



**PROCESO DE ELABORACIÓN DE DISPOSITIVOS  
ORTOPROTESICO PARA LA MARCHA**

**ORTESIS RODILLA, TOBILLO PIE Y PROTESIS TRANSTIBIAL ENDOESQUELETICA  
TIPO KBM**

**TRABAJO DE GRADUACION**

**ELABORADO PARA LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA REHABILITACIÓN.**

**PARA OPTAR AL GRADO DE  
TECNICO EN ORTESIS Y PROTESIS CATEGORIA II**

**POR:**

**ANA CECILIA OPORTO ZELAYA**

**SAN SALVADOR, SOYAPANGO, EL SALVADOR.**

**MARZO 2009**

**UNIVERSIDAD DON BOSCO**

**RECTOR**

ING. FEDERICO MIGUEL HUGUET RIVERA

**SECRETARIA GENERAL**

ING. YESENIA XIOMARA MARTINEZ OVIEDO

**DIRECTORA DE ESCUELA DE ORTESIS Y PROTESIS**

TEC. EVELIN DE SERMEÑO

**ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACION**

TEC. MELVIN AREVALO

**JURADO EXAMINADOR**

TEC. MONICA GISELA CASTANEDA PIMENTEL

TEC. CARLOS MATEWS ZELAYA

**UNIVERSIDAD DON BOSCO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA REHABILITACIÓN**

**JURADO EVALUADOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**

PROCESO DE FABRICACIÓN DE PROTESIS TRANSTIBIAL ENDOESQUELETICA  
TIPO KBM Y ORTESIS DE RODILLA, TOBILLO Y PIE PARA FRACTURA TIBIA Y  
PERONÉ.

---

**TEC MÓNICA GISELA CASTENEDA**

---

**TEC. CARLOS MATEWS ZELAYA**

---

**TEC. MELVIN AREVALO**  
**ASESOR**

Agradecimientos.....	6
Introducción.....	8
CAPITULO I.....	9
Objetivo General.....	10
Objetivos Específicos.....	10
1.2.Metas.....	10
1.3.Alcances y Limitaciones.....	10
Alcance prótesis.....	10
Alcances Ortesis.....	11
CAPITULO II.....	12
CASO I.....	12
II.2.Examen físico.....	15
II.3.Tratamiento Protésico.....	19
II.4.Justificación del diseño y materiales.....	19
II.5.Justificación del tratamiento protésico.....	20
II.6.Objetivos de la prescripción.....	20
CAPITULO III.....	21
3.1.Marco teórico.....	21
3.2.Prótesis Transtibiales.....	23
3.3.Biomecánica de Prótesis Transtibial; Alojamiento del muñón y Diseño de prótesis.....	25
3.4.Diseño y tipo de cuencas.....	27
3.5.Biomecánica de la construcción de la prótesis.....	30
3.6.Alineación de banco de la cuenca.....	30
3.7.Alineación de los componentes protéticos.....	31
3.8.Alineación dinámica de los componentes.....	32
CAPITULO IV.....	35
4.1.Proceso de elaboración de prótesis transtibial.....	36
4.3.Recomendaciones de uso.....	38
CAPITULO V.....	39
5.1.Costos de fabricación.....	40
5.2.Costos de mano de obra.....	41
5.3.Costo Total de Producción.....	41
CAPITULO VI.....	43
CASO II.....	43
6.1.Historia Clínica.....	44
6.2.Examen físico.....	46
6.3.Prescripción.....	47
6.4.Análisis del aparato actual.....	48
6.5.Justificación del diseño y de los materiales.....	48
6.6.Objetivos del tratamiento.....	48
6.7.Alineación dinámica.....	48
CAPITULO VII.....	50
7.1 Marco Teórico.....	51
7.2.Ortesis para Miembro Inferior.....	57
7.3.Ortesis rodilla tobillo pie (KAFO).....	60
7.4.Tipos de materiales de construcción ortesis tipo KAFO.....	62

<u>CAPITULO VIII.....</u>	<u>63</u>
<u>8.1.Proceso de fabricación de ortesis miembro inferior (KAFO).....</u>	<u>64</u>
<u>8.2.Recomendaciones y Cuidados de la Ortesis.....</u>	<u>64</u>
<u>CAPITULO IX.....</u>	<u>65</u>
<u>9.1.Costos de fabricación.....</u>	<u>66</u>
<u>9.2.Costos de mano de obra:.....</u>	<u>67</u>
<u>9.3.Costo Total de Producción:.....</u>	<u>68</u>
<u>Glosario.....</u>	<u>69</u>
<u>Referencia Bibliográfica.....</u>	<u>73</u>

## **Agradecimientos**

### **A Dios**

Por ser el centro de mi vida, en quien confío a plenitud, la fortaleza que me da en pruebas de mi vida, y darme la dicha de haberme puesto en este lugar y especialmente en la familia que me otorgó.

### **A mi papá Ricardo Oporto**

Aunque no este presente en cuerpo pero si en alma, se que en el reino que ahora él pertenece esta apoyándome en mis decisiones, le agradezco porque gracias a él soy una persona con madurez a mi corta edad, por ser la persona que inculcó valores en la familia y heredar su virtud; el ser humildes.

### **A mi madre Paula Zelaya**

Por ser la mejor madre a quien estoy eternamente agradecida por su esfuerzo de sacarme adelante ante toda dificultad y obstáculo, por darme esa confianza y creer en mí siempre, no tengo palabras para decirle cuando la quiero.

### **A mi hermano Omar Oporto**

Por ser mí hermano y amigo, por estar siempre pendiente de que todo marche bien, y saber que los sueños se pueden cumplir con esfuerzo de uno mismo.

### **A mi amiga Nancy**

Por ser alguien muy especial en mi vida, porque a pesar de las dificultades no me ha dejado caer, por regalarme sus sabios consejos y por conocerme perfectamente, gracias por compartir durante cinco años una verdadera amistad.

### **A mis amigos**

A cada uno de ellos mil gracias por que la vida sin amigos no es nada, por los momentos dentro y fuera de la universidad, por aceptar mis defectos y virtudes, por apoyarme en las buenas y malas, gracias por hacer que cada día a su lado fuese diferente. Gracias por escucharme y darme su confianza: Sindy, Ofelia, Martha Mélida, Darine, Marta Elena, Guadalupe, Karla, Alexis, Rogelio, Oscar, Marvin, Carlos, Ranvier, Wilfren y muchos más.

### **A mi amigo Alexis Mendoza**

Gracias por ser un hermano dentro y fuera de la universidad, agradezco porque siempre me ayudaste cuando lo necesite y se que puedo hacerlo hoy y siempre, la vida nos enseña que no importa cuan grande sea el problema si se tiene fé y buscamos soluciones positivas para lograrlo.

### **A mis compañeros**

Agradezco por aprender de ustedes y por ser un grupo muy unido a pesar de diferencias culturales, por ayudarnos mutuamente, gracias por todo.

### **Fundación Rafael Meza Ayau**

Gracias por creer en mí y darme la oportunidad de ser parte de sus becarios, le agradezco a la Sra. Nadine de Harth por ser una persona altruista quien ve el beneficio de los demás.

### **A mis maestros**

Por ser parte fundamental de mi formación académica durante 3 años, por enseñarme y transmitir sus conocimientos.

### **A Evelyn de Sermeño**

Por ser una buena persona y darme confianza, por que atendió a cada consulta o duda que tenia, por brindarme tiempo cuando lo necesite y por estar siempre pendiente en nuestra formación académica.

### **A mi asesor Melvin Arévalo**

Gracias por asesorarme en mi proceso de graduación, por tenerme paciencia, y estar siempre cuando le necesite, infinitas gracias.

## **Introducción**

En el presente documento realizado a favor de la Facultad de Ciencias de la Rehabilitación con el objetivo de optar de técnico en ortesis y prótesis de la Universidad Don Bosco, El Salvador.

Como estudiante egresada de técnico en ortesis y prótesis dirijo este documento escrito como parte de mi trabajo individual tesis, el cual me motiva como persona y estudiante porque en él plasmo conocimientos adquiridos durante toda la carrera, y que es mi base a seguir durante mi desarrollo laboral y profesional.

Con la colaboración de dos personas con características y discapacidades diferentes, fue posible la elaboración de mi trabajo escrito y práctico, tomando en cuenta de forma individual su respectivo historial clínico, evaluación física y patológica, con el fin de realizar una prescripción de un nuevo aparato ortopédico.

Como primer caso presento la elaboración de una prótesis transtibial endoesqueletica KBM para un joven de 17 años y posteriormente la descripción de elaboración de una ortesis rodilla tobillo pie, para una señorita de 33 años que presenta fractura consolidada de tibia y peroné en el miembro inferior derecho.

# **CAPITULO I**

## **1.1. Objetivos**

### **Objetivo General**

Desarrollar y describir un documento con el proceso de elaboración de una prótesis transtibial endoesqueletica tipo KBM y una Ortesis de miembro inferior tipo KAFO.

### **Objetivos Específicos**

- Elaborar de una Ortesis tipo KAFO para fractura consolidada de tibia y peroné proximal.
- Cambiar Ortesis tipo KAFO por el deterioro y mínima biomecánica funcional que presenta.
- Elaborar prótesis transtibial endoesqueletica.
- Cambiar componentes protésicos por desgaste y deterioro, cuenca por aumento de volumen en el muñón y altura de la prótesis.

## **1.2. Metas**

- Elaborar una prótesis transtibial endoesqueletica para un joven activo.
- Elaborar una ortesis rodilla tobillo pie que cumpla criterios biomecánicos.

## **1.3. Alcances y Limitaciones**

### **Alcance prótesis**

- Aliviar presiones distales en el muñón por cambio de cuenca.
- Simetría corporal.
- Marcha estable, dinámica y activa.

## **Alcances Ortesis**

- Compensación del acortamiento.
- Ortesis mejor adaptada y anatómica.

## **Limitaciones**

No se encontraron limitaciones en ninguno de los casos.

**CAPITULO II**  
**CASO I**

## **2.1. Historia Clínica**

### **I. Datos Generales**

Nombre: Juan José Miranda Portillo

Edad: 17 años.

Fecha de nacimiento: 24 de noviembre de 1991

Domicilio: Kilómetro 20 ½ carretera troncal del norte, colonia La Loma Cantón santa bárbara, Guazapa, San Salvador.

Genero: Masculino

Estado civil: Soltero

Persona responsable: Rosa Lydia Miranda Portillo (Madre)

Teléfono: 7332 7960

Ocupación: Estudiante de 1º año de bachillerato opción contador, educación media.

Diagnostico:

Amputación Transtibial Tercio Medio Derecho

Causa: Trauma (Accidente de Trabajo)

### **Anamnesis**

Paciente de 17 años, sexo masculino refiere que a la edad de 9 años un 8 de diciembre del año 2000, tuvo un accidente en una granja cuando el estaba “ayudando” a su padre a desgranar maíz, comenta que una pieza de la maquina desgranadora le cayo en sus dos pies destrozándole mayormente el pie derecho, fue llevado inmediatamente al hospital de niños Benjamin Bloom en a San Salvador. La madre manifiesta que el joven fue atendido inmediatamente y que estuvo en observación por varias horas hasta que los médicos decidieron “que le tenían que quitar el pie” y amputar dedos de su pie izquierdo a causa del accidente.

Fue intervenido quirúrgicamente y se le realizo una amputación transtibial tercio medio del miembro derecho. Estuvo hospitalizado aproximadamente 15 días en dicho nosocomio.

La madre comenta que posteriormente a dicha amputación recibió fisioterapias en una clínica de la ciudad de Apopa, luego recibió su primera prótesis después de 3 meses de rehabilitación, pero su hijo refirió dolor en su muñón en la parte distal al ser cargado peso en la prótesis, por lo cual fue intervenido a una segunda cirugía para regularizar la tibia en su extremo distal.

El usuario aun refiere un poco de dolor en la parte distal del muñón, en las prótesis que ha utilizado no poseen contacto total en las cuencas específicamente en la parte antero-distal del muñón.

Hasta la fecha el paciente ha utilizado cinco prótesis, con cambios de un año promedio de cada una de ellas, ha utilizado los dos sistemas endoesquelética y exoesquelética, actualmente utiliza una prótesis tipo endoesquelética cuenca de termoplástico. El paciente refiere con su prótesis actual “sentir molestias y presiones en la cuenca y se siente más bajo en el lado de la prótesis”.

## **II. Antecedentes:**

### **Personales.**

No contributorios.

### **Familiares.**

No contributorios.

### **Socioeconómicos.**

Paciente reside en una zona rural al norte de la capital de San Salvador, su núcleo familiar esta conformada por su madre y 3 hermanos, su vivienda esta construida de concreto, lamina y suelo de tierra, posee los servicios básicos: agua, energía eléctrica y teléfono celular.

### **Psicológicos.**

Paciente de características introvertido, callado, y tímido al expresarse. Ubicado en tiempo y espacio.

## **II.2. Examen físico.**

### **Evaluación Física**

Amputación de dedos 3er, 4to, 5to del miembro izquierdo.

Mantiene el equilibrio sin prótesis.

Rango de movimientos completos de miembro inferior derecho e izquierdo.

Dolor en la parte distal del muñón al ser sometido a cargas.

### **Características del muñón**

Muñón cónico

Sensibilidad conservada.

Dos cicatrices oblicuas en la parte distal del muñón: Antero-distal medial y antero-distal lateral.

Libre de contractura.

Facilidad de palpar prominencias óseas en el muñón.

Libre movilidad.

### **Inspección del muñón**

- Nivel de amputación: Tercio Medio.
- Tipo de cicatriz: Oblicua.
- Longitud de muñón: 19 centímetros muscular.
- Circulación del muñón: Buena
- Condición de la piel: coloración normal, fuerte transpiración, hiperqueratosis en el cóndilo interno del fémur, ligeramente bajo la cabeza del peroné y extremo distal de la tibia.

### **Palpación**

- Tono: Normal
- Temperatura : Normal
- Textura del muñón: Normal

- Capacidad de soportar carga: mínima, no puede ejercer o soportar carga en la parte distal del muñón.
- Ligamentos estables en extremidad inferior izquierdo y derecho.

## **Percusión**

- Sensibilidad: Conservada.
- Neuromas: Si.

## **Marcha prótesis actual**

Usuario presenta una marcha rítmica y dinámica a pesar de amputación de dedos del miembro contralateral, no necesita otro aditamento externo para desplazarse, su base de sustentación es normal.

Estáticamente se observa que la altura es más bajo en el lado de la prótesis, el usuario al momento de la marcha generalmente mira hacia el suelo, en la vista frontal se observo el pie protésico rotado internamente.

La prótesis compuesta de: cuenca tipo KBM en polipropileno color piel, sistema endoesqueletica, y pie dinámico.

## **Alineación de la prótesis actual**

Frontal: Centro del tendón rotuliano, entre el 1 y 2do dedo del pie protésico.

Sagital: 60% posterior y 40% anterior nivel del tendón rotuliano, 1 cm anterior del tercio posterior del pie protésico.

## Examen Articular y Funcional

Los parámetros cuantitativos del examen funcional están basados en esta tabla:

0	No hay contracción muscular
1	Leve contracción muscular, ausencia de movimiento.
2	Arcos de movilidad completa, eliminación de la gravedad.
3	Arcos de movilidad completa contra la gravedad sin resistencia.
4	Arcos de movilidad completa contra la gravedad con poco resistencia
5	Arcos de movilidad completa contra la gravedad con resistencia completa.

MIEMBRO INFERIOR IZQUIERDO			
ARTICULACIÓN	MOVIMIENTO	RANGOS	FUERZA MUSCULAR
Cadera	Flexión	120°	5
	Extensión	30°	5
	Abducción	45°	5
	Adducción	15°	5
Rodilla	Flexión	130°	5
	Extensión	0°	5
Tobillo	Flexión plantar	45°	5
	Flexión dorsal.	15°	5

MIEMBRO INFERIOR DERECHO (MIEMBRO AMPUTADO)			
ARTICULACIÓN	MOVIMIENTO	RANGOS	FUERZA MUSCULAR
Cadera	Flexión	120°	5
	Extensión	30°	5
	Abducción	45°	5
	Adducción	15°	5
Rodilla	Flexión	130°	5
	Extensión	0°	5

Miembros Superiores: fuerza normal y arcos de movimientos completos.

Ligamentos: estables en extremidad inferior izquierda y derecha.

Visión: no presenta problemas visuales.

Audición: no presenta deficiencias auditivas

### II.3. Tratamiento Protésico

Prótesis transtibial Endoesqueletica para el Miembro Inferior Derecho.

#### Prótesis actual

COMPONENTES	TIPO	HECHO EN/CON
Cuenca	KBM	Termoplástico(Polipropileno)
Interfase	Endosocket	Pelitte
Kit modular	Endoesqueletico	Aluminio
Pie	Dinámico	Goma, espuma integral.

#### Prótesis a fabricar

COMPONENTES	TIPO	HECHO EN/CON
Cuenca	KBM	Laminada en resina, refuerzo en fibra de vidrio
Interfase	Endosocket	Pelitte
Kit Modular	Endoesqueletico	Aluminio
Pie	SACH	Núcleo de madera, espuma integral
Cosmética	Transtibial	Espuma

### II.4. Justificación del diseño y materiales

1. Cuenca KBM en resina: Recomendada para muñones tercio proximal y medio, suspensión de la prótesis por arriba de los cóndilos femorales durante la fase de apoyo y balanceo, esto evita el deslizamiento de la prótesis o movimientos de pistoneo. Usuario activo y su marcha es dinámica.
2. Pie protésico tipo SACH: funcional y económico. Permite estabilidad en la fase de apoyo y el usuario conserva la fuerza muscular de la rodilla.

3. Sistema endoesqueletico o kit modular: por su bajo peso y por cambios de alineación efectiva.
4. Cosmética en espuma: bajo peso, da una mejor apariencia anatómica al usuario.

## **II.5. Justificación del tratamiento protésico**

1. Cambiar material de termoplástico a resina en el socket y adaptación de cuenca por presiones antero distal, medio lateral; que presenta actualmente.
2. Renovar la interfase de la cuenca sumamente deteriorada.
3. Pie SACH el usuario conserva inserciones musculares de rodilla.
4. Dar una apariencia anatómica, fisiológica a través de una espuma cosmética.

## **II.6. Objetivos de la prescripción**

- Mejorar adaptación entre cuenca- muñón.
- Permitir la bipedestación.
- Permitir desarrollo de los ciclos de la marcha.
- Permitir la descarga de peso en las dos extremidades.
- Integrar al usuario a las actividades de su vida diaria.
- Cumplir con los parámetros biomecánicos de la nueva prótesis.

# CAPITULO III

## **3.1. Marco teórico**

### **Generalidades de Amputación Transtibial**

#### **Amputación:**

La amputación es la remoción quirúrgica total o parcial de una parte de una extremidad, en la que se realiza un corte transóseo.

En relación al mecanismo de producción puede ser de dos tipos:

- a) Amputación Primaria o Traumática: es aquella producida por un agente traumático.
- b) Amputación Secundaria o Quirúrgica: es aquella electiva o programada para ser realizada por medio de un acto quirúrgico

## **Causas de amputación**

Enfermedades:

- Procesos infecciosos
- Tumores malignos
- Problemas vasculares

Trauma:

- Factores externos

Deformación:

- Congénitas
- Adquiridas

## **Amputación Tipo Traumática.**

La amputación traumática completa se define como la separación total de un segmento del miembro del resto del cuerpo. En la amputación incompleta o parcial queda algo de tejido blando de conexión, pero hay sección completa de los vasos principales y, al menos, del 75% de las partes blandas.

## **Etiología de las amputaciones traumáticas.**

Por lo general las amputaciones son el resultado de accidentes de tráfico o accidentes que acontecen en fábricas o en el ámbito agrícola con herramientas a motor. Así mismo los desastres naturales, la guerra y los ataques terroristas pueden causar amputaciones traumáticas. Los mecanismos de lesión son el corte, la avulsión o el aplastamiento.

## **Síntomas**

- Corte parcial o total de una parte del cuerpo.
- Sangrado (puede ser mínimo o severo, dependiendo de la ubicación y naturaleza de la herida).
- Dolor (el grado de dolor no siempre está relacionado con la gravedad de la herida ni con la magnitud del sangrado).
- Tejido corporal aplastado (destrozado pero parcialmente adherido por músculos, huesos, tendones o piel).

## **Indicaciones para la amputación**

La pérdida irreparable del aporte sanguíneo de un miembro enfermo o lesionado es la única indicación para la amputación. Una parte no puede sobrevivir cuando se destruye su medio de nutrición; no sólo se vuelve inútil sino una amenaza para la vida porque se diseminan por todo el cuerpo productos tóxicos procedentes de la destrucción tisular.

## **Nivel de amputación**

Lo determinan las consideraciones quirúrgicas. Debe hacerse a través de los tejidos que cicatricen bien y a un nivel que elimine la parte enferma o anormal.

## **Clasificación de las Amputaciones Transtibiales**

1. Amputaciones del tercio distal de la tibia.
2. Amputaciones del tercio medio de la tibia.
3. Amputaciones del tercio proximal de la tibia.

### **3.2. Prótesis Transtibiales**

## **Definición.**

Prótesis.

Es un aditamento externo usado para reemplazar el miembro ausente. Sustituye a la extremidad amputada tanto estéticamente como funcionalmente.

Al construir una prótesis debemos de tomar en cuenta las condiciones a las que están sujetas, para un mejor desempeño y funcionalidad de la misma. Estas condiciones son:

### **Condiciones fisiológicas**

Estas se refieren más bien a la condición física y psicológica de la persona, al estado físico actual y si tiene enfermedades apegadas:

- Complicaciones anexas de los órganos internos  
(Corazón, circulación, sistema digestivo, etc.)
- Complicaciones anexas del aparato locomotor  
(Enfermedad de los músculos, de los huesos, de las articulaciones).
- Condiciones psíquicas en general.
- Condiciones físicas corporales en general.

Entre las condiciones pato fisiológicas del muñón amputado están las siguientes:

- Grado o nivel de amputación.
- Técnica de amputación
- Longitud del muñón.
- Circulación del muñón.
- Condición ósea del muñón.
- Consistencia de los tejidos.
- Condición muscular.
- Alcance de los movimientos.
- Condiciones de la piel.
- Condiciones de la cicatriz.
- Capacidad de soportar carga.

## **Condiciones Biomecánicas**

Las condiciones biomecánicas son una combinación de las condiciones fisiológicas, las fuerzas que influyen en la construcción de una prótesis así como el análisis dinámico y estático siempre tomando en cuenta los planos de análisis, Antero posterior, Medio lateral, y vertical (corte transversal).

Además es necesario para el Técnico Ortopeda el tener las siguientes dimensiones:

- Plano y medidas.
- Toma de medida enyesada.
- Notas sobre condiciones especiales.
- Lista de piezas de componentes.
- Capacidad de soportar carga o no del muñón.

## **Condiciones Mecánicas**

Son determinadas por las fuerzas biomecánicas, que actúan sobre la prótesis.

Entre ellas se encuentran:

Fuerzas de tracción - tensión, de presión, de flexión, de torsión y momento de rotación a las que los componentes protéticos están sometidos.

Las fuerzas que se recargan sobre en la prótesis y sobre el suelo o viceversa) se definen por:

- Fuerzas de tensión (en la fase de tracción).
- Fuerzas de presión (carga vertical del usuario).
- Momentos de flexión (antero - posterior medial - lateral).
- Momentos de rotación (en especial en las articulaciones).
- Momentos de torsión (alrededor del eje vertical).

### **3.3. Biomecánica de Prótesis Transtibial; Alojamiento del muñón y Diseño de prótesis**

El muñón transtibial tiene zonas de apoyo, de contacto y de regiones muy sensibles a la carga.

El confort y funcionalidad de la prótesis transtibial se determinan por lo tanto por la consideración de las partes del muñón que se pueden cargar y las que no se pueden cargar.

Esto se aplica para el alojamiento del muñón (cuenca), así como para el diseño biomecánico correcto de la prótesis.

No sólo una cuenca mal adaptada sino también una mala alineación producen momento de rotación y presión sobre el muñón, dificultando el uso de la prótesis.

La biomecánica de la protética se ocupa del efecto de las fuerzas originadas por la forma de la cuenca, por la construcción de la prótesis y de las fuerzas entre el piso y la prótesis.

### **Biomecánica del alojamiento del muñón**

La cuenca de la prótesis debe satisfacer ciertos objetivos básicos:

- Debe alojar el volumen del muñón.
- Debe transmitir fuerzas (estática y dinámica).
- Debe transmitir el movimiento.
- Debe adherirse totalmente al muñón.

Todas las fuerzas entre el paciente y la prótesis se transmiten sobre la superficie de contacto entre el muñón y la cuenca independiente si son de origen estático o dinámico.

En la protética hay lugares en el muñón en donde no se puede hacer carga como lo son las prominencias óseas y otros lugares en donde si se puede aplicar carga como lo son:

### **Áreas sensibles a la carga del muñón**

#### **Zona de Descarga**

1. Borde del cóndilo medial del fémur.

2. Tuberosidad medial de la tibia.
3. Tuberosidad lateral de la tibia.
4. Tuberosidad anterior de la tibia.
5. Borde anterior de la tibia (cresta tibial).
6. Extremo distal de la tibia.
7. La cabeza del peroné.
8. Extremo distal del peroné.

## Áreas del Muñón que Permiten Presión

### Zona de Carga

Se pueden aplicar presiones en las siguientes áreas:

1. La superficie medial completa de la tibia.
2. La cara lateral del peroné por aprox. 2 cm. debajo de la cabeza peroneal.
3. Toda la superficie interósea entre la tibia y el peroné.
4. El tendón rotuliano soporta presión pero no sus inserciones.
5. La superficie medial del cóndilo femoral está en condiciones de soportar presiones laterales.
6. La superficie lateral supracondilar sirve de contra-apoyo a la superficie medial.
7. Los grupos de músculos del gastrocnemius-soleus y de la cavidad poplíteica.

### 3.4. Diseño y tipo de cuencas

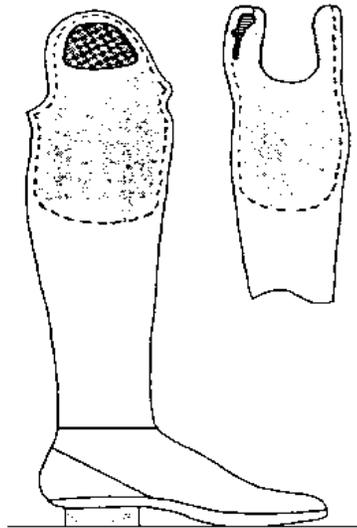
#### Cuenca tipo KBM (Kondylen-Bettung-Münster)

Fue diseñada para mejorar la estabilidad lateral de la rodilla y provee una suspensión supracondílea. Consta de un encaje interior blando y un encaje exterior duro, similar a la PTB. Se diferencia del anterior solamente en la parte alta del encaje.

La pared anterior del encaje llega a nivel de la línea interarticular de la rodilla como un buen apoyo sobre el tendón rotuliano. Las paredes laterales rodean la rótula y

forman dos alas condíleas bien moldeadas sobre el fémur, asegurando la estabilidad lateral de la rodilla.

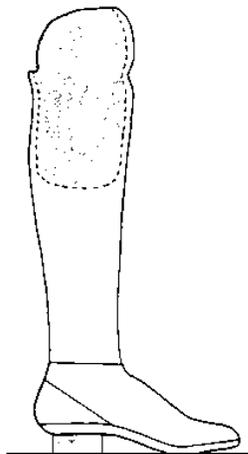
La suspensión de esta prótesis se realiza mediante una presión supracondílea del lado interno.



### **Cuenca tipo PTS (Patellar Tendon Suspension)**

Prótesis Tibial Supracondílea. La parte superior del encaje cubre toda la rótula, las paredes laterales se remontan hasta el límite superior de los condilos femorales, mientras que la pared posterior termina a nivel de la interlínea articular de la rodilla para permitir su libre flexión.

La principal característica es la sujeción sobre los condilos, tiene un completo involucramiento de la rotula. Esto produce una limitación de extensión en el tendón del cuádriceps.

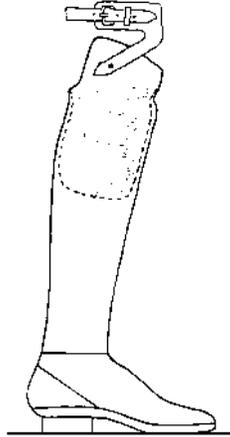


### **Cuenca tipo PTB (Patella Tendon Bearing)**

El muñón se apoya en esta prótesis principalmente en:

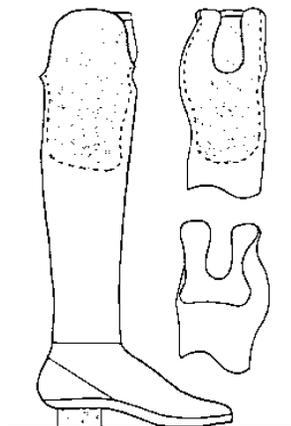
- Zona sub-rotuliana (presión patelar)
- Contra apoyo situado en la parte posterior.
- Sobre toda la superficie del muñón, especialmente en las partes blandas, liberando presión en las prominencias óseas y los tendones.
- Superficie medial de la tibia.

La suspensión de dicha cuenca será realizada por medio de un cincho de cuero o de una faja de neopreno.



### **Cuenca tipo PTK (Prótesis Tibial Kegel)**

Por un lado, sigue los esquemas de modificación de la PTB, por otro lado, abarca los cóndilos del fémur. Además su corte frontal - proximal apoya el tendón del cuadriceps.



### **3.5. Biomecánica de la construcción de la prótesis**

La construcción de cada prótesis debe de satisfacer criterios estáticos y dinámicos (cinéticos). La construcción de la prótesis se analiza desde una alineación de banco, una estática con la persona y una dinámica.

#### **Estática**

En la estática se debe de crear un equilibrio en las fuerzas que se transmiten sobre la prótesis. La suma de todas las fuerzas y momentos será cero y se satisface esta condición de equilibrio:

$$\sum M = 0$$
$$\sum F = 0$$

Esto quiere decir que la persona pueda cargar un 50% de su peso en la prótesis y el otro en su pierna, y exista un equilibrio, de modo que no haya fuerzas que lo posicionen erróneamente y que no sienta fuerzas que lo hagan flexionar o hiperextender.

#### **Cinética (Dinámica)**

La alineación cinética para la prótesis depende básicamente del fin por el que se hace la prótesis, que fue hecha para caminar, entonces aquí es donde se observa si es necesario hacer un cambio de la alineación de banco y estática para adaptarla a la marcha del usuario.

En este caso no existen parámetros establecidos todo dependerá de la condiciones del usuario, pero siempre se efectuara un análisis de las fuerzas y efectos en la prótesis para saber que tipos de cambios pudiese necesitar la prótesis.

### **3.6. Alineación de banco de la cuenca**

Para la alineación de la cuenca se dan las siguientes posibilidades básicas:

#### **Construcción vertical neutral (extensión):**

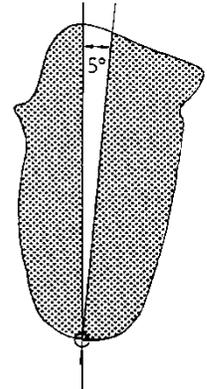
Es la alineación normalizada que se da desde las diferentes vistas, en base a las líneas de carga:

## Posición en flexión

El encaje se recomienda el que se le den 5° de flexión, debido a que de este modo desvía las presiones anteriores en una línea inclinada de modo que se evitan las presiones dístales del muñón.

Y en muñones muy cortos ayuda a evitar que se salga pero en muñones largos, es mejor darle un poco menos de 5°.

En casos de contractura se debe de respetar el grado de contractura.



## Construcción en Adducción y Abducción

Los muñones cortos o muy cortos pueden estar en aparente Abducción, y los largos en aparente Adducción pero esto se debe a la forma fisiológica de la tibia (en varo), entonces en estos casos se debe respetar esta forma.

## Rotación interna y externa

Esta se puede presentar en casos de una inadecuada adaptación de la cuenca, aunque puede ser conscientemente que se construya así, esto depende de las necesidades del usuario.

## Altura de la cuenca

Se toma en cuenta en un principio y es lo primero que se debe de hacer al poner a la persona con la prótesis de pie, evaluar la altura, que sea la correcta de acuerdo a la pierna contra lateral.

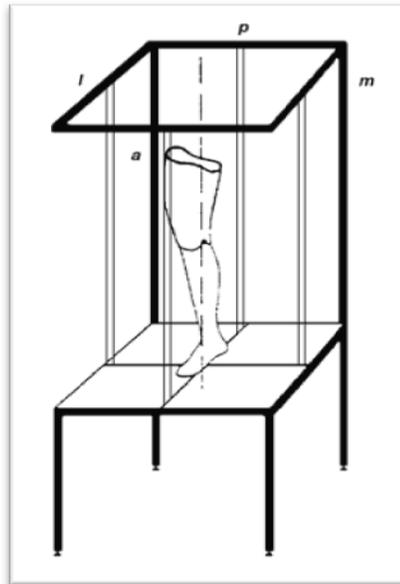
### 3.7. Alineación de los componentes protéticos

Para la construcción fundamental de una prótesis de pierna bajo el principio de ejes tridimensionales, resulta necesario definir una línea y los planos de referencia. La teoría constructiva alemana parte de una línea media que puede, en condiciones estáticas, coincidir con la línea de acción del vector desde el centro de gravedad del cuerpo (aunque no tengan que ser siempre idénticas).

Su significado, como línea de acción del vector, solamente queda expresado en posición de pie sobre ambas piernas o en la fase media de apoyo del ciclo de la marcha. Resulta ser una excelente línea de referencia para la alineación de los componentes protéticos en su construcción fundamental.

En la caja de alineación de 4 plomadas se generan las líneas de referencia de montaje en el corte de los planos definidos por la proyección de las líneas verticales.

1. Vertical anterior (A)
2. Vertical posterior (P)
3. Vertical medial o interna (M)
4. Vertical lateral o externa (L)
5. El corte de estas líneas, como referencia imaginaria, se encuentra en el interior de la prótesis, por lo cual se trabaja y se construye por medio de las cuatro proyecciones en el exterior de la prótesis.



### **3.8. Alineación dinámica de los componentes**

El ciclo de la marcha comienza con el choque de talón en el lado a ser considerado, pasando por las fases de apoyo medio y despegue del pie hasta el nuevo choque de talón del mismo lado.

Para fines de control de construcción y ajuste de la prótesis, esta secuencia continua se subdivide en algunas fases instantáneas, para su análisis cinético (dinámico) o semiestático.

Generalmente se les resta importancia a todas aquellas fases intermedias de importancia cinética inferior.

Las fases importantes de la marcha son:

- El contacto del talón
- La fase de apoyo medio
- El despegue del pie

Las tres se observan en vista frontal, lateral y dorsalmente en el paciente en marcha.

El análisis estándar de la marcha se lleva a cabo sobre suelo plano, pero debería evaluarse sobre superficies inclinadas, irregulares y también la marcha en gradas. Las mencionadas fases de la marcha resultan influenciadas por los siguientes parámetros de la construcción de la prótesis:

1. Desplazamiento anterior del pie protético
2. Desplazamiento posterior del pie protético
3. Desplazamiento medial del pie protético
4. Desplazamiento lateral del pie protético
5. Flexión plantar del pie protético
6. Extensión dorsal del pie protético
7. Pronación del pie protético
8. Supinación del pie protético
9. Rotación interna del pie protético
10. Rotación externa del pie protético

Son estos parámetros y sus respectivos inversos, es decir, diez posibilidades de montaje y ajuste para optimizar la construcción dinámica. Puesto que son difíciles de predecir y suelen aparecer en combinación de unos con otros, resulta muy sensato

proceder al ajuste dinámico utilizando mecanismo de montaje que posibilitan los ajustes a lo largo de la evaluación sin necesidad de corte de la prótesis.

# **CAPITULO IV**

#### **4.1. Proceso de elaboración de prótesis transtibial**

1. Historia Clínica.
2. Toma de medidas.
3. Elaboración de molde negativo.
4. Elaboración de molde positivo.
5. Elaboración de cuenca de prueba.
6. Elaboración de cuenca suave.
7. Proceso de laminación.
8. Alineación de banco.
9. Alineación estática.
10. Alineación dinámica.
11. Entrega y Recomendaciones.

#### **Alineación de banco de una prótesis transtibial**

- a) Se coloca la cuenca previamente alineada con 5° de flexión y aducción, sobre la unidad modular.
- b) Dar la altura del miembro amputado según la información obtenida anteriormente.
- c) En una vista frontal, la línea de plomada debe pasar al centro de la rodilla y entre el primer y segundo dedo del pie protésico.
- d) En una vista sagital, la línea de plomada corta la cuenca a nivel del tendón patelar 50% anterior y 50% posterior, ligeramente por delante del maléolo externo y un centímetro anterior del tercio posterior del pie protésico.
- e) En una vista posterior, la línea de plomada pasa al centro de la fosa poplítea y al centro del talón.

#### **Cuenca de chequeo**

Colocando un poco de vaselina sobre el muñón procede a colocar la cuenca de prueba sobre el muñón, se observó si hay buen contacto total lo cual era satisfactorio ya que el muñón contactaba bien con la cuenca, y aunque la cuenca se

adaptaba bien procedí a tomar en cuenta los siguientes pasos para una buena adaptación de mi próxima cuenca:

- 1- En la cabeza del peroné no molestaba pero decidí liberar un poco más para evitar molestias futuras.
- 2- En la parte distal del muñón también tome en cuenta liberar un poco por presiones aunque al cargar no molestaba decidí tomarlo en cuenta para evitar presiones futuras al usuario cuando camine.
- 3- Tome en cuenta aumentar la pared medial donde esta ubicada la presión supracondílea, debido que en ese lado la pared estaba muy corta y aunque no le molestaba se le introducía en la piel, pero para evitar futuras molestias debí cambiarlo.

Se chequeo también si la cuenca permitía la libre flexión, y si el aparato no molestaba o si hay buena presión supracondílea.

En el plano frontal se procedió a realizar movimiento de abducción con el fin de disminuir una presión en la parte medial proximal de la pierna, ya que el borde de la cuenca le lastimaba, también se procedió en el plano sagital a dar movimiento de flexión 5º más de los dados en la alineación estática, para lograr con ello disminuir presión en la parte antero distal de la tibia y por último a darle rotación externa al pie protésico por fisiología del paciente.

## **4.2. Alineación estática**

Se verificaron las alturas tomando como referencia las espinas ilíacas antero superior, agujeros sacros, y observe que la altura del lado amputado estaba mas bajo lo comprobé colocando un alza de 0.5 cm en la pierna contralateral. También procedí a dar un poco de dorsiflexión al pie protésico ya que en el talón no existía un buen contacto.

### **4.2.1. Alineación dinámica**

En el caso de mi usuario lo que realice fue un desplazamiento anterior de la cuenca, esto quiere decir que alargué la palanca del retropié esto permite que exista una marcha mas dinámica, ya que el usuario es una persona joven y activa.

### **4.3. Recomendaciones de uso**

Para obtener al máximo el provecho en el uso de la prótesis, entre otros se deberán de seguir los siguientes aspectos:

- Limpieza frecuente.
- Mantener secos los componentes metálicos de la prótesis.
- Revisar la piel del muñón diariamente.
- Realizar revisiones periódicas para conseguir las máximas prestaciones de la prótesis.
- Evitar mojar la funda cosmética.

# **CAPITULO V**

## 5.1. Costos de fabricación

Los costos de fabricación de la prótesis se han calculado basándose en los costos de materia prima, costos de elaboración y costos de mano de obra.

### Costos de materia prima

Descripción materia prima	Unidad de medida	Precio Unitario	Cantidad Utilizada	Costo en dólares
Vendas de Yeso de 6"	Unidad	\$2.50	4	\$ 10.00
Yeso calcinado	Libras	\$12.00	25 libras	\$6.00
Polipropileno de 5 mm.	Lámina	\$70.00	¼ lámina	\$17.50
Stockinette 6"	Yarda	\$1.00	3 yardas	\$3.00
Pie protésico (SACH)	Unidad	\$ 50.00	1	\$50.00
Media cosmética	Unidad	\$10.00	1	\$10.00
Espuma cosmética	Unidad	\$ 20.00	1	\$20.00
Pelite 5mm.	Pliego	\$43.00	½ Pliego	\$21.50
Bolsa de PVA	Unidad	\$3.00	3	\$9.00
Resina poliéster	Galón	\$20.00	½ galón	\$10.00
Adaptador de pirámide	Unidad	\$30.00	1	\$30.00
Adaptador de tubo	Unidad	\$15.00	1	\$15.00
Tubo modular	Unidad	\$20.00	1	\$20.00
Adaptador para pie	Unidad	\$40.00	1	\$30.00
Fibra de vidrio	Yarda	\$3.00	½ yarda	\$1.50
Total	\$253.50			

## Cálculo de costos de producción

Material de elaboración	Unidad de medida	Precio Unitario	Cantidad Utilizada	Costo en dólares
Jeringa	Unidad	\$0.17	2	\$0.34
Vasos	Unidad	\$0.10	2	\$0.20
Lija # 100	Pliego	\$0.70	1 pliego	\$0.70
Lija # 320	Pliego	\$0.70	1 pliego	\$0.70
Thiner	Galón	\$7.20	¼ galón	\$ 1.80
Pegamento	Galón	\$1.00	½ bote	\$0.50
Tirro de 2"	Rollo	\$2.00	1	\$2.00
Tirro de 1"	Rollo	\$1.00	1	\$1.00
			Total	\$ 7.24

### 5.2. Costos de mano de obra:

Salario del técnico mensual.....\$ 500.00  
 Horas hombre efectivas (mes).....\$ 160 horas  
 Costo por hora.....\$ 3.00  
 Horas efectivas para fabricar aparato..... 25 horas  
 Costo de mano de obra.....\$ 3.00 x 25 = \$ 75.00

### Costos Directos:

Costos de materia prima..... \$ 253.50  
 Costos de Producción.....\$ 7.24  
 Costos de mano de obra.....\$ 75.00

**Costo indirecto.....\$ 75.00**

### 5.3. Costo Total de Producción:



# **CAPITULO VI**

## **CASO II**

## **6.1. Historia Clínica**

### **I. Datos generales**

Nombre: Suhey Indira López.

Edad: 33 años

Fecha de nacimiento: 15 de septiembre de 1975.

Domicilio: Jardines de la Hacienda, calle La Cañada nº 13, Antiguo Cuscatlán, La Libertad

Genero: Femenino

Estado civil: Soltera

Persona de contacto: Ana María López (Madre)

Teléfono: 2278 3619 / 7729 5683

Ocupación: Maestra de Lenguaje y Literatura. Nivel II ciclo de Educación Básica

### **Diagnóstico:**

Fractura Consolidada de tibia y peroné proximal miembro inferior derecho.

### **Anamnesis**

La usuaria refiere haber tenido un accidente el día 4 de septiembre cuando caminaba en la calle principal de la ciudad de Cojutepeque, un microbús del transporte público “contraminó su pie derecho hacia una pared” lo cual fue trasladada de inmediato al Hospital Rosales de la ciudad de San Salvador, pues en dicho nosocomio no la atendieron por Huelga, posteriormente la trasladaron al Hospital Militar; la usuaria refiere que se le realizó una operación de reconstrucción del pie derecho.

La usuaria refiere que el fuerte impacto a su pie derecho ocasiono fractura de tibia y peroné expuesta que se provoco a raíz del trauma, estuvo hospitalizada por dos meses de del cual se intervino con cinco ocasiones para la reconstrucción de su pierna, ella refiere que se le hizo una osteoplastia, se le realizaron injerto de hueso blando extrayendo de la cresta iliaca del lado izquierdo e injerto libre de piel

extrayendo del muslo derecho, también del lado contralateral se observa que presenta injertos en la parte medial de la antepierna.

Después de seis meses del accidente y de haber estado en el hospital se le volvieron a practicar cuatro operaciones de su miembro inferior derecho, a su recuperación de las operaciones la paciente comenta haber sido manejada con seis tutores; lo cual utilizó durante dos años y su movilización era por medio de una silla de ruedas.

Posteriormente de su consolidación en el nivel de la fractura la usuaria refiere que su ortopedista hace una prescripción ortésica, en el año de 1996 por medio del Instituto Salvadoreño de Rehabilitación de Inválidos (ISRI) obtuvo su primer KAFO desde esa fecha nunca ha cambiado su aparato ortésico, el cual sigue usando diariamente.

La usuaria refiere que ella no recibió ningún tipo de terapia física y posterior al traumatismo.

## **II. Antecedentes:**

### **Personales.**

No Contributorio.

### **Familiares.**

No contributorio.

### **Socioeconómicos.**

Paciente que vive en zona urbana, en el departamento de La Libertad, su núcleo familiar conformado por su madre, abuela y un hermano, posee todos los servicios básicos agua, energía eléctrica y teléfono fijo.

Su vivienda construida de concreto y duralita, el terreno en el que se desenvuelve es pavimentado y de piso cerámico, no existe mayor dificultad de movilización.

### **Psicológicos.**

Tiene dominio propio de su personalidad y asimila con mucha responsabilidad su discapacidad. El usuario se orienta en tiempo y espacio.

## **6.2. Examen físico.**

### **Evaluación Física**

En el lado derecho la usuaria presenta cirugías de reconstrucción, pero aun se nota deformación en su mayoría de la antepierna, también tiene injertos que se le extrajeron de su muslo derecho (lado afectado), y del lado sano en la parte medial de la antepierna un colgajo.

El tobillo del lado afectado está anquilosado con 45° de flexión plantar y rotación interna del pie del lado afectado.

La Condición de la Piel se encuentra con cicatrices hipertróficas adheridas.

### **Longitud de miembros inferiores:**

Medidas tomadas de la espina iliaca antero superior al borde inferior del maléolo interno.

<b>MIEMBRO DERECHO</b>	<b>MIEMBRO IZQUIERDO</b>
<b>84.5 cm</b>	<b>89.5 cm</b>
<b>ACORTAMIENTO DE 5 cm</b>	

Sensibilidad: Si

Ligamentos: Estables

### **Marcha sin Ortesis**

La usuaria no puede caminar sin aparato ortésico por temor a una recaída o golpe en su fractura.

## Evaluación de arcos de movimiento y fuerza muscular

MIEMBRO INFERIOR IZQUIERDO (MIEMBRO SANO)			
ARTICULACIÓN	MOVIMIENTO	RANGOS	FUERZA MUSCULAR
Cadera	Flexión	130°	5
	Extensión	20°	5
	Abducción	30°	5
	Adducción	20°	5
Rodilla	Flexión	120°	5
	Extensión	180°	5
Tobillo	Flexión plantar	30°	5
	Flexión dorsal.	15°	5

MIEMBRO INFERIOR DERECHO (MIEMBRO AFECTADO)			
ARTICULACIÓN	MOVIMIENTO	RANGOS	FUERZA MUSCULAR
Cadera	Flexión	130°	5
	Extensión	20°	5
	Abducción	30°	5
	Adducción	15°	5
Rodilla	Flexión	115°	5
	Extensión	180°	5
Tobillo	Flexión plantar	45° Anquilosado	1
	Flexión dorsal.	0°	1

### 6.3. Prescripción

Ortesis larga tipo KAFO que involucre las articulaciones de rodilla, tobillo y pie, con valvas en segmento de muslo y pierna de polipropileno de 5mm con sujeciones de velcro, barras laterales de dura-aluminio con articulación de rodilla con bloqueo a 180° sin candados, alza de 4 cm para compensar el acortamiento de miembro derecho y una valva anterior de polietileno para proteger el nivel de fractura.

#### **6.4. Análisis del aparato actual**

Se observa una marcha en vista frontal la asimetría y alturas de los hombros y de la cadera, caída lateral de la cadera causada por el desgaste del alza, también un contacto del talón con rotaciones de externo hacia interno por patrón de marcha de la usuaria.

En vista sagital se observa ligero Recurvatum esto se genera por el desgaste de las barras del aparato.

#### **6.5. Justificación del diseño y de los materiales.**

El tipo de material siempre será polipropileno por el bajo peso del material y la comodidad de la usuaria. El aparato no lleva candados porque la usuaria tiene capacidad de control de sus movimientos de la rodilla. (Fuerza muscular conservada).

Barras de dura-aluminio por el bajo peso y durables.

Tacón o alza de 4 cm para compensar acortamiento.

Se buscara con una valva anterior de polietileno darle mayor seguridad y protección a nivel de la fractura.

#### **6.6. Objetivos del tratamiento**

1. Permitir bipedestación y marcha.
2. Estabilidad medio lateral del tobillo.
3. Protección a nivel de la fractura.
4. Seguridad en la marcha.

#### **6.7. Alineación dinámica**

En una vista frontal se observa simetría de los hombros y de cadera, se corrigió la caída lateral de cadera gracias a la altura correcta del alza, siempre existe rotaciones al momento del contacto del talón por costumbres de marcha

En una vista sagital se observa ligeramente Recurvatum debido que la usuaria posee un mínimo de  $10^{\circ}$  de esta desviación.



# **CAPITULO VII**

## **7.1 Marco Teórico**

### **Fracturas**

Una fractura es una ruptura parcial o total del hueso.

#### **Definición:**

Una fractura es la pérdida de continuidad en la estructura normal de un hueso, sumado al trauma y la alteración del tejido blando y los tejidos neurovasculares circundantes.

Las fracturas son causadas, en su mayoría, por etiologías traumáticas, o mejor dicho, a traumas severos, es decir un impacto fuerte en el hueso; aunque hay también fracturas patológicas que no son causadas por traumas severos sino que son alteraciones propias del hueso que lo hacen propenso para que, con traumas menores, se produzcan las fracturas.

#### **Clasificación**

Existen varios tipos de fractura, que se pueden clasificar atendiendo a los siguientes factores: estado de la piel, localización de la fractura en el propio hueso, trazo de la fractura, tipo de desviación de los fragmentos y mecanismo de acción del agente traumático.

#### **Según el estado de la piel**

Fracturas cerradas (Fractura compuesta) Son aquellas en las que la fractura no comunica con el exterior, ya que la piel no ha sido dañada.

Fracturas abiertas. (Fractura simple) Son aquellas en las que se puede observar el hueso fracturado a simple vista, es decir, existe una herida que deja los fragmentos óseos al descubierto. Unas veces, el propio traumatismo lesiona la piel y los tejidos subyacentes antes de llegar al hueso; otras, el hueso fracturado actúa desde dentro, desgarrando los tejidos y la piel de modo que la fractura queda en contacto con el exterior.

## **Según su localización**

Así, las fracturas pueden ser, según su localización:

Epifisarias (localizadas en las epífisis). Si afectan a la superficie articular, se denominan fracturas articulares y, si aquélla no se ve afectada por el trazo de fractura, se denominan extraarticulares.

Diafisarias (localizadas en la diáfisis). Pueden afectar a los tercios superior, medio o inferior.

Metafisarias (localizadas en la metáfisis). Pueden afectar a las metáfisis superior o inferior del hueso.

## **Según el trazo de la fractura**

Transversales: la línea de fractura es perpendicular al eje longitudinal del hueso.

Oblicuas: la línea de fractura forma un ángulo mayor o menor de 90 grados con el eje longitudinal del hueso.

Longitudinales: la línea de fractura sigue el eje longitudinal del hueso.

En «ala de mariposa»: existen dos líneas de fractura oblicuas, que forman ángulo entre si y delimitan un fragmento de forma triangular.

Conminutas: hay múltiples líneas de fractura, con formación de numerosos fragmentos óseos.

## **Según la desviación de los fragmentos**

Anguladas: los dos fragmentos en que ha quedado dividido el hueso a causa de la fractura forman un ángulo.

Con desplazamiento lateral: las dos superficies correspondientes a la línea de fractura no quedan confrontadas entre si, por haberse desplazado lateralmente uno o los dos fragmentos.

Acabalgadas: uno de los fragmentos queda situado sobre el otro, con lo cual se produce un acortamiento del hueso afectado.

Engranadas: uno de los fragmentos ha quedado empotrado en el otro.

## **Según el mecanismo de producción**

Traumatismo directo. La fractura se produce en el punto sobre el cual ha actuado el agente traumático. Por ejemplo: fractura de cúbito por un golpe fuerte en el brazo.

Traumatismo indirecto. La fractura se produce a distancia del lugar donde ha actuado el agente traumático. Por ejemplo: fractura del codo por una caída sobre las palmas de las manos.

## **Causas**

Las fracturas se producen cuando se ejerce sobre el hueso una fuerza mayor de la que éste puede absorber. Los huesos son más débiles cuando se tuercen. Las rupturas de los huesos pueden ser producto de caídas, traumatismos, golpes o patadas al cuerpo.

Las siguientes son causas comunes de fracturas óseas:

- Caída desde una altura.
- Accidentes automovilísticos.
- Golpes directos.
- Fuerzas repetitivas, como las que se presentan cuando una persona corre, pueden ocasionar fracturas por estrés en los pies, los tobillos, la tibia o la cadera.
- Maltrato infantil.

## **Síntomas**

1. Extremidad o articulación visiblemente fuera de lugar o deformada.
2. Movimiento limitado o incapacidad para mover una extremidad.
3. Hinchazón, hematoma o sangrado.
4. Dolor en la zona lesionada.
5. Entumecimiento y hormigueo.
6. Ruptura de la piel con el hueso que protruye.

7. Calor, moretones o enrojecimiento en la zona lesionada.

## **Diagnostico**

El médico hace el diagnóstico con un examen físico y exámenes de diagnóstico. Durante el examen, el médico obtiene una historia médica completa del y pregunta cómo se produjo la lesión.

Los procedimientos de diagnóstico pueden incluir los siguientes:

- Radiografías
- Imágenes por Resonancia Magnética Nuclear

## **Consolidación**

Tumefacción: cuando un hueso se rompe aparece tumefacción en el espacio de 24 horas, esto sucede por hemorragia interior de los tejidos, disminución de la circulación venosa, aumento de exudación linfática.

Hematoma: en los extremos óseos fracturados se forma coagulo o hematoma, este se organiza en el interior como una masa blanda, crecen nuevos vasos sanguíneos.

Granulación: el espacio de la cavidad medular se llena con tejido de granulación y se forma una masa semejante a una goma

Formación de callo: se comienza a depositar calcio en el tejido de granulación a lo cual se le llama callo, se dice que la fractura está clínicamente consolidada; es decir que los extremos óseos se mueven como un solo elemento, pero no son lo suficientemente firmes para sostener la tensión.

Consolidación o unión ósea: la consolidación esta completa y se produce un proceso semejante a la osificación normal. Los osteoblastos favorecen el depósito de sales cálcicas en las partes blandas y se produce el endurecimiento progresivo.

## **Complicaciones**

Las complicaciones en un sujeto fracturado pueden ser de muy diversa índole. Inicialmente debemos distinguir las complicaciones inmediatas, es decir, el daño que pueden haber sufrido los tejidos circundantes a la fractura, y las repercusiones que éstas puede tener para el paciente

- Shock traumático, determinado por el dolor y la hemorragia en el foco de fractura; debe considerarse que fracturas como de diáfisis femoral o pelvis, son capaces de generar una hemorragia en el foco de fractura.
- Lesiones neurológicas, por compromiso de troncos nerviosos, sea por la contusión que provocó la fractura o directamente por los extremos óseos desplazados que comprimen, contusionan, elongan o seccionan el nervio.
- Lesiones vasculares, una arteria puede sufrir lesiones de diversa naturaleza. Cualquiera que sea, el compromiso vascular debe ser detectado precozmente y resuelto de inmediato.
- Fractura expuesta, que lleva implícito el riesgo inminente de la infección del foco de fractura.

Pero las complicaciones más frecuentes derivadas de la propia fractura, como tales, son las siguientes:

- Retraso o defectos en la consolidación.
- Rigidez articular.
- Osteítis y osteomielitis.
- Formación de un callo óseo (proceso normal de consolidación de una fractura)
- Lesiones de los vasos sanguíneos.
- Estiramientos, compresiones y roturas nerviosas

## **Tratamiento de las fracturas**

El tratamiento específico de las fracturas será determinado por su médico basándose en lo siguiente:

- Su edad, su estado general de salud y su historia médica.
- Qué tan avanzada está la condición.
- Su tolerancia a determinados medicamentos, procedimientos o terapias.
- Sus expectativas para la trayectoria de la condición.
- Su opinión o preferencia.

El objetivo del tratamiento es controlar el dolor, acelerar el proceso de curación, evitar complicaciones y hacer que la zona fracturada recupere sus funciones normales.

- Reducción manual e inmovilización con vendaje de yeso.
- Reducción manual y tracción continua (cutánea o esquelética).
- Reducción mecánica y transfixión esquelética.
- Reducción operativa y fijación interna.

Las consecuencias de la inmovilización prolongada (enfermedad fracturaría) son las siguientes:

- ✓ Osteoporosis por desuso.
- ✓ Atrofia muscular.
- ✓ Rigidez articular.
- ✓ Afecciones tróficas de la piel.
- ✓ Anquilosis (fibrosa, cartilaginosa u ósea).

### **Fractura de tibia y peroné**

Puede producirse en uno solo de los huesos, tibia o peroné o bien en ambos. Tiene lugar como consecuencia de un impacto directo sobre la pierna, por ejemplo en el fútbol o a causa de una caída. No obstante, no es necesario un golpe violento para que se produzca la fractura ósea, puede bastar un pequeño choque o un movimiento

incorrecto. La repetición de contracciones de los músculos de la pierna puede ser suficiente para provocar la lesión (fractura por estrés).

- **Tratamiento**

El tratamiento de la fractura suele variar en función de si existe un desplazamiento de los huesos o no. Aunque el periodo de inactividad suele ser similar, los casos en los que la tibia o el peroné cambian de posición requieren una intervención quirúrgica en la que se colocan unos clavos o placas metálicas para estabilizar la fractura. Si no hay desplazamiento se sigue un tratamiento conservador consistente únicamente en la inmovilización de la pierna con una férula. Si se trata de una fractura doble, el tratamiento es el mismo. Luego el paciente lesionado debe empezar la rehabilitación en gimnasio para aumentar la movilidad en el tobillo y la rodilla y ganar fuerza muscular en la zona afectada.

## **7.2.Ortesis para Miembro Inferior**

La palabra ortesis es derivada del griego “ortho” que significa recto o enderezado.

Las ortesis son dispositivos aplicados externamente al cuerpo para proveer las fuerzas requeridas en el tratamiento de deficiencias físicas. Con el fin de sustituir, mantener, restaurar o mejorar las funciones dañadas del sistema neuro-músculo-esquelético.

El miembro inferior forma una unidad anatómico-funcional, cuya misión es realizar el apoyo en la estática y en la dinámica. Dentro de él podemos distinguir dos regiones fundamentales: la porción terminal o tobillo pie especializada en la transmisión de este apoyo al suelo, o la región proximal o cintura pélvica, encargada de la transmisión de peso desde el tronco a la extremidad inferior.

En los miembros inferiores se necesita una gran movilidad y estabilidad articular, junto a una buena alineación, para que tenga un lugar las actividades funcionales requeridas a este nivel, como son la bipedestación, la deambulación, la sedestación, entre otros.

Es conveniente señalar que las alteraciones patológicas que afectan el miembro inferior se manifiestan más claramente durante la marcha y principalmente en la fase de apoyo. Las razones es que la fase de apoyo es la de mayor duración del ciclo de la marcha y durante la misma, el miembro inferior esta sometida a las mayores tensiones mecánicas, como consecuencia de la carga la peso corporal.

El diseño y fabricación de una ortesis para la extremidad inferior no debe orientarse solamente por el estado de la deformidad. Los objetivos de un buen diseño y una buena adaptación son:

1. Contacto estático–dinámico correcto entre los ejes anatómicos y mecánicos.
2. Ordenamiento horizontal del eje.
3. Conformidad de forma y contorno de las estructuras orteticas y anatómicas.

En la actualidad existe una nomenclatura para estandarizar el uso de acrónimos, siendo aceptada internacionalmente. Entre las ortesis más usuales del miembro inferior tenemos:

FO	Foot orthosis (ortésis de pie)
KO	Knee orthosis (ortésis de rodilla)
HO	Hip orthosis (ortésis de cadera)
AFO	Ankle-foot orthosis (ortesis de tobillo y pie)
DAFO	Dynamic-ankle-foot-orthosis (ortésis dinámica de tobillo y pie)
KAFO	Knee-ankle-foot orthosis (ortésis de rodilla-tobillo y pie)
HKAFO	Hip-knee-ankle-foot orthosis (ortésis de cadera-rodilla-tobillo y pie).

Para las extremidades inferiores las denominamos de acuerdo a su función como:

- Ortesis de descarga o extensión.
- Ortesis de Fijación.
- Ortesis de corrección.
- Ortesis de compensación.
- Plantillas ortopédicas.

## **Funciones Biomecánicas**

Sus funciones biomecánicas son:

Fijación: para guiar, inmovilizar y fijar la pierna, en casos de:

- Pseudoartrosis.
- Inestabilidad articular lateral.
- Patologías de las articulaciones.
- Parálisis de la neurona motora superior e inferior.
- Deformidades esqueléticas de nacimiento y adquiridas.

Corrección: para enderezar, mejorar, post-corriger, en casos de:

- Contracturas en Flexión.
- Contracturas en Extensión.
- Genu varo y Genu valgo.
- Genu flexo y Genu Recurvatum.
- Tibia vara.
- Pie equino y pie talo.
- Talo varo y talo valgo.

Compensación: equiparar longitud y volumen en las tres dimensiones.

- Compensación de discrepancias.
- Compensación de discrepancias relativas.
- Compensación de longitudes.
- Compensación de volumen.

Extensión: descargar, aplicar fuerza bajo tracción.

- Patologías articulares.
- Patologías óseas.
- Fracturas.
- Pseudoartrosis.

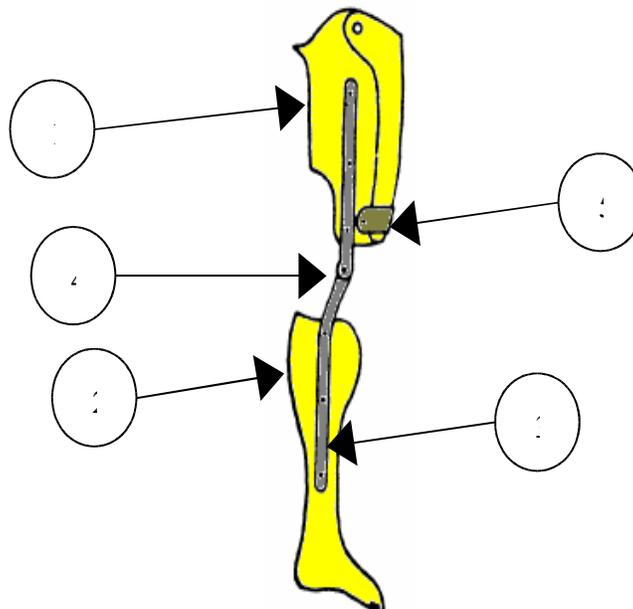
### 7.3. Ortesis rodilla tobillo pie (KAFO)

Ortesis estabilizadora del miembro inferior sobre todo de la rodilla que proporciona una ayuda para la marcha por medio del control que realiza sobre las articulaciones.

Su objetivo es estabilizar la extremidad inferior en extensión durante la fase de apoyo controlando fundamentalmente la articulación de rodilla y posibilitando la bipedestación y la marcha.

El KAFO esta formado básicamente por:

- 1.- Valva posterior de polipropileno segmento de muslo.
- 2.- Valva posterior de polipropileno segmento de pierna.
- 3.- Barras metálicas.
- 4.- Articulación mecánica de rodilla.
- 5.- Bandas de velcro o cinchos para sujeción.



**Tabla de contenido de construcción estándar**

Articulación	Plano Frontal	Plano Sagital	Plano Transversal
Cadera	Horizontal y paralelo al suelo	Altura: 25mm. Arriba del ápex del trocánter A-P: Ubicación del punto de salida: Por plomada o línea de Roser Nelaton.	Paralelo al plano frontal
Rodilla	Horizontal y paralelo al suelo	Altura: 20 mm arriba de la interlínea articular. A-P:: 60% anterior 40% posterior.	Paralelo al plano frontal.
Tobillo	Horizontal y paralelo al suelo	Altura: Borde inferior del maléolo interno. A-P: de orientación medial y lateral, cerca de las convexidades de los tobillos.	Rotación hacia afuera, dependiendo del ángulo de rotación externa de la torsión tibial (línea trans-maléolos)
Metatarso Falángica	Horizontal y paralelo al suelo	Medial: hasta 15 mm posterior a la articulación metatarso falángica I. Lateral: justo anterior a la articulación metatarso falángica V.	Paralelo al eje de la articulación de rodilla

### **Funciones del KAFO**

Estabilización y alineación adecuada de la articulación del miembro inferior durante la bipedestación y la marcha. Esta función de estabilización es una de sus principales funciones que lleva a cabo esta ortesis. Como consecuencia de esto se consigue:

- Prevenir y corregir deformidades severas de la rodilla o tobillo en el plano sagital o frontal, ofreciendo resistencia a topes a los movimientos anormales.

- Aliviar el dolor de una articulación o segmento del miembro inferior sobre todo cuando el dolor es secundario a la tensión que esta sometida los tejidos blandos.
- Realizar una completa o parcial inmovilización del miembro inferior.
- Descargar total o parcialmente el segmento o articulación del miembro inferior. Contrariamente a algunas prácticas tradicionales, esta función de liberación de la carga axial no es requisito necesario de esta ortesis.

### **Indicaciones**

- En aquellas deformidades que se manifiestan con morbilidad muscular del miembro inferior
- Con tratamiento complementario de fracturas, lesiones de tejido blando donde se inserta una descarga para su curación.
- Alteraciones posturales del miembro inferior, de tipo espacio o compensatorio por afección del sistema nervioso central.
- Tras tratamiento quirúrgico de estructuras ligamentosas inestables, lesiones óseas.

### **7.4. Tipos de materiales de construcción ortesis tipo KAFO**

La elección de los materiales dependerá de considerar más importante la solidez, el peso o la estética del aparato.

El termoplástico debido a su ligereza respecto al metal, se considera en ocasiones preferible, este es conformado sobre el molde obtenido de la extremidad inferior del usuario a una temperatura de 180° a 185° C.

#### **KAFO de Termoconformado**

Este tipo de KAFO, sirve para contener la rodilla sin ninguna o poca actividad del cuadriceps y para controlar la posición del pie durante la marcha.

Se le llama termoconformado porque están contruidos con polipropileno, material plástico que se conforma a una temperatura de 180° a 185° C sobre el molde negativo y positivo obtenido de la extremidad inferior del usuario.

Sólo las articulaciones mecánicas de la rodilla y en ocasiones la del tobillo son metálicas así como las barras interna y externa que se prolongan a lo largo de los segmentos de muslo y pierna.

## **CAPITULO VIII**

## **8.1. Proceso de fabricación de ortesis miembro inferior (KAFO)**

1. Historia Clínica.
2. Toma de medidas.
3. Elaboración de molde negativo.
4. Elaboración de molde positivo.
5. Alineación de molde positivo.
6. Adaptación y ajustes de barras.
7. Paralelismo.
8. Proceso de laminación.
9. Ajustes del KAFO
10. Prueba de KAFO.
11. Entrega

## **8.2. Recomendaciones y Cuidados de la Ortesis**

- No exponerla a temperaturas bajas.
- El mantenimiento o cualquier modificación deberá ser hecho por un técnico en ortesis y prótesis.
- Aseo y limpieza del aparato.
- No colocar grasas o aceites al aparato.
- Revisar la piel diariamente para observar si existe puntos de presión o coloración.

# **CAPITULO IX**

## 9.1. Costos de fabricación

### Análisis de costos de elaboración de KAFO

Los costos de fabricación de la ortesis tipo KAFO, se han calculado basándose en los costos de materia prima, costos de fabricación y costos de mano de obra y costos indirectos.

### Descripción de los costos de la materia prima

Descripción materia prima	Unidad de medida	Valor unitario	Cantidad utilizada	Costos en dólares
Vendas de yeso de 6"	Unidad	\$2.50	6 vendas	\$ 15.00
Yeso calcinado	Libras	\$12.00	50	\$ 12.00
Lámina de polipropileno 5 mm	Lámina de 2m x 1m	\$ 70.00	1/2	\$ 35.00
Barras aluminio	Par	\$55.00	1 par	\$ 55.00
Velcro (macho y hembra)	Yarda	\$0.75	2 yardas	\$ 1.50
Webbing 1" nylon	Yarda	\$0.50	1	\$ 0.50
Remache de aluminio 5 mm	Unidad	\$ 0.75	15	\$ 11.25
Remache Rápido	Unidad	\$0.2	6	\$ 0.12
Hebilla metálica 1 mm	Unidad	\$0.20	2	\$ 0.40
Badana	Pie	\$0.30	4	\$ 1.20
Hebilla metálica 20 mm	Unidad	\$0.05	5	\$ 0.25
			Total	\$ 132.22

## Descripción de los costos de elaboración

Descripción	Unidad de medida	Valor unitario	Cantidad utilizada	Costos en dólares
Tirro	Rollo	\$2.00	1	\$ 2.00
Cedazo metálico grueso	Yarda	\$0.55	¼ yarda	\$ 0.13
Cedazo metálico fino	Yarda	\$1.10	½ yarda	\$ 0.55
Talco simple	Libra	\$0.35	½ libra	\$ 0.17
Pintura mineral azul	Libra	\$2.50	¼ libra	\$ 0.63
Silicón	Bote	\$5.00	1/4 bote	\$ 1.25
Lija # 100	Pliego	\$0.70	1 Pliego	\$ 0.70
Lija # 320	Pliego	\$0.70	1 Pliego	\$ 0.70
Thiner	Galón	\$7.20	¼ galón	\$ 1.80
Fomie	Pliego	\$1.30	1Pliego	\$ 1.30
Pegamento	Galón	\$1.00	1	\$ 1.00
Vaselina	Tarro	\$2.29	¼ tarro	\$ 0.57
Suela	Yarda	\$10.00	½ yarda	\$ 5.00
			Total	\$ 15.80

### 9.2. Costos de mano de obra:

Salario del técnico mensual.....	\$ 500.00
Horas hombre efectivas (mes).....	\$ 160 horas
Costo por hora.....	\$ 3.00
Horas efectivas para fabricar aparato.....	25 horas
Costo de mano de obra.....	\$ 3.00 x 25 = \$ 75.00

### Costos Directos:

Costos de materia prima.....	\$ 132.22
Costos de Producción.....	\$ 15.80
Costos de mano de obra.....	\$ 75.00

**Costo indirecto.....\$ 75.00**

**9.3. Costo Total de Producción:**

<b>Costo directo =</b>	Materia Prima	\$ 132.22
	Costo de Producción	\$ 15.80
	Costos de Mano de Obra	\$ 75.00
Costo Indirecto =	+ _____	<u>\$ 75.00</u>
<b>COSTO TOTAL DE FABRICACIÓN</b>		<b>\$ 298.02</b>

## **Glosario**

**Anquilosis:** Término médico para nombrar la disminución de movimiento o falta de movilidad de una articulación debido a fusión total o parcial de los componentes de la articulación.

**Biomecánica:** Estudio de las diversas estructuras de tipo mecánico que existen en los seres vivos.

**Bipedestación:** De pie

**Cinética:** Parte de la física que estudia el movimiento producido por las fuerzas.

**Colgajo:** Porción de piel sana que en las operaciones quirúrgicas se reserva para cubrir la herida.

**Cuenca:** Componente superior de una prótesis en el cual el amputado introduce su muñón.

**Diagnóstico:** Identificación de una enfermedad o trastorno mediante la evaluación científica de sus signos físicos, síntomas y otros procedimientos.

**Dinámica:** Parte de la mecánica que trata de las leyes del movimiento en relación con las fuerzas que lo producen.

**Estática:** Parte de la mecánica que estudia el equilibrio de los cuerpos.

**Extensión:** Movimiento permitido por ciertas articulaciones del esqueleto que aumenta el ángulo entre dos huesos adjuntos.

**Flexión:** Movimiento permitido por ciertas articulaciones del esqueleto que disminuye el ángulo entre dos huesos adyacentes, la flexión del codo que disminuye el ángulo entre el humero y el cubito.

**Fractura:** ruptura parcial o total del hueso.

**Muñón:** Porción restante del miembro amputado.

Neuroma: Neoplasia benigna constituida por neuronas y fibras nerviosas que se desarrolla sobre un nervio. Se forman siempre sobre el final de un miembro seccionado.

Ortesis: Son dispositivos aplicados externamente al cuerpo para proveer las fuerzas requeridas en el tratamiento de deficiencias físicas.

Osteosíntesis: Unión por medios quirúrgicos o mecánicos de los extremos de un hueso fracturado.

Prótesis: Es un aditamento externo usado para reemplazar el miembro ausente

Traumatismo: Lesión interna o externa provocada en los tejidos. Estado del organismo afectado por una herida grave.

Sensibilidad: Capacidad de sentir, transmitir y reaccionar frente a un estímulo.

Rotación interna: Rotación dirigida hacia la línea media del cuerpo.



# CRONOGRAMA DE TRABAJO DE GRADUACIÓN



<b>DIA</b>	<b>HORA</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Sábado 06/12/08	8:30 am – 11:00 am	Evaluación y toma de medidas usuario KAFO
Lunes 08/12/08	7:00 a.m. – 12:00 m.d.	Evaluación y toma de medidas usuario prótesis, Vaciado del molde negativo KAFO
	1:00 p.m. – 5:00 p.m.	Rectificado de KAFO y Vaciado del molde negativo prótesis.
Martes 09/12/08	7:00 a.m. – 12:00 m.d.	Modificación molde positivo KAFO
	1:00 p.m. – 5:00 p.m.	Modificación molde positivo KAFO
Miércoles 10/12/08	7:00 a.m. – 12:00 m.d.	Modificación molde positivo KAFO
	1:00 p.m. – 5:00 p.m.	Modificación molde positivo KAFO
Jueves 11/12/08	7:00 a.m. – 12:00 m.d.	Modificación Molde positivo KAFO
	1:00 p.m. – 5:00 p.m.	Modificación Molde positivo cuenca prótesis
Viernes 12/12/08	7:00 a.m. – 12:00 m.d.	Modificación Molde positivo cuenca prótesis Plastificado cuenca de prueba
	1:00 p.m. – 4:00 p.m.	
Sábado 13/12/08	7:00 a.m. – 12:00 m.d.	Corte y pulido de cuenca de prueba
	1:00 p.m. – 5:00 p.m.	Plastificado de KAFO
Lunes 15/12/08	7:00 a.m. – 12:00 m.d.	Doblado de barras
	1:00 p.m. – 5:00 p.m.	Doblado de barras
Martes 16/12/08	7:00 a.m. – 12:00 m.d.	Prueba en usuario cuenca prótesis. Paralelismo
	1:00 p.m. – 5:00 p.m.	Corte de diseño del KAFO Vaciado y modificación cuenca definitiva prótesis
Miércoles 17/12/08	7:00 a.m. – 12:00 m.d.	Plastificado cuenca definitiva Bordes y preparación para prueba del KAFO
	1:00 p.m. – 5:00 p.m.	Laminado cuenca rígida Bordes y preparación para prueba del KAFO
	7:00 a.m. –	Corte de la cuenca, pulido de bordes

Melvin Giovanni Arévalo.

**Asesor**

Ana Cecilia Oporto Zelaya

**Estudiante**

## **Referencia Bibliográfica**

### **Literarias.**

Fecha de consulta: Agosto 2008

BIOMECÁNICA. *Carrera técnico en Ortesis y Prótesis. UDB – GTZ. El Salvador. 1999.*

PRUEBAS FUNCIONALES MUSCULARES. *Lucille Daniels. Cuarta Edición. Editorial Interamericana México D.F. 1985.*

PRUEBAS PRÁCTICAS. *Carrera técnico en Ortesis y Prótesis. UDB-GTZ el salvador 1999*

### **Electrónicas.**

Fecha de consulta: Noviembre 2008

<http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/000006.htm>

<http://es.wikipedia.org/wiki/Fractura>

<http://www.abcmedicus.com/articulo/pacientes/id/5/pagina/1/fracturas.html>