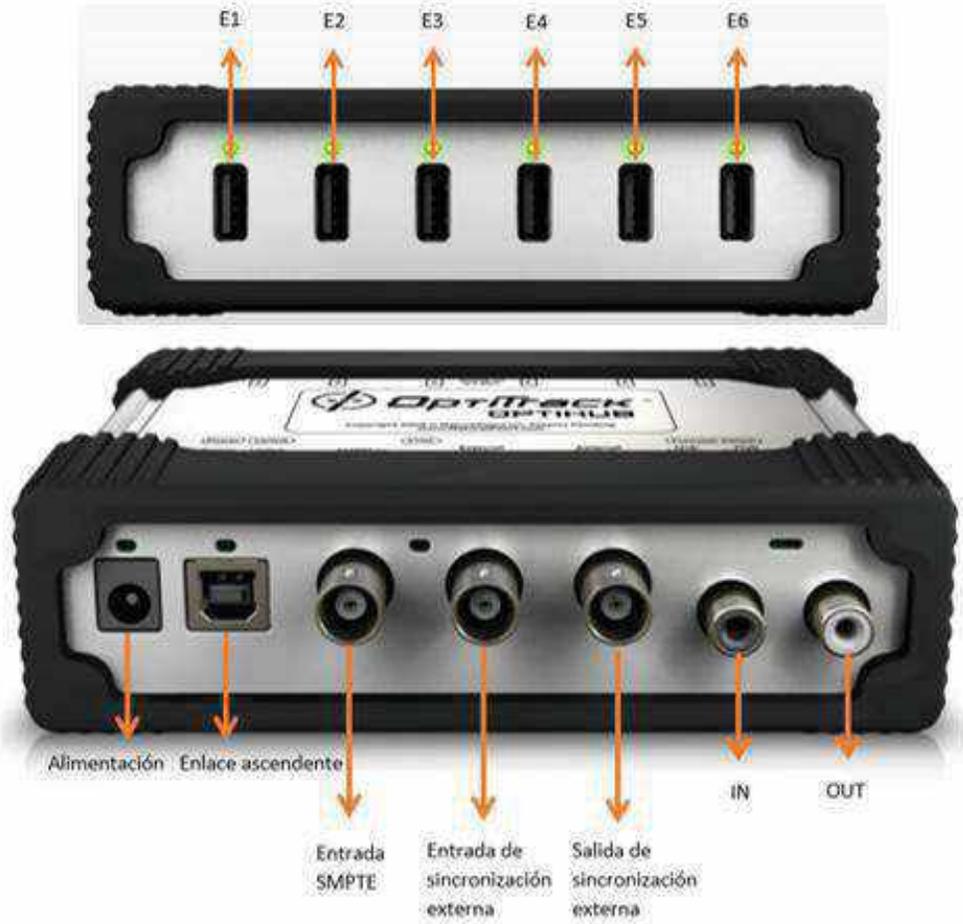


Figura 2-2. Puertos del OptiHub 2

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Tabla 2-2: Especificaciones técnicas del OptiHub 2

OPTIHUB 2	
Especificaciones técnicas	
Tasas de señalización USB:	
<ul style="list-style-type: none"> • 480 Mbit/s (alta velocidad) • 12 Mbit/s (Velocidad máxima) • 1,5 Mbit/s (Baja velocidad) 	
Puertos USB:	
<ul style="list-style-type: none"> • 1 enlace ascendente (estándar B hembra) • 6 enlaces descendentes (estándar A hembra) 	
Sistemas de visualización 3D compatibles:	

<ul style="list-style-type: none"> • Stereographics CrystalEyes • NuVision 60 GX • NuVision APG6000
Energía: <ul style="list-style-type: none"> • Entrada: 12V – 3,8A • Salida: 5W (1000mA – 5v) máximo por puerto.
Sincronizar fuentes de entrada: <ul style="list-style-type: none"> • Generado internamente • Salida OptiHub en cascada • Entrada digital externa • Disparador de software (desde PC a través de USB)

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

2.2.1.3 Elementos auxiliares para la conexión del hardware

Como se conoce la función de un cable se basa en realizar la conexión entre dos o más dispositivos, en este caso se busca conectar las cámaras optoelectrónicas con los hubs, y los hubs con el computador, para lograr el uso correcto del software empleado.

La figura 3-2 representa los cables empleados para vincular las cámaras con los hubs y los hubs con el computador.



Figura 3-2. Cables de conexión

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

2.2.1.4 Diseño - conexiones hardware

El laboratorio donde se llevó a cabo este trabajo, consta de seis cámaras optoelectrónicas, tres de estas se encuentran conectadas a uno de los hubs y las otras tres al hub número dos.

Para la comunicación con el ordenador se deberán tener en consideración, (1) Optihub USB, (2) Alimentación del Optihub, (3) Cable USB del Optihub, (4) Cable de sincronismo para Optihub.

En la figura 4-2 representa el optihub 2 y los cables empleados para la conexión de los hardwares.



Figura 4-2. Dispositivos para conexión

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Se debe realizar la conexión de las cámaras hacia los hubs, las tres primeras cámaras se deben conectar al hub número uno y las otras tres al hub número dos, además se debe alimentar a los dos hubs por medio del cable de alimentación, luego de esto se conectan los dos hubs por medio del cable de sincronismo.

Cada hub consta de entradas IN y OUT, en uno de ellos se debe conectar a la entrada IN y en el otro a la entrada OUT, de esta forma se tiene lista la conexión entre las cámaras y los hubs, para posterior a esto conectar los hubs con el computador por medio de cables USB.

En la figura 5-2, se puede apreciar el diagrama completo de las conexiones necesarias para el desarrollo de este estudio.

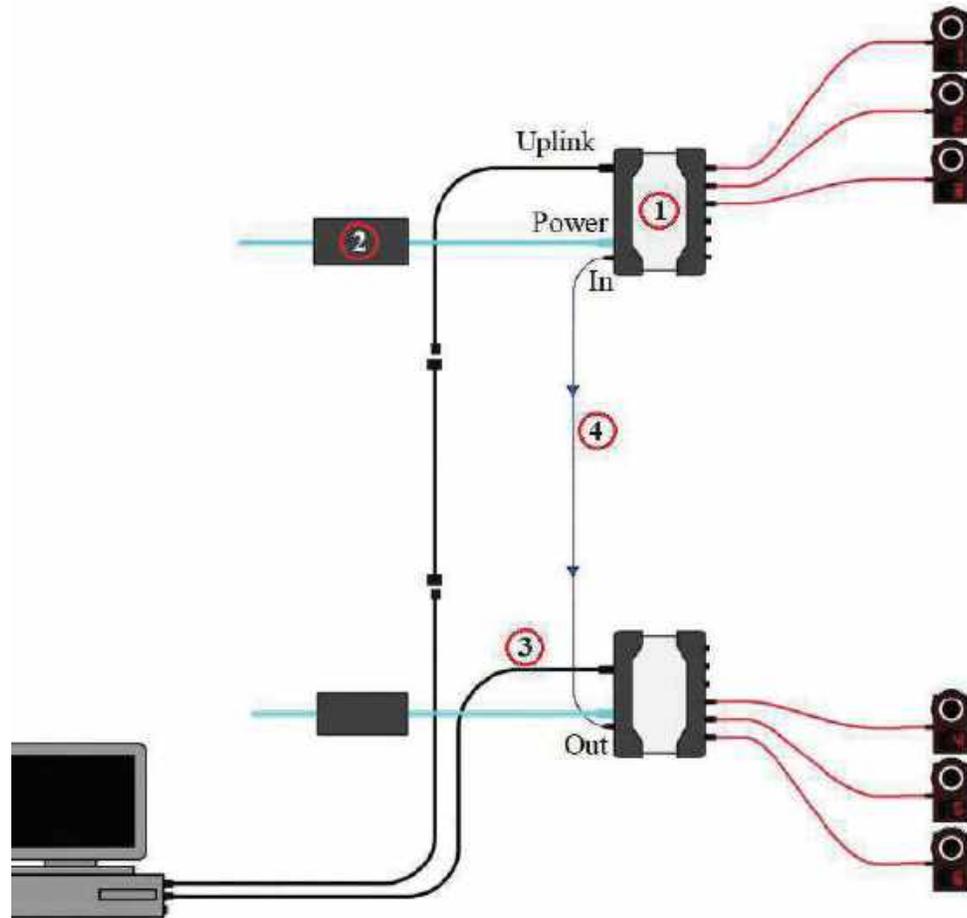


Figura 5-2. Diagrama de conexiones

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Tabla 3-2: Resumen de conexiones hardware

RESUMEN DE CONEXIONES	
Hub 1	Se conectan las cámaras 1, 2, 3 en los puertos USB E1, E2, E3.
Hub 2	Se conectan las cámaras 4, 5, 6 en los puertos USB E4, E5, E6.
Alimentación de los hubs	Con el cable de alimentación de los hubs, se procede a conectar en el puerto de alimentación de este dispositivo y en un tomacorriente de 110V.
Conexión entre hubs	Los hubs deben encontrarse sincronizados, por ello se debe conectar con el cable de sincronismo en la entrada IN de cualquier hub y en la entrada OUT del hub restante.
Conexión entre los hubs y el ordenador	Con el cable USB del optihub se debe conectar en la entrada de enlace ascendente de cada hub con una entrada USB del ordenador.

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

2.2.2 Software

En esta sección se describe la sucesión de pasos que se debe tener en cuenta para la instalación y uso adecuado del software Clinical 3DMA, teniendo en cuenta las consideraciones específicas de este software.

2.2.2.1 Instalación del software

1. Para su correcta instalación se deberá contar con la llave de instalación y la mochila USB de licencia, con estos dos componentes se procede a realizar la instalación como cualquier otro software.
2. Una vez instalado nos dirigiremos a WINDOWS (C:) > Archivos de programa (x86) > STT > Clinical 3DMA > InstaFiles > Camera_Drivers_Installation > install_cameras_drives. Para instalar los controladores de las cámaras y de esta forma se tendrá el software completamente instalado.
3. Para la utilización del software se debe conectar la mochila USB de la licencia y abrir el programa TeamViewer y se debe esperar hasta establecer una conexión segura.
4. Una vez establecido la conexión se abrirá el software Clinical 3DMA. En la figura 6-2 se puede apreciar la interfaz del software.

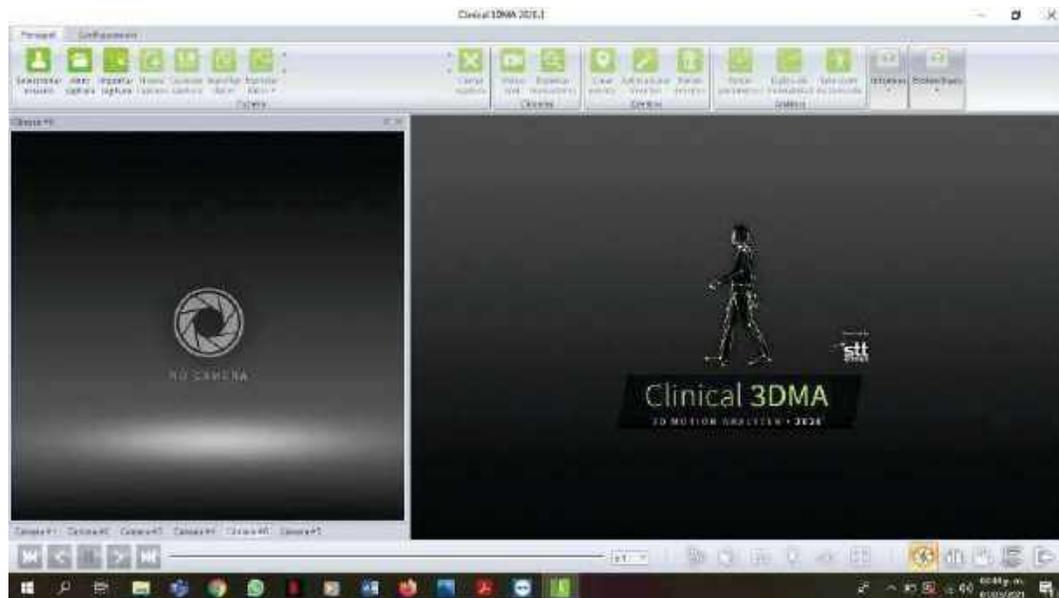


Figura 6-2. Interfaz del Clinical 3DMA

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

2.2.2.2 Calibración del sistema

1. Para la calibración del sistema se debe considerar la cantidad de cámaras con las que se va a trabajar, en este caso se cuenta con seis cámaras y por ello se deben tomar 17 puntos de calibración, una vez identificado el número de cámaras a utilizar, y teniendo el software abierto, se debe dirigir a la función de configuración > Calib. Completa. Para el primer punto la barra de calibración deberá estar en el centro y se dará continuar, posterior a esto para los siguientes puntos la barra de calibración deberá tener una inclinación aproximada entre 20° a 40° . Todas las tomas correctas se verán con un punto verde mientras que, si se realizó una medición errónea se la vera con color rojo, y se deberá hacer la toma nuevamente en ese punto.

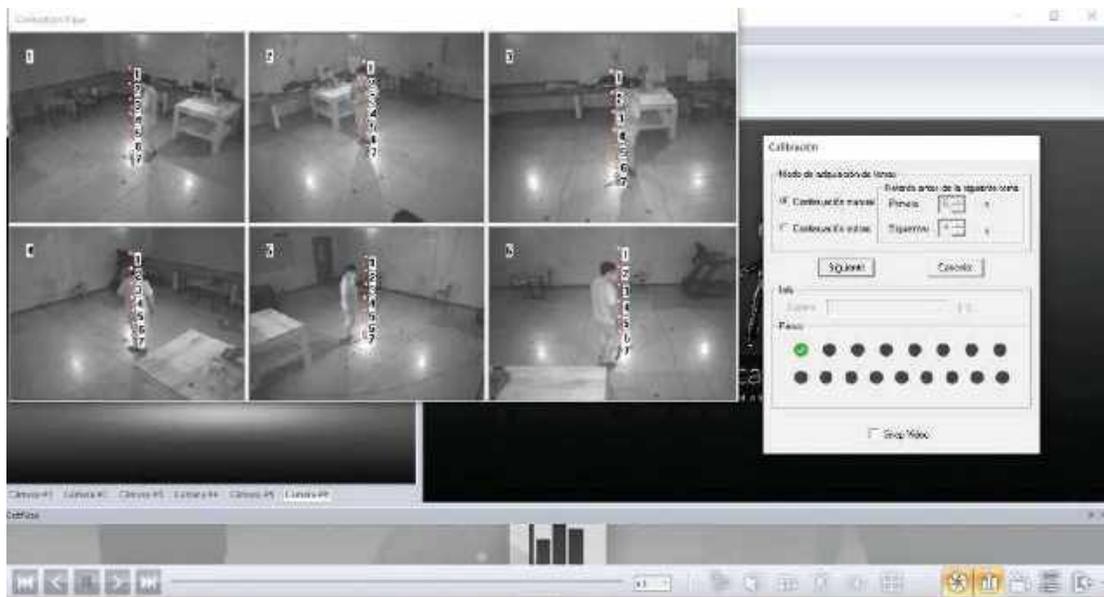


Figura 7-2. Punto de calibración 1

Realizado por: Acosta, J., Alejandro, P., 2021

2. Una vez finalizado la calibración en el punto 17 aparecerá un mensaje “El sistema se ha calibrado” como se puede observar en la figura 8-2.

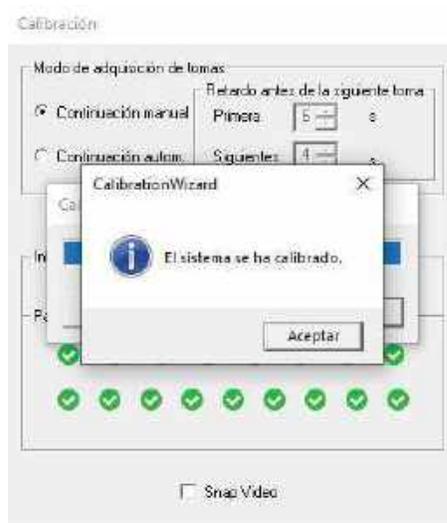


Figura 8-2. Mensaje de calibración finalizado

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3. La calibración de todo el sistema se deberá hacer una sola vez, si se desea verificar la calibración se deberá ir a configuración > Test. calib., si todo está bien aparecerá un mensaje de “calibración correcta”

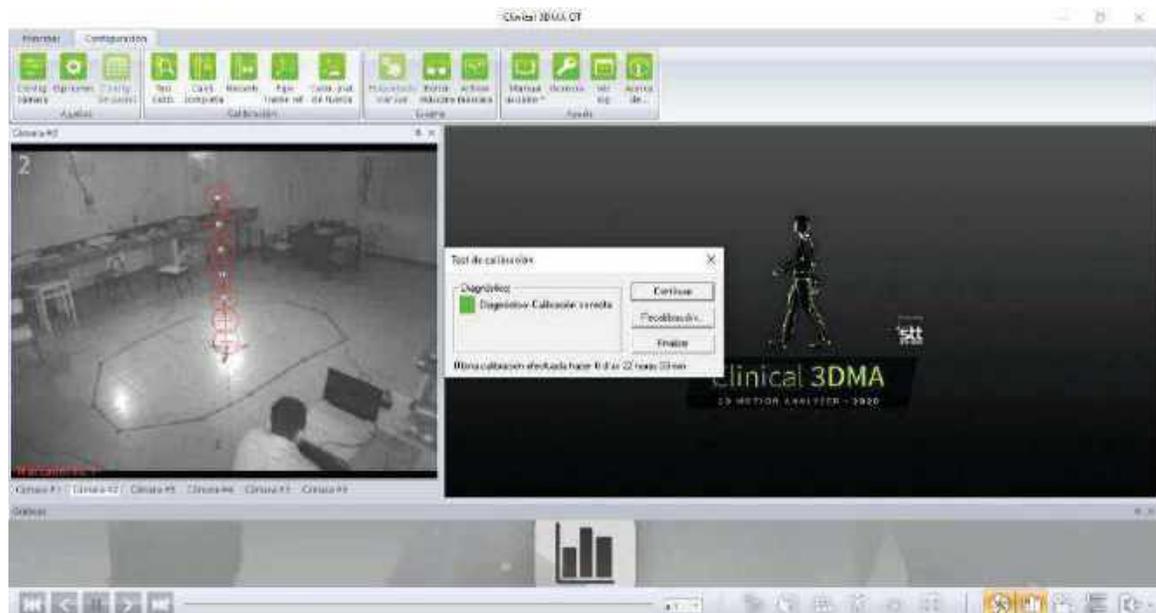


Figura 9-2. Calibración de sistema diario

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

2.3 Protocolos para la evaluación de las extremidades superiores

Para conocer los protocolos de evaluación de las extremidades superiores, es necesario considerar los manuales que brinda el propio software, en donde se puede encontrar la ubicación exacta de los marcadores, tanto para el estudio de la muñeca, codo y hombro.

2.3.1 Análisis de muñeca (Derecha)

Para el análisis de la muñeca derecha la persona deberá ubicarse en el centro del área de captura, formando un ángulo de 90° con el brazo derecho.

Los marcadores se deberán colocar de acuerdo como se especifica en la figura 10-2.



Figura 10-2. Ubicación de marcadores para análisis de muñeca derecha

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

A continuación, se detalla el sitio exacto donde se ubicarán los marcadores para el análisis de la muñeca del brazo derecho:

Tabla 4-2: Ubicación anatómica de marcadores muñeca brazo derecho

N° de marcador	Nombre del marcador	Posición anatómica
1	Hombro derecho	Troquíter del humero derecho
2	Codo derecho	Epicóndilo lateral del humero derecho

3	Muñeca derecha	Apófisis estiloides cubital derecho.
4	Mano derecha	Metacarpiano del quinto dedo de la mano cerca del metacarpofalangico.

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

2.3.2 Análisis de muñeca (Izquierda)

Para el análisis de la muñeca izquierda la persona deberá ubicarse en el centro del área de captura, formando un ángulo de 90° con el brazo izquierdo.

Los marcadores se deberán colocar de acuerdo como se especifica en la figura 11-2.



Figura 11-2. Ubicación de marcadores para análisis de muñeca izquierda

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

A continuación, se detalla el sitio exacto donde se ubicarán los marcadores para el análisis de la muñeca del brazo izquierdo:

Tabla 5-2: Ubicación anatómica de marcadores de muñeca brazo izquierdo

N° de marcador	Nombre del marcador	Posición anatómica
1	Hombro izquierdo	Troquíter del humero izquierdo.
2	Codo izquierdo	Epicóndilo lateral del humero izquierdo.
3	Muñeca izquierda	Apófisis estiloides cubital izquierdo.
4	Mano izquierda	Metacarpiano del quinto dedo de la mano cerca del metacarpofalangico.

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

2.3.3 Análisis de hombro y codo (Derecho)

Para el análisis del hombro y codo derecho la persona deberá ubicarse en el centro del área de captura este deberá estar de pie y con el brazo ligeramente abierto.

Los marcadores se deberán colocar de acuerdo como se especifica en la figura 12-2.



Figura 12-2. Ubicación de marcadores para análisis de hombro y codo derecho

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

A continuación, se detalla el sitio exacto donde se ubicarán los marcadores para el análisis del hombro y codo brazo derecho:

Tabla 6-2: Ubicación anatómica de marcadores de hombro y codo brazo derecho

N° de marcador	Nombre del marcador	Posición anatómica
1	Hombro derecho	Acromion de la escapula derecha.
2	Cuello	Vertebra C4.
3	Parte superior de columna	Vertebra T7.
4	Codo derecho	Epicóndilo lateral del humero derecho.
5	Muñeca derecha	Entre el radio derecho y cúbito.

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

2.3.4 Análisis de hombro y codo (Izquierdo)

Para el análisis del hombro y codo izquierdo la persona deberá ubicarse en el centro del área de captura este deberá estar de pie y con el brazo ligeramente abierto.

Los marcadores se deberán colocar de acuerdo como se especifica en la figura 13-2.



Figura 13-2. Ubicación de marcadores para análisis de hombro y codo izquierdo

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

A continuación, se detalla el sitio exacto donde se ubicarán los marcadores para el análisis del hombro y codo brazo izquierdo:

Tabla 7-2: Ubicación anatómica de marcadores de hombro y codo brazo izquierdo

Nº de marcador	Nombre del marcador	Posición anatómica
1	Hombro izquierdo	Acromion de la escapula izquierda.
2	Cuello	Vertebra C4.
3	Parte superior de columna	Vertebra T7.
4	Codo izquierdo	Epicóndilo lateral del humero izquierda.
5	Muñeca izquierda	Entre el radio derecho y cúbito.

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

2.4 Elaborar un manual de procedimientos seguros de herramientas críticas

Una vez ejecutadas las pruebas con las herramientas manuales se identificaron cuáles de estas generan mayor afección, considerando esto se procedió a la elaboración de un manual de procedimientos seguros. Para lo cual se empleó una revisión bibliográfica enfocada a los factores de riesgos ergonómicos y a las medidas que se deben tomar para disminuir la probabilidad de sufrir afectaciones en las extremidades superiores al momento de usar las herramientas manuales.

CAPÍTULO III

3. MARCO DE RESULTADOS

En este apartado se analizan los resultados obtenidos durante la realización del presente trabajo investigativo, en donde se tendrá en consideración los objetivos que se plantearon con anterioridad para abarcar una secuencia lógica y lograr resultados convincentes y veraces.

3.1 Resultados de la recolección de información

Se aplicaron las encuestas a dieciocho talleres automotrices que se encontraron en un área de 500 metros a la redonda de la ESPOCH. La tabla 1-3 representa los talleres en donde se realizó el estudio de campo con sus respectivas direcciones.

Tabla 1-3: Información de los Talleres Automotrices estudiados

TALLERES AUTOMOTRICES ALEDAÑOS A LA ESPOCH	
Nombre del taller	Dirección del taller
Mundo Tuerca 2	Av. Pedro Vicente y Calle Mariano Castillo
Mecánica automotriz	Av. Pedro Vicente y Calle Abdón Calderón
Mecánica El Chavo	Av. Pedro Vicente y Calle Saint Amand Montrond
Mecánica Garcés	Av. 11 de Pedro Vicente y Calle Francisco Flor
Mecánica Automotriz	Av. 11 de Noviembre y calle Milton Reyes
Mecánica Automotriz	Av. Canónigo Ramos y Av. 11 de Noviembre
SPEED	Av. 11 de Noviembre y Calle Eduardo Kingman
Mecánica Enderezadora	Av. 11 de Noviembre y Av. Sergio Quirola
Autoservicio Barreno	Av. 11 de Noviembre y Av. Sergio Quirola
Automotriz Sebastián	Av. Canónigo Ramos y Av. 11 de Noviembre

Automotriz Copa	Av. Canónigo Ramos y Calle Araceli Gilbert
Eco Auto	Av. Canónigo Ramos y Calle Joaquín Pinto
Taller Multimarcas	Av. Canónigo Ramos y Calle Alberto Coloma
El Diablito	Av. Canónigo Ramos y Calle Gonzalo Endora
San Juan	Av. Canónigo Ramos y Calle Gaspar Zangurima
Motor PRO	Av. Canónigo Ramos y Calle Pedro León Donoso
Taller Automotriz	Av. Canónigo Ramos y Calle Pedro León Donoso
Taller Automotriz	Av. 11 de Noviembre y Calle Juan Salinas

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Para continuar con el desarrollo de esta investigación, se aplicó la siguiente encuesta:

Fue necesario definir cuáles serían las herramientas manuales que se emplearían en este estudio, ya que existe una gran variedad, pero solo se tomaron en cuenta las herramientas que se usan con mayor frecuencia en los talleres automotrices, por lo cual se planteó la siguiente pregunta:

De las siguientes herramientas manuales, ¿cuáles son las que se usan con mayor frecuencia en este taller?

En la tabla 2-3, se puede observar que las herramientas manuales más usadas en los talleres automotrices son: martillo, sierra, llaves, alicates, punzón y destornillador, mientras que las herramientas que presentan menor uso son: tijera, cincel, cuchillo, lima y espátula.

Tabla 2-3: Herramientas manuales más usadas en talleres automotrices

Herramientas	Porcentaje (%)	N° Talleres
Martillo	100,00	18
Sierra	94,44	17
Espátula	77,78	14
Lima	72,22	13
Cuchillo	61,11	11
Llaves	100,00	18
Alicate	100,00	18
Destornillador	100,00	18
Cincel	72,22	13
Punzón	88,89	16
Tijera	55,56	10

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Debido a que el enfoque de este trabajo relaciona a las extremidades superiores con el uso de herramientas manuales, se planteó la siguiente pregunta:

¿Con qué brazo utiliza las herramientas?

La tabla 3-3 expresa que un 65% de los trabajadores de los talleres automotrices utilizan las herramientas manuales con el brazo derecho, el 25% con el brazo izquierdo y el 10% utilizan las herramientas con ambos brazos.

Tabla 3-3: Uso de las extremidades superiores en el manejo de las herramientas manuales

Brazo izquierdo	5
Brazo derecho	13
Ambos brazos	2

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Con la finalidad de determinar si los operarios conocen el uso correcto de las distintas herramientas manuales o lo hacen de una forma empírica, se realizó la siguiente pregunta:

¿Ha recibido alguna capacitación para el uso de las herramientas manuales?

En la tabla 4-3 se puede observar que un 89% de los trabajadores de los talleres automotrices no han recibido ningún tipo de capacitación para la manipulación de las herramientas manuales, es decir, utilizan las herramientas de forma empírica.

Tabla 4-3: Capacitación para el uso de herramientas manuales

Si	2
No	16

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Se entiende que una de las formas de disminuir el riesgo de sufrir algún tipo de accidente o incidente laboral es por medio del uso de equipos de protección personal, por ello, se planteó la siguiente pregunta:

¿Utiliza equipos de protección personal?

En la tabla 5-3 se puede observar que el 67% de los trabajadores de los talleres automotrices utilizan equipos de protección personal, mientras que el 33% no lo hace.

Tabla 5-3: Utilización de equipos de protección personal

Si	12
No	6

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Se requiere información de cada una de las herramientas manuales, por lo cual se generó un conjunto de preguntas para cada herramienta.

Martillo

Es fundamental conocer detalladamente las actividades y modo de uso del martillo, por esta razón se planteó la siguiente pregunta:

Seleccione las actividades y modo de sujeción que realiza con el martillo:

En la tabla 6-3 se puede apreciar que en 13 talleres sujetan el martillo cerca de la cabeza, en 18 talleres golpean con un lado de la cabeza del martillo, en 14 usan un martillo para golpear otro y en los 18 golpean con la cara del martillo sujetándolo del extremo del mango.

Tabla 6-3: Actividades y modo de sujeción que se realizan con el martillo

Sujetar cerca de la cabeza del martillo	13
Golpear con un lado de la cabeza del martillo	18
Utilizar un martillo para golpear a otro	14
Golpear con la cara del martillo sujetándolo del extremo del mango	18

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Es importante conocer el material del mango del martillo, ya que, este va a tener contacto directo con las extremidades superiores en la sujeción del mismo, por ello se planteó la siguiente pregunta:

¿De qué material es el mango del martillo que utiliza?

En la tabla 7-3, se puede ver que, de los 18 talleres estudiados, en 8 de ellos utilizan un martillo con mango de madera, en 6 con mango de metal y en 4 con mango plástico.

Tabla 7-3: Material del martillo

Madera	8
Metal	6
Plástico	4

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

La sujeción del martillo es fundamental para este estudio, ya que, depende de ello al momento de realizar algún trabajo con esta herramienta, por esto se planteó la siguiente pregunta:

¿De qué parte del mango lo sujeta?

En la tabla 8-3, se puede observar que de los 18 talleres el 33% de ellos sujetan el martillo del extremo del mango, el 45% sujetan de la mitad del mango y el 22% de la parte superior cerca de la cabeza de la herramienta.

Tabla 8-3: Sujeción del martillo

Extremo	6
Parte media del mango	8
Parte superior del mango	4

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Al momento de usar una herramienta manual de forma incorrecta, generalmente causa molestias en las extremidades superiores, por esta razón fue fundamental formular la siguiente pregunta:

¿Al utilizar el martillo le ha generado alguna dolencia en las extremidades superiores?

La tabla 9-3, expresa que un 72% de los trabajadores que interactúan con un martillo sufren algún tipo de molestia en las extremidades superiores, mientras que el 28% no sufre ninguna molestia.

Tabla 9-3: Dolencias en las extremidades superiores

Si	13
No	5

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

A continuación, se presentan algunas formas de uso que se le da al martillo en los talleres automotrices, y por medio de estas formas de uso se generan los entornos experimentales para la herramienta en estudio.

En la figura 1-3 se puede apreciar el mal uso que se le da al martillo, al realizar golpes con el lado de la cabeza.



Figura 1-3. Realizar golpes con el lado de la cabeza del martillo

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

La figura 2-3 muestra una forma errónea de usar un martillo, al momento de golpear un martillo con otro.



Figura 2-3. Utilizar un martillo para golpear otro martillo

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Sierra

Para este estudio es necesario conocer cómo usan esta herramienta los trabajadores de los distintos talleres, por lo cual se formuló la siguiente pregunta:

¿Cómo utiliza la sierra?

En la tabla 10-3, se puede apreciar que el 56% de los operarios usan la sierra con ambos brazos, mientras que el 44% restante lo hacen con un solo brazo.

Tabla 10-3: Uso de la sierra

Con un solo brazo	8
Con ambos brazos	10

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Al momento de usar una herramienta manual de forma incorrecta, generalmente causa molestias en las extremidades superiores, por esta razón fue fundamental formular la siguiente pregunta:

¿Al utilizar la sierra le ha generado alguna dolencia en las extremidades superiores?

La tabla 11-3, expresa que un 89% de los trabajadores que interactúan con una sierra sufren algún tipo de molestia en las extremidades superiores, mientras que el 11% no sufre ninguna molestia.

Tabla 11-3: Dolencias en las extremidades superiores

Si	16
No	2

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

A continuación, se presenta la forma de uso incorrecta que se le da a la sierra en los talleres automotrices, y por medio de esta forma de uso se generan los entornos experimentales para la herramienta en estudio.

En la figura 3-3 se puede apreciar como el operario usa una sierra con un solo brazo.



Figura 3-3. Utilizar la sierra con un solo brazo

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Espátula

Para este estudio es necesario conocer las formas de uso que se le da a la espátula, por ello se planteó la siguiente pregunta:

Seleccione las actividades que realiza con la espátula:

En la tabla 12-3 se observa que de los 18 talleres en 12 de ellos ocupan la espátula para realizar golpes, en 13 usan como palanca y en los 18 para rasquetear superficies.

Tabla 12-3: Actividades que se realizan con la espátula

Golpear otros objetos	12
Como palanca	13
Rasquetear superficies	18

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Al momento de usar una herramienta manual de forma incorrecta, generalmente causa molestias en las extremidades superiores, por esta razón fue fundamental formular la siguiente pregunta:

¿Al utilizar la espátula le ha generado alguna dolencia en las extremidades superiores?

La tabla 13-3, expresa que un 61% de los trabajadores que interactúan con una espátula sufren algún tipo de molestia en las extremidades superiores, mientras que el 39% no sufre ninguna molestia.

Tabla 13-3: Dolencias en las extremidades superiores

Si	11
No	7

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

A continuación, se presentan algunas de las formas de uso que se le da a la espátula en los talleres automotrices, y por medio de estas formas de uso se generan los entornos experimentales para la herramienta en estudio.

En la figura 4-3 muestra como el operario realiza golpes con la espátula.



Figura 4-3. Realizar golpes con la espátula

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

La figura 5-3 muestra como el operario usa la como palanca



Figura 5-3. Hacer palanca con la espátula

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Lima

Para realizar el presente estudio biomecánico se necesita conocer las formas de uso que se le da a una lima en un taller automotriz, por esta razón se planteó la siguiente pregunta:

Seleccione las actividades que realiza con la lima:

En la tabla 14-3 se puede apreciar que en 11 talleres utilizan la lima para hacer palanca y en los 18 usan para desbastar o limar superficies.

Tabla 14-3: Actividades que se realizan con la lima

Utilizar como palanca	11
Utilizar para limar	18

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Al momento de usar una herramienta manual de forma incorrecta, generalmente causa molestias en las extremidades superiores, por esta razón fue fundamental formular la siguiente pregunta:

¿Al utilizar la lima le ha generado alguna dolencia en las extremidades superiores?

La tabla 15-3, expresa que un 89% de los trabajadores que interactúan con una lima sufren algún tipo de molestia en las extremidades superiores, mientras que el 11% no sufre ninguna molestia.

Tabla 15-3: Dolencias en las extremidades superiores

Si	16
No	2

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

A continuación, se presenta la forma de uso incorrecta que se le da a la lima en los talleres automotrices, y por medio de esta forma de uso se generan los entornos experimentales para la herramienta en estudio.

En la figura 6-3 se puede apreciar como el operario emplea la lima como palanca.



Figura 6-3. Hacer palanca con la lima

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Cuchillo

Para la correcta evolución de esta herramienta, es necesario saber el uso que se le da, por esta razón se planteó la siguiente pregunta:

Seleccione las actividades que realiza con el cuchillo:

En la tabla 16-3 se puede observar que en 12 de los 18 talleres utilizan el cuchillo como destornillador, en 16 como palanca y en 18 para cortar.

Tabla 16-3: Actividades que se realiza con el cuchillo

Utilizar como destornillador	12
Utilizar como palanca	16
Utilizar para cortar	18

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Al momento de usar una herramienta manual de forma incorrecta, generalmente causa molestias en las extremidades superiores, por esta razón fue fundamental formular la siguiente pregunta:

¿Al utilizar el cuchillo le ha generado alguna dolencia en las extremidades superiores?

La tabla 17-3, expresa que un 78% de los trabajadores que interactúan con un cuchillo sufren algún tipo de molestia en las extremidades superiores, mientras que el 22% no sufre ninguna molestia.

Tabla 17-3: Dolencias en las extremidades superiores

Si	14
No	4

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Llaves móviles y fijas

Las llaves son herramientas fundamentales en un taller automotriz por lo cual se necesita conocer la forma en que las usan, y para ello se planteó la siguiente pregunta:

Seleccione las actividades que realiza con las llaves:

En la tabla 18-3 se logra apreciar que, de los 18 talleres estudiados, 17 de ellos utilizan las llaves para realizar golpes y en los 18 utilizan para ajustar o aflojar tuercas.

Tabla 18-3: Actividades que se realizan con llaves móviles y fijas

Utilizar para golpear	17
Utilizar para ajustar o aflojar tuercas	18

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Al momento de usar una herramienta manual de forma incorrecta, generalmente causa molestias en las extremidades superiores, por esta razón fue fundamental formular la siguiente pregunta:

¿Al utilizar las llaves le ha generado alguna dolencia en las extremidades superiores?

La tabla 19-3, expresa que un 78% de los trabajadores que interactúan con un cuchillo sufren algún tipo de molestia en las extremidades superiores, mientras que el 22% no sufre ninguna molestia.

Tabla 19-3: Dolencias en las extremidades superiores

Si	14
No	4

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

A continuación, se presenta la forma de uso incorrecta que se le da a las llaves en los talleres automotrices, y por medio de esta forma de uso se generan los entornos experimentales para la herramienta en estudio.

En la figura 7-3 se logra observar como el operario usa las llaves para dar golpes.



Figura 7-3. Realizar golpes con las llaves

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Alicates

Se requiere conocer las formas de uso que se le dan a los alicates en los diferentes talleres automotrices, por ello se planteó la siguiente pregunta:

Seleccione las actividades que realiza con el alicate:

En la tabla 20-3 se observa que en 16 talleres utilizan el alicate en lugar de las llaves, en 15 usan para realizar golpes y en los 18 para sujetar, doblar o cortar.

Tabla 20-3: Actividades realizadas con un alicate

Utilizar en lugar de llaves	16
Golpear piezas u objetos	15
Utiliza para sujetar, doblar o cortar	18

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Al momento de usar una herramienta manual de forma incorrecta, generalmente causa molestias en las extremidades superiores, por esta razón fue fundamental formular la siguiente pregunta:

¿Al utilizar el alicate le ha generado alguna dolencia en las extremidades superiores?

La tabla 21-3, expresa que un 72% de los trabajadores que interactúan con un alicate sufren algún tipo de molestia en las extremidades superiores, mientras que el 28% no sufre ninguna molestia.

Tabla 21-3: Dolencias en las extremidades superiores

Si	13
No	5

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

A continuación, se presentan algunas de las formas de uso que se le da al alicate en los talleres automotrices, y por medio de estas formas de uso se generan los entornos experimentales para la herramienta en estudio.

La figura 8-3 muestra el momento en el que un operario realiza golpes con un alicate.



Figura 8-3. Realizar golpes con el alicate

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

En la figura 9-3 se puede observar como un operario utiliza el alicate en lugar de llaves.



Figura 9-3. Utilizar el alicate en lugar de llaves

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Destornillador

El presente estudio demanda conocer las actividades que se realiza con un destornillador en un taller automotriz, por esta razón se formuló la siguiente pregunta:

Seleccione las actividades que realiza con el destornillador:

En la tabla 22-3 se aprecia que de los 18 talleres estudiados en 13 de ellos utilizan el destornillador para golpear, en 11 como palanca y en 18 usan para apretar o aflojar tornillos.

Tabla 22-3: Actividades que se realiza con el destornillador

Utilizar para golpear	13
Utilizar como palanca	11
Utilizar para apretar o aflojar tornillos	18

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Al momento de usar una herramienta manual de forma incorrecta, generalmente causa molestias en las extremidades superiores, por esta razón fue fundamental formular la siguiente pregunta:

¿Al utilizar el destornillador le ha generado alguna dolencia en las extremidades superiores?

La tabla 23-3, expresa que un 83% de los trabajadores que interactúan con un destornillador sufren algún tipo de molestia en las extremidades superiores, mientras que el 17% no sufre ninguna molestia.

Tabla 23-3: Dolencias en las extremidades superiores

Si	15
No	3

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

A continuación, se presentan algunas de las formas de uso que se le da al destornillador en los talleres automotrices, y por medio de estas formas de uso se generan los entornos experimentales para la herramienta en estudio.

En la figura 10-3 se puede ver como un operario usa el destornillador para realizar golpes.



Figura 10-3. Realizar golpes con el destornillador

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

La figura 11-3 muestra el momento en el que un operario utiliza un destornillador como palanca.



Figura 11-3. Hacer palanca con el destornillador

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Cinzel

La protección en la cabeza de un cinzel es primordial para la eliminación de vibraciones al momento de realizar golpes, por esta razón se ha generado la siguiente pregunta:

¿Utiliza el cinzel con alguna protección de goma en la cabeza del mismo o con algún soporte?

La tabla 24-3 expresa que el 56% de los operarios si ocupan el cinzel con protección o soporte, mientras que el 44% no lo hace.

Tabla 24-3: Uso del cinzel con protección

Si	10
No	8

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Al momento de usar una herramienta manual de forma incorrecta, generalmente causa molestias en las extremidades superiores, por esta razón fue fundamental formular la siguiente pregunta:

¿Al utilizar el cincel le ha generado alguna dolencia en las extremidades superiores?

La tabla 25-3, expresa que un 72% de los trabajadores que interactúan con un destornillador sufren algún tipo de molestia en las extremidades superiores, mientras que el 28% no sufre ninguna molestia.

Tabla 25-3: Dolencias en las extremidades superiores

Si	13
No	5

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

A continuación, se presenta la forma de uso incorrecta que se le da al cincel en los talleres automotrices, y por medio de esta forma de uso se generan los entornos experimentales para la herramienta en estudio.

La figura 12-3 muestra como un operario utiliza un cincel sin protección en la cabeza de esta herramienta.



Figura 12-3. Cincel sin protección de goma o plástico

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Punzón

Se necesita conocer las actividades que se realizan con un punzón, por ello se planteó la siguiente pregunta:

Seleccione las actividades que realiza con un punzón:

La tabla 26-3 expresa que en los 18 taller estudiados han usado un punzón para marcar superficies con la punta en buen estado, y en 12 de estos talleres han realizado esta actividad con la punta deformada.

Tabla 26-3: Actividades realizadas con un punzón

Marcar superficies duras con la punta en buen estado	18
Ha realizado actividades con la punta deformada	12

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Al momento de usar una herramienta manual de forma incorrecta, generalmente causa molestias en las extremidades superiores, por esta razón fue fundamental formular la siguiente pregunta:

¿Al utilizar el punzón le ha generado alguna dolencia en las extremidades superiores?

La tabla 27-3, expresa que un 72% de los trabajadores que interactúan con un punzón sufren algún tipo de molestia en las extremidades superiores, mientras que el 28% no sufre ninguna molestia.

Tabla 27-3: Dolencias en las extremidades superiores

Si	13
No	5

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

A continuación, se presenta la forma de uso incorrecta que se le da al punzón en los talleres automotrices, y por medio de esta forma de uso se generan los entornos experimentales para la herramienta en estudio.

En la figura 13-3 se puede observar como un operario utiliza un punzón para marcar superficies.



Figura 13-3. Utilización de un punzón

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Tijera

El presente estudio biomecánico demanda conocer las actividades que se ejecutan con las tijeras, por esta razón se planteó la siguiente pregunta:

Seleccione las actividades que realiza con las tijeras:

En la tabla 28-3 se puede apreciar que en 11 talleres utilizan las tijeras para cortar materiales más duros que el material de compasión de la herramienta, mientras que en los 18 utilizan para cortar materiales más blandos que el material de la tijera.

Tabla 28-3: Actividades que se realizan con las tijeras

Para cortar materiales más duros que el material de las tijeras	11
Para cortar materiales más blandos que el material de las tijeras	18

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Al momento de usar una herramienta manual de forma incorrecta, generalmente causa molestias en las extremidades superiores, por esta razón fue fundamental formular la siguiente pregunta:

¿Al utilizar la tijera le ha generado alguna dolencia en las extremidades superiores?

La tabla 29-3, expresa que un 67% de los trabajadores que interactúan con un punzón sufren algún tipo de molestia en las extremidades superiores, mientras que el 33% no sufre ninguna molestia.

Tabla 29-3: Dolencias en las extremidades superiores

Si	12
No	6

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.2 Análisis de riesgos ergonómicos de la muñeca

Se analizaron los riesgos ergonómicos con respecto a la muñeca con las herramientas manuales, en este caso se consideraron las siguientes herramientas: martillo, sierra, destornillador, espátula, alicate, cuchillo, llaves y lima, mientras que el cincel, punzón y tijeras no se las incluirá ya que no generan movimiento en la muñeca.

3.2.1 Análisis muñeca derecha con la herramienta martillo

3.2.1.1 Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca derecha utilizando de forma correcta el martillo

En este entorno experimental se simuló la manera correcta del uso del martillo, el cual se debe realizar sujetándolo del extremo del mango como se observa en la figura 14-3 a). En la figura 14-3 b) el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con el martillo de forma correcta en donde se encontró un rango promedio cubital de $10,01^\circ$ y rango promedio radial de $22,50^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso correcto del martillo.

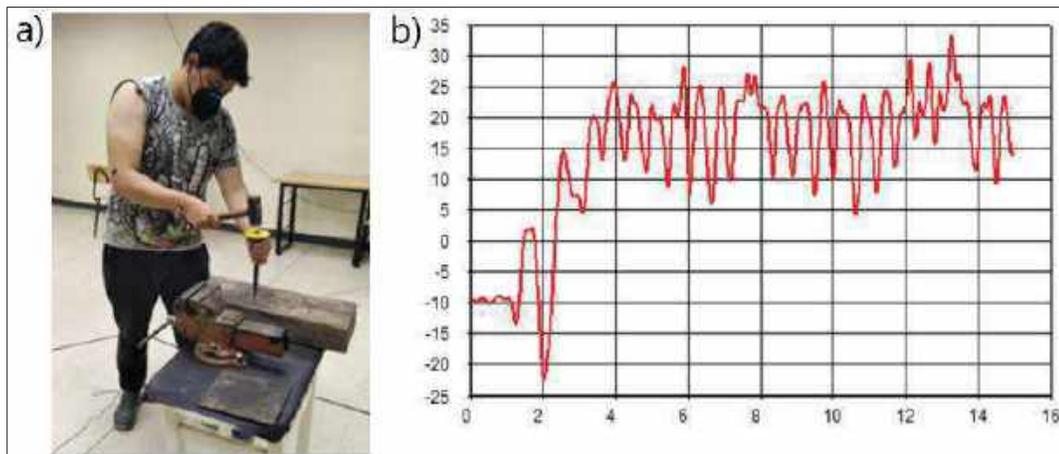


Figura 14-3. Análisis de la muñeca al usar de forma correcta el martillo

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.2.1.2 Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca derecha utilizando el martillo en posición lateral

En este entorno experimental se simuló la manera incorrecta del uso del martillo, en donde se realizaron golpes con la parte lateral de la cabeza como se observa en la figura 15-3 a). En la figura 15-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 5 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con el martillo en posición lateral en donde se encontró un rango promedio cubital de $13,25^\circ$ y rango promedio radial de $30,40^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso inadecuado del martillo en posición lateral.

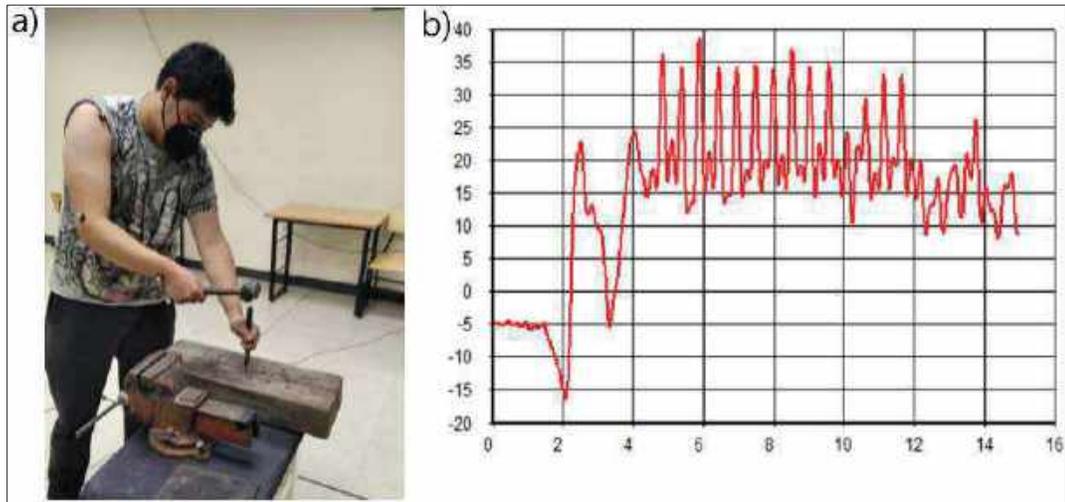


Figura 15-3. Análisis de la muñeca al golpear con la parte lateral de la cabeza del martillo

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.2.1.3 Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca derecha utilizando el martillo sujetándolo cerca de la cabeza

En este entorno experimental se simuló la manera incorrecta del uso del martillo, sujetándolo cerca de la cabeza como se observa en la figura 16-3 a). En la figura 16-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 3 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con el martillo sujeto cerca de la cabeza en donde se encontró un rango promedio cubital de -18.61° y rango promedio radial de 7.59° , estos rangos serán referenciales del uso inadecuado del martillo sujeto cerca de la cabeza.

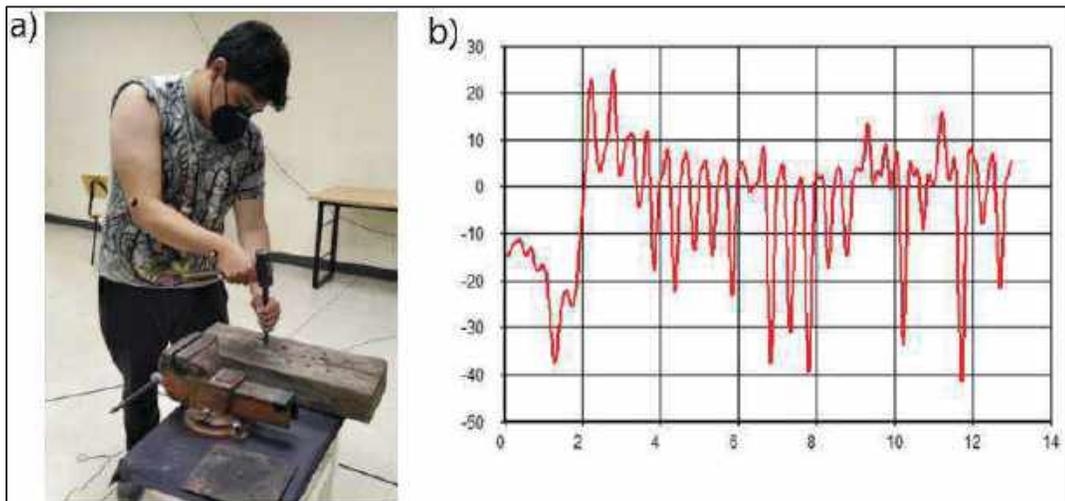


Figura 16-3. Análisis de la muñeca al momento de sujetar el martillo cerca de la cabeza

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.2.1.4 Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca derecha utilizando un martillo para golpear otro martillo

En este entorno experimental se simuló la manera incorrecta del uso del martillo, al golpear un martillo con otro como se observa en la figura 17-3 a). En la figura 17-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con el martillo impactándolo con otro martillo en donde se encontró un rango promedio cubital de $11,42^\circ$ y rango promedio radial de $36,68^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso inadecuado del martillo impactándolo con otro martillo.

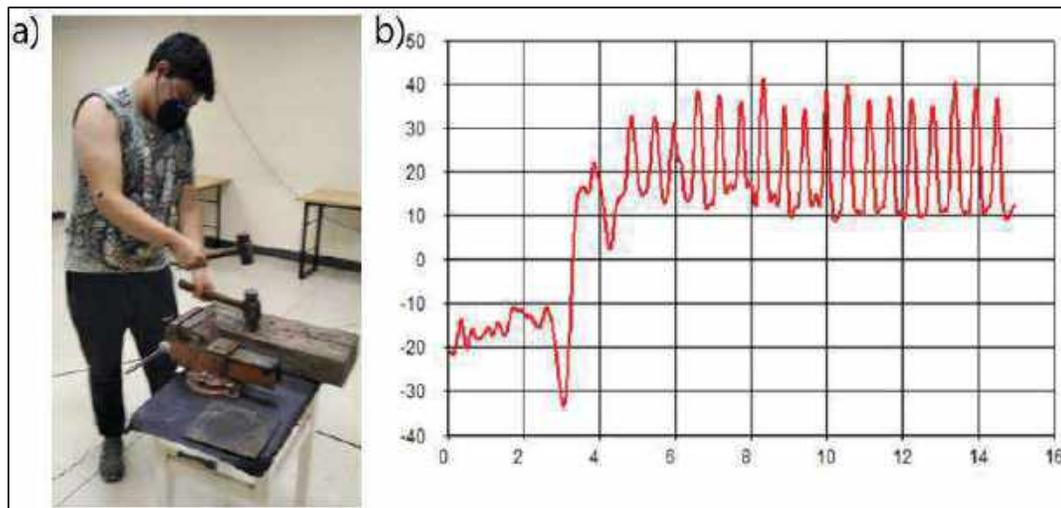


Figura 17-3. Análisis de la muñeca al golpear un martillo con otro

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.2.1.5 Análisis del uso del martillo con la muñeca derecha.

Tabla 30-3: Resumen análisis de la desviación radiocubital al usar el martillo con la muñeca

	Cubital	Radial
Uso correcto martillo	10,01°	22,50°
Martillo posición lateral	13,25°	30,40°
Martillo sujeto cerca de la cabeza	-18,61°	7,59°
Martillo impacto con otro martillo	11,42°	36,68°

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Como se puede ver en la tabla 30-3 luego del análisis individual del manejo adecuado e inadecuado del martillo se obtuvo que los límites ideales para el uso correcto del martillo se encuentra entre mínimo $10,01^\circ$ y máximo $22,50^\circ$, los demás rangos a nivel superior e inferior de

estos valores implicaría daños en la muñeca, a corto plazo (Tendinitis, Túnel Carpiano) y largo plazo, permanente y degenerativo (Artrosis). Cabe mencionar que los resultados pueden variar de acuerdo a la persona en la que esté realizando el estudio.

3.2.2 Análisis muñeca derecha herramienta sierra

3.2.2.1 Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca derecha utilizando la sierra de forma correcta

En este entorno experimental se simuló la manera correcta del uso de la sierra, el cual se debe realizar con los dos brazos, como se observa en la figura 18-3 a). En la figura 18-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con la sierra de forma correcta en donde se encontró un rango promedio mínimo de 3.33° y rango promedio máximo de 7.52° , estos rangos serán referenciales del uso correcto de la sierra.

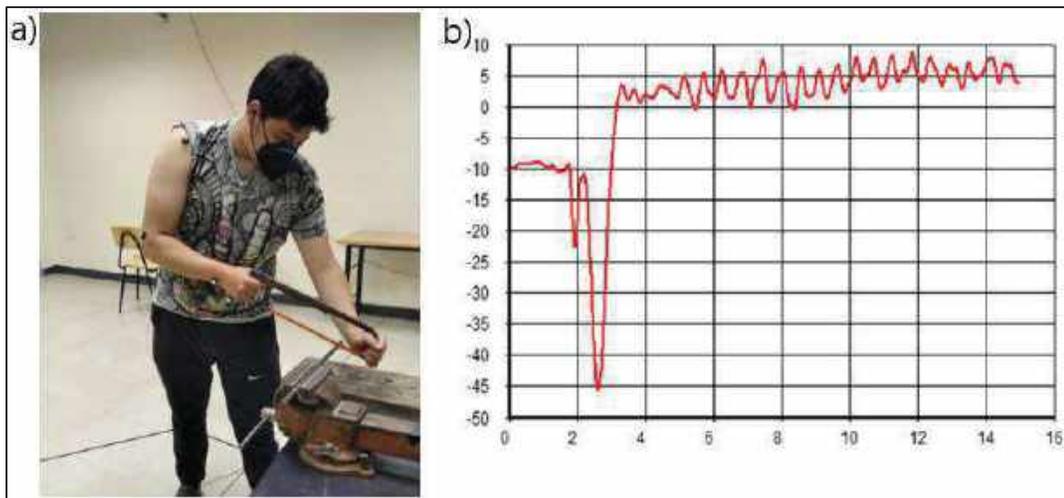


Figura 18-3. Análisis de la muñeca utilizando la sierra de forma correcta

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.2.2.2 Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca derecha utilizando la sierra con un brazo

En este entorno experimental se simuló la manera incorrecta del uso de la sierra, cuando se realiza la acción con un solo brazo, como se observa en la figura 19-3 a). En la figura 19-3 b), el

posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con la sierra a una mano en donde se encontró un rango promedio mínimo de -0.53° y rango promedio máximo de 7.47° , estos rangos serán referenciales del uso inadecuado de la sierra.

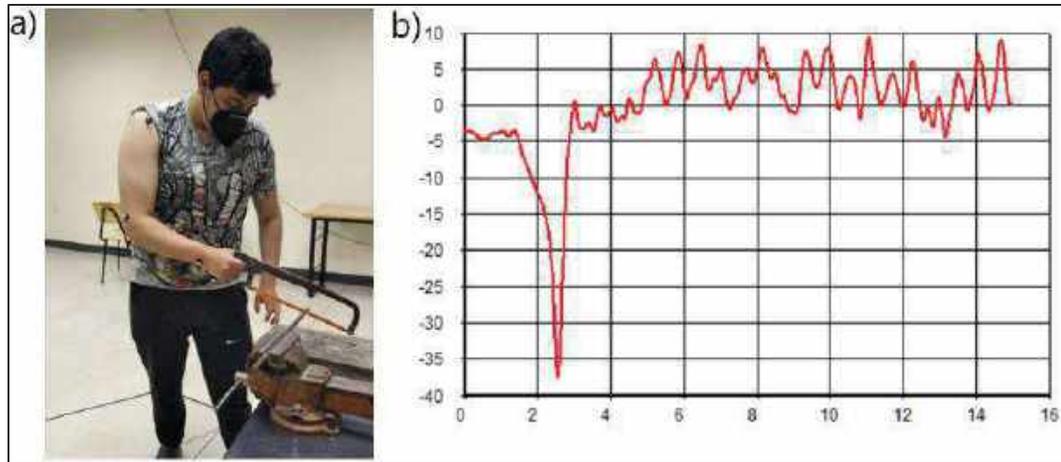


Figura 19-3. Análisis de la muñeca utilizando la sierra con un solo brazo

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.2.2.3 Análisis del uso de la sierra con la muñeca derecha

Tabla 31-3: Resumen análisis de la sierra desviación radiocubital con la muñeca derecha

	Cubital	Radial
Uso correcto sierra	3,33°	7,52°
Sierra usando una mano	-0,53°	7,47°

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Como se puede ver en la tabla 31-3 luego del análisis individual del manejo adecuado e inadecuado de la sierra se obtuvo que los límites ideales para el uso correcto de la sierra se encuentra entre mínimo $-0,30^\circ$ y máximo $7,52^\circ$, los demás rangos a nivel superior e inferior de estos valores implicaría daños en la muñeca, a corto plazo (Tendinitis, Túnel Carpiano) y largo plazo, permanente y degenerativo (Artrosis). Cabe mencionar que los resultados pueden variar de acuerdo a la persona en la que esté realizando el estudio.

3.2.3 Análisis muñeca derecha herramienta espátula

3.2.3.1 Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca derecha utilizando de forma correcta la espátula

En este entorno experimental se simuló la manera correcta del uso de la espátula, esta herramienta se debe utilizar para rasquetear superficies que contengan algún tipo de escoria, como se observa en la figura 20-3 a). En la figura 20-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con la espátula de forma correcta en donde se encontró un rango promedio mínimo de $-26,01^\circ$ y rango promedio máximo de $-20,7^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso correcto de la espátula.

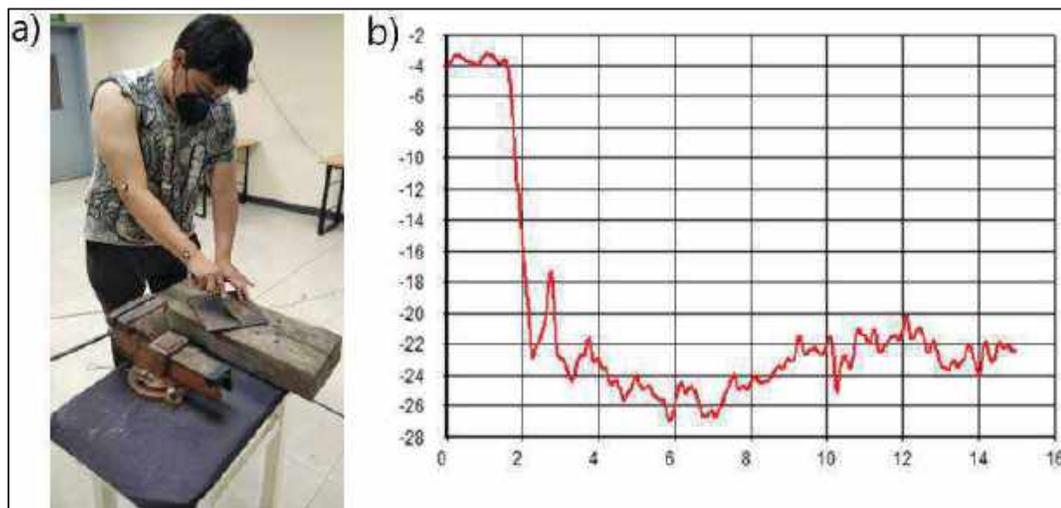


Figura 20-3. Análisis de la muñeca al utilizar la espátula de forma correcta

Realizado por: Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.2.3.2 Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca derecha utilizando la espátula para golpear otros objetos

En este entorno experimental se simuló la manera incorrecta del uso de la espátula, al golpear otros objetos, como se observa en la figura 21-3 a). En la figura 21-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con la espátula dando golpes en donde se encontró un rango promedio mínimo de 16° y rango promedio máximo de $21,37^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso inadecuado de la espátula dando golpes.

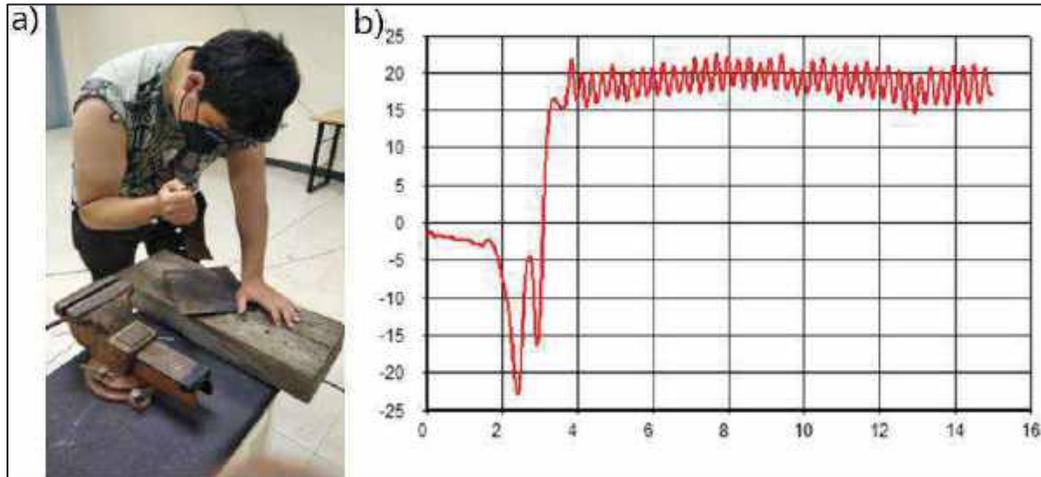


Figura 21-3. Análisis de la muñeca al usar la espátula para dar golpes

Realizado por: Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.2.3.3 Análisis de flexoextensión de la muñeca derecha utilizando de forma correcta la espátula.

En este entorno experimental se simuló la manera correcta del uso de la espátula, esta herramienta se debe utilizar para rasquetear superficies que contengan algún tipo de escoria, como se observa en la figura 22-3 a). En la figura 22-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con la espátula de forma correcta en donde se encontró una flexión de 37° y una extensión de $42,25^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso correcto de la espátula de flexoextensión.

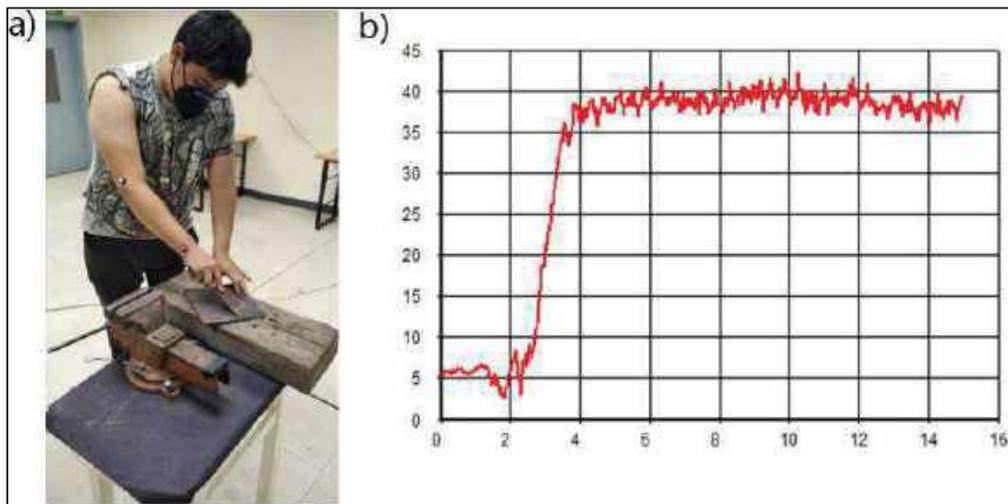


Figura 22-3. Análisis de la muñeca utilizando de forma correcta la espátula

Realizado por: Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.2.3.4 Análisis de flexoextensión de la muñeca derecha utilizando la espátula como palanca

En este entorno experimental se simuló la manera incorrecta del uso de la espátula, cuando se la emplea como palanca, como se observa en la figura 23-3 a). En la figura 23-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con la espátula como palanca en donde se encontró una flexión de $-9,40^\circ$ y una extensión de $-0,83^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso incorrecto de la espátula en flexoextensión.

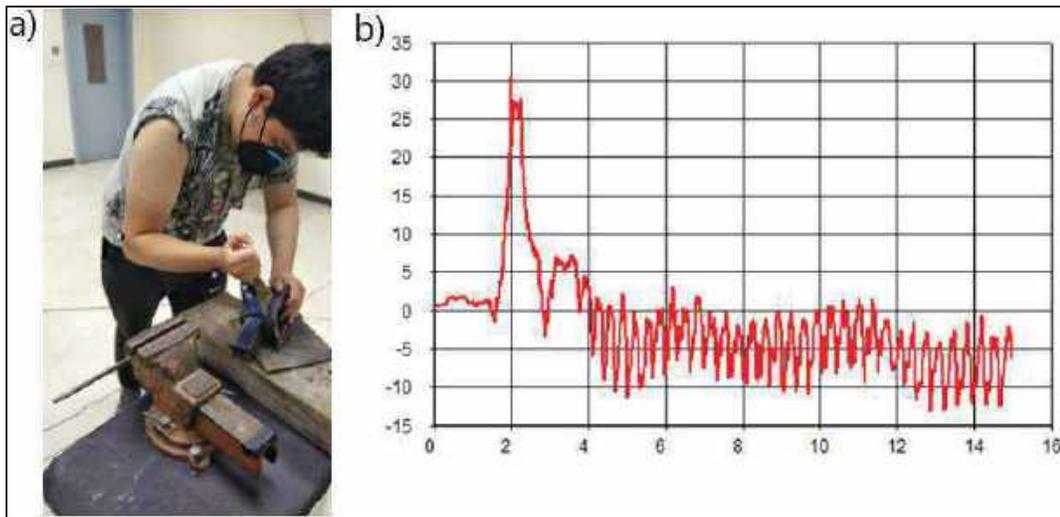


Figura 23-3. Análisis de la muñeca utilizando la espátula como palanca

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.2.3.5 Análisis del uso de la espátula de la muñeca derecha

Tabla 32-3: Resumen análisis de la desviación radiocubital al usar la espátula con la muñeca

	Cubital	Radial
Uso correcto de espátula	$-26,01^\circ$	$-20,07^\circ$
Espátula para golpes	$16,00^\circ$	$21,37^\circ$

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Como se puede ver en la tabla 32-3 luego del análisis individual del manejo adecuado e inadecuado de la espátula se obtuvo que los límites ideales para el uso correcto de la espátula se encuentra entre mínimo $-26,01^\circ$ y máximo $-20,07^\circ$, los demás rangos a nivel superior e inferior de estos valores implicaría daños en la muñeca, a corto plazo (Tendinitis, Túnel Carpiano) y largo

plazo, permanente y degenerativo (Artrosis). Cabe mencionar que los resultados pueden variar de acuerdo a la persona en la que esté realizando el estudio.

Tabla 33-3: Resumen análisis de flexoextensión de la muñeca al usar la espátula

	Cubital	Radial
Uso correcto de espátula	37°	42,25°
Espátula como palanca	-0,83°	9,40°

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Como se puede ver en la tabla 33-3 luego del análisis individual del manejo adecuado e inadecuado de la espátula se obtuvo que los límites ideales para el uso correcto de la espátula se encuentra entre mínimo 37° y máximo 42,25°, los demás rangos a nivel superior e inferior de estos valores implicaría daños en la muñeca, a corto plazo (Tendinitis, Túnel Carpiano) y largo plazo, permanente y degenerativo (Artrosis). Cabe mencionar que los resultados pueden variar de acuerdo a la persona en la que esté realizando el estudio.

3.2.4 Análisis muñeca derecha herramienta lima

3.2.4.1 Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca derecha utilizando de forma correcta la lima.

En este entorno experimental se simuló la manera correcta del uso de la lima, herramienta que se debe usar para desbastar superficies utilizando los dos brazos, como se observa en la figura 24-3 a). En la figura 24-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con la lima de forma correcta en donde se encontró un rango promedio mínimo de -22,83° y rango promedio máximo de -19,56°, estos rangos serán referenciales del uso correcto de la lima.

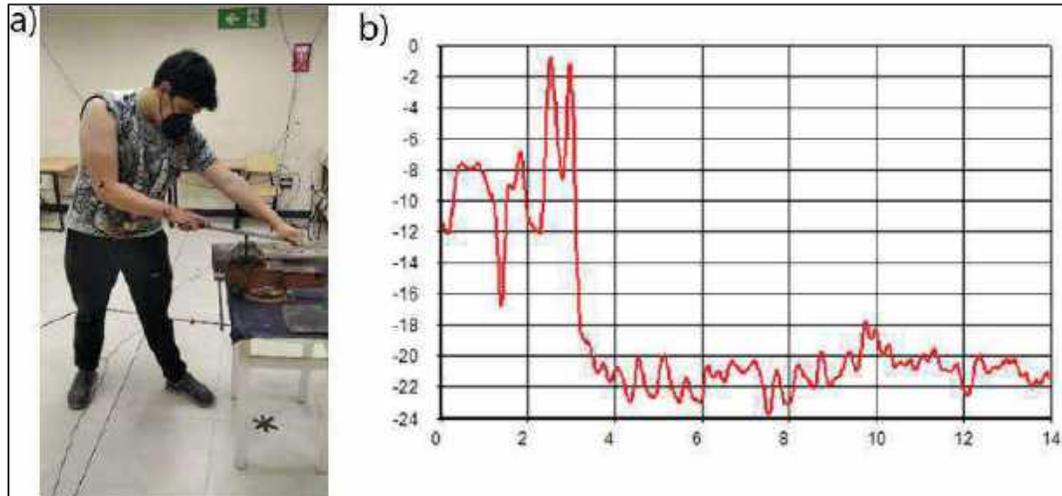


Figura 24-3. Análisis de la muñeca utilizando de forma correcta la lima

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.2.4.2 Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca derecha utilizando la lima como palanca

En este entorno experimental se simuló la manera incorrecta del uso de la lima, cuando se la emplea como palanca, como se observa en la figura 25-3 a). En la figura 25-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 5 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con la lima usándola como palanca en donde se encontró un rango promedio mínimo de $-56,53^\circ$ y rango promedio máximo de $-46,24^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso inadecuado de la lima.

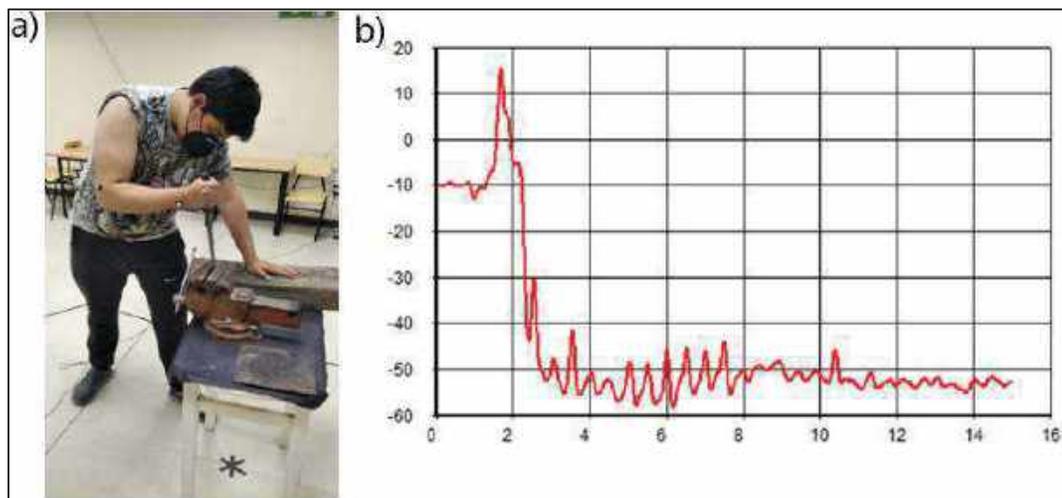


Figura 25-3. Análisis de la muñeca utilizando la lima como palanca

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.2.4.3 *Análisis del uso de la lima. de la muñeca derecha*

Tabla 34-3: Resumen análisis de la desviación radiocubital al usar la lima con la muñeca

	Cubital	Radial
Uso correcto lima	-22,93°	-19,56°
Lima usada como palanca	-56,53°	-46,24°

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Como se puede ver en la tabla 34-3 luego del análisis individual del manejo adecuado e inadecuado de la lima se obtuvo que los límites ideales para el uso correcto de la lima se encuentran entre mínimo $-22,93^\circ$ y máximo $-19,56^\circ$, los demás rangos a nivel superior e inferior de estos valores implicaría daños en la muñeca, a corto plazo (Tendinitis, Túnel Carpiano) y largo plazo, permanente y degenerativo (Artrosis). Cabe mencionar que los resultados pueden variar de acuerdo a la persona en la que esté realizando el estudio.

3.2.5 *Análisis muñeca derecha herramienta cuchillo*

3.2.5.1 *Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca derecha utilizando de forma correcta el cuchillo*

En este entorno experimental se simuló la manera correcta del uso del cuchillo, cuando se lo emplea para cortar materiales que presenten menor dureza que la del material de composición de la hoja del cuchillo, como se observa en la figura 26-3 a). En la figura 26-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con el cuchillo de forma correcta en donde se encontró un rango promedio mínimo de $-32,32^\circ$ y rango promedio máximo de $-29,28^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso correcto de cuchillo.

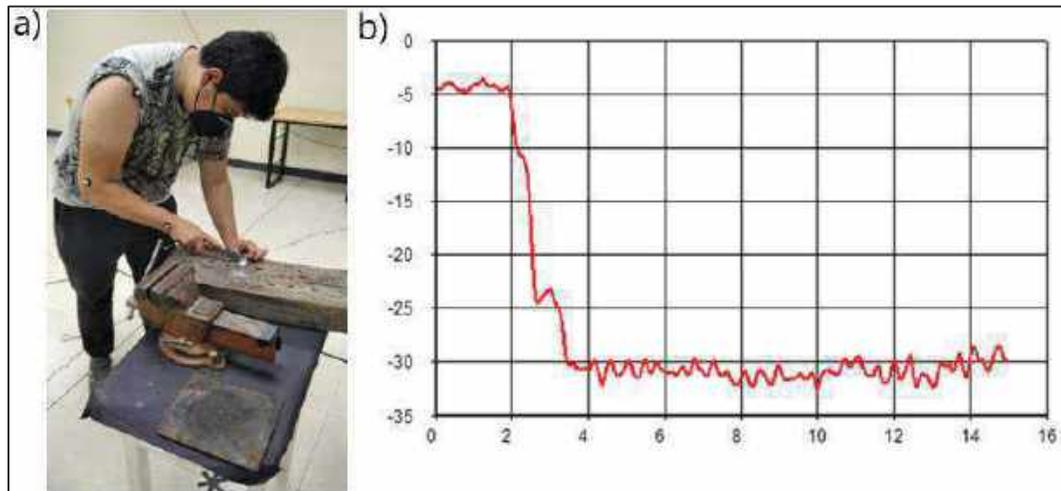


Figura 26-3. Análisis de la muñeca utilizando de forma correcta el cuchillo

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.2.5.2 Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca derecha utilizando el cuchillo como palanca

En este entorno experimental se simuló la manera incorrecta del uso del cuchillo, cuando se lo emplea como palanca, como se observa en la figura 27-3 a). En la figura 27-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 5 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con el cuchillo como palanca en donde se encontró un rango promedio mínimo de $6,76^\circ$ y rango promedio máximo de $14,05^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso inadecuado del cuchillo.

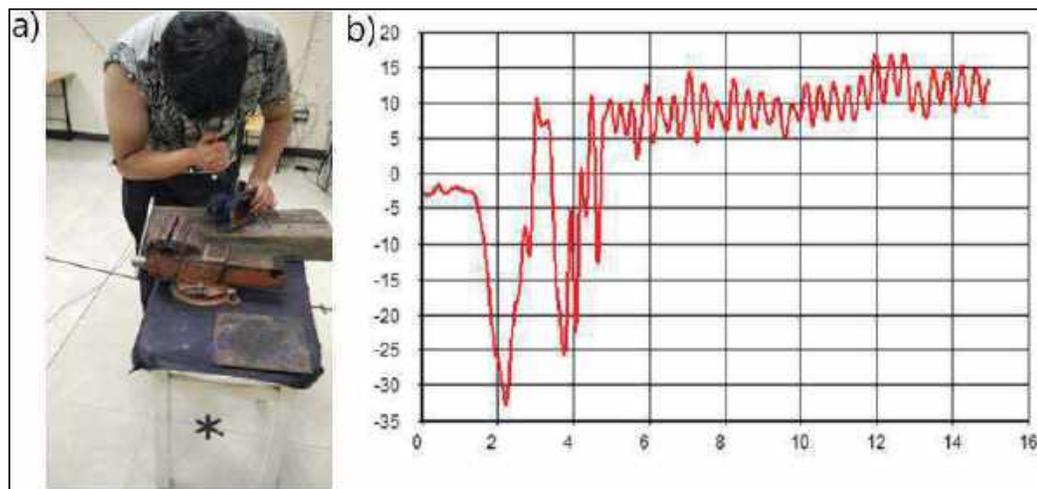


Figura 27-3. Análisis de la muñeca utilizando el cuchillo como palanca

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.2.5.3 *Análisis de flexoextensión de la muñeca derecha utilizando de forma correcta el cuchillo*

En este entorno experimental se simuló la manera correcta del uso del cuchillo, cuando se lo emplea para cortar materiales que presenten menor dureza que la del material de composición de la hoja del cuchillo, como se observa en la figura 28-3 a). En la figura 28-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con el cuchillo de forma correcta en donde se encontró una flexión de $30,6^\circ$ y una extensión de $34,68^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso correcto del chuchillo en flexoextensión.

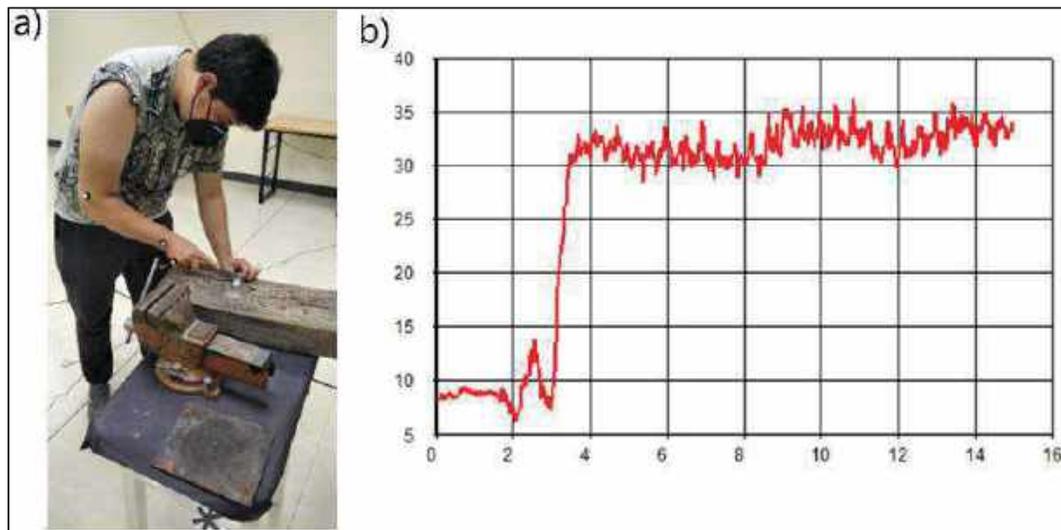


Figura 28-3. Análisis de la muñeca utilizando de forma correcta el cuchillo

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.2.5.4 *Análisis de flexoextensión de la muñeca derecha utilizando el cuchillo como destornillador*

En este entorno experimental se simuló la manera incorrecta del uso del cuchillo, cuando se lo emplea como destornillador, como se observa en la figura 29-3 a). En la figura 29-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con la espátula como palanca en donde se encontró una flexión de $5,35^\circ$ y una extensión de $47,38^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso incorrecto de cuchillo.

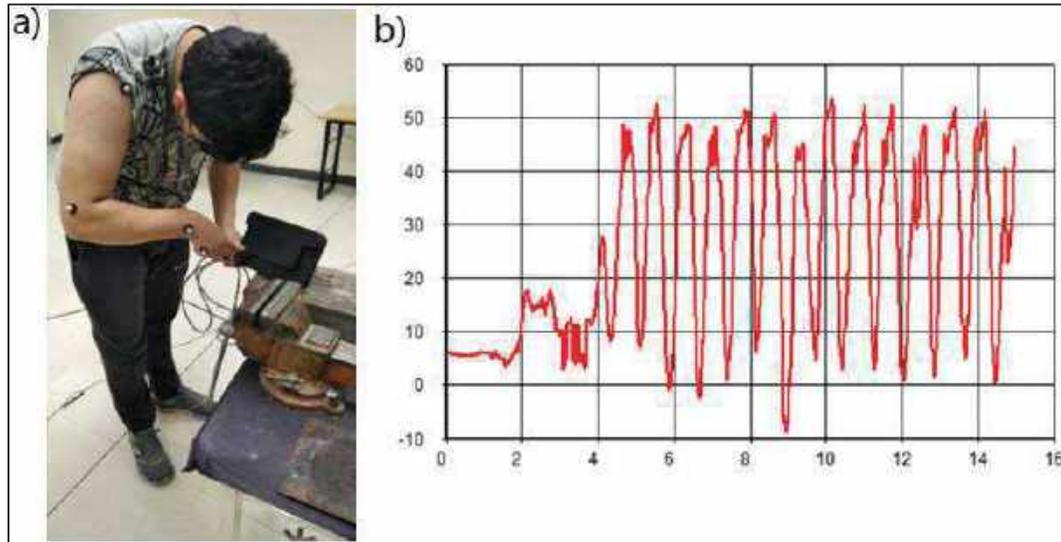


Figura 29-3. Análisis de la muñeca utilizando el cuchillo como destornillador

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.2.5.5 Análisis del uso del cuchillo de la muñeca derecha

Tabla 35-3: Resumen análisis de la desviación radiocubital del uso del cuchillo con la muñeca

	Cubital	Radial
Uso correcto del cuchillo	-32,32°	-29,28°
Chuchillo usado como palanca	6,76°	14,05°

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Como se puede ver en la tabla 35-3 luego del análisis individual del manejo adecuado e inadecuado del cuchillo se obtuvo que los límites ideales para el uso correcto del cuchillo se encuentra entre mínimo -32,32° y máximo -29,28°, los demás rangos a nivel superior e inferior de estos valores implicaría daños en la muñeca, a corto plazo (Tendinitis, Túnel Carpiano) y largo plazo, permanente y degenerativo (Artrosis). Cabe mencionar que los resultados pueden variar de acuerdo a la persona en la que esté realizando el estudio.

Tabla 36-3: Resumen análisis del cuchillo en flexoextensión con la muñeca derecha

	Flexión	Extensión
Uso correcto del cuchillo	30,6°	34,68°
Cuchillo como destornillador	5,35°	47,38°

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Como se puede ver en la tabla 36-3 luego del análisis individual del manejo adecuado e inadecuado del cuchillo se obtuvo que los límites ideales, para el uso correcto del cuchillo se encuentra entre mínimo $30,6^\circ$ y máximo $34,68^\circ$, los demás rangos a nivel superior e inferior de estos valores implicaría daños en la muñeca, a corto plazo (Tendinitis, Túnel Carpiano) y largo plazo, permanente y degenerativo (Artrosis). Cabe mencionar que los resultados pueden variar de acuerdo a la persona en la que esté realizando el estudio.

3.2.6 Análisis muñeca derecha herramienta llaves fijas y móviles

3.2.6.1 Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca derecha utilizando de forma correcta la llave fija

En este entorno experimental se simuló la manera correcta del uso de la llave fija, utilizando para ajustar o aflojar tuercas, como se observa en la figura 30-3 a). En la figura 30-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 2 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con la llave fija de forma correcta en donde se encontró un rango promedio mínimo de $-52,78^\circ$ y rango promedio máximo de $-7,34^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso correcto de llave fija.

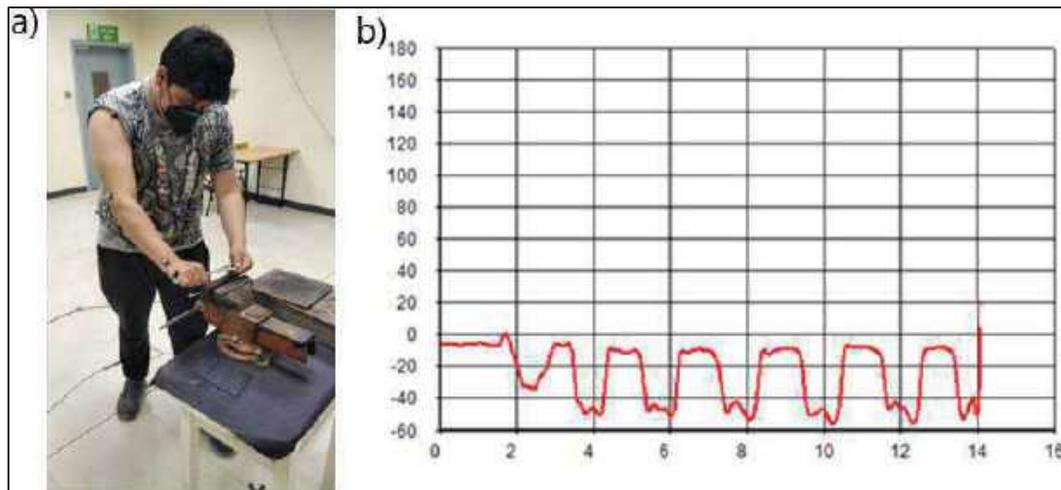


Figura 30-3. Análisis de la muñeca utilizando de forma correcta la llave fija

Realizado por: Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.2.6.2 Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca derecha utilizando la llave fija para dar golpes

En este entorno experimental se simuló la manera incorrecta del uso de la llave fija, al momento de golpear a otros objetos, como se observa en la figura 31-3 a). En la figura 31-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 3 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con la llave fija para dar golpes en donde se encontró un rango promedio mínimo de $-1,00^\circ$ y rango promedio máximo de $-17,5^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso inadecuado de llave fija.

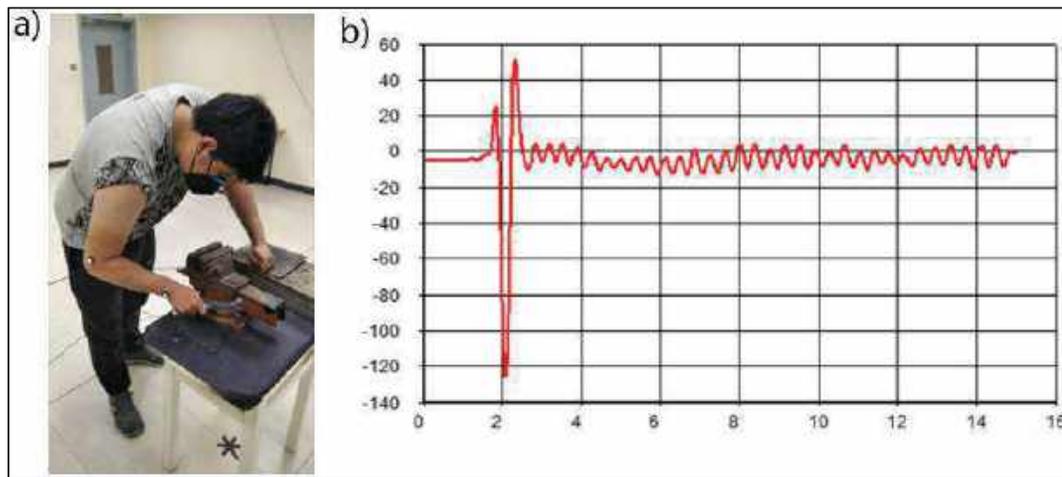


Figura 31-3. Análisis de la muñeca utilizando la llave fija para dar golpes

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.2.6.3 Análisis del uso de llaves fijas de la muñeca derecha

Tabla 37-3: Resumen análisis de la desviación radiocubital al usar las llaves fijas con la muñeca derecha

	Cubital	Radial
Uso correcto de llave fija	$-52,78^\circ$	$-7,34^\circ$
Llave fija para dar golpes	$1,00^\circ$	$17,5^\circ$

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Como se puede ver en la tabla 37-3 luego del análisis individual del manejo adecuado e inadecuado de las llaves fijas se obtuvo que los límites ideales para el uso correcto de llaves fijas se encuentra entre mínimo $-52,78^\circ$ y máximo $-7,34^\circ$, los demás rangos a nivel superior e inferior de estos valores implicaría daños en la muñeca, a corto plazo (Tendinitis, Túnel Carpiano) y largo

plazo, permanente y degenerativo (Artrosis). Cabe mencionar que los resultados pueden variar de acuerdo a la persona en la que esté realizando el estudio.

3.2.6.4 *Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca derecha utilizando de forma correcta la llave móvil*

En este entorno experimental se simuló la manera correcta del uso de la llave móvil; se debe encajar perfectamente en la tuerca que se quiere ajustar o aflojar y realizar los giros hacia el cuerpo del operario, como se observa en la figura 32-3 a). En la figura 32-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con la llave fija de forma correcta en donde se encontró un rango promedio mínimo de $-61,41^\circ$ y rango promedio máximo de $-2,56^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso correcto de llave móvil.

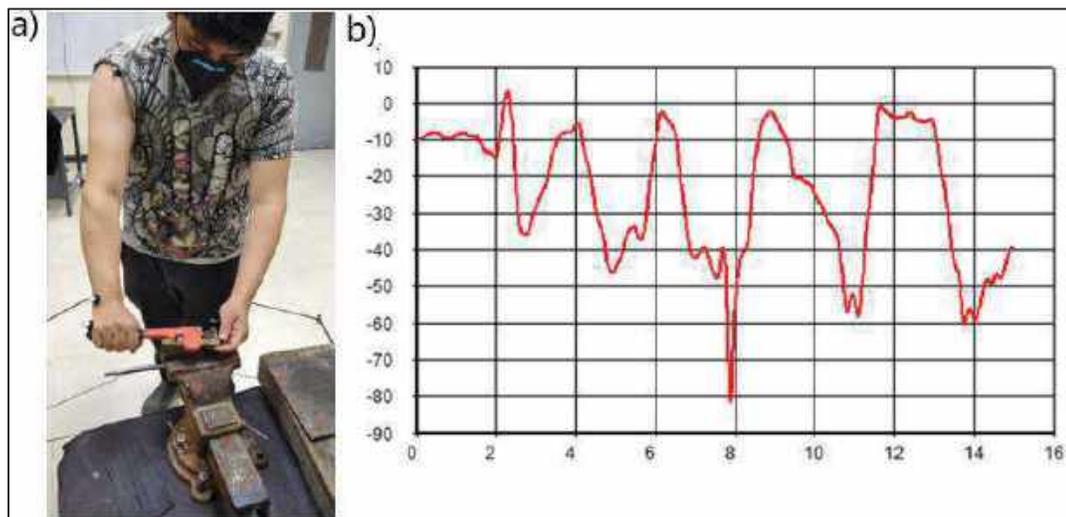


Figura 32-3. Análisis de la muñeca derecha utilizando de forma correcta la llave móvil

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.2.6.5 *Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca derecha utilizando la llave móvil de forma inadecuada*

En este entorno experimental se simuló la manera incorrecta del uso de la llave móvil, que se da cuando se encaja a la tuerca solamente con la punta de las mordazas de la llave y se realizan los giros en dirección opuesta a la posición del cuerpo del operario, como se observa en la figura 33-3 a). En la figura 33-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con la llave móvil de forma inadecuada en donde se encontró

un rango promedio mínimo de $-59,35^\circ$ y rango promedio máximo de $-11,59^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso ineducado de llave móvil.

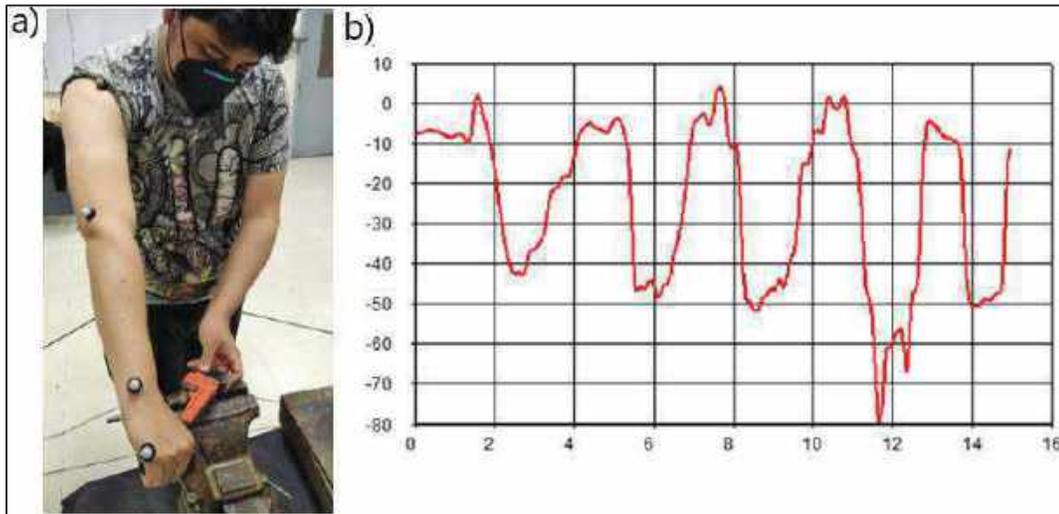


Figura 33-3. Análisis de la muñeca utilizando la llave móvil de forma inadecuada

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.2.6.6 Análisis del uso de la llave móvil de la muñeca derecha

Tabla 38-3: Resumen análisis llave móvil desviación radiocubital con la muñeca

	Cubital	Radial
Uso correcto de llave móvil	$-61,41^\circ$	$-2,56^\circ$
Llave móvil uso incorrecto	$-59,35^\circ$	$-11,59^\circ$

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Como se puede ver en la tabla 38-3 luego del análisis individual del manejo adecuado e inadecuado de la llave móvil se obtuvo que los límites ideales para el uso correcto de llave móvil se encuentra entre mínimo $-62,41^\circ$ y máximo $-2,56^\circ$, los demás rangos a nivel superior e inferior de estos valores implicaría daños en la muñeca, a corto plazo (Tendinitis, Túnel Carpiano) y largo plazo, permanente y degenerativo (Artrosis). En este caso como se puede ver en la tabla 38-3 el uso incorrecto de la llave móvil está dentro del rango por lo que no provocara ninguna afección, sin embargo, la acción se debe realizar de la forma correcta. Cabe mencionar que los resultados pueden variar de acuerdo a la persona en la que esté realizando el estudio.

3.2.7 Análisis muñeca derecha herramienta alicate

3.2.7.1 Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca derecha utilizando de forma correcta el alicate

En este entorno experimental se simuló la manera correcta del uso del alicate, herramienta que fue diseñada para sujetar, como se observa en la figura 34-3 a). En la figura 34-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con el alicate de forma correcta en donde se encontró un rango promedio mínimo de $15,3^{\circ}$ y rango promedio máximo de $-17,5^{\circ}$, estos rangos serán referenciales del uso correcto de alicate.

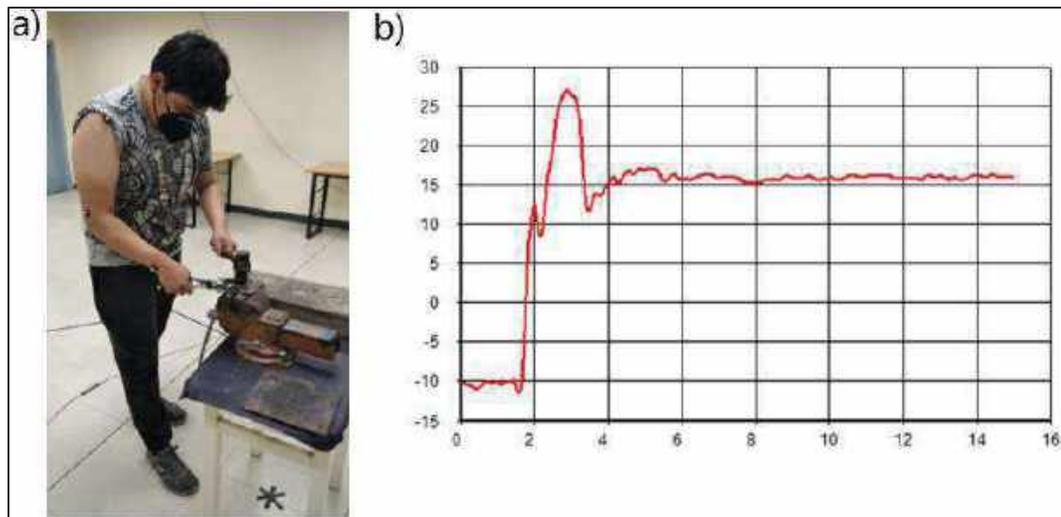


Figura 34-3. Análisis de la muñeca utilizando de forma correcta el alicate

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.2.7.2 Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca derecha utilizando el alicate como llave

En este entorno experimental se simuló la manera incorrecta del uso del alicate, empleándolo en lugar de llaves para aflojar o ajustar una tuerca, como se observa en la figura 35-3 a). En la figura 35-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 5 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con el alicate como llave en donde se encontró un rango promedio mínimo de $-57,42^{\circ}$ y rango promedio máximo de $-15,30^{\circ}$, estos rangos serán referenciales del uso inadecuado del alicate.

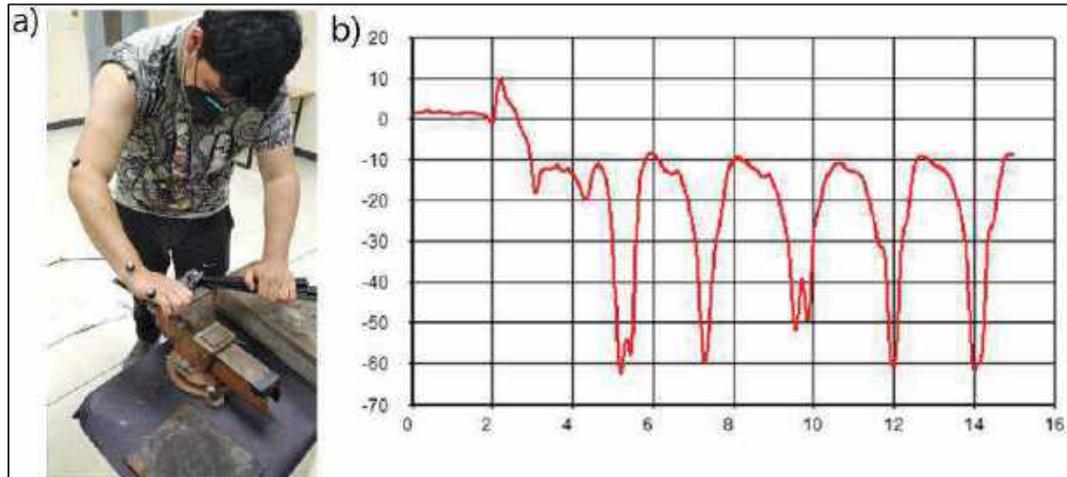


Figura 35-3. Análisis de la muñeca utilizando el alicate como llave

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.2.7.3 Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca derecha utilizando el alicate para dar golpes

En este entorno experimental se simuló la manera incorrecta del uso del alicate, empleándolo para golpear otros objetos, como se observa en la figura 36-3 a). En la figura 36-3 b) el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con el alicate para dar golpe en donde se encontró un rango promedio mínimo de $-9,03^\circ$ y rango promedio máximo de $2,64^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso inadecuado del alicate.

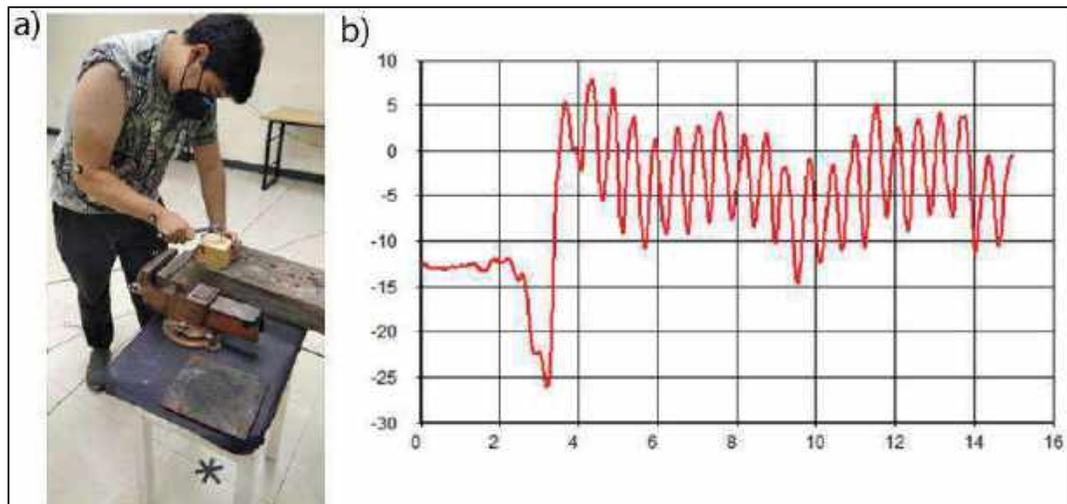


Figura 36-3. Análisis de la muñeca utilizando el alicate para dar golpes

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.2.7.4 *Análisis del uso del alicate de la muñeca derecha*

Tabla 39-3: Resumen análisis de la desviación radiocubital al usar el alicate con la muñeca

	Cubital	Radial
Uso correcto del alicate	15,3°	17,5°
Alicate como llave	-57,42°	-15,30°
Alicate para dar golpe	-9,03°	2,64°

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Como se puede ver en la tabla 39-3 luego del análisis individual del manejo adecuado e inadecuado del alicate se obtuvo que los límites ideales para el uso correcto del alicate se encuentra entre mínimo 15,3° y máximo 17,5°, los demás rangos a nivel superior e inferior de estos valores implicaría daños en la muñeca, a corto plazo (Tendinitis, Túnel Carpiano) y largo plazo, permanente y degenerativo (Artrosis). Cabe mencionar que los resultados pueden variar de acuerdo a la persona en la que esté realizando el estudio.

3.2.8 *Análisis muñeca derecha herramienta destornillador*

3.2.8.1 *Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca derecha utilizando de forma correcta el destornillador*

En este entorno experimental se simuló la manera correcta del uso del destornillador, empleándolo para ajustar o aflojar tornillos, como se observa en la figura 37-3 a). En la figura 37-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con el destornillador de forma correcta en donde se encontró un rango promedio mínimo de $-38,63^\circ$ y rango promedio máximo de $29,69^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso correcto del destornillador.

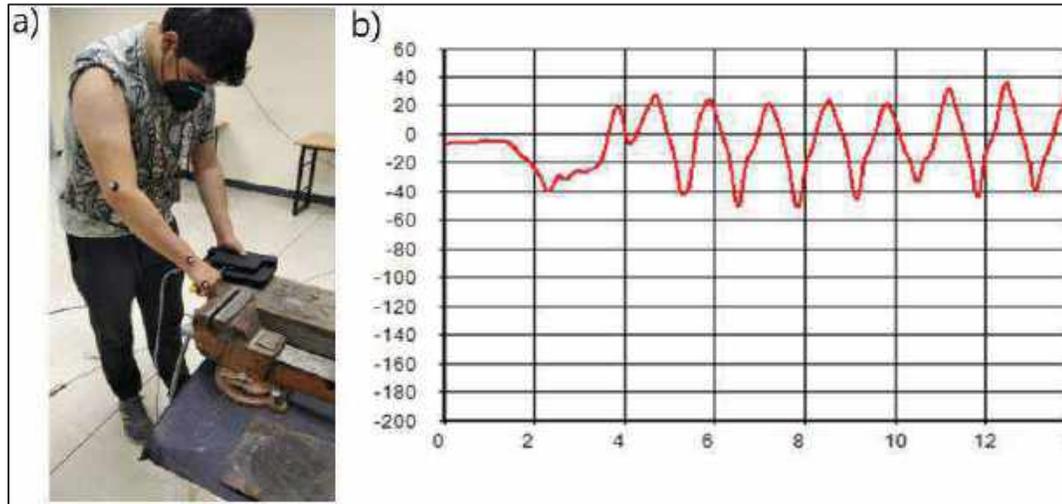


Figura 37-3. Análisis de la muñeca utilizando de forma correcta el destornillador

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.2.8.2 Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca derecha utilizando el destornillador para dar golpes

En este entorno experimental se simuló la manera correcta del uso del destornillador, empleándolo para realizar golpes, como se observa en la figura 38-3 a). En la figura 38-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con el destornillador para dar golpes en donde se encontró un rango promedio mínimo de $7,30^\circ$ y rango promedio máximo de $12,61^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso inadecuado del alicate.

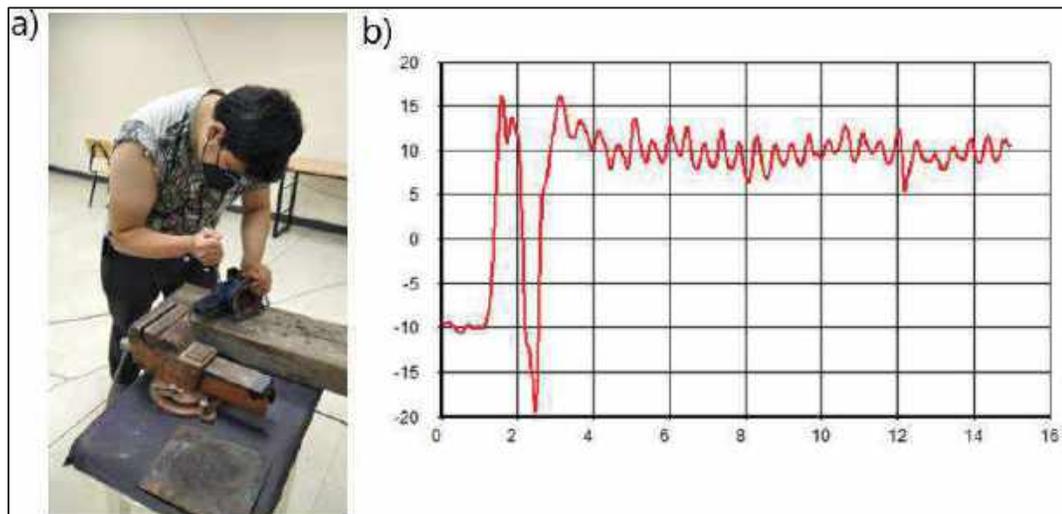


Figura 38-3: Análisis de la muñeca utilizando el destornillador para dar golpes

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.2.8.3 Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca derecha utilizando el destornillador como palanca

En este entorno experimental se simuló la manera correcta del uso del destornillador, empleándolo como palanca, como se observa en la figura 39-3 a). En la figura 39-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundo, después de esto se empieza a realizar la acción con el destornillador como palanca en donde se encontró un rango promedio mínimo de $-40,75^\circ$ y rango promedio máximo de $-21,17^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso inadecuado del destornillador.

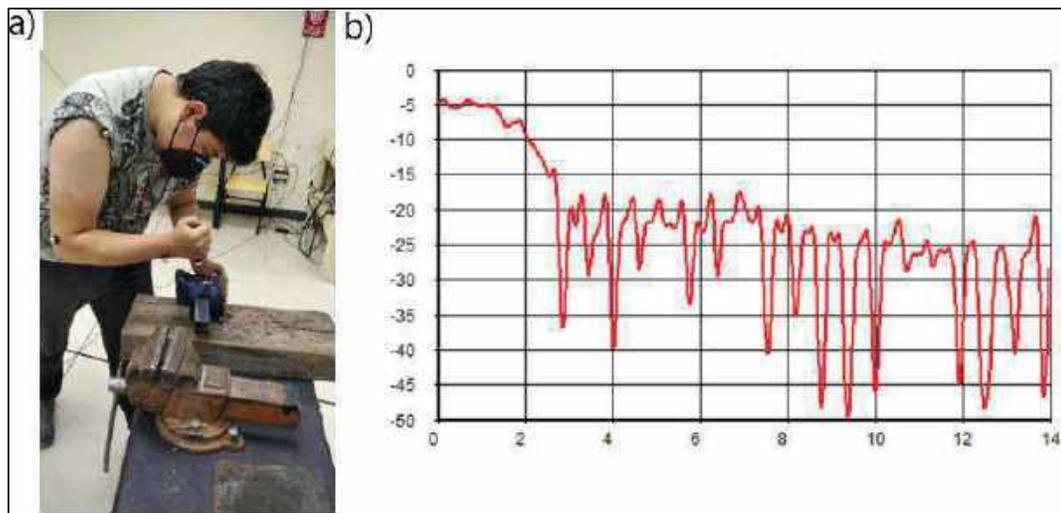


Figura 39-3. Análisis de la muñeca utilizando el destornillador como palanca

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.2.8.4 Análisis del uso del destornillador de la muñeca derecha

Tabla 40-3: Resumen análisis de la desviación radiocubital del uso del destornillador con la muñeca derecha

	Cubital	Radial
Uso correcto del destornillador	$-38,63^\circ$	$29,69^\circ$
Destornillador para golpe	$7,30^\circ$	$12,61^\circ$
Destornillador como palanca	$-40,74^\circ$	$-21,17^\circ$

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Como se puede ver en la tabla 40-3 luego del análisis individual del manejo adecuado e inadecuado del destornillador se obtuvo que los límites ideales para el uso correcto del

destornillador se encuentra entre mínimo $15,3^{\circ}$ y máximo $17,5^{\circ}$, los demás rangos a nivel superior e inferior de estos valores implicaría daños en la muñeca, a corto plazo (Tendinitis, Túnel Carpiano) y largo plazo, permanente y degenerativo (Artrosis). En este caso como se puede ver en la tabla 40-3 el uso incorrecto del destornillador para dar golpe está dentro del rango por lo que no provocara ninguna afección, sin embargo, la acción se debe realizar de la forma correcta. Cabe mencionar que los resultados pueden variar de acuerdo a la persona en la que esté realizando el estudio.

3.2.9 *Análisis muñeca izquierda herramienta martillo*

3.2.9.1 *Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca izquierda utilizando de forma correcta el martillo*

En este entorno experimental se simuló la manera correcta del uso del martillo, el cual se debe realizar sujetándolo del extremo del mango como se observa en la figura 40-3 a). En la figura 40-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 5 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con el martillo de forma correcta en donde se encontró un rango promedio mínimo de $-8,66^{\circ}$ y rango promedio máximo de $5,1^{\circ}$, estos rangos serán referenciales del uso correcto del martillo.

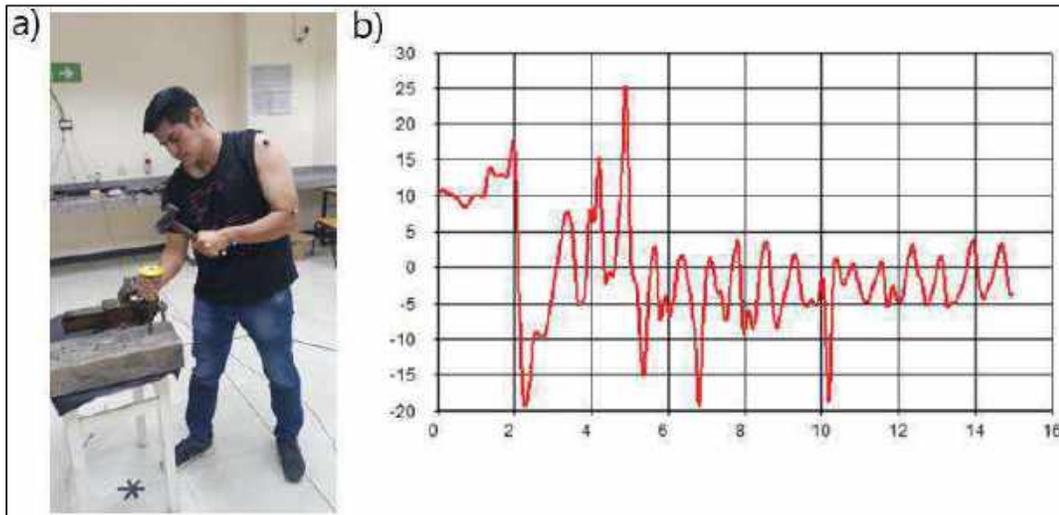


Figura 40-3. Análisis de la muñeca utilizando de forma correcta el martillo

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.2.9.2 *Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca izquierda utilizando el martillo en posición lateral*

En este entorno experimental se simuló la manera incorrecta del uso del martillo, en donde se realizaron golpes con la parte lateral de la cabeza como se observa en la figura 41-3 a). En la figura 41-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con el martillo en posición lateral en donde se encontró un rango promedio mínimo de $7,612^\circ$ y rango promedio máximo de $39,062^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso inadecuado del martillo en posición lateral.

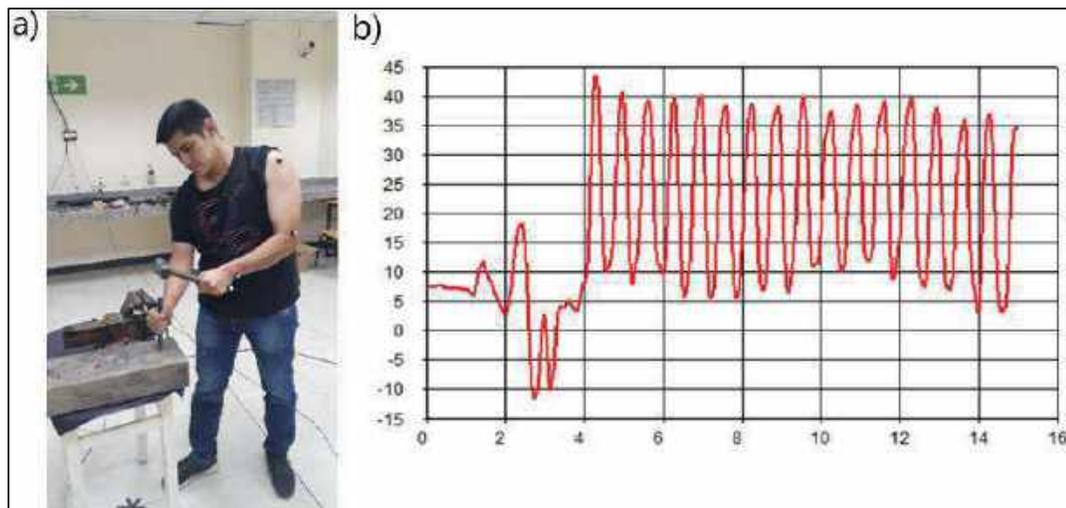


Figura 41-3. Análisis de la muñeca utilizando el martillo en posición lateral

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.2.9.3 *Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca izquierda utilizando el martillo sujetándolo cerca de la cabeza*

En este entorno experimental se simuló la manera incorrecta del uso del martillo, sujetándolo cerca de la cabeza como se observa en la figura 42-3 a). En la figura 42-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con el martillo sujeto cerca de la cabeza en donde se encontró un rango promedio mínimo de $-10,28^\circ$ y rango promedio máximo de $20,88^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso inadecuado del martillo sujeto cerca de la cabeza.

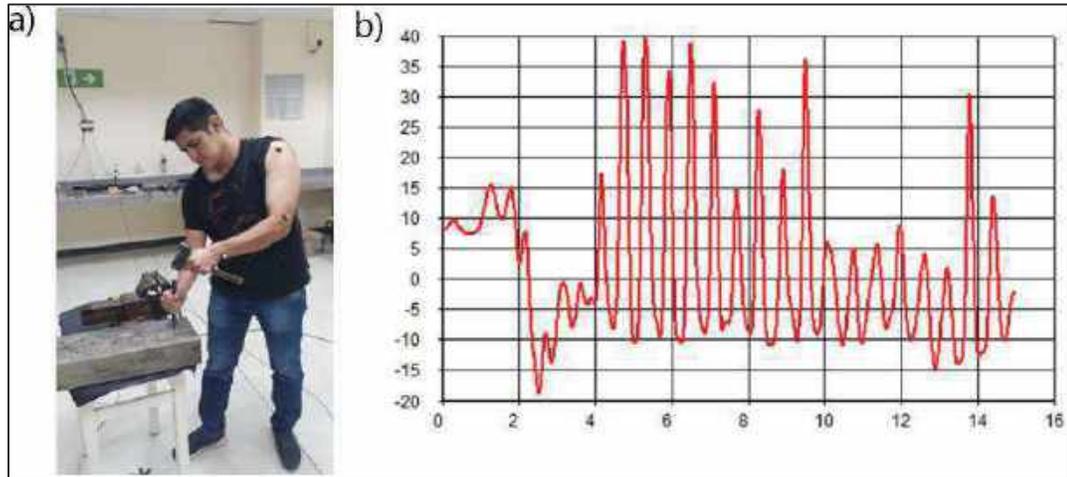


Figura 42-3. Análisis de la muñeca utilizando el martillo sujetándolo cerca de la cabeza

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.2.9.4 Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca izquierda utilizando un martillo para golpear otro martillo

En este entorno experimental se simuló la manera incorrecta del uso del martillo, al golpear un martillo con otro como se observa en la figura 43-3 a). En la figura 43-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con el martillo impactando otro martillo en donde se encontró un rango promedio mínimo de $4,51^\circ$ y rango promedio máximo de $14,55^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso inadecuado del martillo impactándolo con otro martillo.

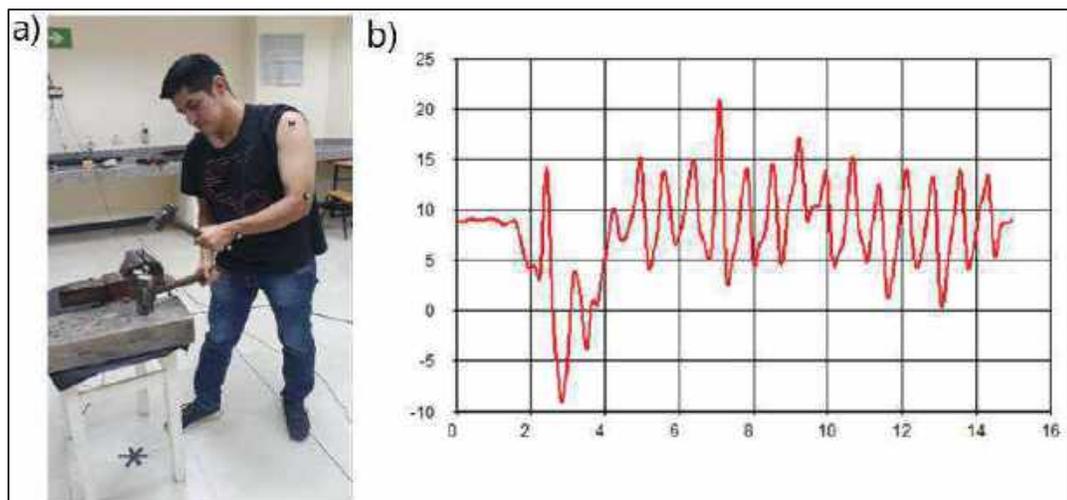


Figura 43-3. Análisis de la muñeca utilizando un martillo para golpear otro martillo

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.2.9.5 Análisis del uso del martillo de la muñeca izquierda

Tabla 41-3: Resumen análisis de la desviación radiocubital al usar el martillo con la muñeca

	Cubital	Radial
Uso correcto martillo	-8,66°	5,1°
Martillo posición lateral	7,612°	39,062°
Martillo sujeto cerca de la cabeza	-10,28°	20,88°
Martillo impacto con otro martillo	4,51°	14,55°

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Como se puede ver en la tabla 41-3 luego del análisis individual del manejo adecuado e inadecuado del martillo se obtuvo que los límites ideales para el uso correcto del martillo se encuentra entre mínimo -8,66° y máximo 5,1°, los demás rangos a nivel superior e inferior de estos valores implicaría daños en la muñeca, a corto plazo (Tendinitis, Túnel Carpiano) y largo plazo, permanente y degenerativo (Artrosis). Cabe mencionar que los resultados pueden variar de acuerdo a la persona en la que esté realizando el estudio.

3.2.10 Análisis muñeca izquierda herramienta sierra

3.2.10.1 Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca izquierda utilizando la sierra de forma correcta

En este entorno experimental se simuló la manera correcta del uso de la sierra, el cual se debe realizar con los dos brazos, como se observa en la figura 44-3 a). En la figura 44-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con la sierra de forma correcta en donde se encontró un rango promedio mínimo de 4,033° y rango promedio máximo de 8,83°, estos rangos serán referenciales del uso correcto de la sierra.

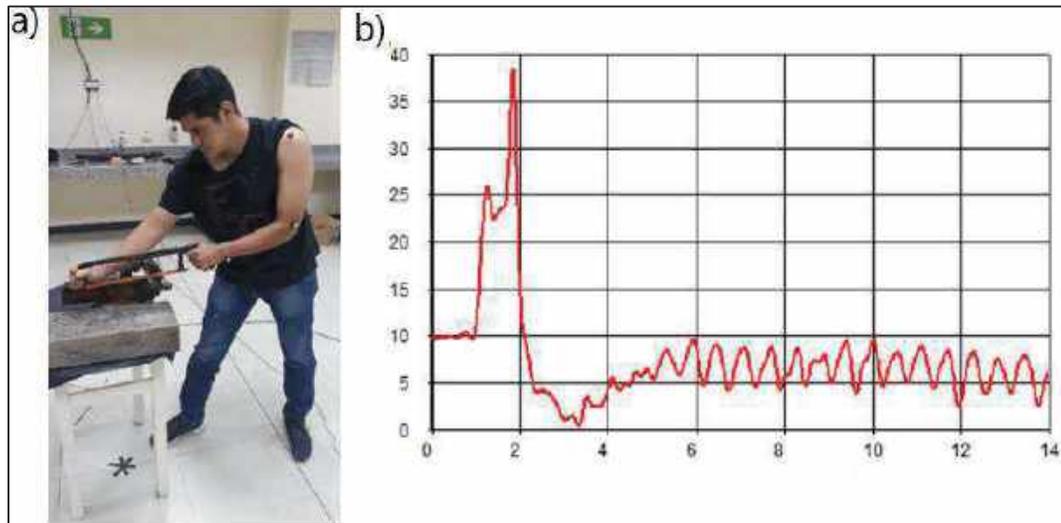


Figura 44-3. Análisis de la muñeca utilizando la sierra de forma correcta

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.2.10.2 Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca izquierda utilizando la sierra con un brazo

En este entorno experimental se simuló la manera incorrecta del uso de la sierra, cuando se realiza la acción con un solo brazo, como se observa en la figura 45-3 a). En la figura 45-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 2 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con la sierra a una mano en donde se encontró un rango promedio mínimo de $-2,12^\circ$ y rango promedio máximo de $4,07^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso inadecuado de la sierra.

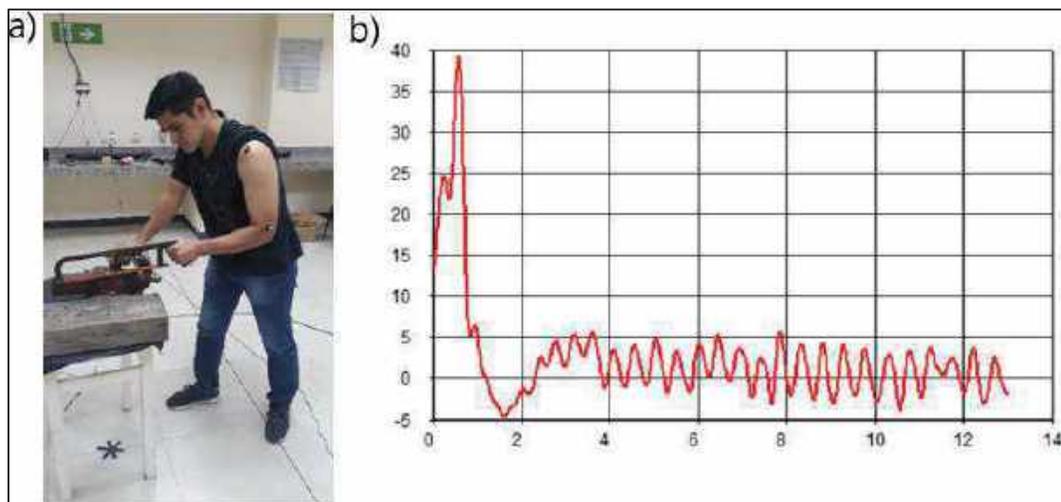


Figura 45-3. Análisis de la muñeca utilizando la sierra con un brazo

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.2.10.3 Análisis del uso de la sierra de la muñeca izquierda

Tabla 42-3: Resumen análisis de la sierra desviación radiocubital con la muñeca izquierda

	Cubital	Radial
Uso correcto sierra	4,033°	8,83°
Sierra usando un brazo	-2,12°	4,07°

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Como se puede ver en la tabla 42-3 luego del análisis individual del manejo adecuado e inadecuado de la sierra se obtuvo que los límites ideales para el uso correcto de la sierra se encuentra entre mínimo 4,033° y máximo 8,83°, los demás rangos a nivel superior e inferior de estos valores implicaría daños en la muñeca, a corto plazo (Tendinitis, Túnel Carpiano) y largo plazo, permanente y degenerativo (Artrosis). Cabe mencionar que los resultados pueden variar de acuerdo a la persona en la que esté realizando el estudio.

3.2.11 Análisis muñeca izquierda herramienta espátula

3.2.11.1 Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca izquierda utilizando de forma correcta la espátula

En este entorno experimental se simuló la manera correcta del uso de la espátula, esta herramienta se debe utilizar para rasquetear superficies que contengan algún tipo de escoria, como se observa en la figura 46-3 a). En la figura 46-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 6 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con la espátula de forma correcta en donde se encontró un rango promedio mínimo de 26,96° y rango promedio máximo de 32,93°, estos rangos serán referenciales del uso correcto de la espátula.

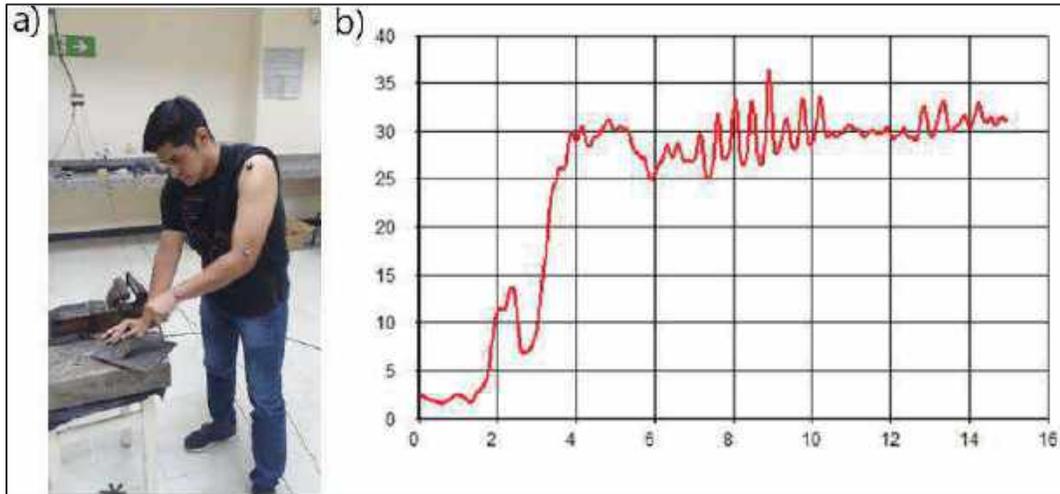


Figura 46-3. Análisis de la muñeca utilizando de forma correcta la espátula

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.2.11.2 Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca izquierda utilizando la espátula para golpear otros objetos

En este entorno experimental se simuló la manera incorrecta del uso de la espátula, al golpear otros objetos, como se observa en la figura 47-3 a). En la figura 47-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con la espátula dando golpes en donde se encontró un rango promedio mínimo de $-2,98^\circ$ y rango promedio máximo de $3,52^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso inadecuado de la espátula dando golpes.

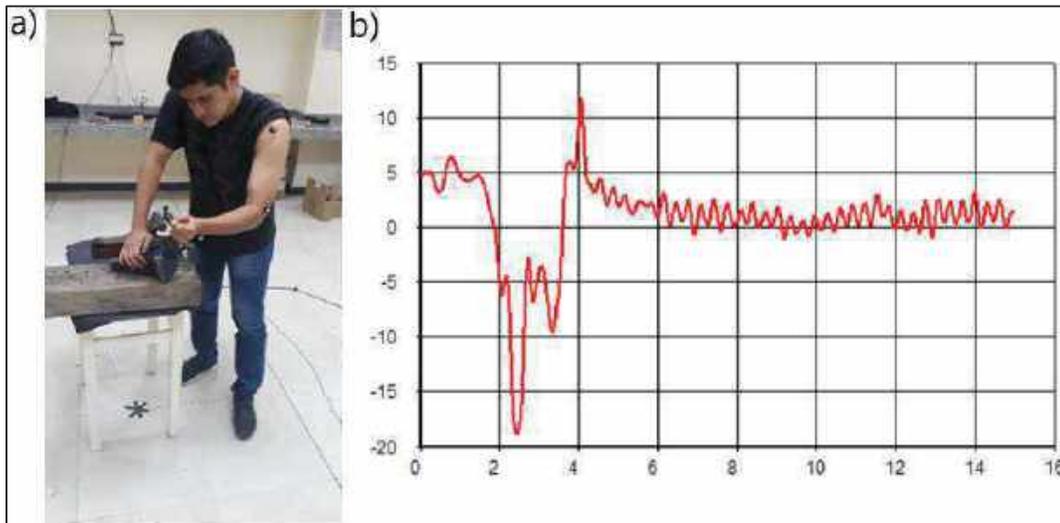


Figura 47-3. Análisis de la muñeca utilizando la espátula para golpear otros objetos

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.2.11.3 Análisis de flexoextensión de la muñeca izquierda utilizando de forma correcta la espátula.

En este entorno experimental se simuló la manera correcta del uso de la espátula, esta herramienta se debe utilizar para rasquetear superficies que contengan algún tipo de escoria, como se observa en la figura 48-3 a). En la figura 48-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 6 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con la espátula de forma correcta en donde se encontró una flexión de $23,4^\circ$ y una extensión de $30,74^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso correcto de la espátula en flexoextensión.

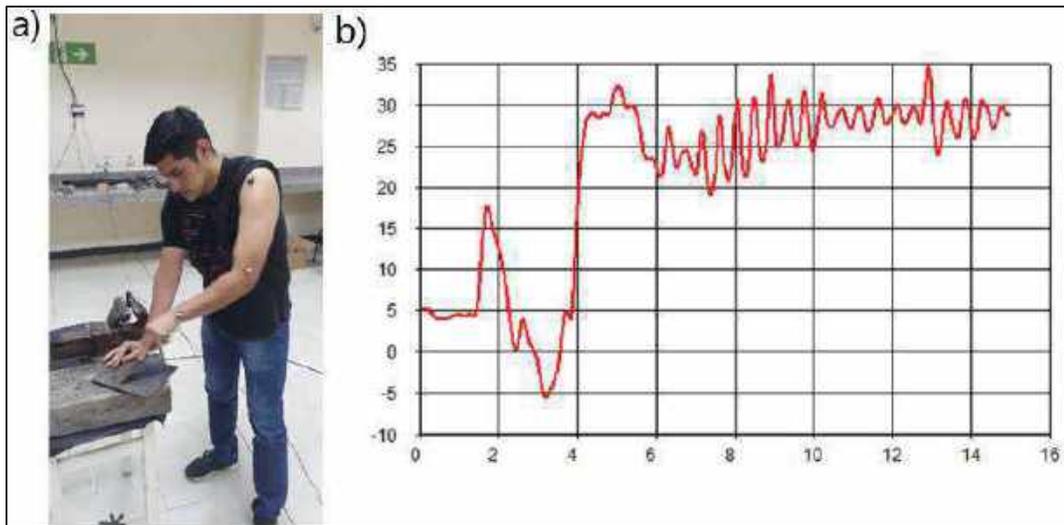


Figura 48-3. Análisis de la muñeca utilizando de forma correcta la espátula

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.2.11.4 Análisis de flexoextensión de la muñeca izquierda utilizando la espátula como palanca

En este entorno experimental se simuló la manera incorrecta del uso de la espátula, cuando se la emplea como palanca, como se observa en la figura 49-3 a). En la figura 49-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 2 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con la espátula como palanca en donde se encontró un rango promedio mínimo de $-16,24^\circ$ y rango promedio máximo de $-9,23^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso incorrecto de la espátula en flexoextensión.

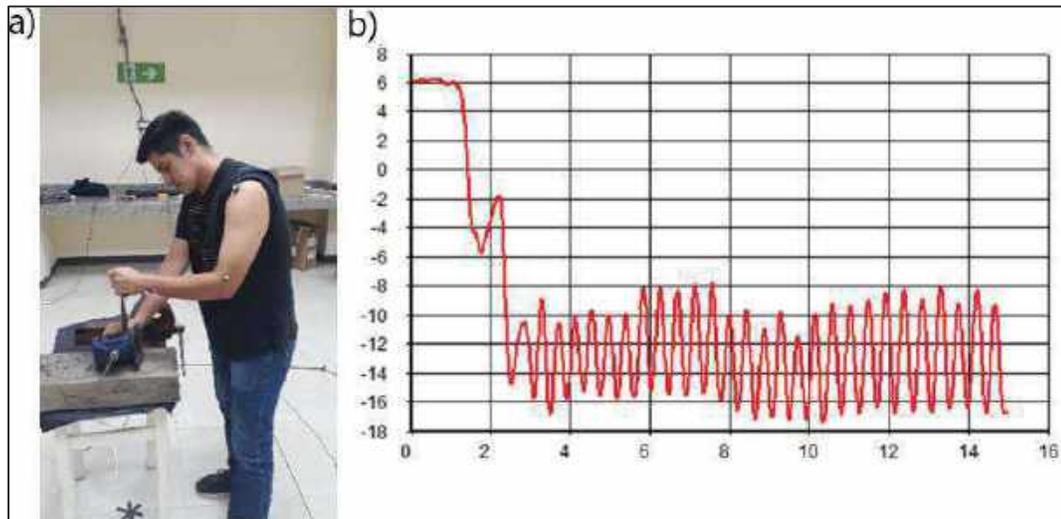


Figura 49-3. Análisis de la muñeca utilizando la espátula como palanca

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.2.11.5 Análisis del uso de la espátula de la muñeca izquierda

Tabla 43-3: Resumen análisis de la desviación radiocubital al utilizar la espátula con la muñeca

	Cubital	Radial
Uso correcto de espátula	26,96°	32,93°
Espátula para golpes	-2,98°	3,52°

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Como se puede ver en la tabla 43-3 luego del análisis individual del manejo adecuado e inadecuado de la espátula se obtuvo que los límites ideales para el uso correcto de la espátula se encuentra entre un mínimo de 26,96° y máximo 32,93°, los demás rangos a nivel superior e inferior de estos valores implicaría daños en la muñeca, a corto plazo (Tendinitis, Túnel Carpiano) y largo plazo, permanente y degenerativo (Artrosis). Cabe mencionar que los resultados pueden variar de acuerdo a la persona en la que esté realizando el estudio.

Tabla 44-3: Resumen análisis de flexoextensión de la muñeca al usar la espátula

	Flexión	Extensión
Uso correcto de espátula	23,4°	30,74°
Espátula como palanca	-16,24°	-9,23°

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Como se puede ver en la tabla 44-3 luego del análisis individual del manejo adecuado e inadecuado de la espátula se obtuvo que los límites ideales para el uso correcto de la espátula se encuentra entre un mínimo de $23,4^\circ$ y máximo de $30,74^\circ$, los demás rangos a nivel superior e inferior de estos valores implicaría daños en la muñeca, a corto plazo (Tendinitis, Túnel Carpiano) y largo plazo, permanente y degenerativo (Artrosis). Cabe mencionar que los resultados pueden variar de acuerdo a la persona en la que esté realizando el estudio.

3.2.12 Análisis muñeca izquierda herramienta lima

3.2.12.1 Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca izquierda utilizando de forma correcta la lima.

En este entorno experimental se simuló la manera correcta del uso de la lima, herramienta que se debe usar para desbastar superficies utilizando los dos brazos, como se observa en la figura 50-3 a). En la figura 50-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con la lima de forma correcta en donde se encontró un rango promedio mínimo de $10,99^\circ$ y rango promedio máximo de $15,99^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso correcto de la lima.

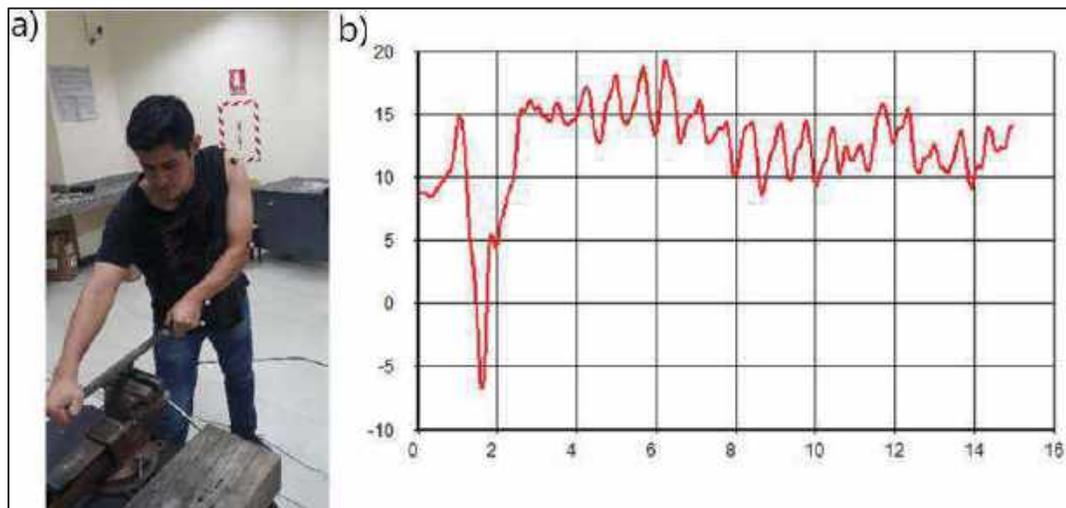


Figura 50-3. Análisis de la muñeca utilizando de forma correcta la lima

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.2.12.2 Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca izquierda utilizando la lima como palanca

En este entorno experimental se simuló la manera incorrecta del uso de la lima, cuando se la emplea como palanca, como se observa en la figura 51-3 a). En la figura 51-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 6 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con la lima usándola como palanca en donde se encontró un rango promedio mínimo de $-10,18^\circ$ y rango promedio máximo de $-6,95^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso inadecuado de la lima.

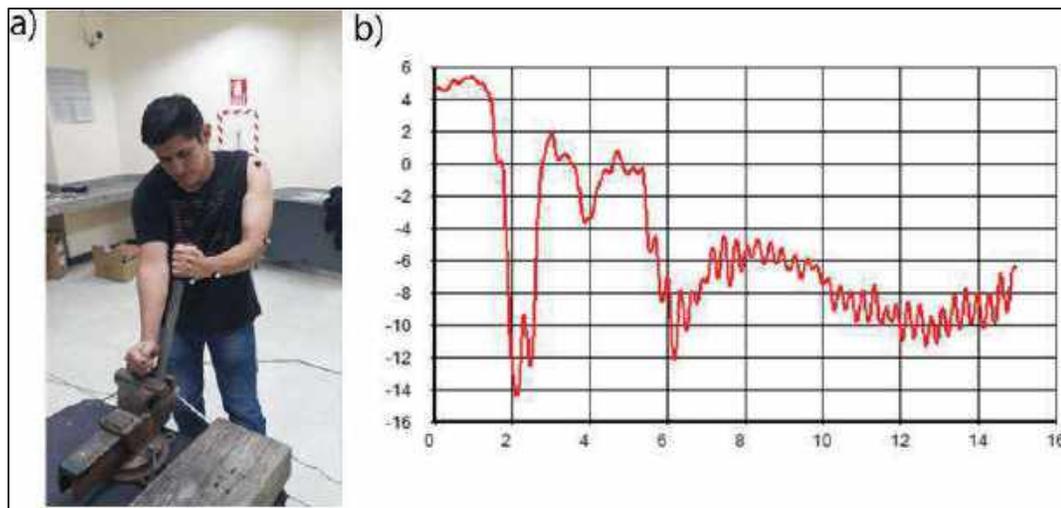


Figura 51-3. Análisis de la muñeca utilizando la lima como palanca

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.2.12.3 Análisis del uso de la lima de la muñeca izquierda

Tabla 45-3: Resumen análisis de la desviación radiocubital al usar la lima con la muñeca izquierda

	Cubital	Radial
Uso correcto lima	10,99°	15,99°
Lima usada como palanca	-10,18°	-6,95°

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Como se puede ver en la tabla 45-3 luego del análisis individual del manejo adecuado e inadecuado de la lima se obtuvo que los límites ideales para el uso correcto de la lima se encuentra entre un mínimo de $10,99^\circ$ y máximo $15,99^\circ$, los demás rangos a nivel superior e inferior de estos valores implicaría daños en la muñeca, a corto plazo (Tendinitis, Túnel Carpiano) y largo plazo,

permanente y degenerativo (Artrosis). Cabe mencionar que los resultados pueden variar de acuerdo a la persona en la que esté realizando el estudio.

3.2.13 Análisis muñeca izquierda herramienta cuchillo

3.2.13.1 Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca izquierda utilizando de forma correcta el cuchillo

En este entorno experimental se simuló la manera correcta del uso del cuchillo, cuando se lo emplea para cortar materiales que presenten menor dureza que la del material de composición de la hoja del cuchillo, como se observa en la figura 52-3 a). En la figura 52-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con el cuchillo de forma correcta en donde se encontró un rango promedio mínimo de $15,77^\circ$ y rango promedio máximo de $19,21^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso correcto del cuchillo.

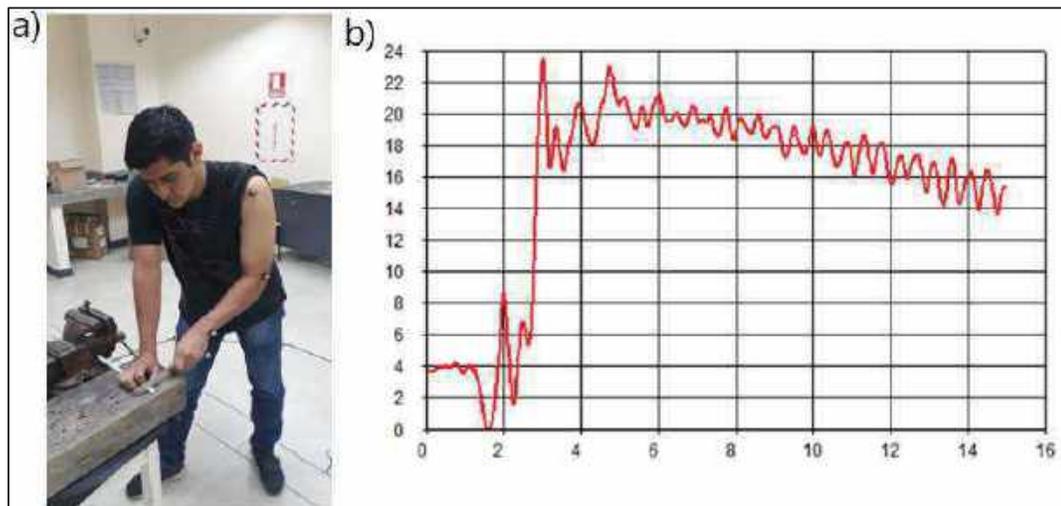


Figura 52-3. Análisis de la muñeca utilizando de forma correcta el cuchillo

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.2.13.2 Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca izquierda utilizando el cuchillo como palanca

En este entorno experimental se simuló la manera incorrecta del uso del cuchillo, cuando se lo emplea como palanca, como se observa en la figura 53-3 a). En la figura 53-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 6 segundos, después de esto se empieza a realizar la

acción con el cuchillo como palanca en donde se encontró un rango promedio mínimo de $-31,6^\circ$ y rango promedio máximo de $-12,52^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso inadecuado del cuchillo.

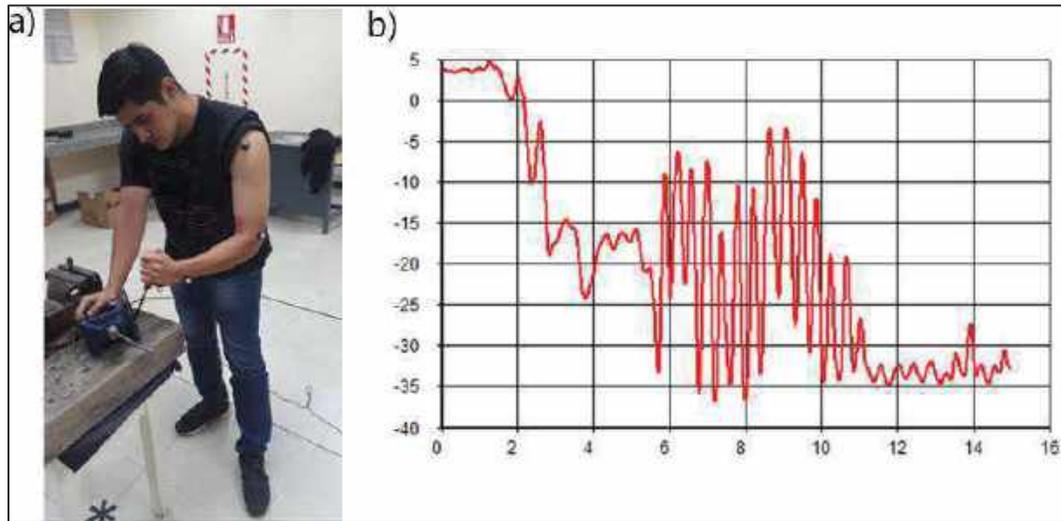


Figura 53-3. Análisis de la muñeca utilizando el cuchillo como palanca

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.2.13.3 Análisis de flexoextensión de la muñeca izquierda utilizando de forma correcta el cuchillo

En este entorno experimental se simuló la manera correcta del uso del cuchillo, cuando se lo emplea para cortar materiales que presenten menor dureza que la del material de composición de la hoja del cuchillo, como se observa en la figura 54-3 a). En la figura 54-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con el cuchillo de forma correcta en donde se encontró una flexión de $25,16^\circ$ y una extensión de $30,88^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso correcto del chuchillo en flexoextensión.

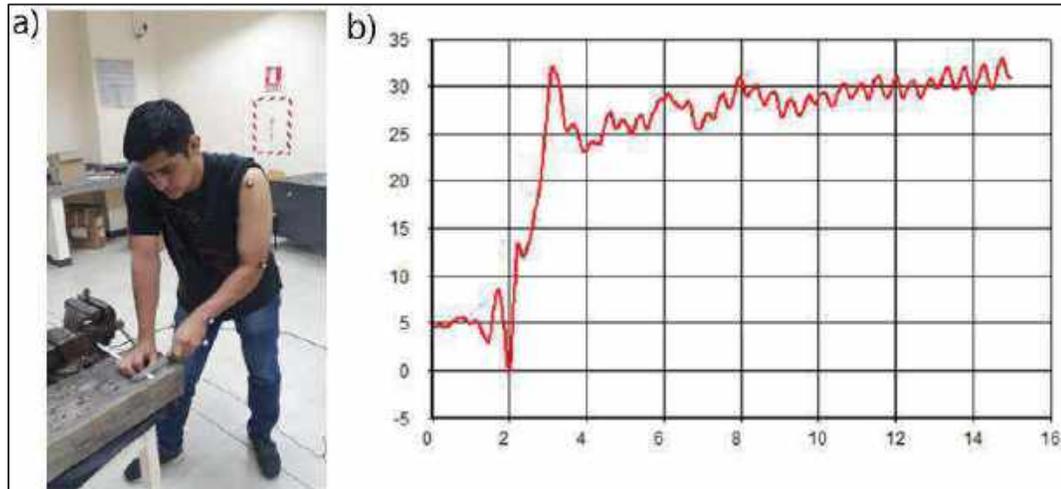


Figura 54-3. Análisis de la muñeca utilizando de forma correcta el cuchillo

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.2.13.4 Análisis de flexoextensión de la muñeca izquierda utilizando el cuchillo como destornillador

En este entorno experimental se simuló la manera incorrecta del uso del cuchillo, cuando se lo emplea como destornillador, como se observa en la figura 55-3 a). En la figura 55-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con la espátula como palanca en donde se encontró una flexión de $-13,83^\circ$ y una extensión de $11,74^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso incorrecto de cuchillo.

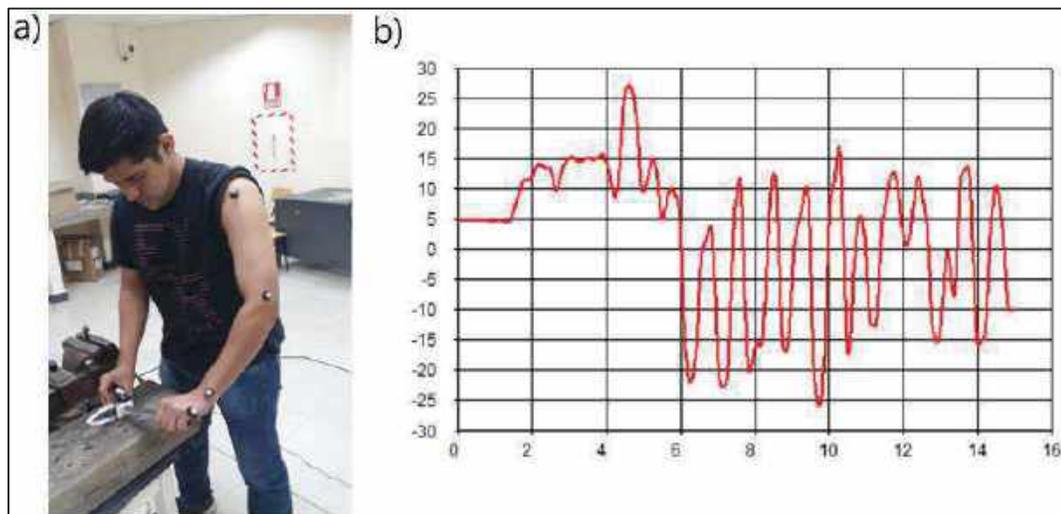


Figura 55-3. Análisis de la muñeca utilizando el cuchillo como destornillador

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.2.13.5 Análisis del uso del cuchillo de la muñeca izquierda

Tabla 46-3: Resumen análisis de la desviación radiocubital del uso del cuchillo con la muñeca

	Cubital	Radial
Uso correcto del cuchillo	15,77°	19,21°
Chuchillo usado como palanca	-31,6°	-12,52°

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Como se puede ver en la tabla 46-3 luego del análisis individual del manejo adecuado e inadecuado de la espátula se obtuvo que los límites ideales para el uso correcto de la espátula se encuentra entre mínimo 15,77° y máximo 19,21°, los demás rangos a nivel superior e inferior de estos valores implicaría daños en la muñeca, a corto plazo (Tendinitis, Túnel Carpiano) y largo plazo, permanente y degenerativo (Artrosis). Cabe mencionar que los resultados pueden variar de acuerdo a la persona en la que esté realizando el estudio.

Tabla 47-3: Resumen análisis del cuchillo en flexoextensión con la muñeca izquierda

	Flexión	Extensión
Uso correcto del cuchillo	25,16°	30,88°
Cuchillo como destornillador	-13,83°	11,74°

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Como se puede ver en la tabla 47-3 luego del análisis individual del manejo adecuado e inadecuado del cuchillo se obtuvo que los límites ideales, para el uso correcto del cuchillo se encuentra entre mínimo 25,16° y máximo 30,88°, los demás rangos a nivel superior e inferior de estos valores implicaría daños en la muñeca, a corto plazo (Tendinitis, Túnel Carpiano) y largo plazo, permanente y degenerativo (Artrosis). Cabe mencionar que los resultados pueden variar de acuerdo a la persona en la que esté realizando el estudio.

3.2.14 Análisis muñeca izquierda herramienta llaves fijas y móviles

3.2.14.1 Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca izquierda utilizando de forma correcta la llave fija

En este entorno experimental se simuló la manera correcta del uso de la llave fija, utilizando para ajustar o aflojar tuercas, como se observa en la figura 56-3 a). En la figura 56-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con la llave fija de forma correcta en donde se encontró un rango promedio mínimo de $-6,46^\circ$ y rango promedio máximo de $20,72^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso correcto de llave fija.

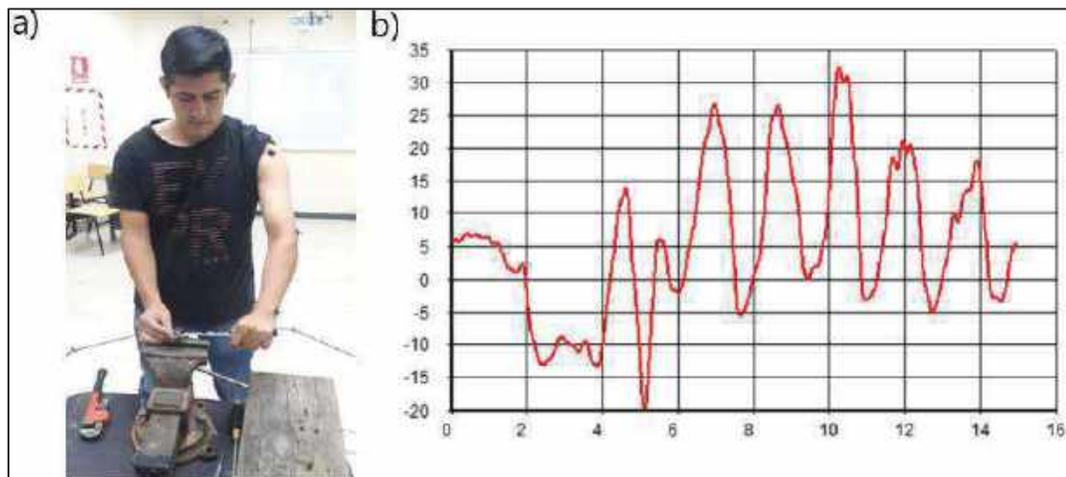


Figura 56-3. Análisis de la muñeca utilizando de forma correcta la llave fija

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.2.14.2 Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca izquierda utilizando la llave fija para dar golpes

En este entorno experimental se simuló la manera incorrecta del uso de la llave fija, al momento de golpear a otros objetos, como se observa en la figura 57-3 a). En la figura 57-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con la llave fija para dar golpes en donde se encontró un rango promedio mínimo de $4,1^\circ$ y rango promedio máximo de $7,31^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso inadecuado de llave fija.

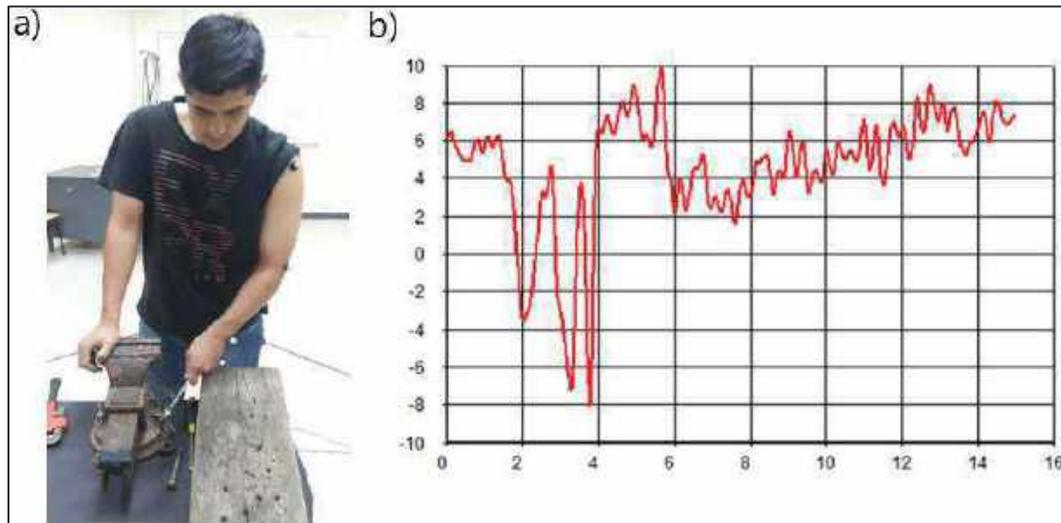


Figura 57-3. Análisis de la muñeca utilizando la llave fija para dar golpes

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.2.14.3 Análisis del uso de llaves fijas de la muñeca izquierda

Tabla 48-3: Resumen análisis de la desviación radiocubital al usar las llaves fijas con la muñeca

	Cubital	Radial
Uso correcto de llave fija	-6,46°	20,72°
Llave fija para dar golpes	4,1°	7,31°

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Como se puede ver en la tabla 48-3 luego del análisis individual del manejo adecuado e inadecuado de las llaves fijas se obtuvo que los límites ideales para el uso correcto de llaves fijas se encuentra entre mínimo -6,46° y máximo 20,72°, los demás rangos a nivel superior e inferior de estos valores implicaría daños en la muñeca, a corto plazo (Tendinitis, Túnel Carpiano) y largo plazo, permanente y degenerativo (Artrosis). En este caso como se puede ver en la tabla 48-3 el uso incorrecto de la llave fija está dentro del rango por lo que no provoca ninguna afección, sin embargo, la acción se debe realizar de la forma correcta. Cabe mencionar que los resultados pueden variar de acuerdo a la persona en la que esté realizando el estudio.

3.2.14.4 *Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca izquierda utilizando de forma correcta la llave móvil*

En este entorno experimental se simuló la manera correcta del uso de la llave móvil; se debe encajar perfectamente en la tuerca que se quiere ajustar o aflojar y realizar los giros hacia el cuerpo del operario, como se observa en la figura 58-3 a). En la figura 58-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con la llave fija de forma correcta en donde se encontró un rango promedio mínimo de $11,91^\circ$ y rango promedio máximo de $31,78^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso correcto de llave móvil.

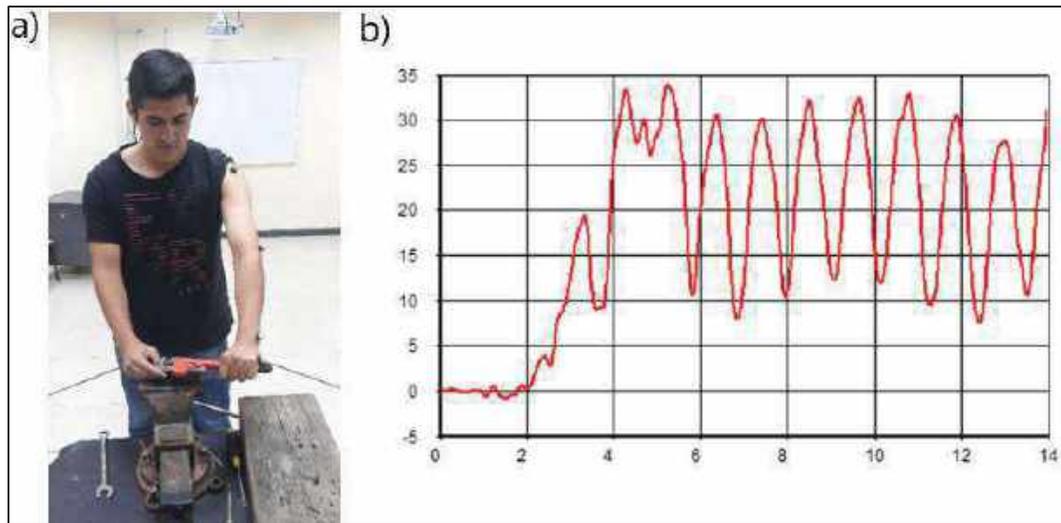


Figura 58-3. Análisis de la muñeca utilizando de forma correcta la llave móvil

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.2.14.5 *Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca izquierda utilizando la llave móvil de forma inadecuada*

En este entorno experimental se simuló la manera incorrecta del uso de la llave móvil, que se da cuando se encaja a la tuerca solamente con la punta de las mordazas de la llave y se realizan los giros en dirección opuesta a la posición del cuerpo del operario, como se observa en la figura 59-3 a). En la figura 59-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 3 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con la llave móvil de forma inadecuada en donde se encontró un rango promedio mínimo de $23,24^\circ$ y rango promedio máximo de $44,88^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso inadecuado de llave móvil.

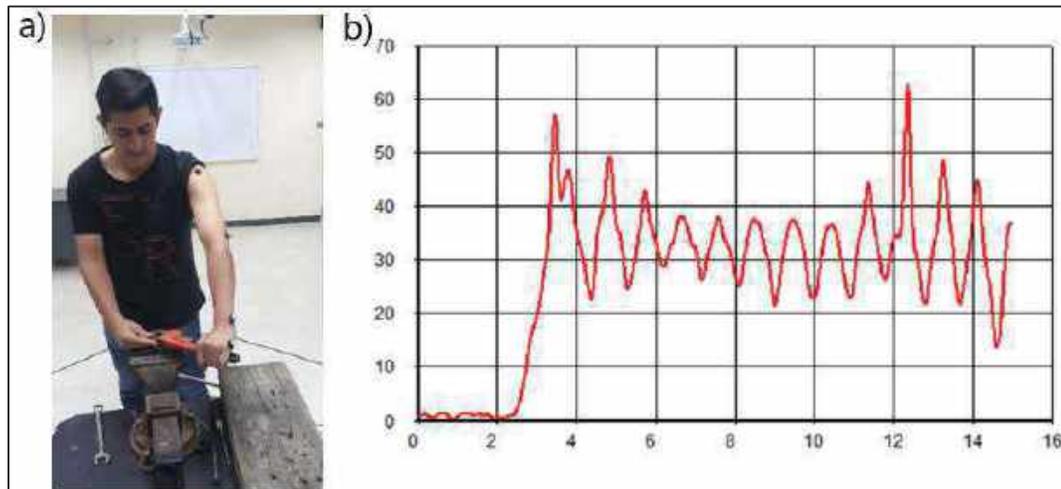


Figura 59-3. Análisis de la muñeca utilizando la llave móvil de forma inadecuada

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.2.15 Análisis del uso de la llave móvil de la muñeca izquierda

Tabla 49-3: Resumen análisis llave móvil desviación radiocubital con la muñeca izquierda

	Cubital	Radial
Uso correcto de llave móvil	11,91°	31,78°
Llave móvil uso incorrecto	23,24°	44,88°

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Como se puede ver en la tabla 49-3 luego del análisis individual del manejo adecuado e inadecuado de la llave móvil se obtuvo que los límites ideales para el uso correcto de llave móvil se encuentra entre mínimo 11,91° y máximo 31,78°, los demás rangos a nivel superior e inferior de estos valores implicaría daños en la muñeca, a corto plazo (Tendinitis, Túnel Carpiano) y largo plazo, permanente y degenerativo (Artrosis). Cabe mencionar que los resultados pueden variar de acuerdo a la persona en la que esté realizando el estudio.

3.2.16 Análisis muñeca izquierda herramienta alicate

3.2.16.1 Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca izquierda utilizando de forma correcta el alicate

En este entorno experimental se simuló la manera correcta del uso del alicate, herramienta que fue diseñada para sujetar, como se observa en la figura 60-3 a). En la figura 60-3 b), el

posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con el alicate de forma correcta en donde se encontró un rango promedio mínimo de $-22,94^\circ$ y rango promedio máximo de $8,65^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso correcto de alicate.

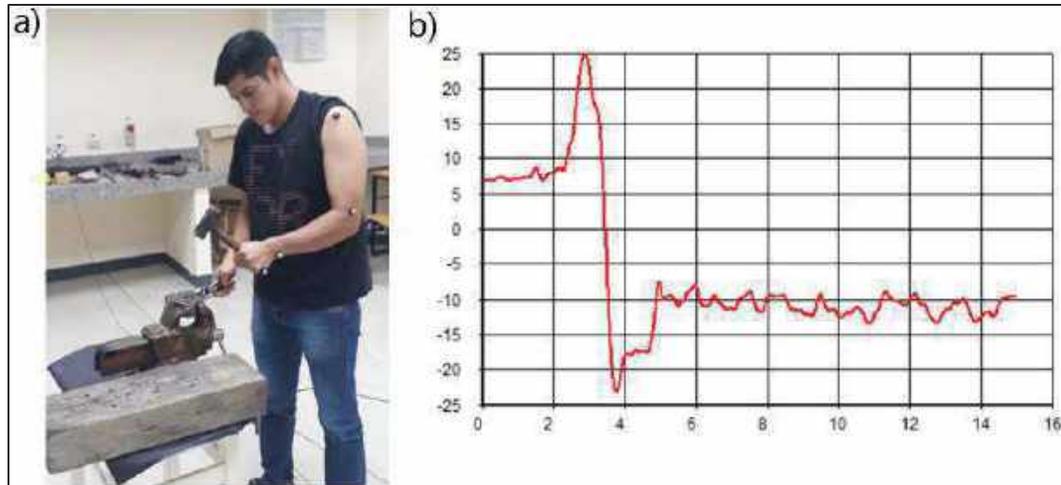


Figura 60-3. Análisis de la muñeca utilizando de forma correcta el alicate

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.2.16.2 Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca izquierda utilizando el alicate como llave

En este entorno experimental se simuló la manera incorrecta del uso del alicate, empleándolo en lugar de llaves para aflojar o ajustar una tuerca, como se observa en la figura 61-3 a). En la figura 61-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con el alicate como llave en donde se encontró un rango promedio mínimo de $-11,52^\circ$ y rango promedio máximo de $36,45^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso inadecuado del alicate.

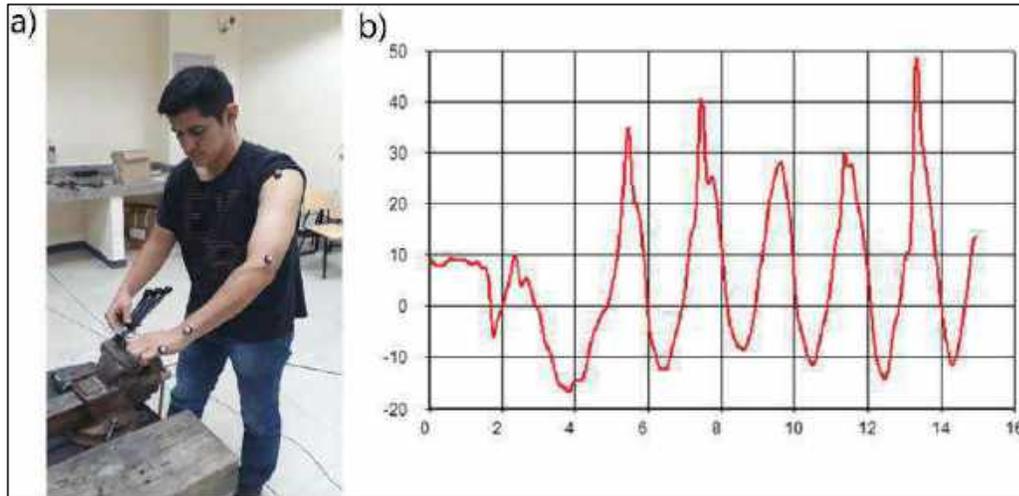


Figura 61-3. Análisis de la muñeca utilizando el alicate como llave

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.2.16.3 Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca izquierda utilizando el alicate para dar golpes

En este entorno experimental se simuló la manera incorrecta del uso del alicate, empleándolo para golpear otros objetos, como se observa en la figura 62-3 a). En la figura 62-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 3 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con el alicate para dar golpe en donde se encontró un rango promedio mínimo de $-14,48^\circ$ y rango promedio máximo de $20,55^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso inadecuado del alicate.

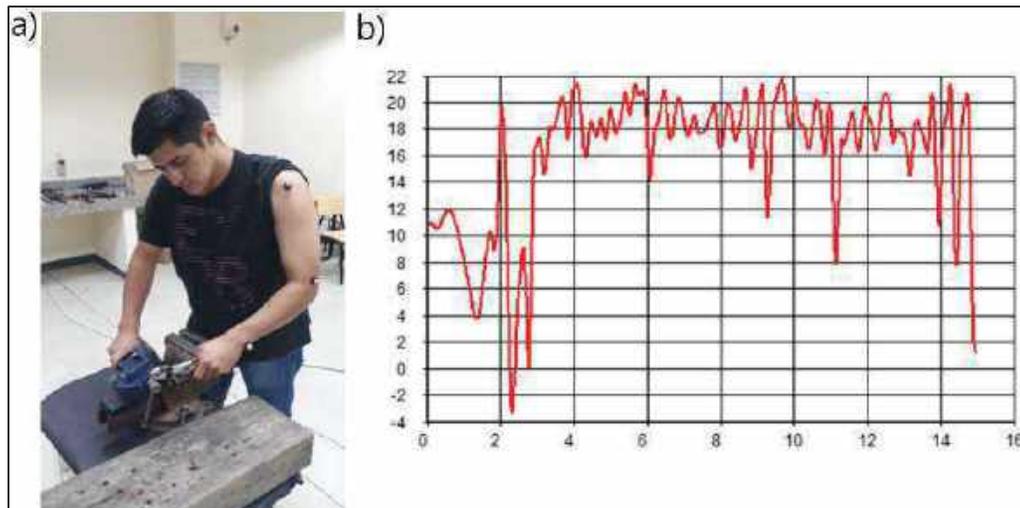


Figura 62-3. Análisis de la muñeca utilizando el alicate para dar golpes

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.2.16.4 *Análisis del uso del alicate de la muñeca izquierda*

Tabla 50-3: Resumen análisis de la desviación radiocubital al usar el alicate con la muñeca

	Cubital	Radial
Uso correcto del alicate	-22,94°	8,65°
Alicate como llave	-11,52°	36,45°
Alicate para dar golpe	-14,48°	20,55°

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Como se puede ver en la tabla 50-3 luego del análisis individual del manejo adecuado e inadecuado del alicate se obtuvo que los límites ideales para el uso correcto del alicate se encuentra entre mínimo -22,94° y máximo 8,65°, los demás rangos a nivel superior e inferior de estos valores implicaría daños en la muñeca, a corto plazo (Tendinitis, Túnel Carpiano) y largo plazo, permanente y degenerativo (Artrosis). Cabe mencionar que los resultados pueden variar de acuerdo a la persona en la que esté realizando el estudio.

3.2.17 *Análisis muñeca izquierda herramienta destornillador*

3.2.17.1 *Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca izquierda utilizando de forma correcta el destornillador*

En este entorno experimental se simuló la manera correcta del uso del destornillador, empleándolo para ajustar o aflojar tornillos, como se observa en la figura 63-3 a). En la figura 63-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con el destornillador de forma correcta en donde se encontró un rango promedio mínimo de -13,92° y rango promedio máximo de 16,20°, estos rangos serán referenciales del uso correcto del destornillador.

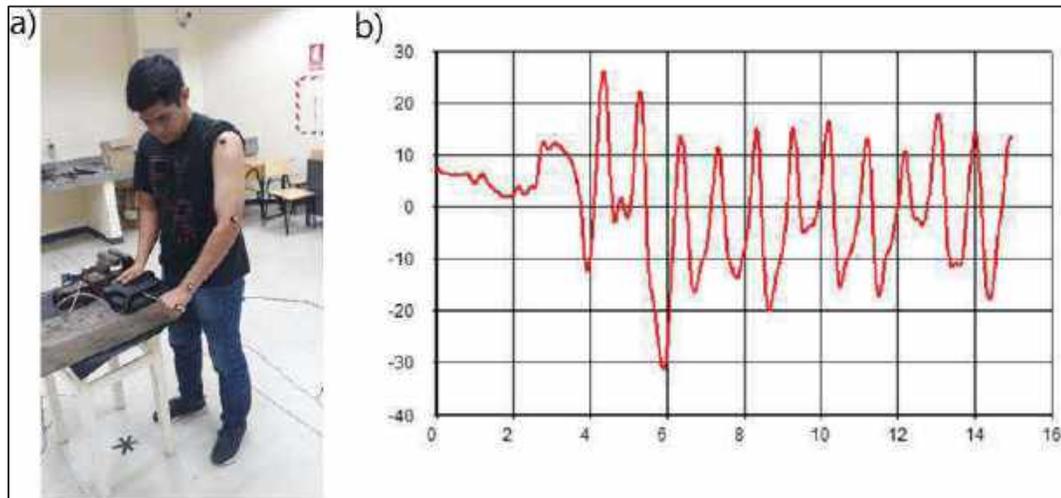


Figura 63-3. Análisis de la muñeca utilizando de forma correcta el destornillador

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.2.17.2 Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca izquierda utilizando el destornillador para dar golpes

En este entorno experimental se simuló la manera correcta del uso del destornillador, empleándolo para realizar golpes, como se observa en la figura 64-3 a). En la figura 64-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con el destornillador para dar golpes en donde se encontró un rango promedio mínimo de $-8,67^\circ$ y rango promedio máximo de $6,83^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso inadecuado del alicate.

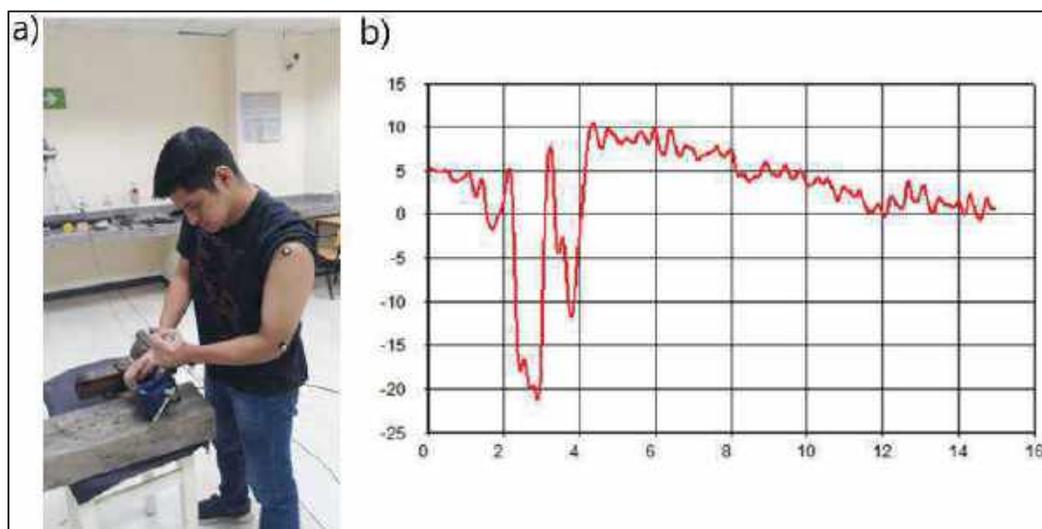


Figura 64-3. Análisis de la muñeca utilizando el destornillador para dar golpes

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.2.17.3 Análisis de la desviación radiocubital de la muñeca izquierda utilizando el destornillador como palanca

En este entorno experimental se simuló la manera correcta del uso del destornillador, empleándolo como palanca, como se observa en la figura 65-3 a). En la figura 65-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con el destornillador como palanca en donde se encontró un rango promedio mínimo de $-15,08^\circ$ y rango promedio máximo de $10,99^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso inadecuado del destornillador.

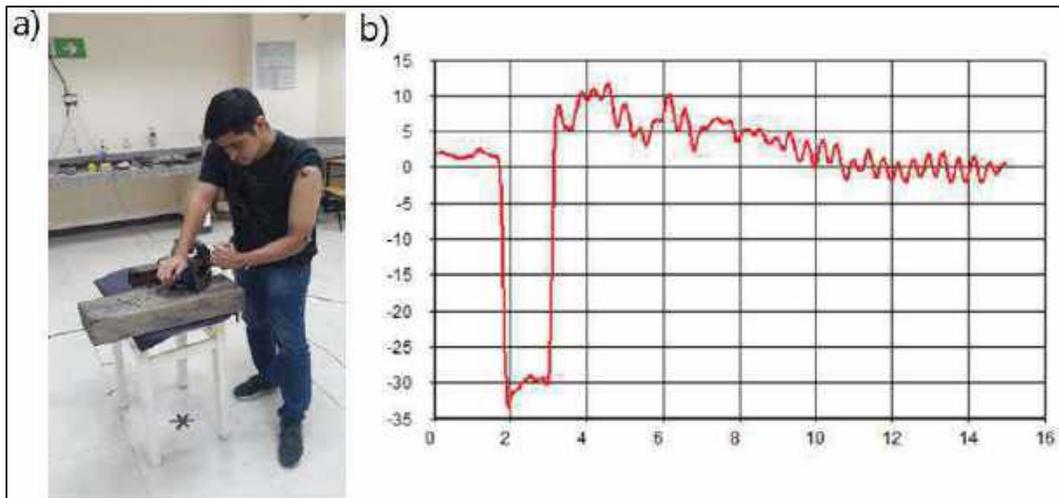


Figura 65-3. Análisis de la muñeca utilizando el destornillador como palanca

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.2.17.4 Análisis del uso del destornillador de la muñeca izquierda

Tabla 51-3: Resumen análisis de la desviación radiocubital del uso del destornillador con la muñeca izquierda

	Cubital	Radial
Uso correcto del destornillador	$-13,92^\circ$	$16,20^\circ$
Destornillador para golpe	$8,67^\circ$	$6,83^\circ$
Destornillador como palanca	$-15,08^\circ$	$10,99^\circ$

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Como se puede ver en la tabla 51-3 luego del análisis individual del manejo adecuado e inadecuado del destornillador se obtuvo que los límites ideales para el uso correcto del

destornillador se encuentra entre mínimo 15,3° y máximo 17,5°, los demás rangos a nivel superior e inferior de estos valores implicaría daños en la muñeca, a corto plazo (Tendinitis, Túnel Carpiano) y largo plazo, permanente y degenerativo (Artrosis). En este caso como se puede ver en la tabla 51-3 el uso incorrecto del destornillador para dar golpes está dentro del rango por lo que no provocara ninguna afección, sin embargo, la acción se debe realizar de la forma correcta. Cabe mencionar que los resultados pueden variar de acuerdo a la persona en la que esté realizando el estudio.

3.2.18 *Análisis de la muñeca izquierda y derecha al utilizar las herramientas cincel, punzón y tijera*

El análisis de estas herramientas (cincel, punzón y tijera) no provocarían ninguna afección, ya que, estas permanecen estáticas y no generan ningún movimiento en la muñeca.

3.3 Análisis de riesgos ergonómicos del codo

Se analizó los riesgos ergonómicos con respecto al codo con las herramientas manuales. En este caso se consideraron las siguientes herramientas: martillo, sierra, destornillador, espátula, alicate, cuchillo, llaves y lima, mientras que el cincel, punzón y tijeras no se las incluyo ya que no generan movimiento en el codo.

3.3.1 *Análisis codo derecho herramienta martillo*

3.3.1.1 *Análisis de flexoextensión del codo derecho utilizando de forma correcta el martillo*

En este entorno experimental se simuló la manera correcta del uso del martillo, el cual se debe realizar sujetándolo del extremo del mango como se observa en la figura 66-3 a). En la figura 66-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con el martillo de forma correcta en donde se encontró un rango de flexión máxima de 128,96° y una extensión máxima de 77,02°, estos rangos serán referenciales del uso correcto del martillo.

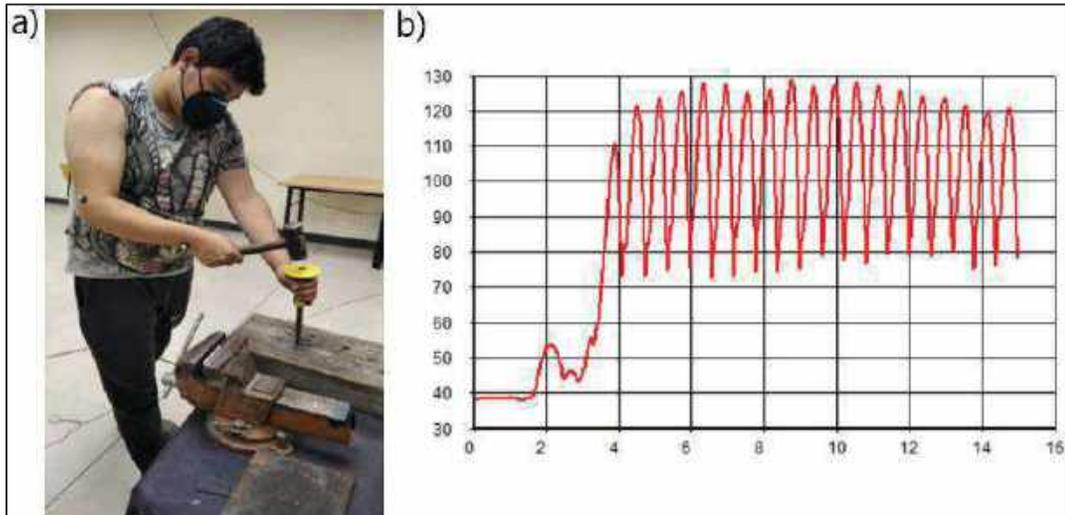


Figura 66-3. Entorno de utilización correcta del martillo, análisis del codo derecho

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.3.1.2 Análisis de flexoextensión del codo derecho utilizando el martillo en posición lateral

En este entorno experimental se simuló la manera incorrecta del uso del martillo, en donde se realizaron golpes con la parte lateral de la cabeza como se observa en la Figura 67-3 a). En la figura 67-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 5 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con el martillo en posición lateral en donde se encontró un rango de flexión máxima de 133,43 y una extensión máxima de 72,38°, estos rangos serán referenciales del uso inadecuado del martillo en posición lateral.

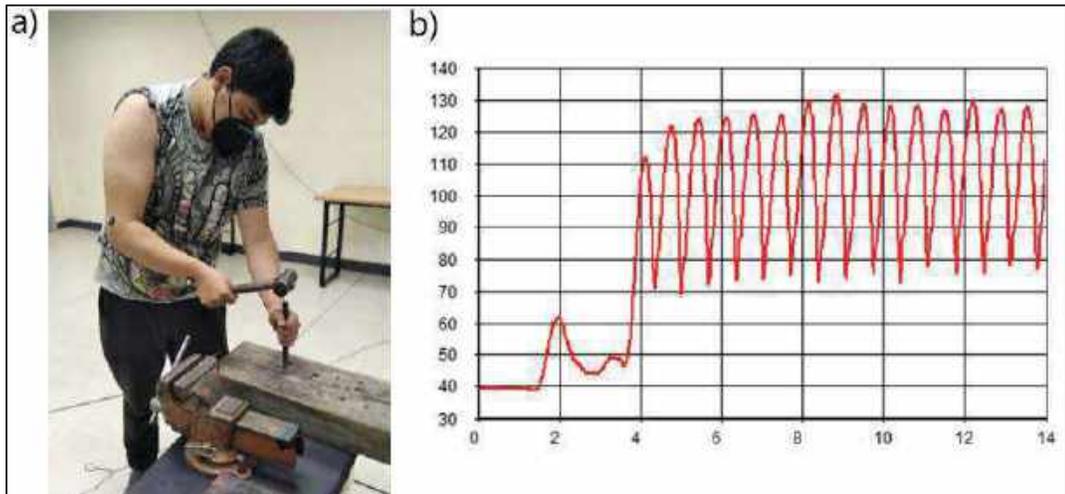


Figura 67-3. Análisis del codo derecho al golpear con la parte lateral de la cabeza del martillo

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.3.1.3 Análisis de flexoextensión del codo derecho utilizando el martillo sujetándolo cerca de la cabeza

En este entorno experimental se simuló la manera incorrecta del uso del martillo, sujetándolo cerca de la cabeza como se observa en la figura 68-3 a). En la Figura 68-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 3 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con el martillo sujeto cerca de la cabeza en donde se encontró un rango de flexión máxima de $139,71^\circ$ y una extensión máxima de $78,11^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso inadecuado del martillo sujeto cerca de la cabeza.

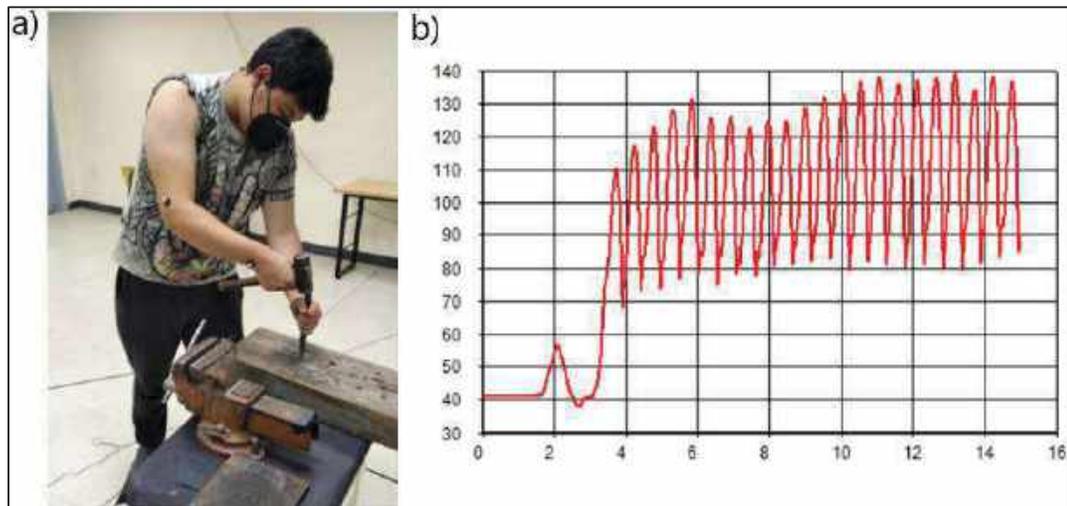


Figura 68-3. Análisis del codo derecho sujetando el mango del martillo cerca de la cabeza

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.3.1.4 Análisis de flexoextensión del codo derecho utilizando el martillo para impactar a otro martillo

En este entorno experimental se simuló la manera incorrecta del uso del martillo, al golpear un martillo con otro como se observa en la figura 69-3 a). En la figura 69-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con el martillo impactándolo con otro martillo en donde se encontró un rango de flexión máxima de $126,59^\circ$ y una extensión máxima de $59,69^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso inadecuado del martillo impactándolo con otro martillo.

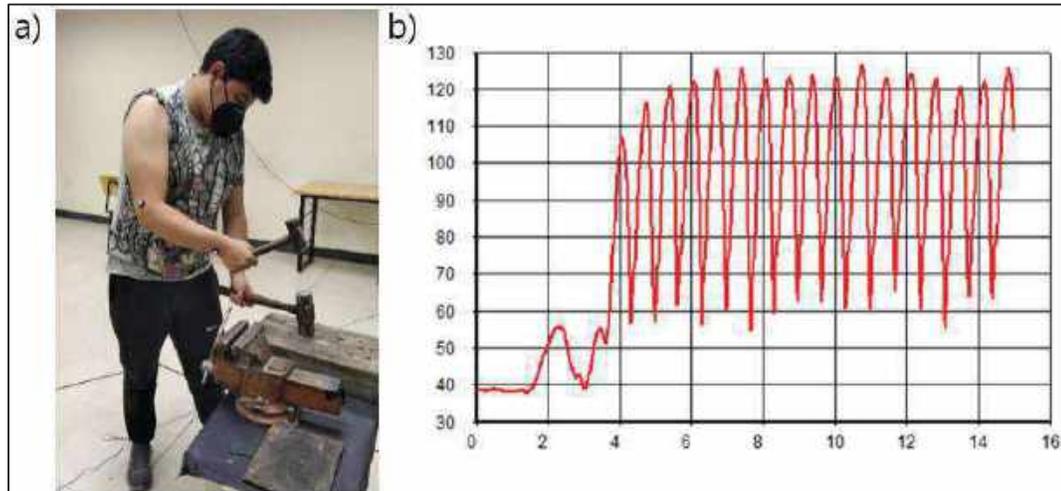


Figura 69-3. Análisis del codo derecho al golpear un martillo con otro martillo

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.3.1.5 Análisis del uso del martillo del codo derecho

Tabla 52-3: Resumen análisis de flexoextensión del codo derecho al utilizar el martillo

	Flexión	Extensión
Uso correcto martillo	128,96°	77,02°
Martillo posición lateral	133,43°	72,38°
Martillo sujeto cerca de la cabeza	139,71°	78,11°
Martillo impacto con otro martillo	126,59°	59,69°

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Como se puede ver en la tabla 52-3 luego del análisis individual del manejo adecuado e inadecuado del martillo se obtuvo que los límites ideales para el uso correcto de esta herramienta se encuentra entre una flexión de 128,96° y extensión de 77,02°, los demás rangos a nivel superior e inferior de estos valores implicaría daños en el codo, a corto plazo (Tendinitis, Epicondilitis) y largo plazo, permanente y degenerativo (Artrosis). Cabe mencionar que los resultados pueden variar de acuerdo a la persona en la que esté realizando el estudio.

3.3.2 Análisis del codo derecho herramienta sierra

3.3.2.1 Análisis de flexoextensión del codo derecho utilizando de forma correcta la sierra

En este entorno experimental se simuló la manera correcta del uso de la sierra, el cual se debe realizar con los dos brazos, como se observa en la figura 70-3 a). En la Figura 70-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 6 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con la sierra de forma correcta en donde se encontró un rango de flexión máxima de $122,46^\circ$ y una extensión máxima de $82,34^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso correcto de la sierra.

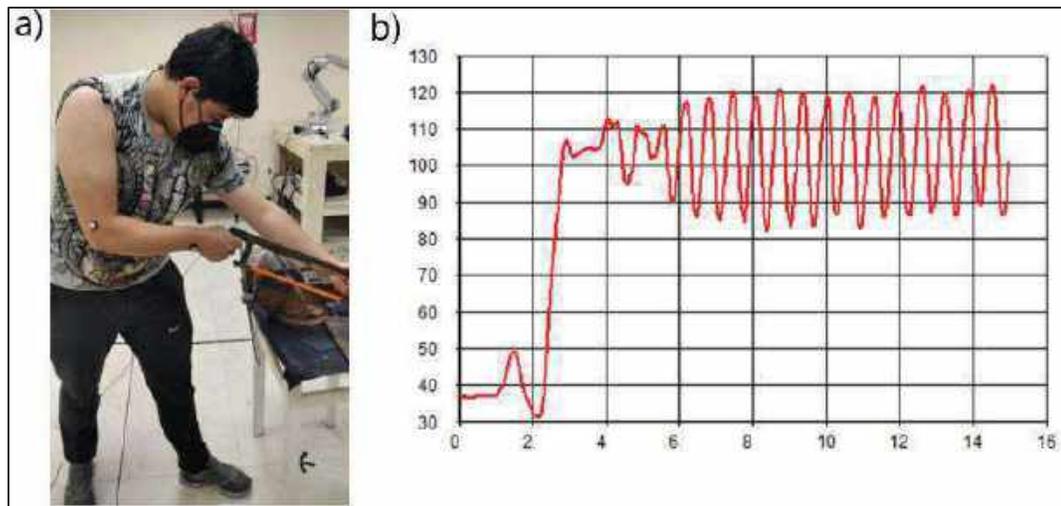


Figura 70-3. Entorno de utilización correcta de la sierra, análisis del codo derecho

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.3.2.2 Análisis de flexoextensión del codo derecho utilizando la sierra de forma incorrecta con un brazo.

En este entorno experimental se simuló la manera incorrecta del uso de la sierra, cuando se realiza la acción con un solo brazo, como se observa en la figura 71-3 a). En la Figura 71-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con la sierra a una mano en donde se encontró un rango de flexión máxima de $113,58^\circ$ y una extensión máxima de $54,73^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso inadecuado de la sierra.

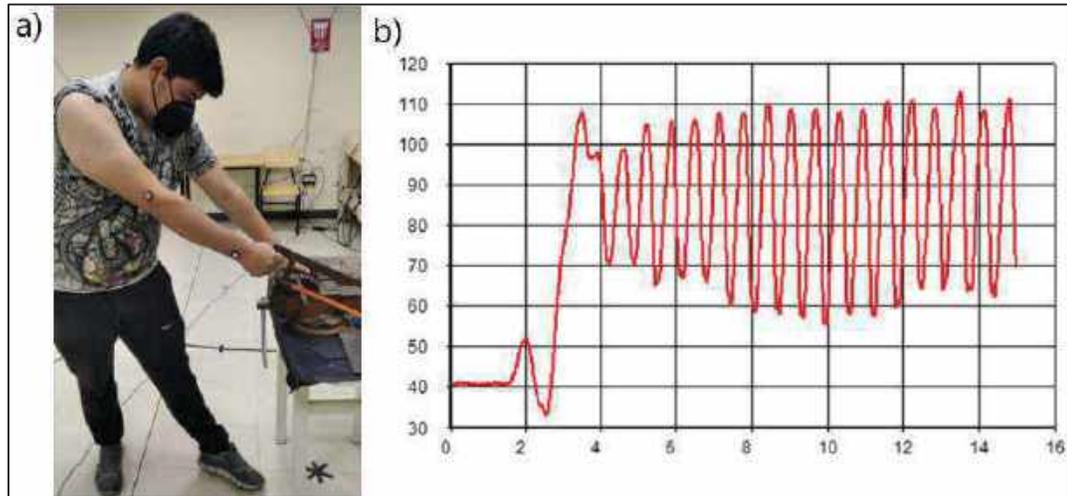


Figura 71-3. Entorno de utilización incorrecta de la sierra, análisis del codo derecho

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.3.2.3 Análisis del uso de la sierra del codo derecho

Tabla 53-3: Resumen análisis de la sierra flexoextensión del codo derecho

	Flexión	Extensión
Uso correcto sierra	122,46°	82,34°
Uso incorrecto de la sierra	113,58°	54,73°

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Como se puede ver en la tabla 53-3 luego del análisis individual del manejo adecuado e inadecuado de la sierra se obtuvo que los límites ideales para el uso correcto de la sierra se encuentra entre flexión 122,46° y extensión 82,34°, los demás rangos a nivel superior e inferior de estos valores implicaría daños en el codo, a corto plazo (Tendinitis, Epicondilitis) y largo plazo, permanente y degenerativo (Artrosis). En este caso como se puede ver en la tabla 53-3, el uso incorrecto de la sierra al realizar la acción con un brazo, se encuentra dentro del rango por lo que no provocaría ninguna afección, sin embargo, la acción se debe realizar de la forma correcta. Cabe mencionar que los resultados pueden variar de acuerdo a la persona en la que esté realizando el estudio.

3.3.3 Análisis codo herramienta espátula codo derecho

3.3.3.1 Análisis de flexoextensión del codo derecho utilizando de forma correcta la espátula

En este entorno experimental se simuló la manera correcta del uso de la espátula, esta herramienta se debe utilizar para rasquetear superficies que contengan algún tipo de escoria, como se observa en la figura 72-3 a). En la figura 72-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con la espátula de forma correcta en donde se encontró un rango de flexión máxima de $100,09^\circ$ y una extensión máxima de $74,42^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso correcto de la espátula.

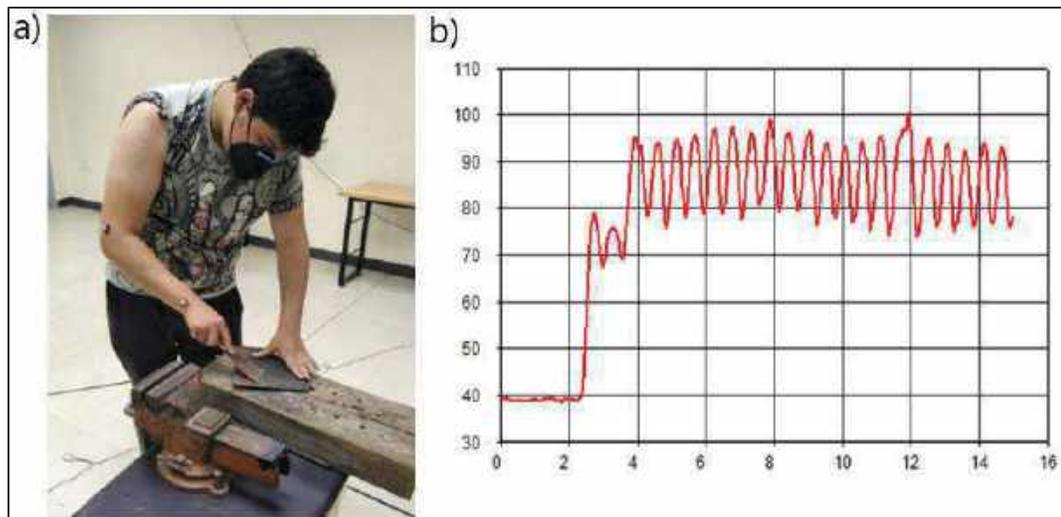


Figura 72-3. Entorno de utilización correcta de la espátula, análisis del codo derecho

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.3.3.2 Análisis de flexoextensión del codo derecho utilizando la espátula para golpear otros objetos.

En este entorno experimental se simuló la manera incorrecta del uso de la espátula, al golpear otros objetos, como se observa en la figura 73-3 a). En la figura 73-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 3 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con la espátula dando golpes en donde se encontró un rango de flexión máxima de $134,19^\circ$ y una extensión máxima de $103,96^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso inadecuado de la espátula dando golpes.

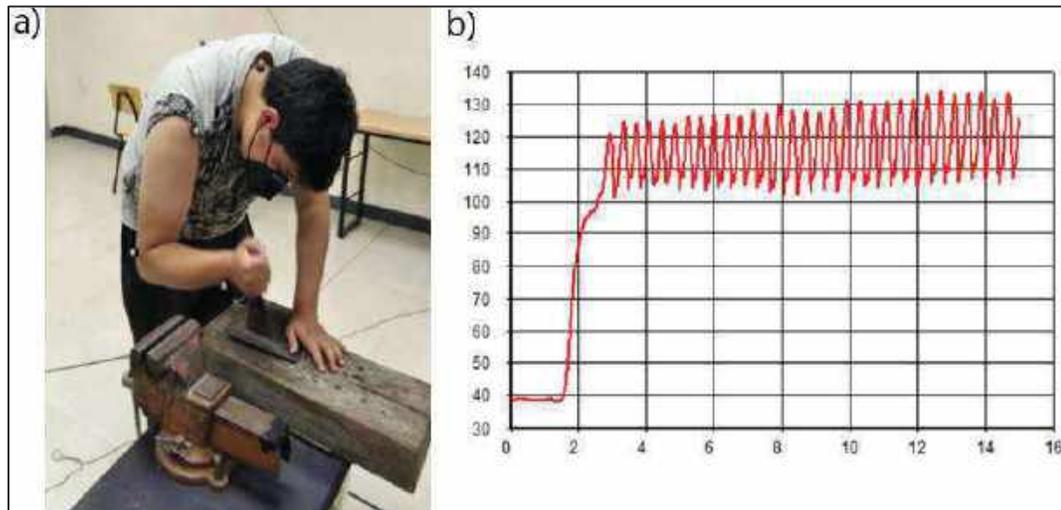


Figura 73-3. Entorno de utilización incorrecta de la espátula, análisis del codo derecho

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.3.3.3 *Análisis de flexoextensión del codo derecho utilizando la espátula como palanca*

En este entorno experimental se simuló la manera incorrecta del uso de la espátula, cuando se la emplea como palanca, como se observa en la figura 74-3 a). En la figura 74-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con la espátula como palanca en donde se encontró un rango de flexión máxima de $95,73^\circ$ y una extensión máxima de $84,72^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso incorrecto de la espátula en flexoextensión.

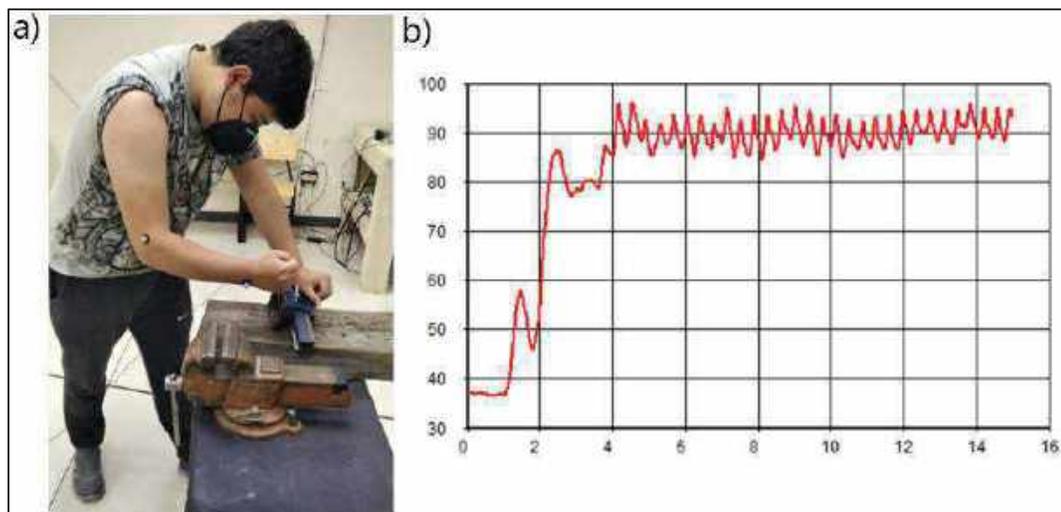


Figura 74-3. Entorno de utilización incorrecta de la espátula, análisis del codo derecho

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.3.3.4 *Análisis del uso de la espátula codo derecho*

Tabla 54-3: Resumen análisis de flexoextensión del codo derecho al usar la espátula

	Flexión	Extensión
Uso correcto de espátula	100,09°	74,42°
Espátula para golpes	134,19°	103,96°
Espátula como palanca	95,73°	84,72°

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Como se puede ver en la tabla 54-3 luego del análisis individual del manejo adecuado e inadecuado de la espátula se obtuvo que los límites ideales para el uso correcto de la espátula se encuentra entre flexión 100,09° y extensión 74,42°, los demás rangos a nivel superior e inferior de estos valores implicaría daños en el codo, a corto plazo (Tendinitis, Epicondilitis) y largo plazo, permanente y degenerativo (Artrosis). Cabe mencionar que los resultados pueden variar de acuerdo a la persona en la que esté realizando el estudio.

3.3.4 *Análisis codo derecho herramienta lima*

3.3.4.1 *Análisis de flexoextensión del codo derecho utilizando de forma correcta la lima*

En este entorno experimental se simuló la manera correcta del uso de la lima, herramienta que se debe usar para desbastar superficies utilizando los dos brazos, como se observa en la figura 75-3 a). En la figura 75-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con la lima de forma correcta en donde se encontró un rango de flexión máxima de 110,99° y una extensión máxima de 76,77°, estos rangos serán referenciales del uso correcto de la lima.

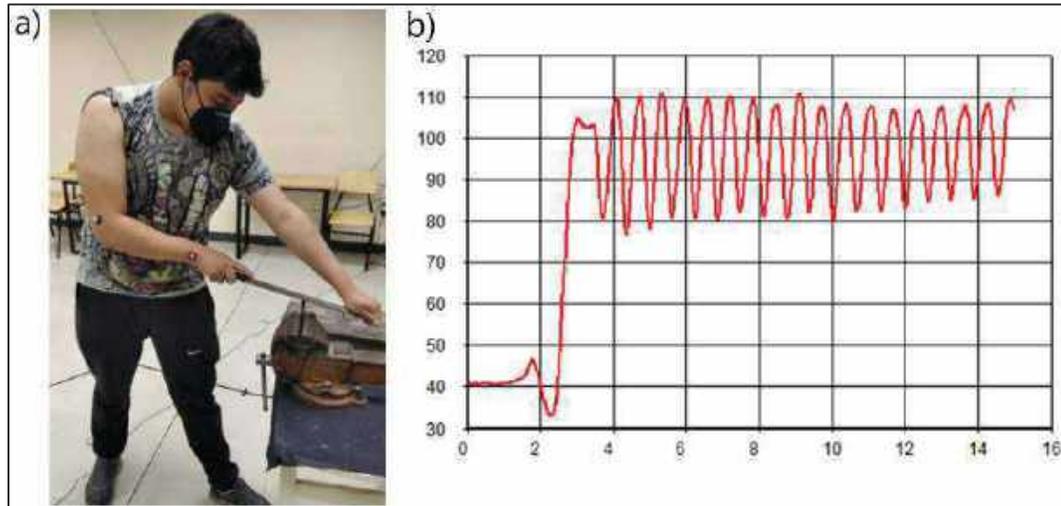


Figura 75-3. Entorno de utilización correcta de la lima, análisis del codo derecho

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.3.4.2 Análisis de flexoextensión del codo derecho utilizando la lima como palanca

En este entorno experimental se simuló la manera incorrecta del uso de la lima, cuando se la emplea como palanca, como se observa en la figura 76-3 a). En la figura 76-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 5 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con la lima usándola como palanca en donde se encontró un rango de flexión máxima de $123,35^\circ$ y una extensión máxima de $76,81^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso inadecuado de la lima.

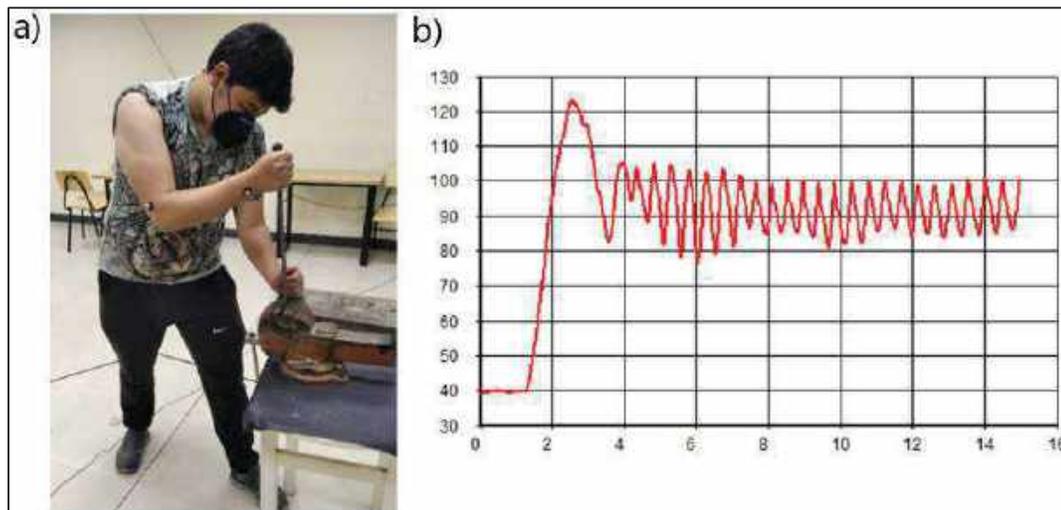


Figura 76-3. Entorno de utilización incorrecta de la lima, análisis del codo derecho

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.3.4.3 *Análisis del uso de la lima del codo derecho*

Tabla 55-3: Resumen análisis de flexoextensión del codo derecho al usar la lima

	Flexión	Extensión
Uso correcto lima	110,09°	76,77°
Lima usada como palanca	123,35°	76,81°

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Como se puede ver en la tabla 55-3 luego del análisis individual del manejo adecuado e inadecuado de la lima se obtuvo que los límites ideales para el uso correcto de la lima se encuentran entre flexión 110,09° y extensión 76,77°, los demás rangos a nivel superior e inferior de estos valores implicaría daños en el codo, a corto plazo (Tendinitis, Epicondilitis) y largo plazo, permanente y degenerativo (Artrosis). Cabe mencionar que los resultados pueden variar de acuerdo a la persona en la que esté realizando el estudio.

3.3.5 *Análisis codo derecho herramienta cuchillo*

3.3.5.1 *Análisis de flexoextensión del codo derecho utilizando de forma correcta el cuchillo*

En este entorno experimental se simuló la manera correcta del uso del cuchillo, cuando se lo emplea para cortar materiales que presenten menor dureza que la del material de composición de la hoja del cuchillo, como se observa en la figura 77-3 a). En la figura 77-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con el cuchillo de forma correcta en donde se encontró un rango de flexión máxima de 84,48° y una extensión máxima de 61,43°, estos rangos serán referenciales del uso correcto de cuchillo.

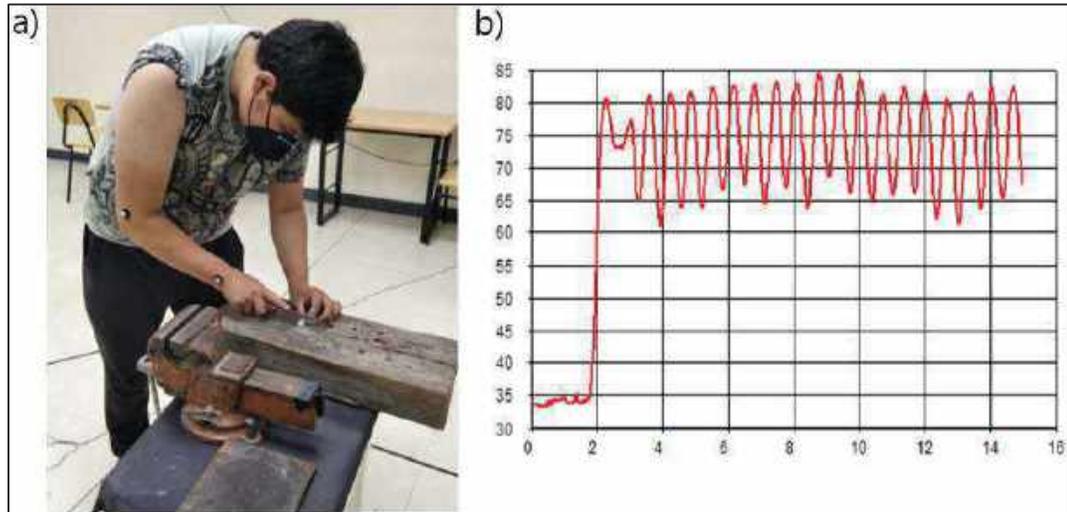


Figura 77-3. Entorno de utilización correcta del cuchillo, análisis del codo derecho

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.3.5.2 *Análisis de flexoextensión del codo derecho utilizando el cuchillo como palanca*

En este entorno experimental se simuló la manera incorrecta del uso del cuchillo, cuando se lo emplea como palanca, como se observa en la figura 78-3 a). En la figura 78-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 5 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con el cuchillo como palanca en donde se encontró un rango de flexión máxima de $89,87^\circ$ y una extensión máxima de $66,87^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso inadecuado del cuchillo.

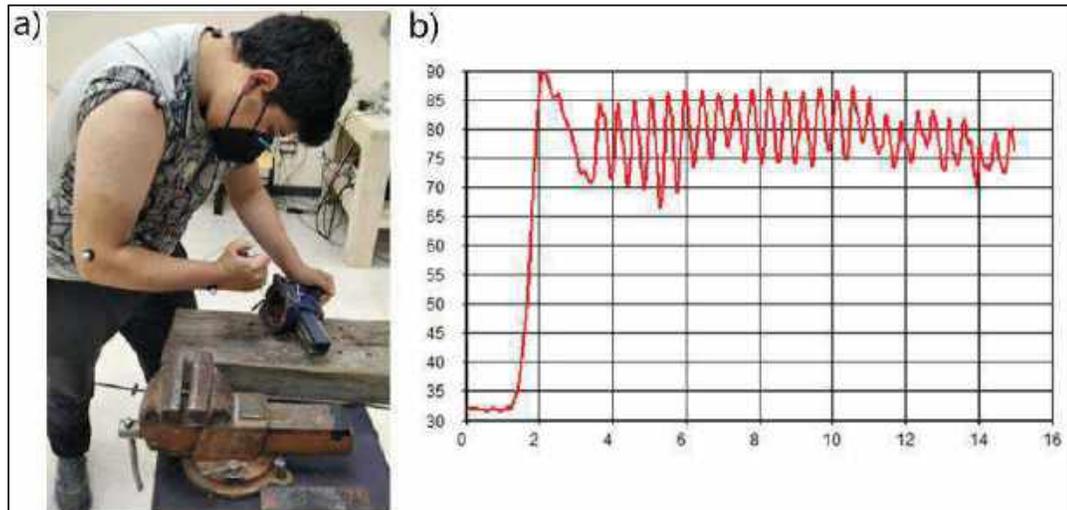


Figura 78-3. Entorno de utilización incorrecta del cuchillo, análisis del codo derecho

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.3.5.3 Análisis de flexoextensión del codo derecho utilizando el cuchillo como destornillador

En este entorno experimental se simuló la manera incorrecta del uso del cuchillo, cuando se lo emplea como destornillador, como se observa en la figura 79-3 a). En la figura 79-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con la espátula como palanca en donde se encontró un rango de flexión máxima de 83,23° y una extensión máxima de 50,52°, estos rangos serán referenciales del uso incorrecto de cuchillo.

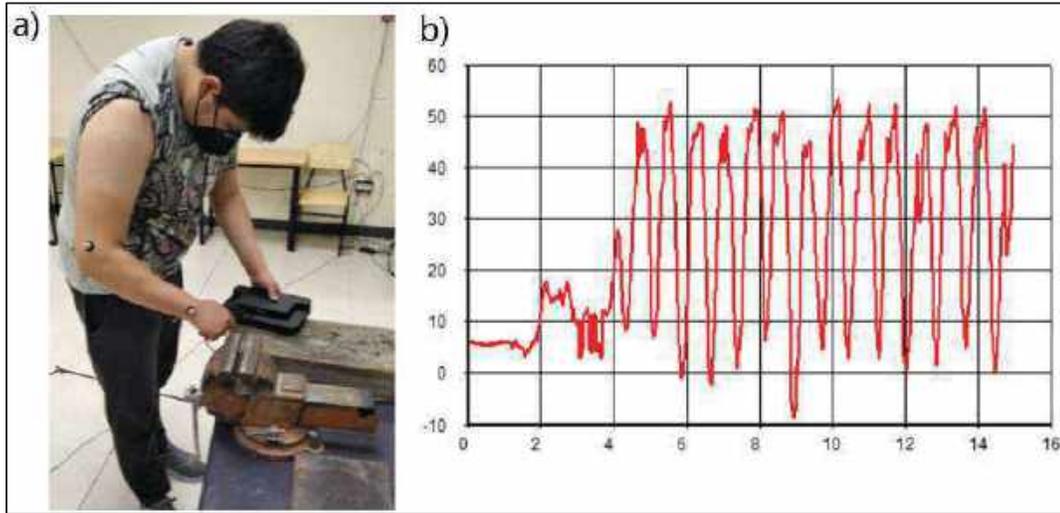


Figura 79-3. Entorno de utilización incorrecta del cuchillo, análisis del codo derecho

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.3.5.4 Análisis del uso del cuchillo del codo derecho

Tabla 56-3: Resumen análisis de flexoextensión del codo derecho al usar el cuchillo

	Flexión	Extensión
Uso correcto del cuchillo	84,48°	61,43°
Chuchillo usado como palanca	89,87°	66,87°
Cuchillo como destornillador	83,23°	50,52°

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Como se puede ver en la tabla 56-3 luego del análisis individual del manejo adecuado e inadecuado del cuchillo se obtuvo que los límites ideales para el uso correcto del cuchillo se encuentra entre flexión 89,48° y extensión 61,43°, los demás rangos a nivel superior e inferior de estos valores implicaría daños en el codo, a corto plazo (Tendinitis, Epicondilitis) y largo plazo, permanente y degenerativo (Artrosis). En este caso como se puede ver en la tabla 56-3, el uso incorrecto del cuchillo al usarlo como destornillador, se encuentra dentro del rango por lo que no

provocaría ninguna afección, sin embargo, la acción se debe realizar de la forma correcta. Cabe mencionar que los resultados pueden variar de acuerdo a la persona en la que esté realizando el estudio.

3.3.6 *Análisis codo derecho herramienta llaves fijas y móviles*

3.3.6.1 *Análisis de flexoextensión del codo derecho utilizando de forma correcta la llave fija*

En este entorno experimental se simuló la manera correcta del uso de la llave fija, utilizando para ajustar o aflojar tuercas, como se observa en la figura 80-3 a). En la figura 80-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 6 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con la llave fija de forma correcta en donde se encontró un rango de flexión máxima de $62,00^\circ$ y una extensión máxima de $46,20^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso correcto de llave fija.

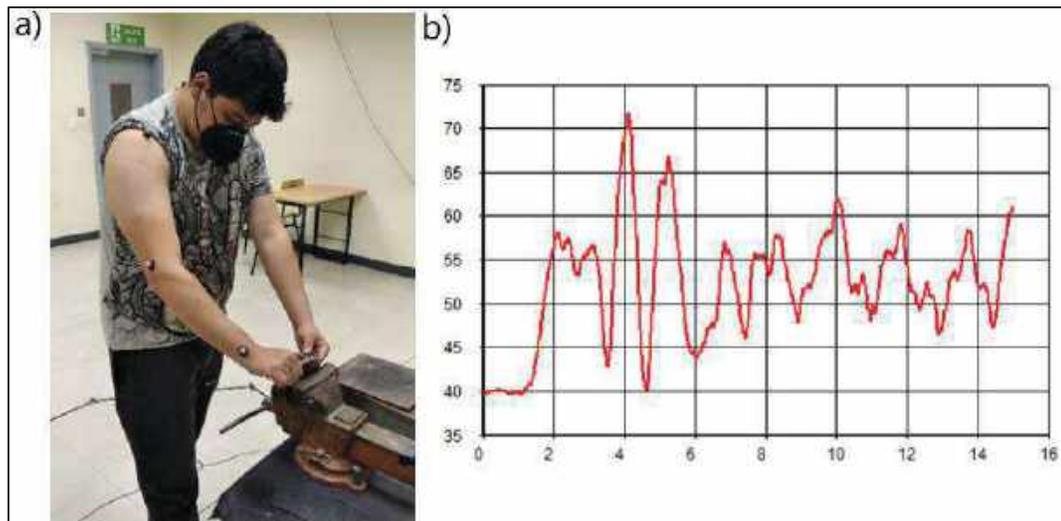


Figura 80-3. Entorno de utilización correcta de la llave fija, análisis del codo derecho

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.3.6.2 Análisis de flexoextensión del codo derecho utilizando la llave fija para dar golpes

En este entorno experimental se simuló la manera incorrecta del uso de la llave fija, al momento de golpear a otros objetos, como se observa en la figura 81-3 a). En la figura 81-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con la llave fija para dar golpes en donde se encontró un rango de flexión máxima de 113,95° y una extensión máxima de 66,47°, estos rangos serán referenciales del uso inadecuado de la llave fija.

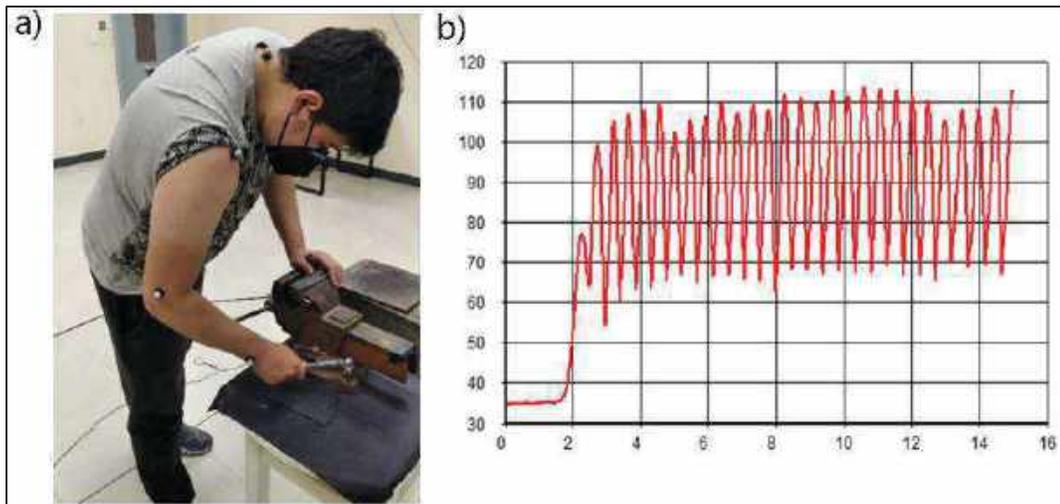


Figura 81-3. Entorno de utilización incorrecta de la llave fija, análisis del codo derecho

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.3.6.3 Análisis del uso de llaves fijas del codo derecho

Tabla 57-3: Resumen análisis de flexoextensión del codo derecho al usar las llaves fijas

	Flexión	Extensión
Uso correcto de llave fija	62,00°	46,20°
Llave fija para dar golpes	66,47°	17,5°

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Como se puede ver en la tabla 57-3 luego del análisis individual del manejo adecuado e inadecuado de las llaves fijas se obtuvo que los límites ideales para el uso correcto de llaves fijas se encuentra entre flexión 62,00° y extensión 46,20°, los demás rangos a nivel superior e inferior de estos valores implicaría daños en el codo, a corto plazo (Tendinitis, Epicondilitis) y largo plazo, permanente y degenerativo (Artrosis). Cabe mencionar que los resultados pueden variar de acuerdo a la persona en la que esté realizando el estudio.

3.3.6.4 Análisis de flexoextensión del codo derecho utilizando de forma correcta la llave móvil

En este entorno experimental se simuló la manera correcta del uso de la llave móvil; se debe encajar perfectamente en la tuerca que se quiere ajustar o aflojar y realizar los giros hacia el cuerpo del operario, como se observa en la figura 82-3 a). En la figura 82-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con la llave fija de forma correcta en donde se encontró un rango de flexión máxima de $87,65^\circ$ y una extensión máxima de $42,20^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso correcto de llave móvil.

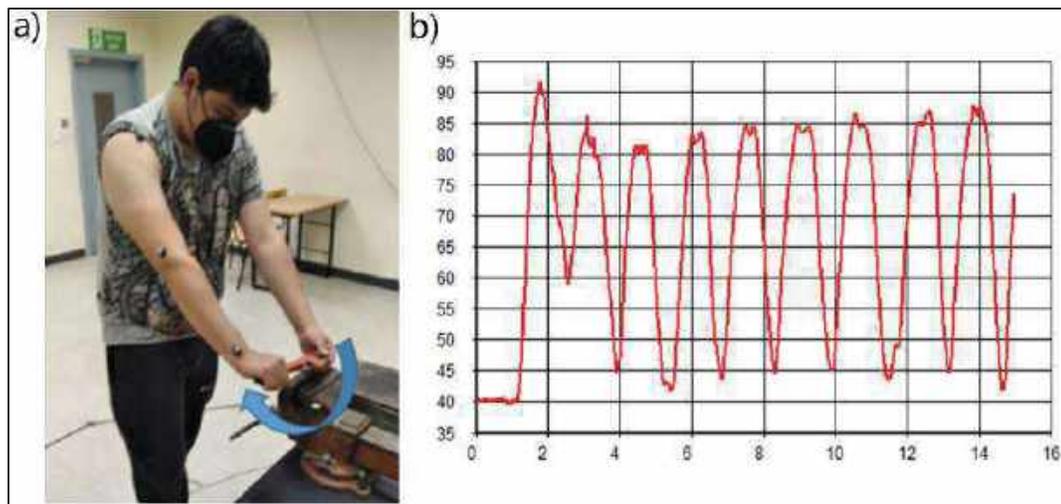


Figura 82-3. Entorno de utilización correcta de la llave móvil, análisis del codo derecho

Realizado por: Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.3.6.5 Análisis de flexoextensión del codo derecho utilizando la llave móvil de forma inadecuada

En este entorno experimental se simuló la manera incorrecta del uso de la llave móvil, que se da cuando se encaja a la tuerca solamente con la punta de las mordazas de la llave y se realizan los giros en dirección opuesta a la posición del cuerpo del operario, como se observa en la figura 83-3 a). En la figura 83-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con la llave móvil de forma inadecuada en donde se encontró un rango de flexión máxima de $91,51^\circ$ y una extensión máxima de $53,35^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso inadecuado de la llave móvil.

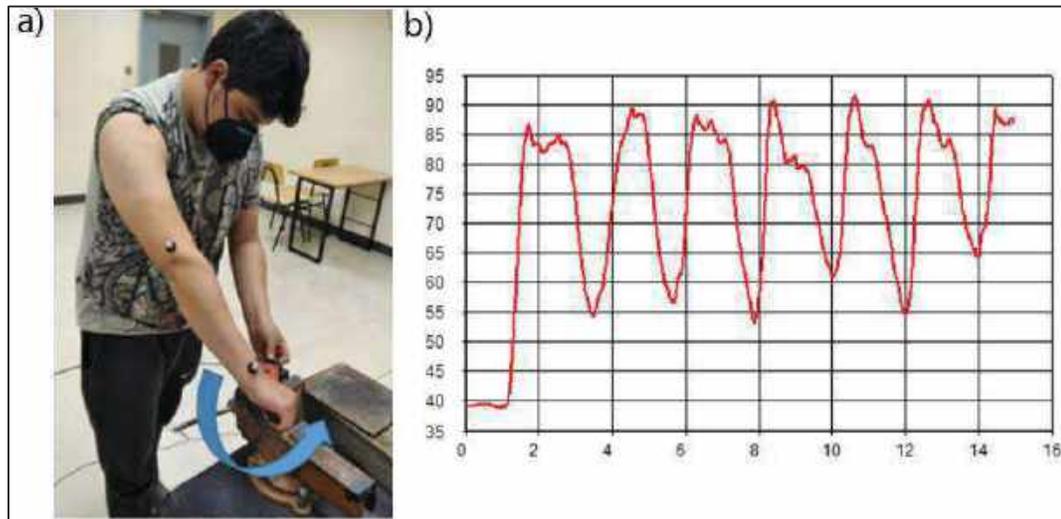


Figura 83-3. Entorno de utilización incorrecta de la llave móvil, análisis del codo derecho

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.3.6.6 Análisis del uso de llave móvil de codo derecho

Tabla 58-3: Resumen análisis de flexoextensión del codo derecho al utilizar la llave móvil

	Flexión	Extensión
Uso correcto de llave móvil	87,65°	42,20°
Llave móvil uso incorrecto	91,51°	53,35°

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Como se puede ver en la tabla 58-3, luego del análisis individual del manejo adecuado e inadecuado de la llave móvil se obtuvo que los límites ideales para el uso correcto de llave móvil se encuentra entre flexión 87,65° y extensión 42,20°, los demás rangos a nivel superior e inferior de estos valores implicaría daños en el codo, a corto plazo (Tendinitis, Epicondilitis) y largo plazo, permanente y degenerativo (Artrosis). Cabe mencionar que los resultados pueden variar de acuerdo a la persona en la que esté realizando el estudio.

3.3.7 Análisis codo derecho herramienta alicate

3.3.7.1 Análisis de flexoextensión del codo derecho utilizando de forma correcta el alicate

En este entorno experimental se simuló la manera correcta del uso del alicate, herramienta que fue diseñada para sujetar, como se observa en la figura 84-3 a). En la figura 84-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 5 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con el alicate de forma correcta en donde se encontró un rango de flexión máxima de $50,27^\circ$ y una extensión máxima de $46,25^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso correcto de alicate.

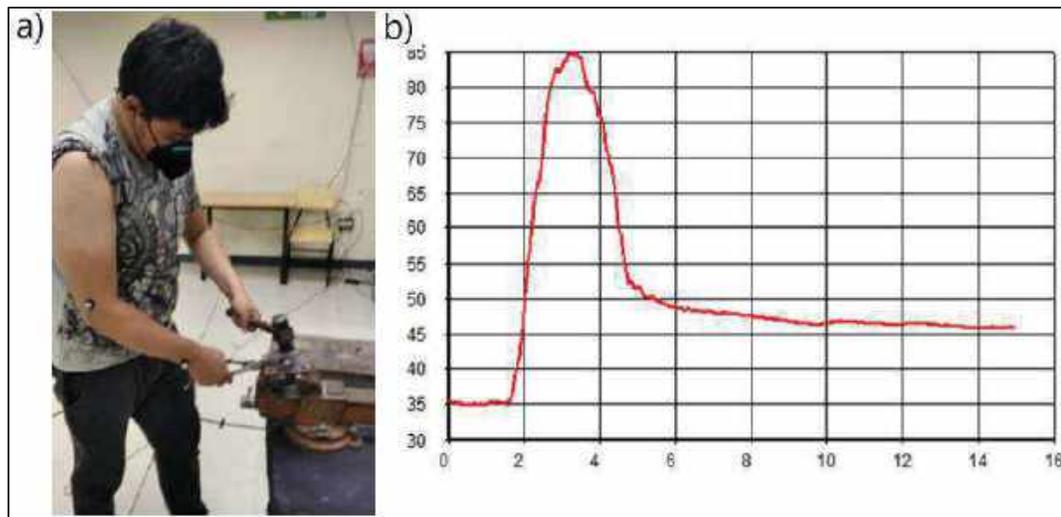


Figura 84-3. Entorno de utilización correcta del alicate, análisis del codo derecho

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.3.7.2 Análisis de flexoextensión del codo derecho utilizando el alicate como llave

En este entorno experimental se simuló la manera incorrecta del uso del alicate, empleándolo en lugar de llaves para aflojar o ajustar una tuerca, como se observa en la figura 85-3 a). En la figura 85-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundo, después de esto se empieza a realizar la acción con el alicate como llave en donde se encontró un rango de flexión máxima de $86,5^\circ$ y una extensión máxima de $65,22^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso inadecuado del alicate.

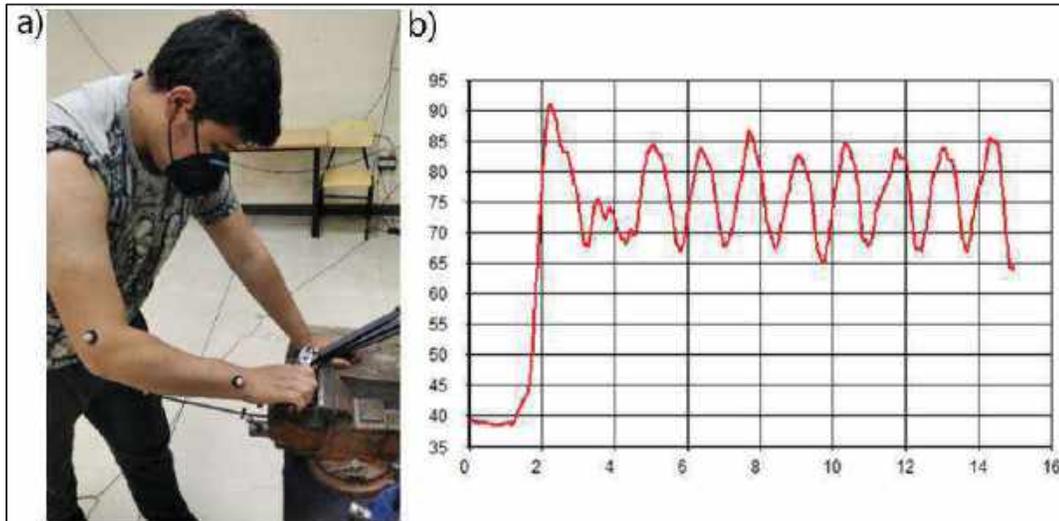


Figura 85-3. Entorno de utilización incorrecta del alicate, análisis del codo derecho

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.3.7.3 Análisis de flexoextensión del codo derecho utilizando el alicate para dar golpear

En este entorno experimental se simuló la manera incorrecta del uso del alicate, empleándolo para golpear otros objetos, como se observa en la figura 86-3. En la figura 86-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con el alicate para dar golpe en donde se encontró un rango de flexión máxima de 123,34° y una extensión máxima de 62,95°, estos rangos serán referenciales del uso inadecuado del alicate.

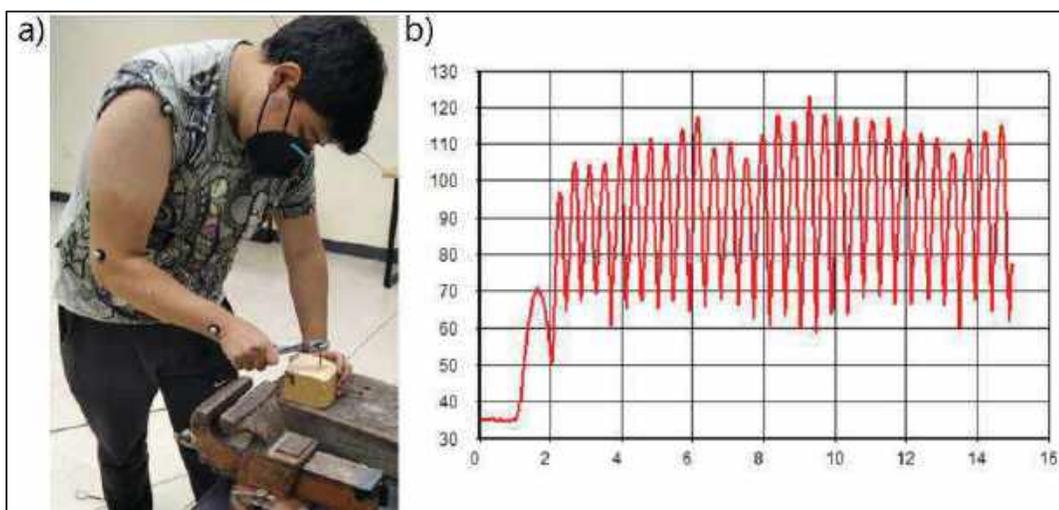


Figura 86-3. Entorno de utilización incorrecta del alicate, análisis del codo derecho

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.3.7.4 *Análisis del uso del alicate del codo derecho*

Tabla 59-3: Resumen análisis de flexoextensión del codo derecho al usar el alicate

	Flexión	Extensión
Uso correcto del alicate	15,3°	17,5°
Alicate como llave	86,5°	65,22°
Alicate para dar golpe	123,34°	62,95°

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Como se puede ver en la tabla 59-3 luego del análisis individual del manejo adecuado e inadecuado del alicate se obtuvo que los límites ideales para el uso correcto del alicate se encuentra entre flexión 15,3° y extensión 17,5°, los demás rangos a nivel superior e inferior de estos valores implicaría daños en el codo, a corto plazo (Tendinitis, Epicondilitis) y largo plazo, permanente y degenerativo (Artrosis). Cabe mencionar que los resultados pueden variar de acuerdo a la persona en la que esté realizando el estudio.

3.3.8 *Análisis codo derecho herramienta destornillador*

3.3.8.1 *Análisis de flexoextensión del codo derecho utilizando de forma correcta el destornillador*

En este entorno experimental se simuló la manera correcta del uso del destornillador, empleándolo para ajustar o aflojar tornillos, como se observa en la figura 87-3 a). En la figura 87-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con el destornillador de forma correcta en donde se encontró un rango de flexión máxima de 80,69° y una extensión máxima de 58,76°, estos rangos serán referenciales del uso correcto del destornillador.

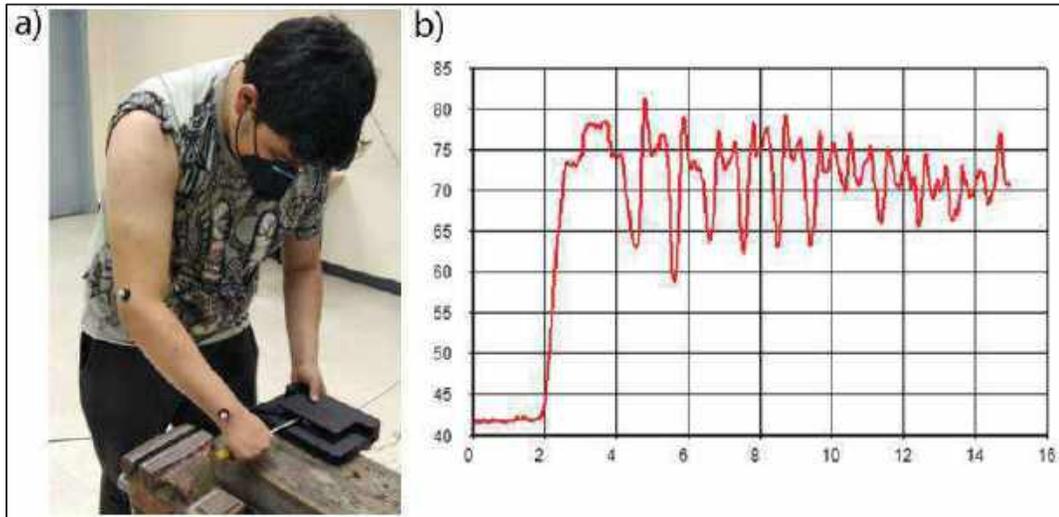


Figura 87-3. Entorno de utilización correcta del destornillador, análisis del codo derecho

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.3.8.2 *Análisis de flexoextensión del codo derecho utilizando el destornillador para dar golpes*

En este entorno experimental se simuló la manera correcta del uso del destornillador, empleándolo para realizar golpes, como se observa en la figura 88-3 a). En la figura 88-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con el destornillador para dar golpes en donde se encontró un rango de flexión máxima de $135,53^\circ$ y una extensión máxima de $104,03^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso inadecuado del alicata.

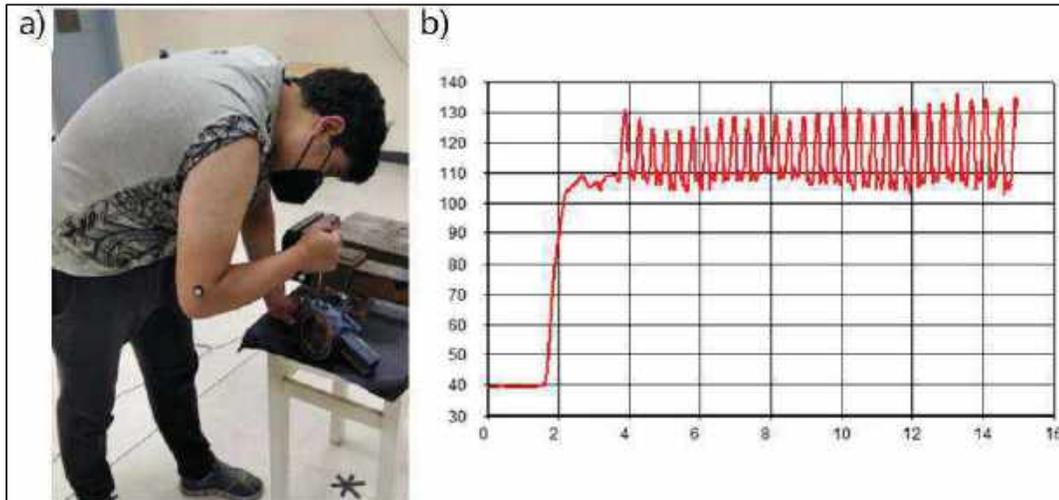


Figura 88-3. Entorno de utilización incorrecta del destornillador, análisis del codo derecho

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.3.8.3 Análisis de flexoextensión del codo derecho utilizando el destornillador como palanca

En este entorno experimental se simuló la manera correcta del uso del destornillador, empleándolo como palanca, como se observa en la figura 89-3 a). En la figura 89-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con el destornillador como palanca en donde se encontró un rango de flexión máxima de 95,51° y una extensión máxima de 79,42°, estos rangos serán referenciales del uso inadecuado del destornillador.

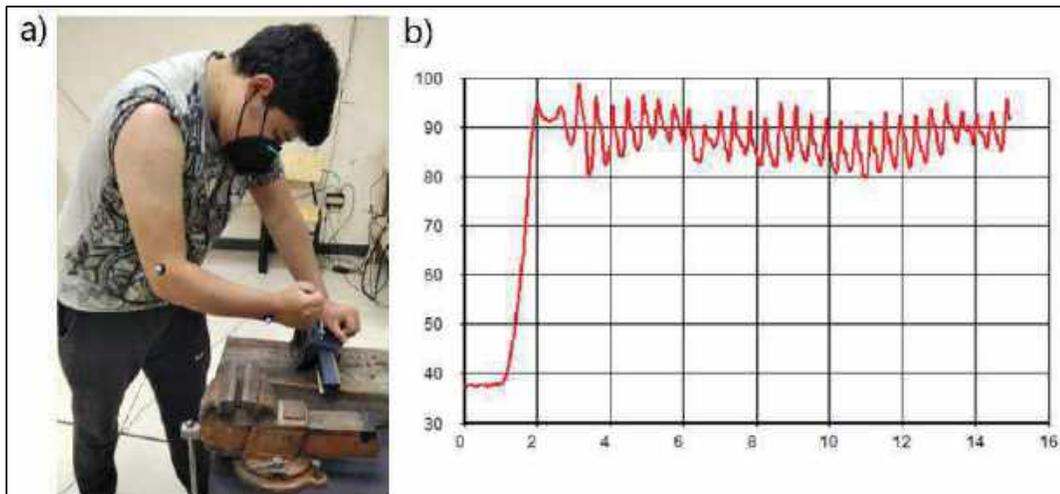


Figura 89-3. Entorno de utilización incorrecta del destornillador, análisis del codo derecho

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.3.8.4 Análisis del destornillador del codo derecho

Tabla 60-3: Resumen análisis de flexoextensión del codo derecho del uso del destornillador

	Mínimo	Máximo
Uso correcto del destornillador	80,69°	58,76°
Destornillador para golpe	135,53°	104,03°
Destornillador como palanca	95,51°	79,42°

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Como se puede ver en la tabla 60-3 luego del análisis individual del manejo adecuado e inadecuado del destornillador se obtuvo que los límites ideales para el uso correcto del destornillador se encuentra entre flexión 80,69° y extensión 58,75°, los demás rangos a nivel superior e inferior de estos valores implicaría daños en el codo, a corto plazo (Tendinitis,

Epicondilitis) y largo plazo, permanente y degenerativo (Artrosis). Cabe mencionar que los resultados pueden variar de acuerdo a la persona en la que esté realizando el estudio.

3.3.9 Análisis codo izquierdo herramienta martillo

3.3.9.1 Análisis de flexoextensión del codo izquierdo utilizando de forma correcta el martillo

En este entorno experimental se simuló la manera correcta del uso del martillo, el cual se debe realizar sujetándolo del extremo del mango como se observa en la figura 90-3 a). En la figura 90-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 5 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con el martillo de forma correcta en donde se encontró un rango de flexión máxima de $121,61^\circ$ y una extensión máxima de $68,44^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso correcto del martillo.

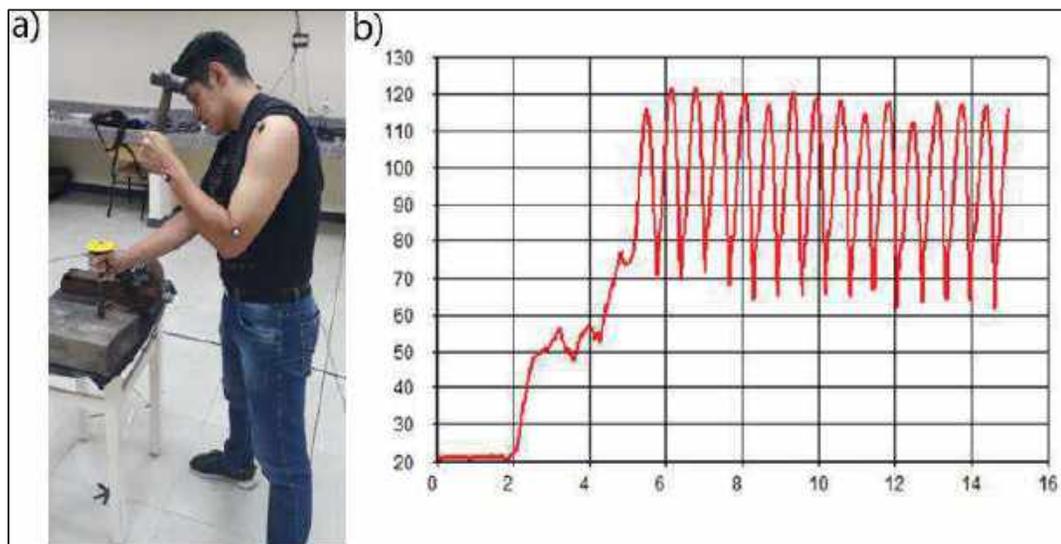


Figura 90-3. Entorno de utilización correcta del martillo, análisis del codo izquierdo

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.3.9.2 Análisis de flexoextensión del codo izquierdo utilizando el martillo en posición lateral

En este entorno experimental se simuló la manera incorrecta del uso del martillo, en donde se realizaron golpes con la parte lateral de la cabeza como se observa en la figura 91-3 a). En la

figura 91-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 3 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con el martillo en posición lateral en donde se encontró un rango de flexión máxima de 118,35° y una extensión máxima de 13,99°, estos rangos serán referenciales del uso inadecuado del martillo en posición lateral.

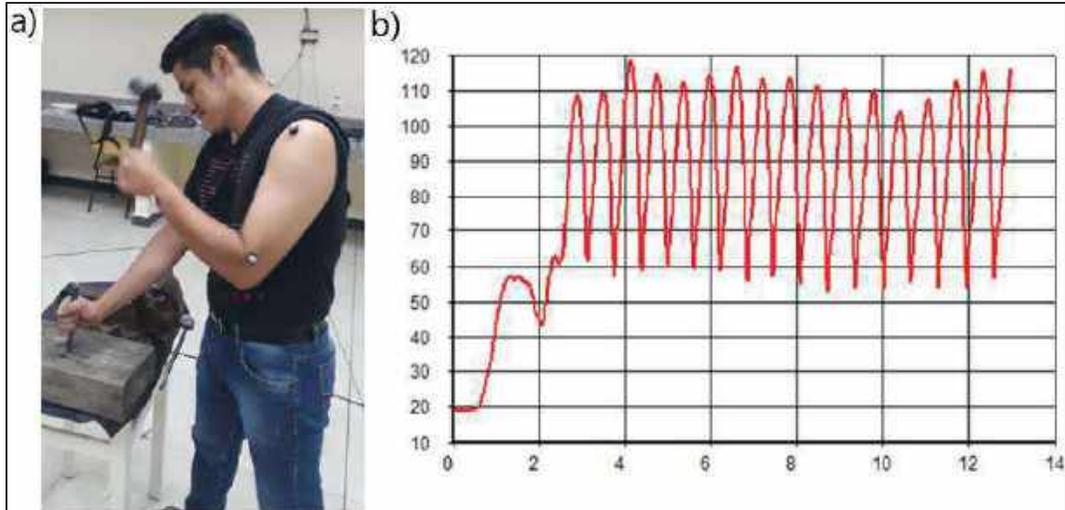


Figura 91-3. Análisis del codo izquierdo al golpear con la parte lateral de la cabeza del martillo

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.3.9.3 Análisis de flexoextensión del codo izquierdo utilizando el martillo sujetándolo cerca de la cabeza

En este entorno experimental se simuló la manera incorrecta del uso del martillo, sujetándolo cerca de la cabeza como se observa en la figura 92-3 a). En la figura 92-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con el martillo sujeto cerca de la cabeza en donde se encontró un rango de flexión máxima de 124,78° y una extensión máxima de 62,30°, estos rangos serán referenciales del uso inadecuado del martillo sujeto cerca de la cabeza.

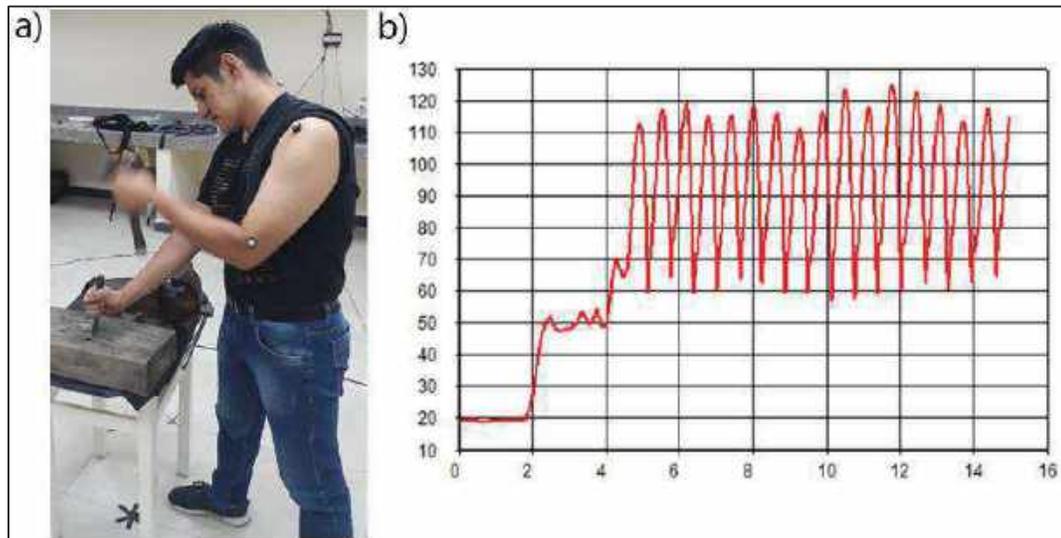


Figura 92-3. Análisis del codo izquierdo al sujetar el mango del martillo cerca de la cabeza

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.3.9.4 Análisis de flexoextensión del codo izquierdo utilizando el martillo para impactar a otro martillo

En este entorno experimental se simuló la manera incorrecta del uso del martillo, al golpear un martillo con otro como se observa en la figura 93-3 a). En la figura 93-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 3 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con el martillo impactándolo con otro martillo en donde se encontró un rango de flexión máxima de $123,74^\circ$ y una extensión máxima de $21,62^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso ineducado del martillo impactándolo con otro martillo.

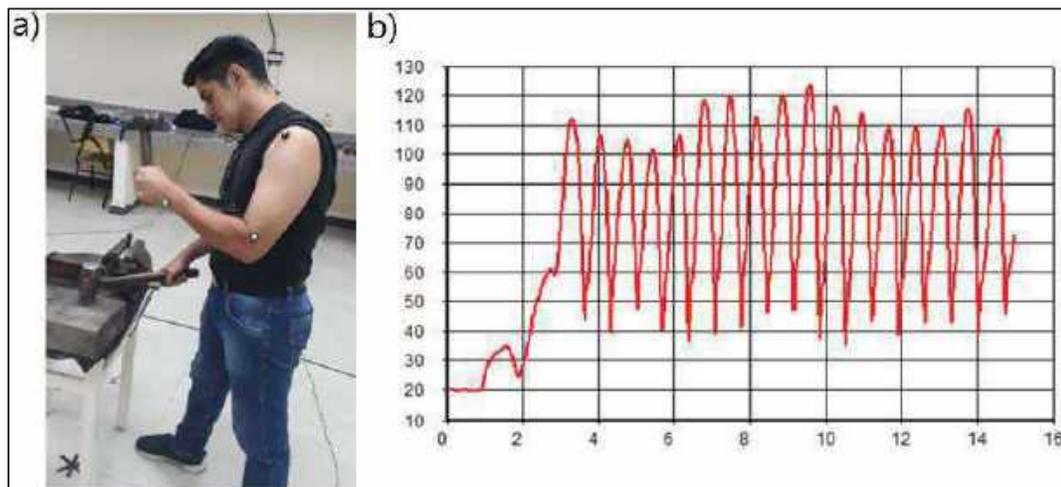


Figura 93-3. Análisis del codo izquierdo al golpear un martillo con otro martillo

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.3.9.5 *Análisis del uso del martillo del codo izquierdo*

Tabla 61-3: Resumen análisis de flexoextensión del codo izquierdo al utilizar el martillo

	Flexión	Extensión
Uso correcto martillo	121,61°	68,44°
Martillo posición lateral	118,35°	13,99°
Martillo sujeto cerca de la cabeza	124,78°	62,30°
Martillo impacto con otro martillo	123,74°	21,62°

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Como se puede ver en la tabla 61-3 luego del análisis individual del manejo adecuado e inadecuado del martillo se obtuvo que los límites ideales para el uso correcto del martillo se encuentra entre flexión 121,61° y extensión 68,44°, los demás rangos a nivel superior e inferior de estos valores implicaría daños en el codo, a corto plazo (Tendinitis, Epicondilitis) y largo plazo, permanente y degenerativo (Artrosis). En este caso como se puede ver en la tabla 61-3 el uso incorrecto del martillo al realizar golpes con la parte lateral de la cabeza está dentro del rango por lo que no provocaría ninguna afección, sin embargo, la acción se debe realizar de la forma correcta. Cabe mencionar que los resultados pueden variar de acuerdo a la persona en la que esté realizando el estudio.

3.3.10 *Análisis codo izquierdo herramienta sierra*

3.3.10.1 *Análisis de flexoextensión del codo izquierdo utilizando de forma correcta la sierra*

En este entorno experimental se simuló la manera correcta del uso de la sierra, el cual se debe realizar con los dos brazos, como se observa en la figura 94-3 a). En la figura 94-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con la sierra de forma correcta en donde se encontró un rango de flexión máxima de 112,81° y una extensión máxima de 81,36°, estos rangos serán referenciales del uso correcto de la sierra.

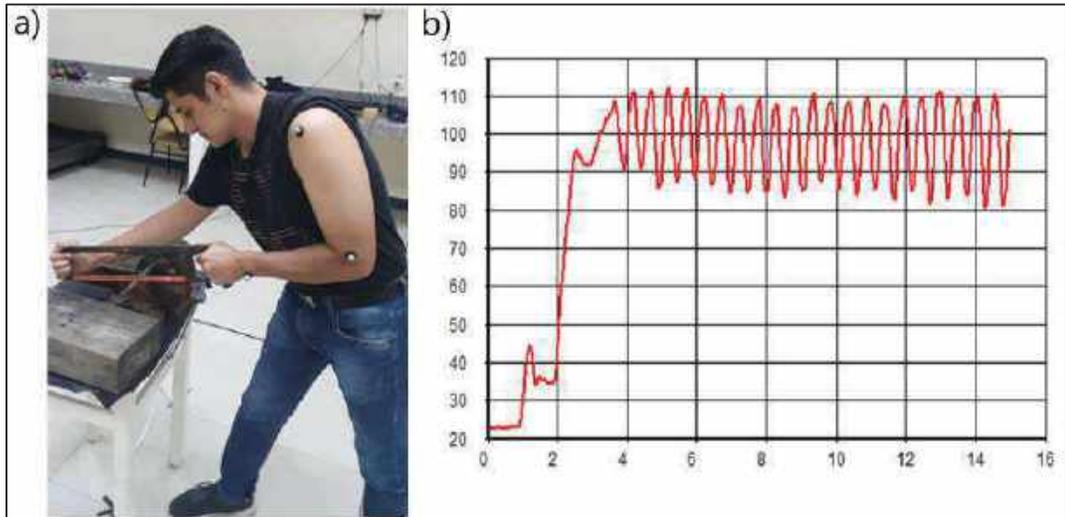


Figura 94-3. Entorno de utilización correcta de la sierra, análisis del codo izquierdo

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.3.10.2 *Análisis de flexoextensión del codo izquierdo utilizando la sierra con un brazo*

En este entorno experimental se simuló la manera incorrecta del uso de la sierra, cuando se realiza la acción con un solo brazo, como se observa en la figura 95-3 a). En la figura 95-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con la sierra a una mano en donde se encontró un rango de flexión máxima de $107,43^\circ$ y una extensión máxima de $87,76^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso inadecuado de la sierra.

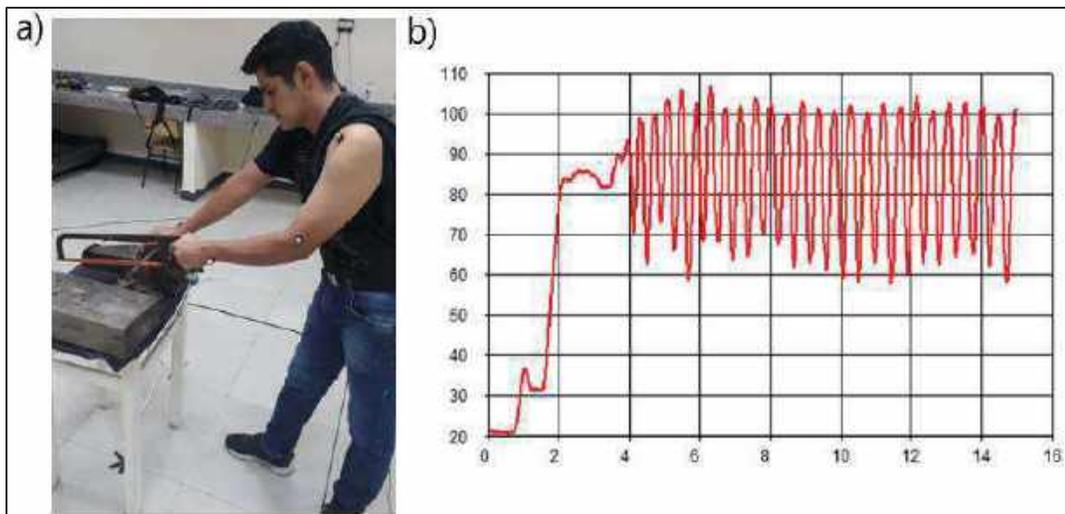


Figura 95-3. Entorno de utilización incorrecta de la sierra, análisis del codo izquierdo

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.3.10.3 Análisis del uso de la sierra del codo izquierdo

Tabla 62-3: Resumen análisis de la sierra flexoextensión del codo izquierdo

	Flexión	Extensión
Uso correcto sierra	112,81°	81,36°
Sierra usando una mano	107,43°	87,76°

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Como se puede ver en la tabla 62-3 luego del análisis individual del manejo adecuado e inadecuado de la sierra se obtuvo que los límites ideales para el uso correcto de la sierra se encuentra entre flexión 112,81° y extensión 81,36°, los demás rangos a nivel superior e inferior de estos valores implicaría daños en el codo, a corto plazo (Tendinitis, Epicondilitis) y largo plazo, permanente y degenerativo (Artrosis). Cabe mencionar que los resultados pueden variar de acuerdo a la persona en la que esté realizando el estudio.

3.3.11 Análisis codo izquierdo herramienta espátula

3.3.11.1 Análisis de flexoextensión del codo izquierdo utilizando de forma correcta la espátula

En este entorno experimental se simuló la manera correcta del uso de la espátula, esta herramienta se debe utilizar para rasquetear superficies que contengan algún tipo de escoria, como se observa en la figura 96-3 a). En la figura 96-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 3 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con la espátula de forma correcta en donde se encontró un rango de flexión máxima de 94,81° y una extensión máxima de 68,76°, estos rangos serán referenciales del uso correcto de la espátula.

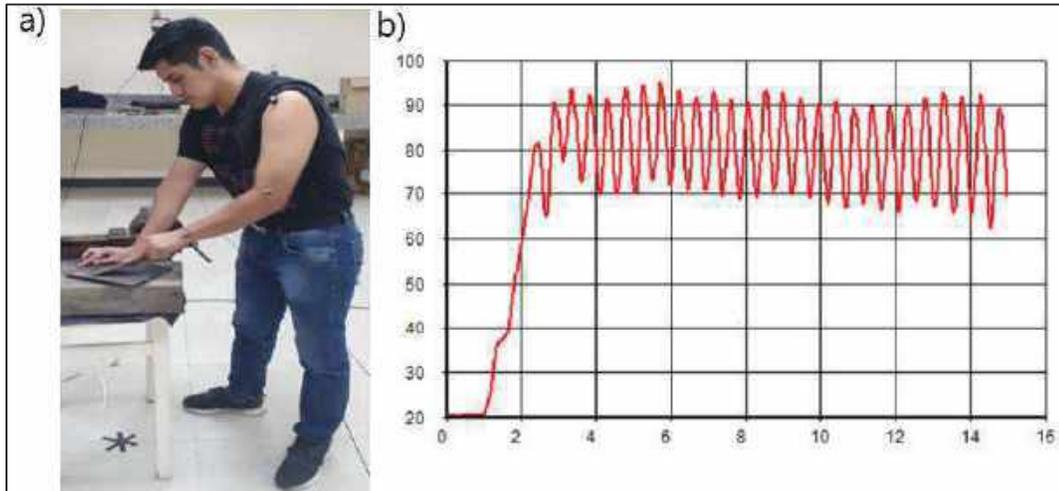


Figura 96-3. Entorno de utilización correcta de la espátula, análisis del codo izquierdo

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.3.11.2 *Análisis de flexoextensión del codo izquierdo utilizando la espátula para golpear otros objetos*

En este entorno experimental se simuló la manera incorrecta del uso de la espátula, al golpear otros objetos, como se observa en la figura 97-3 a). En la figura 97-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 3 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con la espátula dando golpes en donde se encontró un rango de flexión máxima de $97,41^\circ$ y una extensión máxima de $77,89^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso inadecuado de la espátula dando golpes.

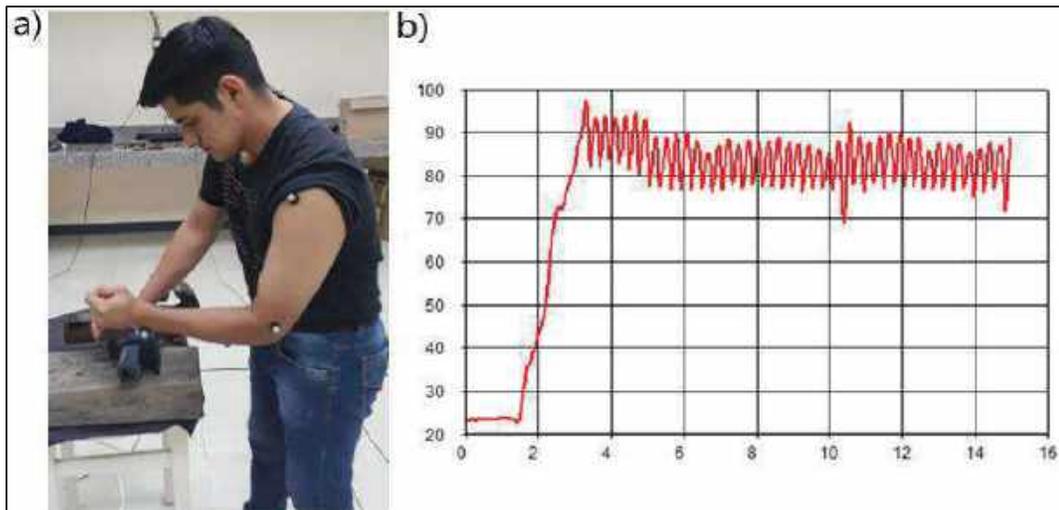


Figura 97-3. Entorno de utilización incorrecta de la espátula, análisis del codo izquierdo

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.3.11.3 Análisis de flexoextensión del codo izquierdo utilizando la espátula como palanca

En este entorno experimental se simuló la manera incorrecta del uso de la espátula, cuando se la emplea como palanca, como se observa en la figura 98-3 a). En la figura 98-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con la espátula como palanca en donde se encontró un rango de flexión máxima de 97,20° y una extensión máxima de 78,85°, estos rangos serán referenciales del uso incorrecto de la espátula en flexoextensión.

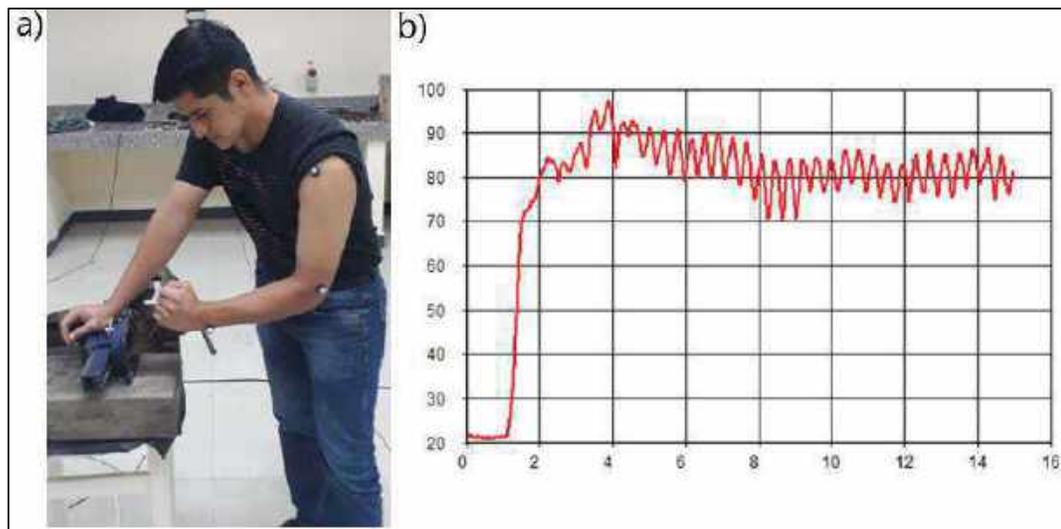


Figura 98-3. Entorno de utilización incorrecta de la espátula, análisis del codo izquierdo

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.3.11.4 Análisis del uso de la espátula del codo izquierdo

Tabla 63-3: Resumen análisis de flexoextensión al usar la espátula del codo izquierdo

	Flexión	Extensión
Uso correcto de espátula	94,81°	68,67°
Espátula para golpes	97,41°	77,89°
Espátula como palanca	97,20°	78,85°

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Como se puede ver en la tabla 63-3 luego del análisis individual del manejo adecuado e inadecuado de la espátula se obtuvo que los límites ideales para el uso correcto de la espátula se encuentra entre flexión 94,81° y extensión 68,67°, los demás rangos a nivel superior e inferior de estos valores implicaría daños en el codo, a corto plazo (Tendinitis, Epicondilitis) y largo plazo,

permanente y degenerativo (Artrosis). Cabe mencionar que los resultados pueden variar de acuerdo a la persona en la que esté realizando el estudio.

3.3.12 Análisis codo izquierdo herramienta lima

3.3.12.1 Análisis de flexoextensión del codo izquierdo utilizando de forma correcta la lima

En este entorno experimental se simuló la manera correcta del uso de la lima, herramienta que se debe usar para desbastar superficies utilizando los dos brazos, como se observa en la figura 99-3 a). En la figura 99-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 3 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con la lima de forma correcta en donde se encontró un rango de flexión máxima de $109,84^\circ$ y una extensión máxima de $76,82^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso correcto de la lima.

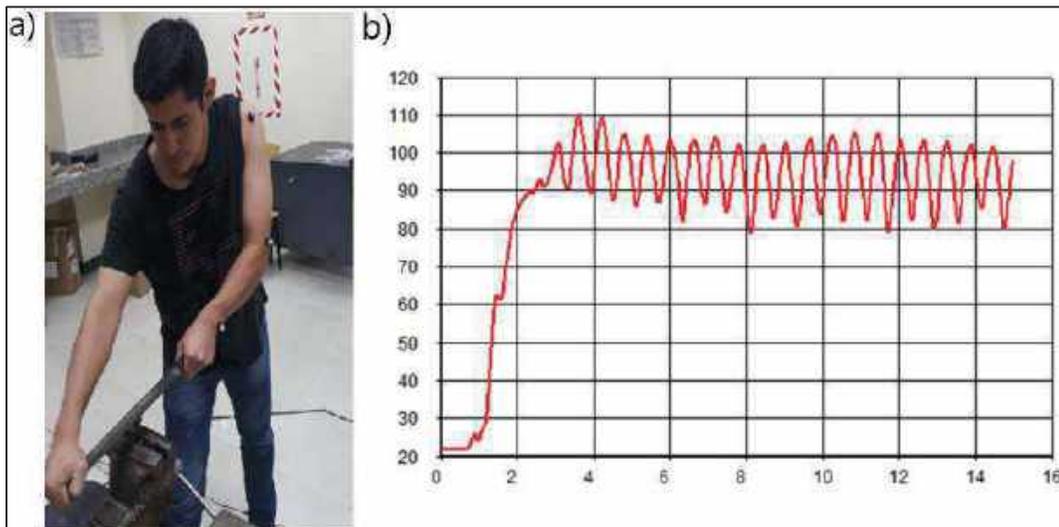


Figura 99-3. Entorno de utilización correcta de la lima, análisis del codo izquierdo

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.3.12.2 Análisis de flexoextensión del codo izquierdo utilizando la lima como palanca

En este entorno experimental se simuló la manera incorrecta del uso de la lima, cuando se la emplea como palanca, como se observa en la figura 100-3 a). En la figura 100-3 b), el

posicionamiento inicial toma un lapso de 2 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con la lima usándola como palanca en donde se encontró un rango de flexión máxima de 98,16° y una extensión máxima de 77,53°, estos rangos serán referenciales del uso inadecuado de la lima.

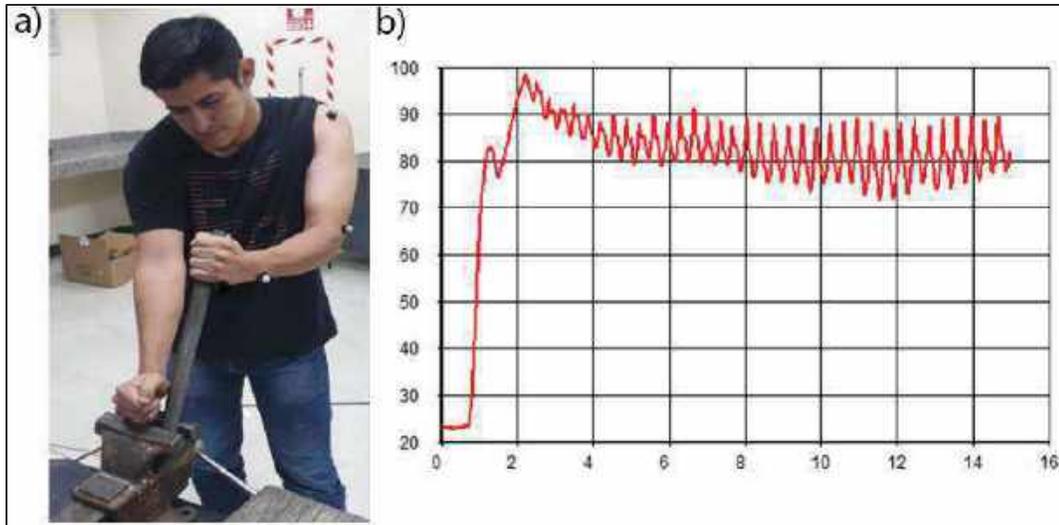


Figura 100-3. Entorno de utilización incorrecta de la lima, análisis del codo izquierdo

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.3.12.3 Análisis del uso de la lima del codo izquierdo

Tabla 64-3: Resumen análisis de flexoextensión al usar la lima del codo izquierdo

	Flexión	Extensión
Uso correcto lima	109,84°	76,82°
Lima usada como palanca	98,16°	77,53°

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Como se puede ver en la tabla 64-3 luego del análisis individual del manejo adecuado e inadecuado de la lima se obtuvo que los límites ideales para el uso correcto de la lima se encuentra entre flexión 109,84° y extensión 76,82°, los demás rangos a nivel superior e inferior de estos valores implicaría daños en el codo, a corto plazo (Tendinitis, Epicondilitis) y largo plazo, permanente y degenerativo (Artrosis). Cabe mencionar que los resultados pueden variar de acuerdo a la persona en la que esté realizando el estudio.

3.3.13 Análisis codo izquierdo herramienta cuchillo

3.3.13.1 Análisis de flexoextensión del codo izquierdo utilizando de forma correcta el cuchillo

En este entorno experimental se simuló la manera correcta del uso del cuchillo, cuando se lo emplea para cortar materiales que presenten menor dureza que la del material de composición de la hoja del cuchillo, como se observa en la figura 101-3 a). En la figura 101-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con el cuchillo de forma correcta en donde se encontró un rango de flexión máxima de $80,07^\circ$ y una extensión máxima de $56,38^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso correcto de cuchillo.

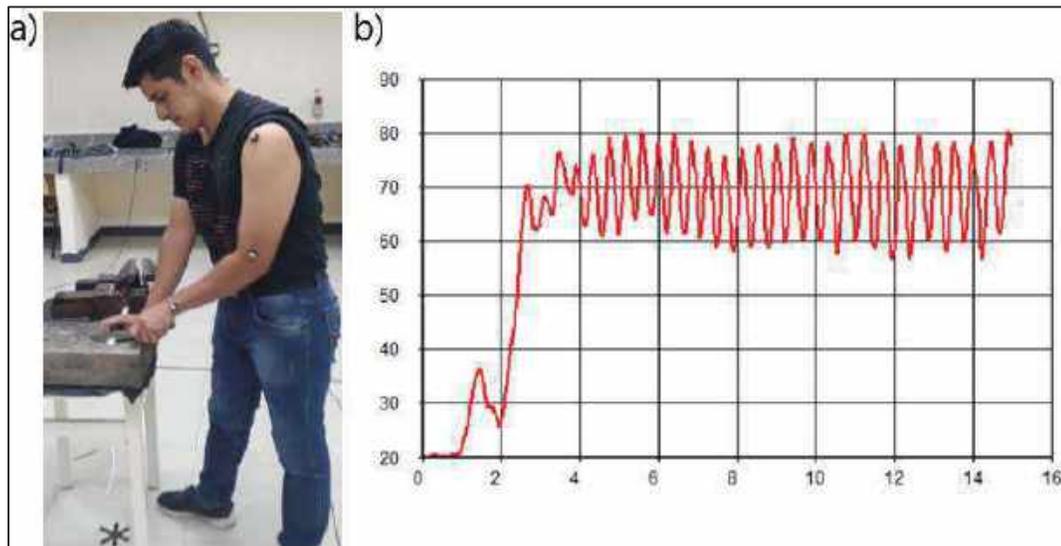


Figura 101-3. Entorno de utilización correcta del cuchillo, análisis del codo izquierdo

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.3.13.2 Análisis de flexoextensión del codo izquierdo utilizando el cuchillo como palanca

En este entorno experimental se simuló la manera incorrecta del uso del cuchillo, cuando se lo emplea como palanca, como se observa en la figura 102-3 a). En la figura 102-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 5 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con el cuchillo como palanca en donde se encontró un rango de flexión máxima de $84,57^\circ$

y una extensión máxima de $69,83^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso inadecuado del cuchillo.

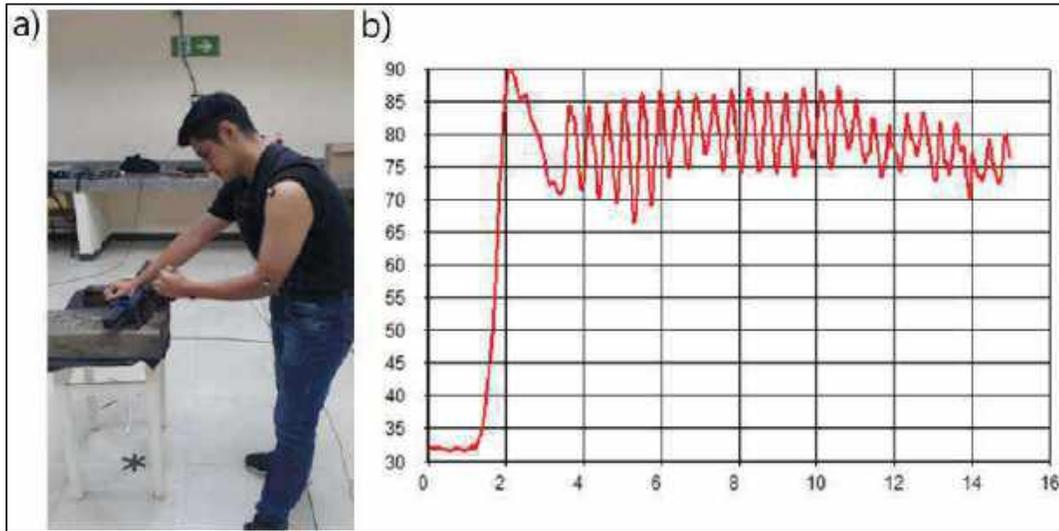


Figura 102-3. Entorno de uso incorrecto del cuchillo, análisis del codo izquierdo

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.3.13.3 Análisis de flexoextensión del codo izquierdo utilizando el cuchillo como destornillador

En este entorno experimental se simuló la manera incorrecta del uso del cuchillo, cuando se lo emplea como destornillador, como se observa en la figura 103-3 a). En la figura 103-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con la espátula como palanca en donde se encontró un rango de flexión máxima de $64,29^\circ$ y una extensión máxima de $60,52^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso incorrecto de cuchillo.

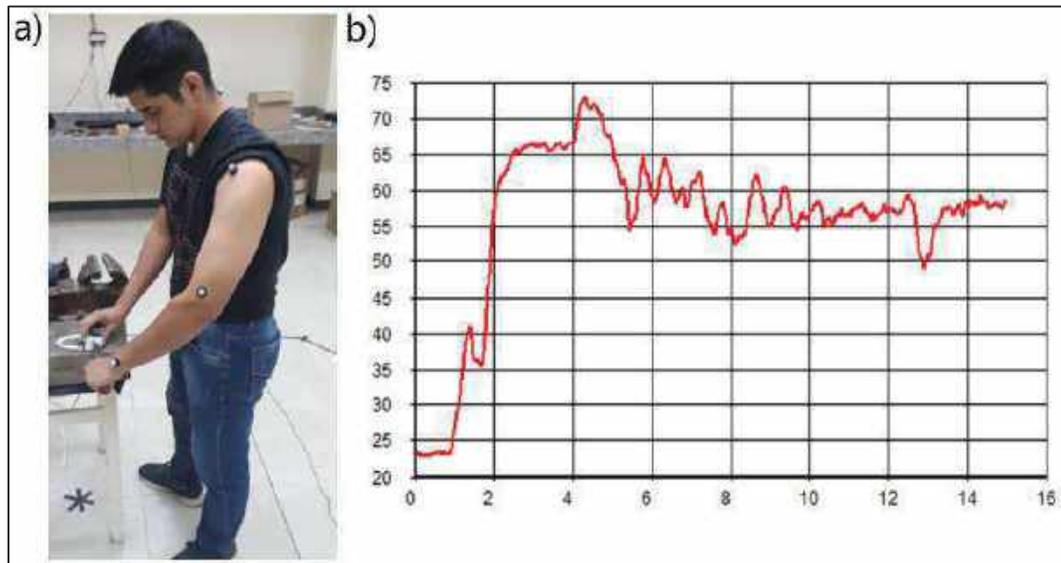


Figura 103-3. Entorno de utilización incorrecta del cuchillo, análisis del codo izquierdo

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.3.13.4 Análisis del uso del cuchillo del codo izquierdo

Tabla 65-3: Resumen análisis de flexoextensión al usar el cuchillo del codo izquierdo

	Flexión	Extensión
Uso correcto del cuchillo	80,07°	56,38°
Chuchillo usado como palanca	84,57°	69,83°
Cuchillo como destornillador	64,29°	60,52°

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Como se puede ver en la tabla 65-3 luego del análisis individual del manejo adecuado e inadecuado del cuchillo se obtuvo que los límites ideales para el uso correcto del cuchillo se encuentra entre flexión 80,07° y extensión 56,38°, los demás rangos a nivel superior e inferior de estos valores implicaría daños en el codo, a corto plazo (Tendinitis, Epicondilitis) y largo plazo, permanente y degenerativo (Artrosis). Cabe mencionar que los resultados pueden variar de acuerdo a la persona en la que esté realizando el estudio.

3.3.14 Análisis codo izquierdo herramienta llaves fijas y móviles

3.3.14.1 Análisis de flexoextensión del codo izquierdo utilizando de forma correcta la llave fija

En este entorno experimental se simuló la manera correcta del uso de la llave fija, utilizando para ajustar o aflojar tuercas, como se observa en la figura 104-3 a). En la figura 104-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con la llave fija de forma correcta en donde se encontró un rango de flexión máxima de $84,84^\circ$ y una extensión máxima de $24,27^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso correcto de llave fija.

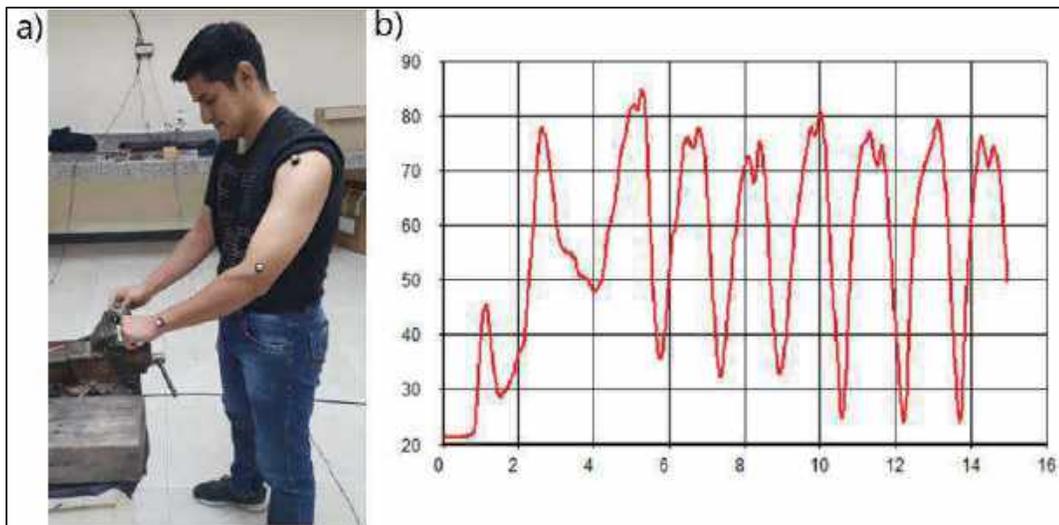


Figura 104-3. Entorno de utilización correcta de la llave fija, análisis del codo izquierdo

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.3.14.2 Análisis de flexoextensión del codo izquierdo utilizando la llave fija para dar golpes

En este entorno experimental se simuló la manera incorrecta del uso de la llave fija, al momento de golpear a otros objetos, como se observa en la figura 105-3 a). En la figura 105-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 3 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con la llave fija para dar golpes en donde se encontró un rango de flexión máxima de $87,33^\circ$ y una extensión máxima de $52,73^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso inadecuado de la llave fija.

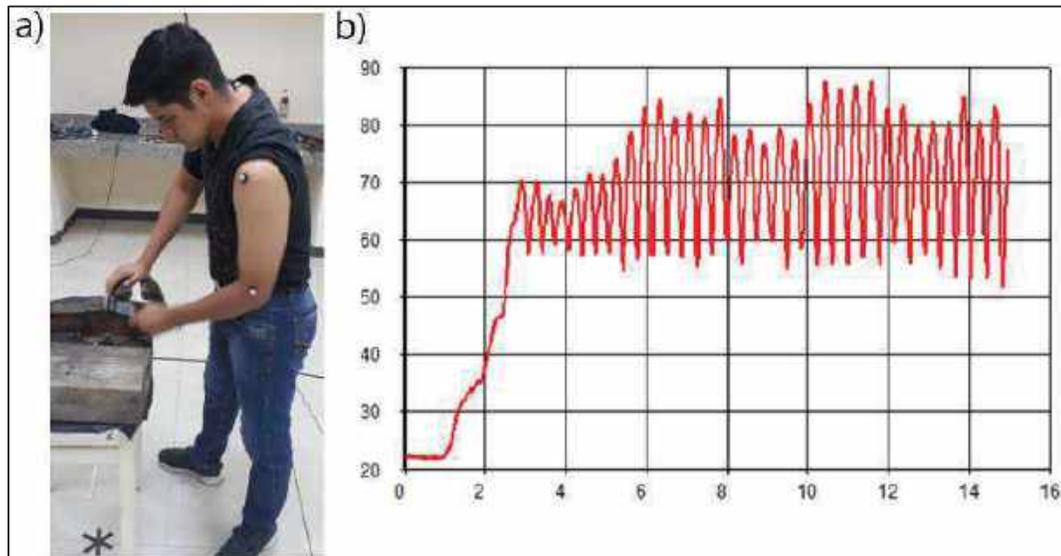


Figura 105-3. Entorno de utilización incorrecta de la llave fija, análisis del codo derecho

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.3.14.3 Análisis del uso de llaves fijas del codo izquierdo

Tabla 66-3: Resumen análisis de flexión al usar las llaves fijas del codo izquierdo

	Flexión	Extensión
Uso correcto de llave fija	84,84°	24,27°
Llave fija para dar golpes	87,33°	52,73

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Como se puede ver en la tabla 66-3 luego del análisis individual del manejo adecuado e inadecuado de las llaves fijas se obtuvo que los límites ideales para el uso correcto de llaves fijas se encuentra entre flexión 84,84° y extensión 24,27°, los demás rangos a nivel superior e inferior de estos valores implicaría daños en el codo, a corto plazo (Tendinitis, Epicondilitis) y largo plazo, permanente y degenerativo (Artrosis). Cabe mencionar que los resultados pueden variar de acuerdo a la persona en la que esté realizando el estudio.

3.3.14.4 Análisis de flexoextensión del codo izquierdo utilizando de forma correcta la llave móvil

En este entorno experimental se simuló la manera correcta del uso de la llave móvil; se debe encajar perfectamente en la tuerca que se quiere ajustar o aflojar y realizar los giros hacia el cuerpo del operario, como se observa en la figura 106-3 a). En la figura 106-3 b), el

posicionamiento inicial toma un lapso de 3 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con la llave fija de forma correcta en donde se encontró un rango de flexión máxima de $89,01^\circ$ y una extensión máxima de $30,04^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso correcto de llave móvil.

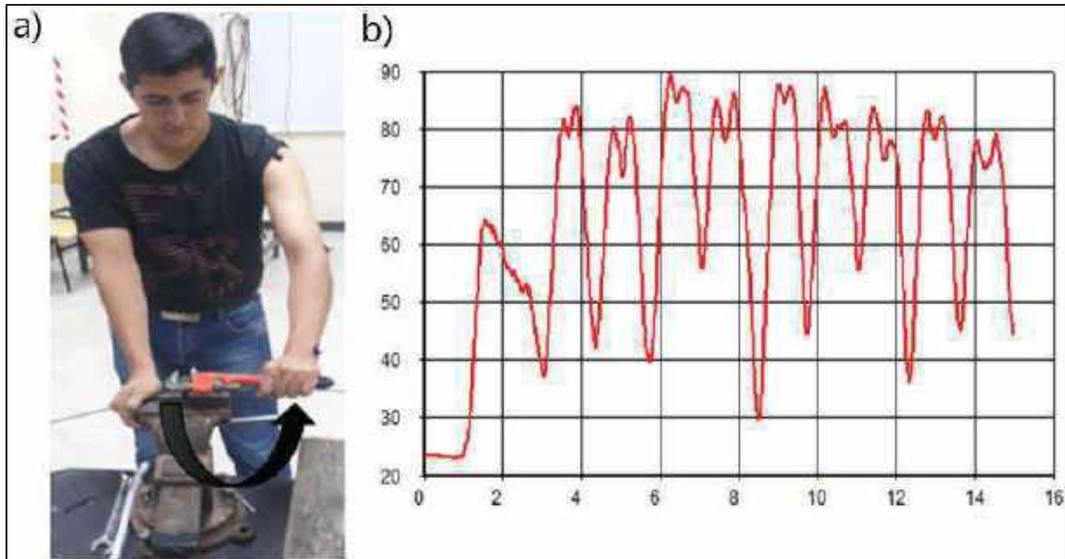


Figura 106-3. Entorno de utilización correcta de la llave móvil, análisis del codo izquierdo

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.3.14.5 Análisis de flexoextensión del codo izquierdo utilizando la llave móvil de forma inadecuada

En este entorno experimental se simuló la manera incorrecta del uso de la llave móvil, que se da cuando se encaja a la tuerca solamente con la punta de las mordazas de la llave y se realizan los giros en dirección opuesta a la posición del cuerpo del operario, como se observa en la figura 107-3 a). En la figura 107-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con la llave móvil de forma inadecuada en donde se encontró un rango de flexión máxima de $93,94^\circ$ y una extensión máxima de $26,79^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso inadecuada de la llave móvil.

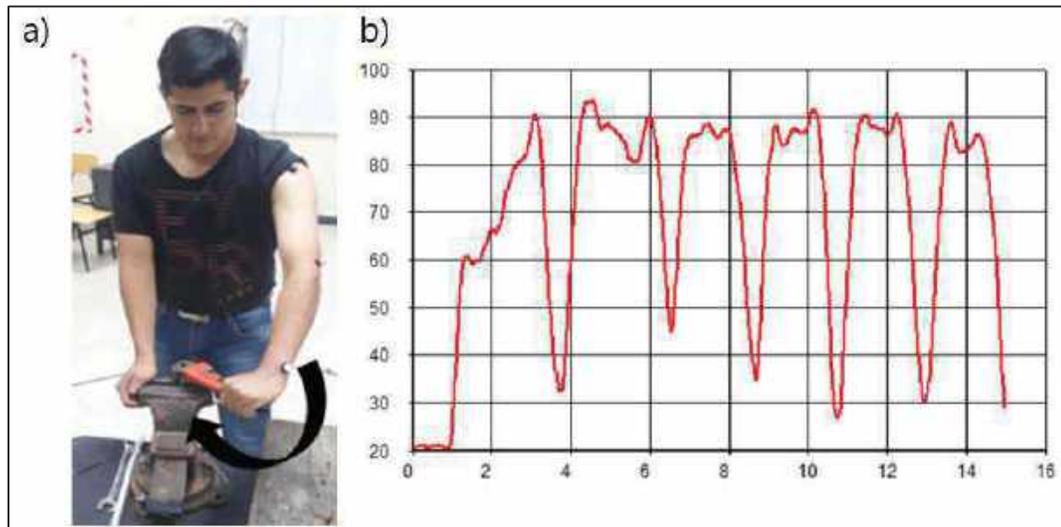


Figura 107-3. Entorno de utilización incorrecta de la llave móvil, análisis del codo izquierdo
 Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.3.14.6 Análisis del uso de la llave móvil del codo izquierdo

Tabla 67-3: Resumen análisis de flexoextensión al utilizar la llave móvil del codo izquierdo

	Flexión	Extensión
Uso correcto de llave móvil	89,01°	30,04°
Llave móvil uso incorrecto	93,94°	26,79°

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Como se puede ver en la tabla 67-3 luego del análisis individual del manejo adecuado e inadecuado de la llave móvil se obtuvo que los límites ideales para el uso correcto de llave móvil se encuentra entre flexión 89,01° y extensión 30,04°, los demás rangos a nivel superior e inferior de estos valores implicaría daños en el codo, a corto plazo (Tendinitis, Epicondilitis) y largo plazo, permanente y degenerativo (Artrosis). Cabe mencionar que los resultados pueden variar de acuerdo a la persona en la que esté realizando el estudio.

3.3.15 Análisis codo izquierdo herramienta alicate

3.3.15.1 Análisis de flexoextensión del codo izquierdo utilizando de forma correcta el alicate

En este entorno experimental se simuló la manera correcta del uso del alicate, herramienta que fue diseñada para sujetar, como se observa en la figura 108-3 a). En la figura 108-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 5 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con el alicate de forma correcta en donde se encontró un rango de flexión máxima de $68,58^\circ$ y una extensión máxima de $66,49^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso correcto de alicate.

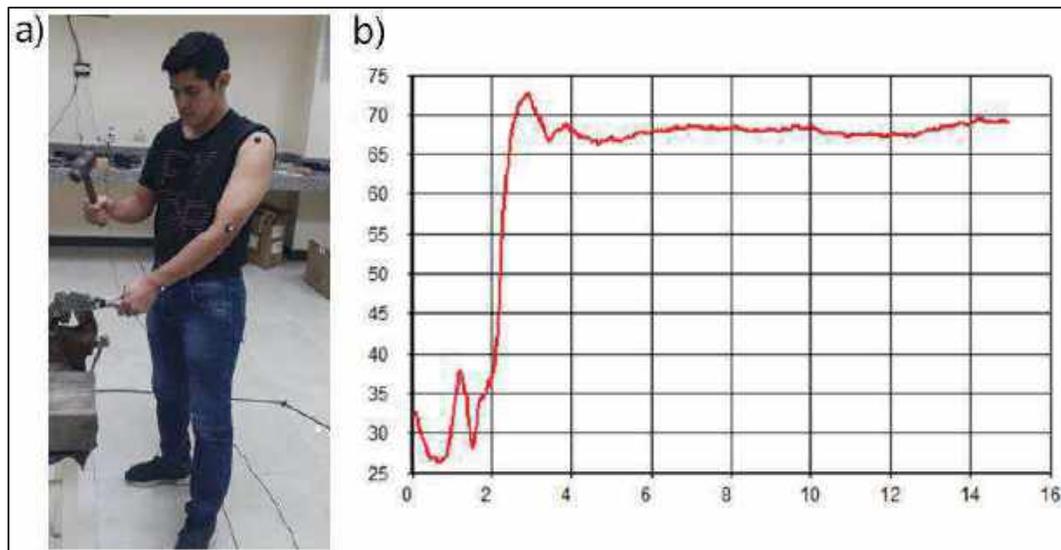


Figura 108-3. Entorno de utilización correcta del alicate, análisis del codo izquierdo

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.3.15.2 Análisis de flexoextensión del codo izquierdo utilizando el alicate como llave

En este entorno experimental se simuló la manera incorrecta del uso del alicate, empleándolo en lugar de llaves para aflojar o ajustar una tuerca, como se observa en la figura 109-3 a). En la figura 109-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 2 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con el alicate como llave en donde se encontró un rango de flexión máxima de $80,80^\circ$ y una extensión máxima de $32,12^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso inadecuado del alicate.

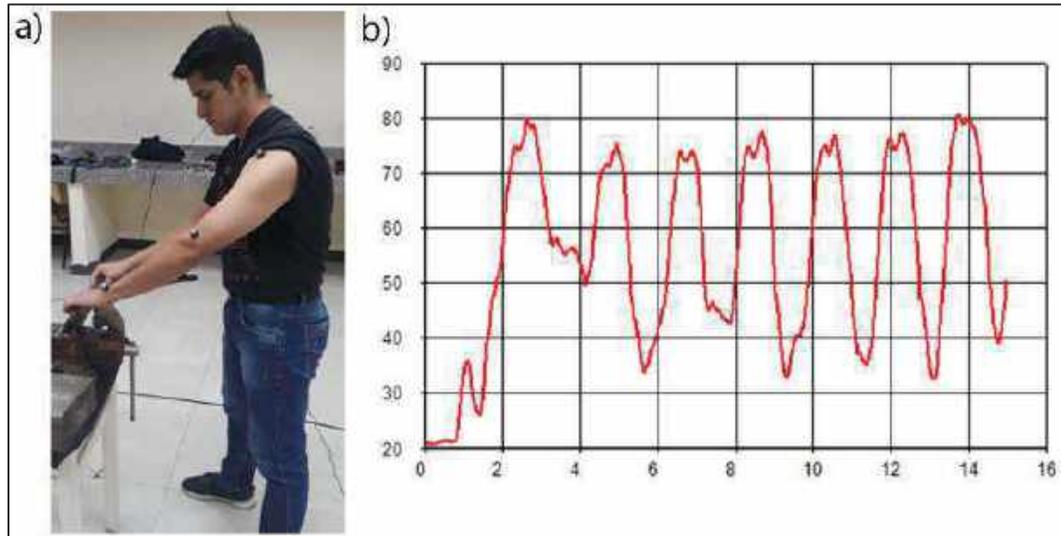


Figura 109-3. Entorno de utilización incorrecta del alicate, análisis del codo izquierdo

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.3.15.3 Análisis de flexoextensión del codo izquierdo utilizando el alicate para dar golpear

En este entorno experimental se simuló la manera incorrecta del uso del alicate, empleándolo para golpear otros objetos, como se observa en la figura 110-3 a). En la figura 110-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 3 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con el alicate para dar golpe en donde se encontró un rango de flexión máxima de $99,22^\circ$ y una extensión máxima de $53,68^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso inadecuado del alicate.

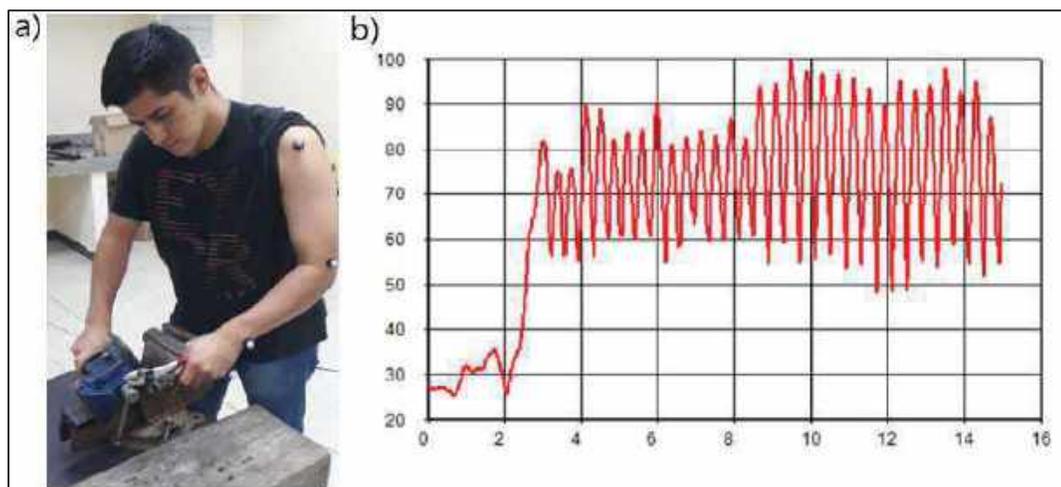


Figura 110-3. Entorno de utilización incorrecta del alicate, análisis del codo izquierdo

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.3.15.4 *Análisis del uso del alicate del codo izquierdo*

Tabla 68-3: Resumen análisis de flexoextensión al usar el alicate del codo izquierdo

	Flexión	Extensión
Uso correcto del alicate	68,58°	66,49°
Alicate como llave	80,80°	32,12°
Alicate para dar golpe	99,22°	53,68°

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Como se puede ver en la tabla 68-3 luego del análisis individual del manejo adecuado e inadecuado del alicate se obtuvo que los límites ideales para el uso correcto del alicate se encuentra entre flexión 68,58° y extensión 66,49°, los demás rangos a nivel superior e inferior de estos valores implicaría daños en el codo, a corto plazo (Tendinitis, Epicondilitis) y largo plazo, permanente y degenerativo (Artrosis). Cabe mencionar que los resultados pueden variar de acuerdo a la persona en la que esté realizando el estudio.

3.3.16 *Análisis codo izquierdo herramienta destornillador*

3.3.16.1 *Análisis de flexoextensión del codo izquierdo utilizando de forma correcta el destornillador*

En este entorno experimental se simuló la manera correcta del uso del destornillador, empleándolo para ajustar o aflojar tornillos, como se observa en la figura 111-3 a). En la figura 111-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con el destornillador de forma correcta en donde se encontró un rango de flexión máxima de 61,14° y una extensión máxima de 47,49°, estos rangos serán referenciales del uso correcto del destornillador.

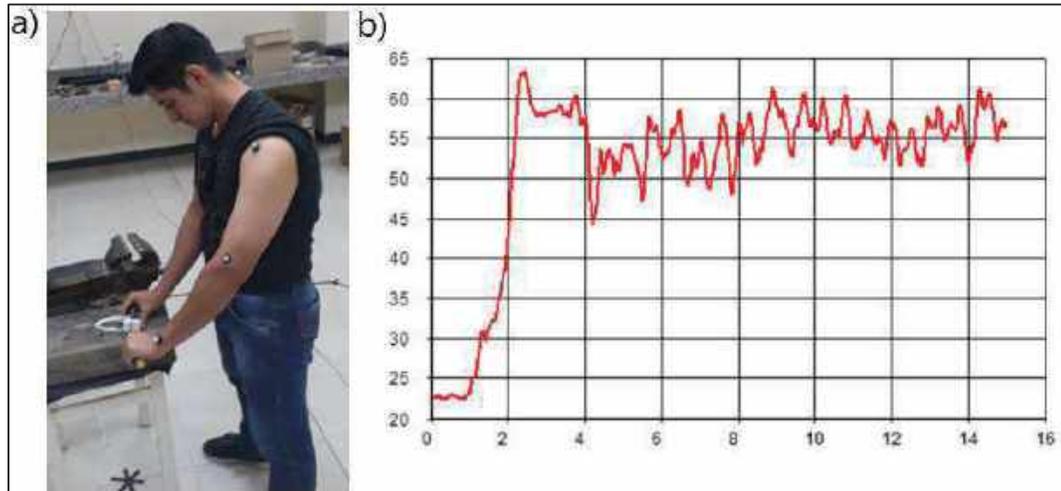


Figura 111-3. Entorno de utilización correcta del destornillador, análisis del codo izquierdo

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.3.16.2 *Análisis de flexoextensión del codo izquierdo utilizando el destornillador para dar golpes*

En este entorno experimental se simuló la manera correcta del uso del destornillador, empleándolo para realizar golpes, como se observa en la figura 112-3 a). En la figura 112-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 3 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con el destornillador para dar golpes en donde se encontró un rango de flexión máxima de $107,91^\circ$ y una extensión máxima de $73,67^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso inadecuado del alicate.

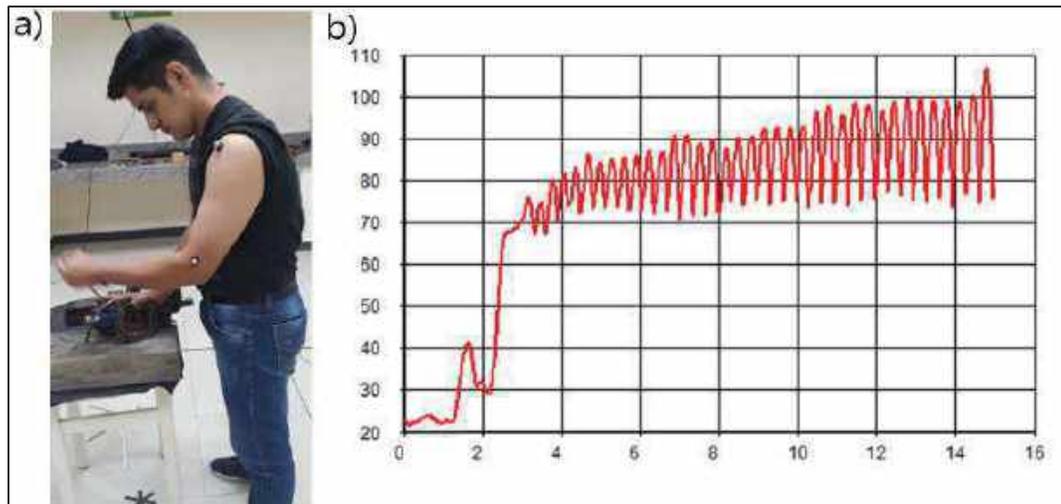


Figura 112-3. Entorno de utilización incorrecta del destornillador, análisis del codo izquierdo

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.3.16.3 Análisis de flexoextensión del codo izquierdo utilizando el destornillador como palanca

En este entorno experimental se simuló la manera correcta del uso del destornillador, empleándolo como palanca, como se observa en la figura 113-3 a). En la figura 113-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con el destornillador como palanca en donde se encontró un rango de flexión máxima de 91,24° y una extensión máxima de 69,27°, estos rangos serán referenciales del uso inadecuado del destornillador.

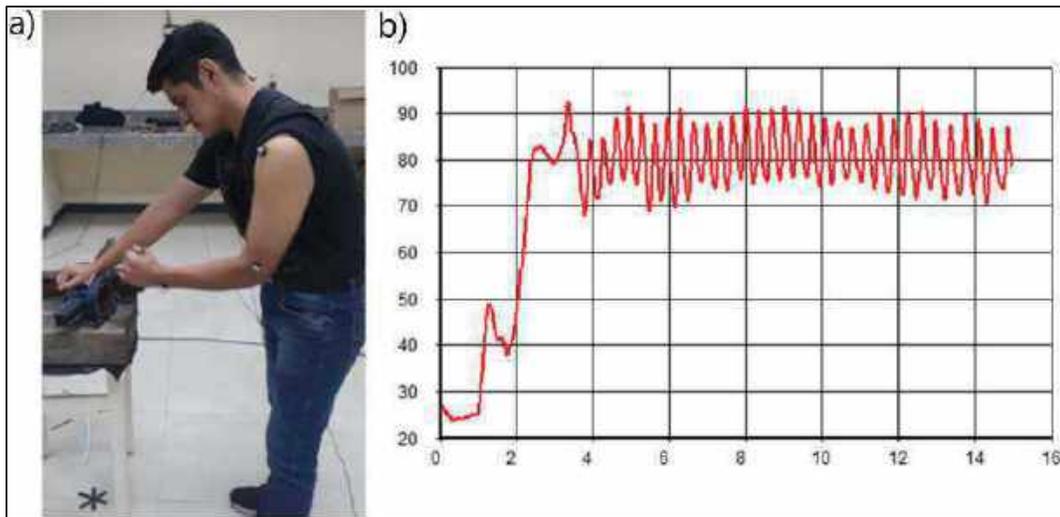


Figura 113-3. Entorno de utilización incorrecta del destornillador, análisis del codo izquierdo
Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.3.16.4 Análisis del uso del destornillador del codo izquierdo

Tabla 69-3: Resumen análisis de flexoextensión del uso del destornillador del codo izquierdo

	Flexión	Extensión
Uso correcto del destornillador	61,14°	47,49°
Destornillador para golpe	107,91°	73,67°
Destornillador como palanca	91,24°	69,27°

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Como se puede ver en la tabla 69-3 luego del análisis individual del manejo adecuado e inadecuado del destornillador se obtuvo que los límites ideales para el uso correcto del destornillador se encuentra entre flexión 61,14° y extensión 47,49°, los demás rangos a nivel superior e inferior de estos valores implicaría daños en el codo, a corto plazo (Tendinitis,

Epicondilitis) y largo plazo, permanente y degenerativo (Artrosis). Cabe mencionar que los resultados pueden variar de acuerdo a la persona en la que esté realizando el estudio.

3.3.17 Análisis codo herramientas cincel, punzón y tijera

El análisis de estas herramientas (cincel, punzón y tijera) no provocarían ninguna afección, ya que, estas permanecen estáticas y no generan ningún movimiento en el codo o su movimiento es leve.

3.4 Análisis de riesgos ergonómicos del hombro

Se analizan los riesgos ergonómicos con respecto al hombro con las herramientas manuales. En este caso se considera la sierra, ya que, con esta herramienta se genera mayor actividad con el hombro, mientras que el martillo, destornillador, espátula, alicate, cuchillo, llaves y lima, generan poco o nada de movimiento en el hombro, de igual forma el cincel, punzón y tijeras no se las incluyen, debido a que la actividad no provoca ningún tipo de movimiento en el hombro.

3.4.1 Análisis de hombro derecho herramienta sierra

3.4.1.1 Análisis de flexoextensión del hombro derecho utilizando de forma correcta la sierra

En este entorno experimental se simuló la manera correcta del uso de la sierra, el cual se debe realizar con los dos brazos, como se observa en la figura 114-3 a). En la figura 114-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 6 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con la sierra de forma correcta en donde se encontró un rango de flexión máxima de $72,92^\circ$ y una extensión máxima de $5,91^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso correcto de la sierra.

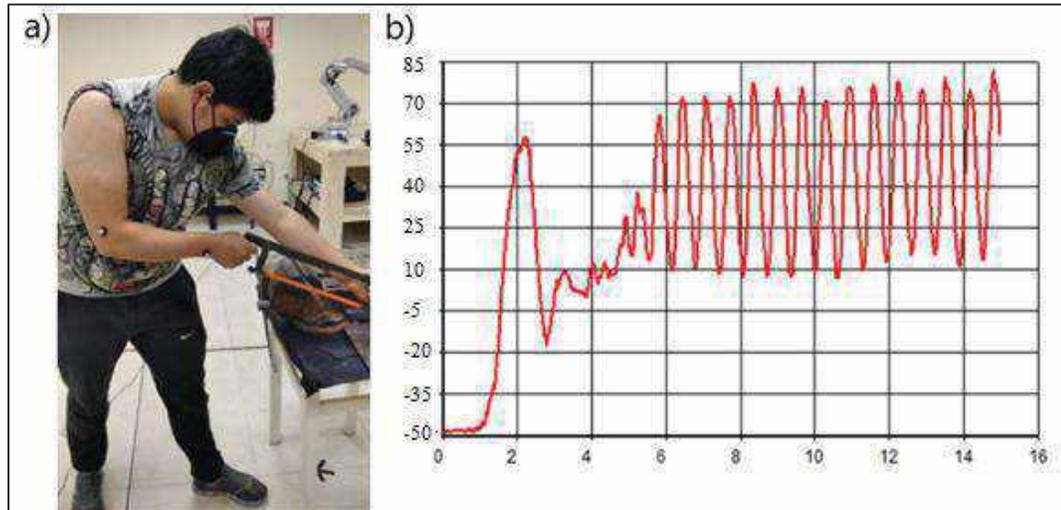


Figura 114-3. Entorno de utilización correcta de la sierra, análisis del hombro derecho

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.4.1.2 Análisis de flexoextensión del hombro derecho utilizando la sierra con un brazo

En este entorno experimental se simuló la manera incorrecta del uso de la sierra, cuando se realiza la acción con un solo brazo, como se observa en la figura 115-3 a). En la figura 115-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con la sierra a una mano en donde se encontró un rango de flexión máxima de $73,37^\circ$ y una extensión máxima de $5,76^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso inadecuado de la sierra.

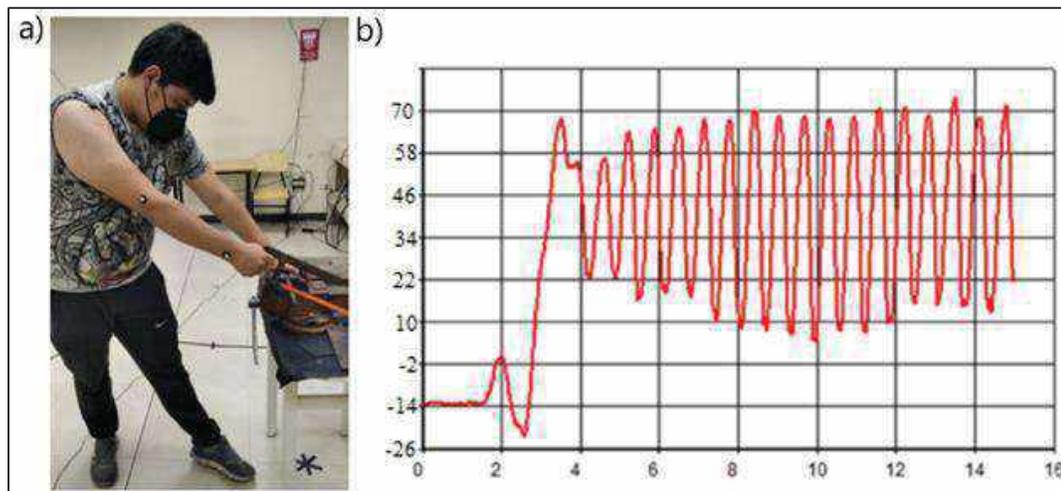


Figura 115-3. Entorno de utilización incorrecta de la sierra, análisis del hombro derecho

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.4.1.3 Análisis del uso de la sierra del hombro derecho

Tabla 70-3: Resumen análisis de flexoextensión al usar la sierra del hombro derecho

	Flexión	Extensión
Uso correcto sierra	72,92°	5,91°
Sierra usando una mano	73,37°	5,76°

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Como se puede ver en la tabla 70-3 luego del análisis individual del manejo adecuado e inadecuado de la sierra se obtuvo que los límites ideales para el uso correcto de la sierra se encuentra entre flexión 72,92° y extensión 5,91°, los demás rangos a nivel superior e inferior de estos valores implicaría daños en el codo, a corto plazo (Tendinitis, Epicondilitis) y largo plazo, permanente y degenerativo (Artrosis). Cabe mencionar que los resultados pueden variar de acuerdo a la persona en la que esté realizando el estudio.

3.4.2 Análisis de hombro izquierdo herramienta sierra

3.4.2.1 Análisis de flexoextensión del hombro izquierdo utilizando de forma correcta la sierra

En este entorno experimental se simuló la manera correcta del uso de la sierra, el cual se debe realizar con los dos brazos, como se observa en la figura 116-3 a). En la figura 116-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con la sierra de forma correcta en donde se encontró un rango de flexión máxima de 54,09° y una extensión máxima de 0,77°, estos rangos serán referenciales del uso correcto de la sierra.

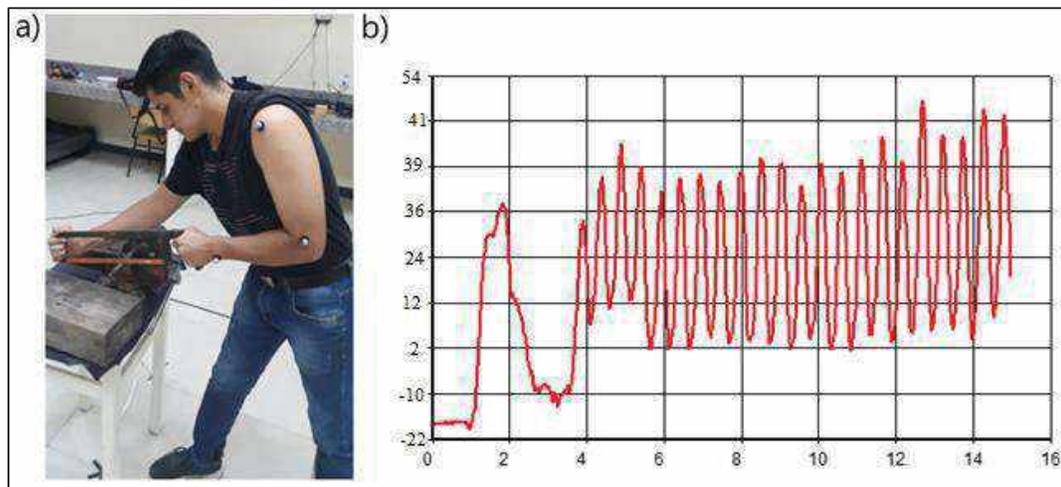


Figura 116-3. Entorno de utilización correcta de la sierra, análisis del hombro izquierdo

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.4.2.2 *Análisis de flexoextensión del hombro izquierdo utilizando la sierra con un brazo*

En este entorno experimental se simuló la manera incorrecta del uso de la sierra, cuando se realiza la acción con un solo brazo, como se observa en la figura 117-3 a). En la figura 117-3 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con la sierra a una mano en donde se encontró un rango de flexión máxima de $51,56^\circ$ y una extensión máxima de $-5,65^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso inadecuado de la sierra.

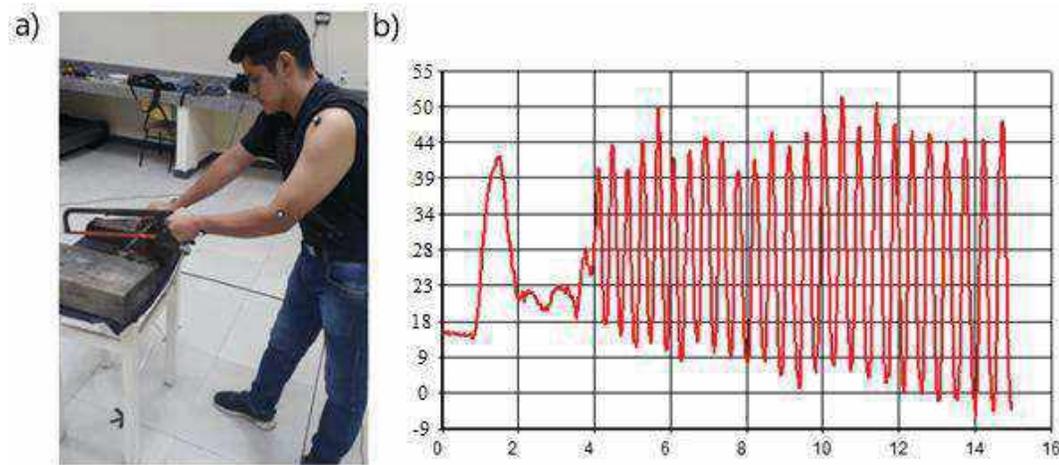


Figura 117-3. Entorno de utilización incorrecta de la sierra, análisis del hombro izquierdo

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

3.4.2.3 *Análisis del uso de la sierra del hombro izquierdo*

Tabla 71-3: Resumen análisis de flexoextensión al usar la sierra del hombro izquierdo

	Flexión	Extensión
Uso correcto sierra	54,09°	0,77°
Sierra usando una mano	51,56°	-5,65°

Realizado por. Acosta, J., Alejandro, P., 2021

Como se puede ver en la tabla 71-3 luego del análisis individual del manejo adecuado e inadecuado de la sierra se obtuvo que los límites ideales para el uso correcto de la sierra se encuentra entre flexión $54,09^\circ$ y extensión $0,77^\circ$, los demás rangos a nivel superior e inferior de estos valores implicaría daños en el codo, a corto plazo (Tendinitis, Epicondilitis) y largo plazo,

permanente y degenerativo (Artrosis). Cabe mencionar que los resultados pueden variar de acuerdo a la persona en la que esté realizando el estudio.

3.4.3 Factores de riesgos ergonómicos presentes en el uso de herramientas manuales

Luego de haber analizado cada una de las pruebas realizadas, se determinó que el riesgo ergonómico con mayor influencia en la manipulación de las herramientas manuales es:

3.4.3.1 Movimientos repetitivos

Se considera que una acción presenta movimientos repetitivos cuando se realizan 30 movimientos en menos de un minuto, por lo cual todas las herramientas estudiadas a excepción del punzón, cincel y tijeras, presentan este riesgo ergonómico, el mismo que puede provocar enfermedades profesionales como las que se mencionan en el análisis de cada herramienta.

3.5 Elaboración de manuales de procedimientos seguros para los entornos experimentales estudiados

Para la elaboración del manual de procedimientos seguros, se realizó la simulación de las actividades más frecuentes que se presentan en los talleres automotrices con herramientas manuales y estas actividades fueron analizadas por medio del software CLINICAL 3DMA, en donde se realizó la comparación entre las actividades correctas e incorrectas con cada una de las herramientas. Finalmente se extrajo la información más relevante la cual constituiría este manual.

Para la construcción de este manual se tuvo en cuenta los siguientes elementos:

- Objetivo
- Alcance
- Elementos de protección personal
- Consideraciones previas a la actividad
- Consideraciones durante la actividad
- Matriz de riesgos y medidas preventivas

Gracias al análisis se identificó que el martillo y la sierra son las herramientas con mayor riesgo.

En cumplimiento de este objetivo se realizó el manual de procedimientos seguros basado en las herramientas manuales enlistadas anteriormente. Este manual se puede considerar no solo para los talleres automotrices, sino que también para los sinnúmeros de entornos que se presentan en nuestra vida diaria y laboral.

Véase el Manual de Procedimientos Seguros en el anexo B.

4. CONCLUSIONES

- Del análisis del estudio de campo se obtuvo que, en el área de estudio, que concierne a 500 metros a la redonda de la ESPOCH se encontraron dieciocho talleres automotrices, en los cuales se aplicó una encuesta para la recolección de la información, la misma que dio a conocer que las siguientes herramientas son las más utilizadas en estos talleres: martillo, sierra, espátula, alicate, cuchillo, destornillador, punzón, limas, llaves y tijeras, estas herramientas coincidieron con la revisión bibliográfica que se realizó para corroborar cuales son las herramientas manuales que se utilizan con mayor frecuencia.
- Dentro de las funciones del software Clinical 3DMA que permiten el análisis biomecánico de todo el cuerpo humano, se emplearon los protocolos para la evaluación de las extremidades superiores establecidos bajo protocolos para el estudio muñeca y codo hombro.
- Gracias al estudio biomecánico que se realizó a través del software Clinical 3DMA, se logró determinar mediante las pruebas ejecutadas que, el martillo y la sierra son las herramientas que pueden producir mayor daño en las articulaciones, debido que al utilizar el martillo se generan movimientos repetitivos en la articulación del codo y de la muñeca y al momento de usar la sierra se generan estos movimientos en las articulaciones del codo y del hombro, lo cual puede generar afectaciones como es el caso de la presencia de tendinitis, el síndrome de túnel carpiano, epicondilitis e incluso podría provocar lesiones muy graves como es el caso de la artrosis; las demás herramientas también podrían provocar estas afectaciones en las articulaciones de las extremidades superiores, pero con menor riesgo.
- Gracias al estudio biomecánico se logró identificar las herramientas que generan mayor afección con lo cual se estableció un manual de procedimientos seguros para las herramientas que presentaron factores de riesgos críticos como es el caso del martillo y la sierra, permitiendo por el mismo su correcto uso y consideraciones para reducir riesgos ergonómicos al momento de su uso.

5. RECOMENDACIONES

- Antes de realizar las pruebas experimentales con el software Clinical 3DMA comprobar todas las conexiones, ya que esto nos podría causar problemas al momento de calibrar el sistema.
- Verificar que el sistema se encuentre calibrado cada vez que se inicie con el software Clinical 3DMA.
- Si se trabaja con herramientas es recomendable que estas no estén de color metal ya que las cámaras detectan puntos reflectados que pueden ser reflejados por las herramientas.
- Para definir las herramientas y los entornos experimentales, se recomienda realizar una encuesta bien estructurada que permita obtener información necesaria que facilite este estudio, una encuesta con preguntas cerradas agiliza la tabulación de los datos obtenidos.
- En la ejecución de las pruebas, es recomendable hacer un análisis de las articulaciones que intervienen en el uso de cada herramienta, ya que con cada herramienta no trabajan las mismas articulaciones, este análisis ayuda a no realizar un trabajo innecesario en el momento de llevar a cabo las pruebas.
- Se recomienda elaborar el manual de procedimientos seguros de forma sencilla y clara, con la finalidad de evitar confusiones para las personas interesadas, y sea útil para los operarios que interactúan con las diferentes herramientas manuales, es necesario, además, cumplir con todos los parámetros expresados en el manual para minimizar el riesgo de adquirir una enfermedad profesional como podría ser artrosis, distensión

BIBLIOGRAFÍA

ANDRADE CARRILLO, J. *Dominio técnico, instalaciones y seguridad en sala de entrenamiento polivalente* [en línea]. IC editorial, 2017. [Consulta: 19 noviembre 2020]. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/esepoch/44958>

ANGULO, T., ÁLVAREZ, A., & FUENTES, Y. "Biomecánica clínica Biomecánica de la Extremidad Superior Exploración del Codo". *Reduca (Enfermería, Fisioterapia y Podología).-Serie Biomecánica Clínica* [en línea], 2011. (Madrid) 3(4), pp. 82-103. [Consulta: 10 diciembre 2020]. ISSN 1989-5305. Disponible en: <http://revistareduca.es/index.php/reduca-enfermeria/article/view/753/769>

ARENAS-ORTIZ, L., & CANTÚ-GÓMEZ, Ó. "Factores de riesgo de trastornos músculo-esqueléticos crónicos laborales". *Medicina Interna de Mexico* [en línea], 2013. (México), 29(4) pp.371-378. [Consulta: 12 diciembre 2020] Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/medintmex/mim-2013/mim134f.pdf>

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE ERGONOMÍA. *¿Qué es la ergonomía? - Asociación Española de Ergonomía.* [blog], 2015. (España), [Consulta: 12 diciembre 2020]. Disponible en: <http://www.ergonomos.es/ergonomia.php>

BECERRA, Alicia. *BIOMECÁNICA* [en línea], La Habana, 2007. p. 3. [Consulta: 14 diciembre 2020]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/312503494_BIOMECANICA

BARRENO FLORES, C. F. *Estudio biomecánico en el puesto de lavado de botellas de la industria I.L.A.S.A y su incidencia en las condiciones laborales de los trabajadores* [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad Técnica de ambato, Ambato, Ecuador, 2017. [Consulta: 2020-12-20]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26317/1/Maestr%c3%ada%20D.M.%2023%20-%20Barreno%20Flores%20Charles%20Fabi%c3%a1n.pdf>

BIOSCA, F., GARCÍA FOJEDA, A., & VÁLÍOS, J. "La biomecánica: una herramienta para la evaluación de la técnica deportiva". *Apunts. Educació Física i Esports*, [en línea], 1997. 1(47), pp. 15-20. [Consulta: 11 diciembre 2020]. Disponible en: <https://raco.cat/index.php/ApuntsEFD/article/view/311032>

CALDAS MAURAD, W. U., & CASTILLO TENESACA, C. I. *Desarrollo de un mecanismo de muñeca con dos grados de libertad para una prótesis biomecánica de mano.* [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, Cuenca, Ecuador, 2018. [Consulta: 2020-12-19]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/16532>

CATAÑO I., M., ECHEVERRI H., et al. "Riesgo biomecánico por carga estática y morbilidad sentida en docentes universitarios", *Revista Ciencias de La Salud* [en línea], 2018. (Colombia), 17(3) p. 48. [Consulta: 15 diciembre 2020] Disponible en: <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/revsalud/a.8359>

CONSEJO NACIONAL DE PLANIFICACIÓN. *Plan Nacional Para el Buen Vivir 2017-2021*, [En línea] p. 33, 2017. [Consulta: 15 diciembre 2020] Disponible en: <https://www.gobiernoelectronico.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/09/Plan-Nacional-para-el-Buen-Vivir-2017-2021.pdf>

CRUZ G., J. A., & GARNICA G., A. *Ergonomía aplicada*, [en línea]. 4ª ed., 2017. [Consulta: 16 diciembre 2020]. Disponible en: <https://www.ecoediciones.com/wp-content/uploads/2015/08/Ergonomia-aplicada.pdf>

DESTARAC EGUIZABAL, M. A. *Modelado musculo-esquelético del miembro superior y desarrollo del sistema de control de un dispositivo de rehabilitación de hombro.* [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España, 2018. [Consulta: 2020-12-22]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=184981>

DUFOUR, M., & PILLU, M. *Biomecánica Funcional. Miembros, Cabeza, Tronco* [en línea]. 2ª ed, Barcelona - España: ELSEVIER, 2018. [Consulta: 25 noviembre 2020]. Disponible en: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=C9zQDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=que+e+s+la+biomecánica%3F&ots=WlY0H2cDmN&sig=2Kx_zgzbp6k6lm5RJzyV-MFOgI#v=onepage&q=que es la biomecánica%3F&f=false

FREIRE, Sergio A. *ANÁLISIS DE ERGONOMÍA FÍSICA EN LOS GALPONEROS DE UNA GRANJA AVÍCOLA.* [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador, 2019. [Consulta: 2020-12-23]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/8821/1/04%20IND%20141%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>

LANDINES, L. M., & MOSQUERA, D. *EL CUERPO COMO FUNDAMENTO PARA EL DISEÑO DE VESTUARIO Estudio morfológico y anatómico del cuerpo humano a través de la biomecánica y la ergonomía.* [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín, Colombia, 2013. [Consulta: 2020-12-02]. Disponible en: <https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/783/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

LIRIANO LIZ, E. *EXAMEN DE LA EXTREMIDADES SUPERIORES E INFERIORES.* [blog], 2012. [Consulta: 14 diciembre 2020]. Disponible en: <http://miosotislabastsemiologiaqx.blogspot.com/2012/08/examen-de-la-extremidades-superiores-e.html>

LÓPEZ MORALES, D., & VALENCIA LEGARDA, F. "Riesgo biomecánico ocupacional en músicos instrumentistas profesionales". *Revista de Investigación e Innovación En Ciencias de La Salud.* [en línea], 2019. (Colombia), 1(2). [Consulta: 11 diciembre 2020]. ISSN 2665-2056. Disponible en: <https://doi.org/10.46634/riics.19>

MORALES PERRAZO, L. A., SALAZAR, ALDÁS, D. S., COLLANTES VACA, M. S., & FREIRE, J. V. "Ergonomía del trabajo de enfermeras en el manejo manual de pacientes con metodología REBA y MAPO". *Revista Digital Del Medio Ambiente Ojeando La Agenda* [en línea], 2017. (Ecuador), 1(2) pp. 1-17. [Consulta: 04 diciembre 2020]. ISSN 1989-6794. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6105590>

PARRA, C., & CHIVA, Y. J. *Identificación De Consideraciones Técnicas Para La Manipulación De Herramientas Manuales Para El Área De Mantenimiento De La Universidad Católica De Manizales.* [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Católica de Manizales, Manizales, Colombia, 2020. [Consulta: 2020-12-23]. Disponible en: <http://repositorio.ucm.edu.co:8080/jspui/handle/10839/2866?locale-attribute=en>

PERDOMO, J. M., PEGUDO, A., & CAPOTE, T. "Premisas para la investigación biomecánica en la cultura física". *Revista Cubana Educación Superior.* [en línea], 2018. (Cuba), 2 pp. 104-114. [Consulta: 06 diciembre 2020]. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rces/v37n2/rces08218.pdf>

PIÑEDA, A., CABDRERA, LADY, ESGUERRA, C., GRAJALES, J., & GNZALES, C. "Variables antropométricas y su relación con la fuerza-prensión de mano, para el uso ergonómico de herramientas manuales en un grupo de trabajadores del sector de la construcción en Bogotá".

Revista Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de La Información. [en línea], 2016. (Colombia), 3(5) pp. 71-78. [Consulta: 08 diciembre 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.21017/rimci.2016.v3.n5.a7>

RÍOS GARCÍA, Marilia. "Trastornos musculoesqueléticos del miembro superior en el Hospital Militar de Matanzas". *Revista Médica Electrónica*. [en línea], 2018. (Cuba), 40(6). [Consulta: 23 diciembre 2020]. ISSN 1684-1824. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18242018000601819

ROMERO CASTILLO, C. D. *Diseño biomecánico de puestos de trabajo para el personal de barrido y recolección de desperdicios de la Empresa Pública Municipal de Gestión Integral de desechos sólidos de Ambato (EPM-GIDSA)*. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador, 2016. [Consulta: 2021-01-07]. Disponible en: https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23466/1/Tesis_t1139id.pdf

SANABRIA, N. & OSORIA, A. "Biomecánica del hombro y bases fisiológicas de los ejercicios de Codman". *Revista CES MEDICINA*. [en línea], 2018, 27(2) pp. 205-215. [Consulta: 06 diciembre 2020]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/cesm/v27n2/v27n2a08.pdf>

SARANGO, Dayana. *INCIDENCIA DE LAS ENFERMEDADES PROFESIONALES EN EL ECUADOR* [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad Nacional SEK, Quito, Ecuador, 2019. [Consulta: 2021-01-08]. Disponible en: <https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/3537/1/INCIDENCIA%20DE%20ENFERMEDADES%20PROFESIONALES%20EN%20EL%20ECUADOR%202015%202017.pdf>

STT SYSTEMS. *Clinical 3DMA*. [blog], 2018. (España), [Consulta: 04 enero 2021]. Disponible en: https://www.stt-systems.com/downloads/clinical-3dma/STT_Clinical3DMA-E-2018.pdf

STT SYSTEMS. *FULL-BODY BIOMECHANICAL ANALYSIS SYSTEM*. 3D Gait Lab. [blog], 2020. (España), [Consulta: 04 enero 2021]. Disponible en: https://www.stt-systems.com/downloads/clinical-3dma/STT_Clinical_gaitlab_en.pdf

TORRES, Andrea. *Análisis Biomecánico De La Esgrima Mediante Sistemas Optoelectrónicos De Análisis De Movimiento. Estudio De Caso: Deportista De Alto Rendimiento* [en línea], 2007, 1(2) pp. 30-39. [Consulta: 11 enero 2021]. ISSN 1909-9762 Disponible en: <https://revistas.eia.edu.co/index.php/BME/article/view/28>

VILADOT VOEGELI, Antonio. *Lecciones básicas de biomecánica del aparato locomotor.* [en línea]. 1ª ed, Barcelona - España: Springer, 2000. [Consulta: 12 enero 2021]. Disponible en: https://books.google.com.ec/books?id=SQIjKjpZwY8C&pg=PA264&dq=que+es+la+biomecanica&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwi7--yxzv_sAhViu1kKHQiqBvAQ6AEwA3oECAgQAg#v=onepage&q=que%20es%20la%20biomecanica&f=false

ANEXOS

Anexo A: Encuesta para estudio biomecánico de las extremidades superiores

ENCUESTA PARA ESTUDIO BIOMECÁNICO DE LAS EXTREMIDADES SUPERIORES

1. De las siguientes herramientas manuales, ¿cuáles son las que se usan con mayor frecuencia en este taller?

- Martillo
- Sierra
- Espátula
- Lima
- Cuchillo
- Llaves
- Alicate
- Destornillador
- Cinzel
- Punzón
- Tijera

2. ¿Con que brazo utiliza las herramientas?

- Brazo izquierdo
- Brazo derecho
- Ambos brazos

3. ¿Ha recibido alguna capacitación para el uso de las herramientas manuales?

- Si
- No

4. ¿Utiliza equipos de protección personal?

- Si
- No

MARTILLO

1. Seleccione las actividades y modo de sujeción que realiza con el martillo:

- Golpear con un lado de la cabeza del martillo
- Utilizar un martillo para golpear a otro
- Sujetar el mango cerca de la cabeza del martillo
- Golpear con la cara del martillo sujetándolo del extremo del mango

2. ¿De qué material es el mango del martillo que utiliza?

- Madera
- Metal
- Plástico

3. ¿De qué parte del mango lo sujeta?

- Parte inferior del mango
- Parte media del mango
- Parte superior del mango

4. **¿Al utilizar el martillo le ha generado alguna dolencia en las extremidades superiores?**

- Si
- No

SIERRA

1. **¿Cómo utiliza la sierra?**

- Con un solo brazo
- Con ambos brazos

2. **¿Al utilizar la sierra le ha generado alguna dolencia en las extremidades superiores?**

- Si
- No

ESPÁTULA

1. **Seleccione las actividades que realiza con la espátula:**

- Golpear otros objetos
- Como palanca
- Rasquetear superficies

2. **¿Al utilizar la espátula le ha generado alguna dolencia en las extremidades superiores?**

- Si
- No

LIMAS

1. **Seleccione las actividades que realiza con la lima:**

- Utilizar como palanca
- Utilizar para limar (desbastar)

2. **¿Al utilizar la lima le ha generado alguna dolencia en las extremidades superiores?**

- Si
- No

CUCHILLO

1. **Seleccione las actividades que realiza con el cuchillo:**

- Utilizar como destornillador
- Utilizar como palanca
- Utilizar para cortar

2. **¿Al utilizar el cuchillo le ha generado alguna dolencia en las extremidades superiores?**

- Si
- No

LLAVES MÓVILES Y FIJAS

1. **Seleccione las actividades que realiza con las llaves:**

- Utilizar para golpear
- Utilizar para ajustar o aflojar tuercas

2. ¿Al utilizar las llaves le ha generado alguna dolencia en las extremidades superiores?

Si

No

ALICATES

1. Seleccione las actividades que realiza con el alicate:

Utilizar en lugar de llaves

Golpear piezas u objetos

Utiliza para sujetar, doblar o cortar

2. ¿Al utilizar el alicate le ha generado alguna dolencia en las extremidades superiores?

Si

No

DESTORNILLADOR

1. Seleccione las actividades que realiza con el destornillador:

Utilizar para realizar golpes a otros objetos

Utilizar como palanca

Utilizar para apretar o aflojar tornillos

2. ¿Al utilizar el destornillador le ha generado alguna dolencia en las extremidades superiores?

Si

No

CINCEL

1. ¿Utiliza el cincel con alguna protección de goma en la cabeza del mismo o con algún soporte?

Si

No

2. ¿Al utilizar el cincel le ha generado alguna dolencia en las extremidades superiores?

Si

No

PUNZÓN

1. Seleccione las actividades que realiza con el punzón:

Marcar superficies duras con la punta en buen estado

Ha realizado actividades con la punta deformada

2. ¿Al utilizar el punzón le ha generado alguna dolencia en las extremidades superiores?

Si

No

TIJERAS

1. Seleccione las actividades que realiza con las tijeras:

Cortas materiales mas duros que el material de su composición

Para cortar materiales más blandos que el material de su composición

2. ¿Al utilizar la tijera le ha generado alguna dolencia en las extremidades superiores?

Si

No

Anexo B: Manual De Procedimientos Seguros De Herramientas Manuales

 	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS SEGUROS DE HERRAMIENTAS MANUALES	
	VERSION	PAG.
	1.0	9 de 1

1. Objetivo

Diseñar procedimientos seguros para la realización de actividades con herramientas manuales, estableciendo de esta manera la forma correcta de su uso, normas de seguridad y estándares referente para el buen uso de las mismas, con la intención de proteger la salud física, prevenir enfermedades por el uso incorrecto.

2. Alcance

Este procedimiento va dirigido al sector automotriz o indirectamente en las actividades que las personas realicen actividades con herramientas manuales.

3. Martillo

Elementos de protección personal

- Gafas de protección industrial.
- Casco de seguridad.
- Guantes de vaqueta
- Overol
- Zapatos industriales de seguridad (punta de acero)

Consideraciones previas a la utilización del martillo

- Realizar un pequeño calentamiento de las extremidades superiores antes de empezar las actividades.
- Antes de utilizar el martillo, se debe retirar pulseras, relojes, anillo, entre otros accesorios que pueda tener en las extremidades superiores.
- Verificar que la cabeza no presente rebabas, grietas o cualquier otro defecto que afecte al uso del martillo.
- Verificar que el mango del martillo sea de madera (nogal o fresno) de longitud proporcional al peso de la cabeza y sin aristas.
- Verificar que el mango del martillo esté sujeto firmemente a la cabeza del mismo.
- Verificar que se tiene todos elementos de protección personal.

- Comprobar que el mango del martillo esté seco, para evitar posibles deslizamientos de la mano.

Consideraciones durante la utilización del martillo

- Al momento de utilizar el martillo se debe sujetar del extremo del mango, ya que, de esta manera se proporciona mayor fuerza al realizar los golpes y se evita posibles lesiones en la muñeca.
- Se deben realizar los golpes con la cara del martillo, ya que, si se realizan golpes con el lado de la cabeza, provoca un mayor esfuerzo en los músculos bíceps y tríceps.
- El martillo es una herramienta la cual se debe usar solamente para lo que fue diseñada, es decir para golpear, clavar, desclavar, romper o deformar objetos.
- No se debe utilizar un martillo para golpear otro.
- Si se va a golpear clavos, estos se deben sujetar por la cabeza.
- Luego de utilizar la herramienta se debe realizar la limpieza y ordenamiento del área de trabajo.

Matiz de riesgo y medidas preventivas durante la utilización del martillo.

Cuadro. Matriz de riesgo y medidas preventivas durante la utilización del martillo.

Clasificación del riesgo	Medidas preventivas
Riesgo mecánico: <ul style="list-style-type: none"> • Caída de objeto en manipulación. • Golpes. • Proyección de partículas. 	Usar todo el equipo de protección adecuado para la actividad, con el fin de evitar lesiones, golpes, caída de la herramienta y algún accidente derivado de la proyección de partículas.
Riesgo biomecánico: <ul style="list-style-type: none"> • Lesiones en articulaciones del brazo. • Desorden músculo-esquelético. 	Con la finalidad de evitar los riesgos biomecánicos, se recomienda utilizar el martillo para las actividades que le corresponden a esta herramienta, sujetando el mango desde el extremo y tomando las consideraciones citadas con anterioridad. Si la actividad se la realiza en un periodo largo tomar un pequeño descanso entre 10 y 15min. Una vez finalizada la actividad realizar un pequeño estiramiento de la extremidad superior.

3. Sierra para cortar metal

Elementos de protección personal

- Gafas de protección industrial.
- Casco de seguridad.
- Guantes anti cortes.
- Overol.
- Zapatos industriales de seguridad (punta de acero)

Consideraciones previas a la utilización de la sierra

- Realizar un pequeño calentamiento de las extremidades superiores antes de empezar las actividades.
- Verificar que la hoja de la sierra esté en buenas condiciones, que no presente doblamientos y falta de dientes.
- Verificar que el material que se va a cortar, presente menor dureza que el material de la hoja de la sierra.
- Asegurarse de utilizar todos los equipos de protección personal recomendados para el uso de esta herramienta.

Consideraciones durante la utilización de la sierra

- Sujetar firmemente con una mano el mango de la sierra y con la otra el extremo superior y balancear la sierra hacia delante y hacia atrás.
- Tener cuidado con la hoja de la sierra, ya que, podría generar algún tipo de corte en las manos.
- Luego de utilizar esta herramienta, se debe limpiar la hoja de la sierra y el área de trabajo, debido a que, esta actividad expulsa pequeñas partículas del material que se corta.

Matiz de riesgo y medidas preventivas durante la utilización de la sierra

Cuadro. Matriz de riesgo y medidas preventivas durante la utilización de la sierra.

Clasificación del riesgo	Medidas preventivas
Riesgo mecánico: <ul style="list-style-type: none">• Cortes.• Proyección de partículas.• Caídas de la herramienta en manipulación.• Golpes	Es recomendable utilizar de forma obligatoria los equipos de protección personal citados en este manual, para disminuir los riesgos mecánicos que se presentan en la utilización de la sierra.

<p>Riesgo biomecánico:</p> <ul style="list-style-type: none">• Lesiones en articulaciones del brazo.• Desorden músculo-esquelético.	<p>Con la finalidad de evitar los riesgos biomecánicos, se recomienda utilizar la sierra con los dos brazos, ya que, de esta forma se distribuye el esfuerzo y se evitan lesiones en las extremidades superiores.</p> <p>Si la actividad se la realiza en un periodo largo tomar un pequeño descanso entre 10 y 15min.</p> <p>Una vez finalizada la actividad realizar un pequeño estiramiento de la extremidad superior.</p>
--	---



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO

DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS DEL
APRENDIZAJE



UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS
REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 27 / 08 / 2021

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: JEFFERSON OMAR ACOSTA ESPINOZA PABLO DANIEL ALEJANDRO SARAGOZÍN
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: MECÁNICA
Carrera: INGENIERÍA INDUSTRIAL
Título a optar: INGENIERO INDUSTRIAL
f. Analista de Biblioteca responsable: Lcdo. Holger Ramos, MSc.



Firmado electrónicamente por:
**HOLGER GERMAN
RAMOS UVIDIA**

1495-DBRA-UPT-2021