

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---



**FACULTAD DE MEDICINA**

**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN**

**INSTITUTO DE SEGURIDAD Y SERVICIOS SOCIALES DE LOS  
TRABAJADORES DEL ESTADO**

**INCIDENCIA DE AMPUTACIÓN EN EXTREMIDAD SECUNDARIA A  
QUEMADURA ELECTRICA EN LA UNIDAD DE QUEMADOS DEL CENTRO  
MEDICO NACIONAL “20 DE NOVIEMBRE”.**

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA

**Dra. Stephania Torres Pastrana y Rivera**

PARA OBTENER EL DIPLOMA

**ESPECIALISTA EN CIRUGÍA PLÁSTICA Y RECONSTRUCTIVA**

ASESOR DE TESIS:

**Dra. Fanny Stella Herrán Motta**

No. de registro de protocolo 338.2013

**México D.F. 2013**





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

---

**Dra. Aura Argentina Erazo Valle Solís**

SUBDIRECTORA DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN DEL CENTRO MÉDICO  
NACIONAL "20 DE NOVIEMBRE"  
I.S.S.S.T.E

---

**Dr. Arnoldo Raúl Esparza Ávila**

JEFE DE ENSEÑANZA DEL CENTRO MÉDICO NACIONAL "20 DE NOVIEMBRE"  
I.S.S.S.T.E

---

**Dr. Alejandro Duarte y Sánchez**

PROFESOR TITULAR CURSO DE POSGRADO UNIVERSITARIO DE CIRUGÍA  
PLÁSTICA Y RECONSTRUCTIVA  
CENTRO MÉDICO NACIONAL "20 DE NOVIEMBRE"  
I.S.S.S.T.E

---

**Dr. Ignacio Lugo Beltrán**

PROFESOR ASOCIADO AL CURSO DE POSGRADO UNIVERSITARIO Y JEFE DE  
SERVICIO DE CIRUGÍA PLÁSTICA Y RECONSTRUCTIVA  
CENTRO MÉDICO NACIONAL "20 DE NOVIEMBRE"  
I.S.S.S.T.E

---

**Dra. Fanny Stella Herrán Motta**

PROFESORA ASOCIADA AL CURSO DE POSGRADO UNIVERSITARIO DE CIRUGÍA  
PLÁSTICA Y RECONSTRUCTIVA  
**ASESOR DE TESIS**  
CENTRO MÉDICO NACIONAL "20 DE NOVIEMBRE"  
I.S.S.S.T.E

# **D E D I C A T O R I A**

---

**Dedico esta tesis a mis padres Dr. Juvenal Torres Pastrana y a la Dra . Nohemi Rivera de Torres quienes me brindaron todo su apoyo y dedicación para cumplir con mis objetivos y brindarme la mejor herencia, la educación.**

# AGRADECIMIENTOS

---

Agradezco a todos mis maestros , el **Dr. Ignacio Lugo Beltrán**, quien me dio la oportunidad de aprender en su servicio con disciplina, firmeza, y conocimiento, además de que no dudó en apoyarme para mi entrenamiento aquí y en el extranjero y para enriquecer mis conocimientos.

A mi Profesor Titular, el **Dr. Alejandro Duarte y Sánchez**, por brindarme el tiempo necesario para realizarme profesionalmente, por su gran paciencia, su confianza y apoyo.

A mi maestro , el **Dr. Javier Rivas Jimenéz** quien lealmente me ha brindado su apoyo incondicional desde el inicio, él, quien ha estado siempre presente en este camino y le agradezco por su carácter peculiar , el cual es parte de su forma genuina para enseñar.

Al **Dr. Urrutia González**, quien ha creído en mi en todo momento y me brindó su confianza noblemente y me ha compartido su experiencia y amistad.

A la **Dra. Fanny Herrán Motta**, quien me ha orientado y me ha conducido con su experiencia y conocimientos , en la selección y desarrollo de esta tesis.

Al **Dr. Ernesto Martín Menjivar**, quien estuvo presente desde el primer día de mi entrenamiento, brindándome su amistad, conocimientos y apoyo.

Al **Dr. Raymond Toledo Natal** quien me enseñó a comprender la humildad, la disciplina, y me compartió su conocimiento.

A **todos mis compañeros y amigos** que compartieron conmigo momentos de alegría , de enseñanza y que contribuyeron a mi crecimiento.

## M E N C I Ó N   E S P E C I A L

Expreso mi gratitud eterna al maestro **Dr. Ramón Cuenca Guerra †**, quien fue el primero que creyó en mi, y por el cual yo tuve la oportunidad en mi vida para entrar a esta especialidad.

*“La noche quedó atrás.... pero me envuelve.  
negra, como un abismo entre ambos polos.  
doy gracias a los dioses, cualesquiera que sean,  
por mi espíritu indómito.*

*No importa cuan estrecha sea la puerta  
ni que me halle abrumada de castigos;  
soy capitán triunfante de mi estrella  
y dueño de mi espíritu”*

*William Ernest Henley*

# Í N D I C E

<b>I. Introducción.....</b>	<b>9</b>
<b>II. Definición del problema.....</b>	<b>9</b>
<b>III. Antecedentes</b>	
1. Epidemiología.....	9-10
2. Clasificación.....	10- 11
3. Importancia del voltaje.....	11-12
4. Fisiopatología.....	12-13
<b>IV. Objetivo General.....</b>	<b>13</b>
<b>V. Objetivos específicos.....</b>	<b>13</b>
<b>VI. Muestra.....</b>	<b>14</b>
<b>VII. Criterios</b>	
1. Inclusión.....	14
2. Exclusión.....	14
3. Eliminación.....	14
<b>VIII. Definición de variables y unidades de medida.....</b>	<b>14</b>
<b>IX. Fuentes, métodos, técnicas y procedimientos de recolección de la información.....</b>	<b>14</b>

<b>X. Definición del plan de procesamiento y presentación de la información.....</b>	<b>15</b>
--	-----------

## **XI. Metodología**

### Metodología Estadística

1. Estadística descriptiva.....	16
2. Estadística inferencial.....	16
3. Software estadístico empleado.....	16

## **XII. Consideraciones**

<b>éticas.....</b>	<b>16</b>
--------------------	-----------

## **XIII. Resultados**

1. Narración de resultados.....	17- 18
---------------------------------	--------

<b>XIV. Discusión.....</b>	<b>19-20</b>
----------------------------	--------------

<b>XV. Conclusiones.....</b>	<b>21- 22</b>
------------------------------	---------------

<b>XVI. Tablas y Gráficas.....</b>	<b>23- 43</b>
------------------------------------	---------------

<b>XVII. Bibliografía.....</b>	<b>44- 46</b>
--------------------------------	---------------

# **INCIDENCIA DE AMPUTACIÓN EN EXTREMIDAD SECUNDARIA A QUEMADURA ELÉCTRICA EN LA UNIDAD DE QUEMADOS DEL CENTRO MEDICO NACIONAL "20 DE NOVIEMBRE"**

## **I. Introducción.**

Las lesiones por quemadura eléctrica, se consideran severas y graves. Las lesión y el daño tisular que genera una descarga eléctrica no puede ser inicialmente evaluado de manera objetiva al momento de la injuria , debido a la fisiopatología que presenta; de tal modo que el pronóstico al inicio de la evolución es incierto ; de tal manera que las lesiones por quemadura eléctrica pueden agravarse progresivamente y en tiempo indeterminado , ya que hay compromiso tisular osteo-mio-cutáneo y en algunos casos compromiso nervioso periférico y vascular severo e irreversible , lo que obliga al cirujano plástico a descartar la posibilidad de realizar algún procedimiento reconstructivo o de salvamento y en ocasiones se ve obligado a tomar decisiones radicales en el manejo quirúrgico , siendo necesario realizar amputación de alguna extremidad , de manera parcial o completa.

Indudablemente , esta situación , genera en los pacientes un impacto físico, emocional , laboral , económico, social y familiar; todo ello, conduce generalmente a una muy pobre calidad de vida.

## **II. Definición del problema:**

Por la gran importancia y el impacto que generan estos accidentes , la gravedad y las consecuencias que producen, se realizó una revisión para conocer la prevalencia de amputación de extremidades en los pacientes con antecedente de quemadura eléctrica y que hayan sido manejados en la Unidad de Quemados del Centro Médico Nacional "20 de Noviembre" durante el período 2009- 2013.

## **III. Antecedentes**

### **1. Epidemiología**

Las quemaduras eléctricas son lesiones relativamente poco frecuentes y su incidencia está relacionada con el desarrollo que presente cada país.(1,2, 3,11,14,15,21,22,25,30,31,34,40)

En Estados Unidos Americanos , las injurias por **quemadura eléctrica** son motivo de admisión de pacientes a centros hospitalarios especializados en un número

mayor a 3000 pacientes por año, correspondiendo al 3 a 4 % de los ingresos (admisiones) de todos los pacientes con diagnóstico de “quemadura” secundaria a cualquier mecanismo . En E.U.A se estima que un 40% de los pacientes con antecedente de quemadura por electricidad presentan lesiones fatales, estimando 1000 defunciones por año, por este motivo . (3, 4, 5, 10, 12, 19,20,21,22,23,24,27,28).

Se ha descrito la presentación de este mecanismo más frecuentemente en adultos con vida laboral activa y niños. En los niños menores a 6 años de edad, la presentación es más frecuente por el contacto que tienen con cables, entradas de conexiones eléctricas, o en muchas ocasiones los niños en esta etapa de la vida , se introducen cables eléctricos a la boca.

En niños mayores a 6 años de edad, se ha descrito que la causa más frecuente relacionada a este accidente es por la actividad de encontrarse jugando en azoteas o “sitios altos” cerca de cables de alta tensión, subirse a árboles etc.... (35)

En adolescentes disminuye la incidencia.

Sin embargo en adultos, este accidente está altamente relacionado con la ocupación , principalmente en adultos dedicados a la construcción y trabajadores técnicos de compañías eléctricas, constituyendo este grupo adulto (ocupacional) a dos tercios de todas las quemaduras por electricidad. (4,6, 12 16 20,21,22,23,24,25,26,27,28,31,34,35).

En cuanto a género, se ha estudiado una relación masculino/ femenino 2:1 en niños; pero en adultos , se ha definido que del total de los pacientes con antecedente de quemadura eléctrica, 90% son hombres. (3, 4, 8, 7, 11,12,35).

No es muy diferente la epidemiología en países latinoamericanos con respecto a E.U.A., aunque se ha relacionado con mayor frecuencia este padecimiento en países en vías de desarrollo y /o en población con nivel socioeconómico bajo. (36,38,39,40).

Se ha reportado que la incidencia de amputaciones en pacientes quienes sufrieron quemadura eléctrica con alto voltaje es aproximadamente de 28- 30 %; a nivel mundial. (38,39,40,41)

## **2. Clasificación y fisiopatología**

Según su etiología, las quemaduras eléctricas han sido organizadas **por su empleo y mecanismo de acción** de la corriente eléctrica.

**a) Por su empleo (uso de energía eléctrica)** se pueden clasificar como:

1. Accidentes domésticos: Ocurren intradomiciliariamente por electrodomésticos; estos se consideran de bajo voltaje - 110-120 voltios.
2. Accidentes industriales: tienen un rango de 500 y 5,000 voltios.
3. Accidentes profesionales: estos generalmente los padecen los electricistas y empleados de compañías eléctricas que manejan tensiones de 5,000 a 50,000 voltios.

**b) Por mecanismo de contacto,** las quemaduras eléctricas pueden clasificarse

- **Contacto unipolar:** Mecanismo más frecuente; el individuo establece contacto con el extremo de un conductor (Ej.: alambre, tubo de acero) y la corriente pasa a través de su organismo hacia la tierra.
- **Contacto bipolar:** El individuo se interpone entre dos conductores (entre dos alambres) ocasionando un cortocircuito.
- **Fenómeno de arco eléctrico:** Ocasionado por el salto de la electricidad hacia el individuo **sin** que haya contacto. Ocurre en electricidad de alto voltaje e ignición de la ropa.
- **Mecanismo mixto :** contacto eléctrico directo y arco eléctrico.

Clínicamente pueden presentarse 3 formas de lesión eléctrica- térmica dependiendo del mecanismo de quemadura eléctrica antes mencionado :

1. **Quemaduras de contacto en los puntos de entrada y salida** de la corriente eléctrica. (ej: entrada en mano izquierda, y salida en mano derecha; entrada en miembros torácicos y salida en algun miembro pélvico o ambos, etc...)
2. **Quemaduras producidas por “arco voltaico”** que ocurre cuando la corriente “brinca” entre dos superficies contiguas cargadas.

\* La corriente busca el camino más corto entre el punto de contacto y la tierra. Usualmente el circuito se completa formando un arco **antes** de que la víctima toque el conductor.

3. **Quemaduras** producidas por **ignición** de ropa.

### **Importancia del Voltaje en quemadura eléctrica:**

La gravedad de las quemaduras producidas por electricidad **depende directamente** del voltaje y del mecanismo del accidente.

Es bien conocido y estudiado, que a mayor voltaje, se produce mayor afección sistémica y tisular. Si la descarga y contacto eléctrico se genera por un **mecanismo mixto**, el pronóstico es pobre y riesgo de complicaciones para el paciente es mayor. (1,5,6,8,9,11,12,13,22,25,30,35,37,38,39,40,41).

Es importante distinguir las lesiones de alta tensión (> 1000 voltios) de las lesiones de baja tensión (< 1000 voltios).

La corriente eléctrica de bajo voltaje (200 v o menos) y que es alterna (25 a 300 ciclos), puede producir fibrilación ventricular sin afectar el centro respiratorio; si la corriente tiene entre 200 y 1000 voltios, tiende a lesionar los dos sistemas.

Los accidentes más comunes ocurren al cambiar lámparas eléctricas, colocarse un cable en la boca (principalmente ocurrida en niños) ó tocar aparatos eléctricos. (17, 18)

La corriente eléctrica de alto voltaje tiende a producir primero parálisis del centro respiratorio por depresión directa o hemorragias en el cuarto ventrículo encefálico sin afectar el miocardio. (37)

El daño a los tejidos se produce debido al calor generado al hacer resistencia al paso de la corriente.; es importante saber que la resistencia , es diferente en los tejidos del cuerpo humano. (1-41)

El paciente se interpone en el circuito eléctrico y tiene por lo tanto un punto de entrada y otro de salida en los cuales se encuentran los mayores daños.

Cualquier órgano o tejido que se encuentre entre el punto de entrada y punto de salida puede estar comprometido. (35,36,37)

**La resistencia al paso de la corriente** no es igual en todos los tejidos; se incrementa progresivamente desde nervios, vasos, músculo, piel, grasa, y finalmente hueso, que por tener la mayor resistencia genera más calor y por lo tanto, genera aún mayor daño hacia los tejidos que lo rodean. (1-41)

Como consecuencia, debido a que el tejido óseo **ofrece la mayor resistencia** a la corriente eléctrica, la conducción a través este tejido produce **mayor** cantidad de calor.

Es entonces indispensable y recordar la **Ley de Joule** para poder entender la fisiopatología y la potencial gravedad de las lesiones tisulares que genera una quemadura por electricidad.

La **Ley de Joule:  $W=VI^2t$** , postula que :

**«El calor que desarrolla una corriente eléctrica al pasar por un conductor (en este caso el cuerpo humano) , es directamente proporcional a la resistencia, al cuadrado de la intensidad de la corriente y el tiempo que dura la corriente».**

Por esta razón, el daño muscular es mayor en las inserciones tendinosas y regiones periólicas.

Sin embargo, la corriente viaja con mayor facilidad por los tejidos de menor resistencia , particularmente los vasos sanguíneos.

Los vasos **se trombosan progresivamente** y son responsables de la necrosis tisular. (1-41)

Robson propone una teoría para explicar **el daño progresivo** posquemadura , postulando que son las grandes concentraciones de los metabolitos de la cascada del ácido araquidónico presentes en el sitio quemado, especialmente el tromboxano que juega un papel importante en la isquemia progresiva microvascular de los tejidos dañados por la quemadura eléctrica.

Debido a que las quemaduras eléctricas de alta tensión generalmente se producen en sitios elevados (donde se encuentran los cables de alta tensión- azoteas de edificios, casas) o de mayor altura, con frecuencia se asocian a caídas consecuentes, por lo que aunado a la injuria eléctrica- térmica, algunos pacientes presentan además traumatismo de extremidades , trauma torácico, craneoencefálico, abdominal o con cualquier lesión asociada a la caída. (38-41)

Por la evolución y fisiopatología que presentan los pacientes que han sufrido quemaduras por electricidad ( trombosis , necrosis inmediata o progresiva, injuria severa en tejido óseo, blando, dérmico y lesión neurovascular irreversible) las lesiones por quemadura se consideran graves, con alto riesgo de requerir amputación de extremidades. (1,4,5,6,7,9,10,13,14,15,17,21,22,26,27,29,30,33,34,37,39,40,41)

Justificación

La injuria térmica por electricidad se considera grave desde un inicio; con un pronóstico incierto y pueden producir afección tisular severa e irreversible (tejido óseo, vascular, muscular, dérmico, nervioso). (1-41)

Por el mecanismo de lesión de una quemadura eléctrica, el tipo de contacto, punto de entrada – salida de la descarga eléctrica y conducción, las quemaduras por electricidad se presentan con mayor severidad en miembros torácicos y miembros pélvicos, siendo estas estructuras anatómicas los sitios en donde en ocasiones se requiere de una conducta quirúrgica radical, como la amputación.

Se ha revisado en la literatura mundial , la incidencia de amputaciones de extremidades por antecedente de quemadura por electricidad. Se estima que este dato en general es de 28- 30%, en países de primer mundo elevándose en otros países hasta 60%.

Tomando en cuenta que en nuestro país existen pocas Unidades de Quemados , pero fortuitamente , en nuestro centro médico nacional sí contamos con una Unidad y la infraestructura, justificamos este trabajo de revisión para conocer la incidencia – prevalencia de amputaciones de extremidades (en pacientes con quemadura eléctrica) en nuestra Unidad de Quemados , Centro Médico Nacional “20 de Noviembre” comparado con lo que se ha publicado en la literatura mundial.

#### **IV. Objetivo general:**

Conocer la prevalencia de amputación de extremidades, en los pacientes quemados por electricidad que hayan sido manejados en la Unidad de Quemados del CMN “20 de Noviembre”, durante el período 2009- 2013, y comparar la prevalencia con la reportada a nivel mundial.

#### **V. Objetivos específicos :**

1. Determinar la prevalencia de amputación de extremidades en pacientes con quemaduras eléctricas que hayan sido ingresados y tratados en la Unidad de Quemados del Centro Médico Nacional “20 de Noviembre” en el periodo comprendido del 1º de Marzo de 2009 a 30 de Abril de 2013.
2. Identificar los factores predisponentes y de riesgo en el paciente con quemadura eléctrica.
3. Servir de base para elaborar protocolos de investigación y dar continuación a este trabajo para incluir a los pacientes que hayan sido internados, en una fecha posterior al 30 de Abril 2013 .
4. Obtener conocimiento más preciso de los escenarios donde ocurren estos accidentes para producir protocolos de prevención y protocolos de manejo, atención expedita y eficaz que contribuyan a minimizar las complicaciones.

## **VI. Muestra.**

Se analizaron todos los pacientes manejados en nuestra unidad de quemados, que se hayan quemado con electricidad del 1º de Marzo de 2009 al 30 de Abril de 2013.

## **VII. Criterios**

### **Criterios de inclusión.**

Pacientes con diagnóstico de “**quemadura eléctrica**” que hayan sido manejados y hospitalizados en la unidad de quemados del CMN “20 de Noviembre” en el período comprendido del 1º de Marzo de 2009 al 30 de Abril de 2013.

### **Criterios de exclusión.**

Pacientes quemados por otro mecanismo de lesión que no sea electricidad.

### **Criterio de eliminación.**

- Pacientes con expediente incompleto.
- Pacientes que hayan sido trasladados a otro centro hospitalario para su manejo o que se hayan egresado de manera voluntaria.

## **VIII. Definición de variables y unidades de medida**

Amputaciones de extremidades , variable cualitativa nominal.

## **IX. Fuentes, métodos, técnicas y procedimientos de recolección de la información**

Se realizó una revisión de datos en el expediente electrónico (SIAH gráfico) de los pacientes con diagnóstico de quemadura eléctrica que fueron ingresados a la Unidad de Quemados, del CMN “20 de Noviembre” , en el período comprendido del 1º de Marzo de 2009 al 30 de Abril de 2013.

Se recolectaron datos específicos de estos pacientes, desde el día de su ingreso, su evolución hasta el día de su egreso hospitalario.

De acuerdo con lo anterior, se captaron específicamente a los pacientes a los cuales , se realizó amputación de alguna estructura anatómica.

Nuestro estudio se basó en un muestreo no aleatorio.

#### **X. Definición del plan de procesamiento y presentación de la información.**

Se revisó la libreta interna de registro (UNIDAD DE QUEMADOS) de los pacientes que presentaron quemadura eléctrica, revisión del expediente electrónico SIAH, se elaboró una base de datos y un análisis de los mismos .

Se aplicó ESTADÍSTICA descriptiva: gráficas, media, mediana, moda, arianza, máximo, mínimo rango y curtosis.

En la base de datos y análisis se incluyó lo siguiente :

- Fecha de ingreso y egreso hospitalario.
- Mecanismo de lesión y espacio físico del incidente.
- Estructuras anatómicas afectadas.
- Pacientes a los cuales se realizó amputación de alguna estructura anatómica (afectada por la injuria eléctrica).

## **XI. Metodología.**

### **- MÉTODOS ESTADÍSTICOS**

#### **Estadística Descriptiva**

1.- Se describieron los datos obtenidos mediante medidas de resumen:

- a) Frecuencia.
- b) Moda.
- c) Media.
- d) Mediana.
- e) Rango.
- f) Desviación estándar.

Los datos se organizaron en:

- a) Tablas de frecuencia.
- b) Tablas de contingencia.  
La representación gráfica de los datos se hizo a través
- c) Histogramas y Graficas Circulares

#### **2.- Estadística Inferencial:**

- a) Mediante la prueba de Ji-cuadrada de Pearson se investigó la asociación entre las variables nominales .
- b) Se construyeron intervalos de confianza del 95% para las proporciones de interés ( prevalencias)

#### **3. Software estadístico empleado:**

- A) Statistica 8.0
- B) Stata 12

## **XII. Consideraciones éticas.**

De acuerdo a “La Ley General de Salud”, título segundo: “ De los aspectos éticos de la investigación en seres humanos”, se mantendrá en este estudio de revisión de expediente confidencialidad y anonimato absoluto de los sujetos de investigación.

### **XIII. Resultados**

El presente estudio reunió a 21 pacientes que sufrieron quemaduras eléctricas que produjeron lesión en diversas estructuras anatómicas .

La tabla 1, muestra las variables consideradas para fines de análisis estadístico. La edad los pacientes osciló entre 13 y 67 años con edad promedio y desviación estándar de  $43.5 \pm 17.8$  años (Gráfica 1).

La Gráfica 2 muestra la distribución del género de los pacientes la cual fue de la siguiente manera: hombres 17 (81%) y 4 (19%) mujeres; la edad comparativa de acuerdo al género se muestra en la Gráfica 3.

La tabla 2 a, presenta las medidas de resumen estadístico para la edad según género. La tabla 2b, muestra la edad de los pacientes relacionado con la actividad que se encontraban realizando al momento del accidente.

De acuerdo a los objetivos del estudio, el principal fue conocer la distribución de la frecuencia de la estructura anatómica afectada (Gráficas 4a y 4b).

La tabla 3, muestra los porcentajes así como las prevalencias de cada estructura, encontrándose que la mayor prevalencia fue para el miembro torácico derecho (76.19%) y su prevalencia estimada oscilando entre 52.83% y 91.78% (Gráfica 5)

La frecuencia de amputación observada se muestra en la Gráfica 6. Ésta, se observó en 8 (38%) pacientes, encontrándose una prevalencia de amputación en esta población oscilando entre 18.11% y 61.57%.

La distribución de frecuencias de las estructuras amputadas y sus respectiva prevalencia se presenta en la Tabla 4.

Se midió también el porcentaje corporal que alcanzo la quemadura. Este varió entre 3% y 58%, con promedio y desviación estándar de  $23.9 \pm 13.4$  % (Gráfica 7).

Los días de estancia intrahospitalaria (DEIH) oscilaron entre 13 y 98 días con promedio y desviación estándar de  $37.3 \pm 24.35$  días (Gráfica 8.)

Se buscó algún grado de correlación entre el porcentaje de quemadura corporal y DEIH. Se muestra el diagrama de dispersión conjunta de estos datos en la Gráfica 9. Aunque la correlación fue baja ( $r = 0.1827$ ,  $p = 0.4279$ ), se percibe una tendencia a que el número de días de estancia intrahospitalaria crece, conforme crece el porcentaje de quemadura.

Se investigó el sitio donde ocurrió el incidente. La distribución de esta variable se muestra en la Gráfica 10, no encontrando diferencia estadísticamente significativa para un sitio en particular ( $p = 0.87700$ ).

La correlación entre estructura afectada y lugar donde ocurrió el incidente se muestra en la Gráfica 11.

De igual manera se investigó la correlación con la amputación (Tabla 6 y Gráficas 12 a y 12b).

La Gráfica 13, muestra la distribución de frecuencia del miembro anatómico amputado, correspondiendo la mayor frecuencia a miembro torácico derecho (38%).

El número de estructura amputadas por paciente se muestra en la gráfica 14 y su prevalencia en la tabla 7 y gráfica 15.

#### **XIV. Discusión .**

En este trabajo se analizaron datos de 21 pacientes, con diagnóstico de **“quemadura eléctrica”** que fueron manejados y hospitalizados en la unidad de quemados del CMN “20 de Noviembre” en el período comprendido del 1º de Marzo de 2009 al 30 de Abril de 2013.

Encontramos que la amputación secundaria a injuria por electricidad está relacionada con el voltaje de la corriente eléctrica a la que estos pacientes fueron expuestos.

Encontramos también , que la mayor parte de las quemaduras eléctricas, se presentaton en hombres y /o en sujetos cuya actividad profesional está expuesta a dicho riesgo, lo cual coincide con lo reportado en la literatura .

De los veintiun pacientes, cuatro fueron mujeres; tres de ellas, fueron mujeres adultas y encontramos que el accidente ocurrió mientras se encontraban realizando alguna actividad doméstica en sitios cercanos a cables de alta tensión, como las azoteas, lugares elevados y cercanos a estos cables.

Sólo tuvimos una mujer adolescente, que aunque no se encontraba realizando labores domésticas en el momento del accidente, sí se encontraba en coincidencia con las demás , en la azotea de un domicilio; lo cual nos indica, que cuando una persona se encuentra en un espacio físico elevado, como una azotea, está más expuesta a este tipo de accidentes.

Ocho de nuestros pacientes , se encontraban en el momento del accidente efectuando sus actividades laborales , lo que traduce que estos accidentes ocurren más frecuentemente en personas productivas.

En nuestro estudio, encontramos que los pacientes a quienes se les realizo amputación de alguna estructura anatómica , estuvieron expuestos a una descarga eléctrica de alto voltaje, ya fuera realizando su actividad laboral o por un accidente fortuito con cables de alta tensión (>1000 voltios).

De los cuatro pacientes adolescentes, encontramos que tres de ellos, se encontraban jugando en la azotea de algún domicilio al momento de la decarga eléctrica. En uno de estos tres pacientes adolescentes, se realizó amputación de 3 dedos del pie izquierdo.

Otras complicaciones relacionadas con la descarga eléctrica de alto voltaje descritas en la literatura, son caídas asociadas, por lo que aunado a la injuria eléctrica- térmica, algunos pacientes pueden presentar además, traumatismos variables. Esto, no se presentó en los pacientes estudiados.

Las amputaciones se realizaron en ocho de los veintiún pacientes analizado; observamos que la necesidad de realizar una amputación de alguna estructura anatómica, aumentó proporcionalmente con el porcentaje de quemadura y extensión de daño tisular .

En uno de nuestros pacientes el cual se reportó con 58% de superficie corporal quemada, hubo necesidad de amputar los miembros torácicos y un miembro pélvico.

En otro paciente que se reportó con 51% de superficie corporal quemada, hubo necesidad de realizar amputación de miembros torácicos y de pie derecho a nivel transmetatarsiano.

En otro de los pacientes, cuya superficie corporal quemada se reportó en el expediente en 41%, hubo necesidad de realizar amputación de las 4 extremidades. El porcentaje de quemadura en este paciente es discutible y pone de relieve la dificultad que existe para determinar objetivamente el porcentaje de superficie quemada por descarga eléctrica .

Encontramos en nuestro análisis estadístico una correlación directa entre el número de días de estancia hospitalaria y el mayor porcentaje de la superficie corporal quemada; probablemente, relacionado con las complicaciones asociadas con la magnitud del daño tisular, como el desequilibrio hidroelectrolítico, desnutrición e infecciones , los cuales, generalmente se presentan en estos pacientes. Lo anterior, pone de relieve la inminente necesidad en estos pacientes de proporcionarles manejo multidisciplinario desde su ingreso que contemple al cirujano plástico, cardiólogo, nefrólogo, psiquiatra, clínica del dolor, medicina física y rehabilitación y apoyo de los servicios de nutrición.

Otras complicaciones reportadas en la literatura relacionadas con quemadura eléctrica de alto voltaje , son alteraciones de la conducción cardíaca , insuficiencia renal aguda, parálisis del centro respiratorio, hemorragias en el cuarto ventrículo encefálico , que ninguno de nuestros pacientes presentó.

## **XV. Conclusiones.**

Las quemaduras por electricidad se deben considerar desde el momento del incidente severas y con un pronóstico incierto.

Podemos concluir y afirmar que la posibilidad que se realice algún tratamiento quirúrgico radical como la amputación de alguna extremidad o de alguna estructura anatómica es mayor, cuando un paciente ha tenido contacto con corriente de alto voltaje.

Concluimos que realizar una actividad (relacionada con la profesión de un individuo o no) encontrándose en un espacio físico elevado, o a una altura determinada (por ejemplo, una azotea), es definitivamente un factor de riesgo para exponerse a una quemadura por electricidad, esto, por la mayor cercanía que tienen los sitios elevados con cables de alta tensión o corriente eléctrica de alto voltaje.

Concluimos que las quemaduras eléctricas se presentan con mayor frecuencia en hombres, así como en personas adultas en edad productiva (Esto último, sin importar género).

Conociendo que el mecanismo de lesión tisular que ocasiona una corriente eléctrica, es completamente distinto a las quemaduras por deflagración o escaldadura, el cirujano plástico debe tener otro enfoque para la observación de la evolución y los posibles cambios clínicos que pueden presentarse durante el manejo de estos pacientes.

Es de gran importancia conocer el sitio anatómico de entrada y salida de la corriente, así como el tipo de contacto (directo, indirecto, arco voltaico, mixto) al que estuvo expuesto el paciente para poder en un futuro determinar si existe una relación directa de estos factores que incrementen específicamente el riesgo de que sea necesaria la amputación y determinar si está directamente relacionada con cada uno de estos factores.

Es necesario entonces que el médico especialista interrogue desde el inicio e investigue dirigidamente, el sitio o espacio físico donde ocurrió el evento, el tipo de cable con el que tuvo contacto, la altura específica en donde se encontró el paciente (a cuántos metros de distancia del suelo), la profesión específica de cada paciente y si durante el accidente se encontraban laborando o no para poder analizar a futuro la correlación específica del riesgo de profesión con la presentación de una quemadura eléctrica con alto voltaje y correlacionarlo con mayor significancia estadística con el riesgo de amputación.

El médico especialista de primer contacto debe tener conocimiento amplio del mecanismo y fisiopatología del daño tisular que ocasiona la electricidad, así como su acción con respecto a la resistencia de cada tejido en específico y dar un manejo inicial más oportuno.

Se debe reiterar que desde el ingreso hospitalario de estos pacientes, deben estar involucrados en la evaluación y manejo, además del cirujano plástico, otros servicios como cardiología, nefrología, medicina física y rehabilitación, psicología, psiquiatría, clínica del dolor y en ocasiones el especialista en medicina crítica (terapia intensiva); esto, no de manera opcional sino de manera obligatoria para darle el mejor manejo multidisciplinario y evitar complicaciones a corto, mediano o largo plazo.

El cirujano plástico debe tratar de detectar tempranamente si el paciente con quemadura eléctrica pudiera encontrarse con un mayor riesgo de presentar compromiso vascular o daño tisular irreversible durante su evolución, conllevando por lo tanto a la necesidad de realizar algún procedimiento radical, como la amputación; esto, por medio de la clínica o de ser posible con obtención y disponibilidad de recursos diagnósticos más sofisticados. Esto para tener información más objetiva y realizar protocolos de investigación o protocolos de detección.

Concluimos que este trabajo puede extenderse y ser de utilidad para protocolos a futuro, incluyendo otras variables para su análisis estadístico.

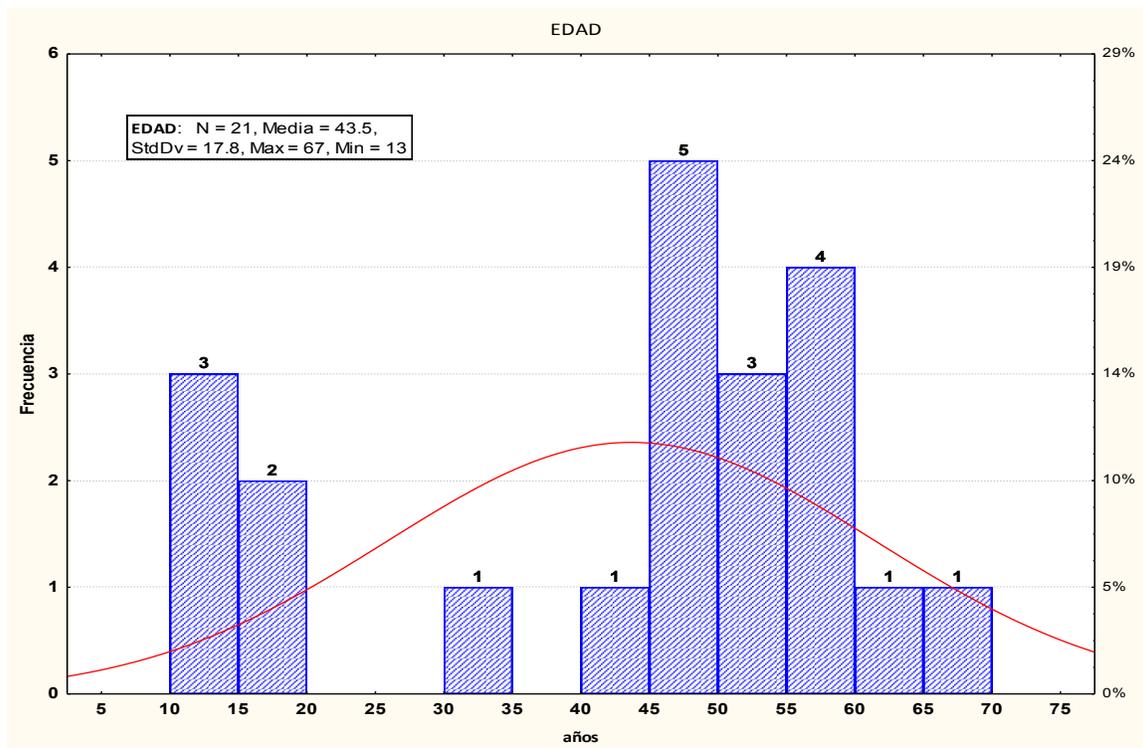
## XVI. TABLAS Y GRÁFICAS

### INCIDENCIA DE AMPUTACIÓN EN EXTREMIDADES SECUNDARIA A QUEMADURA ELÉCTRICA.

Tabla 1. Las variables de estudio

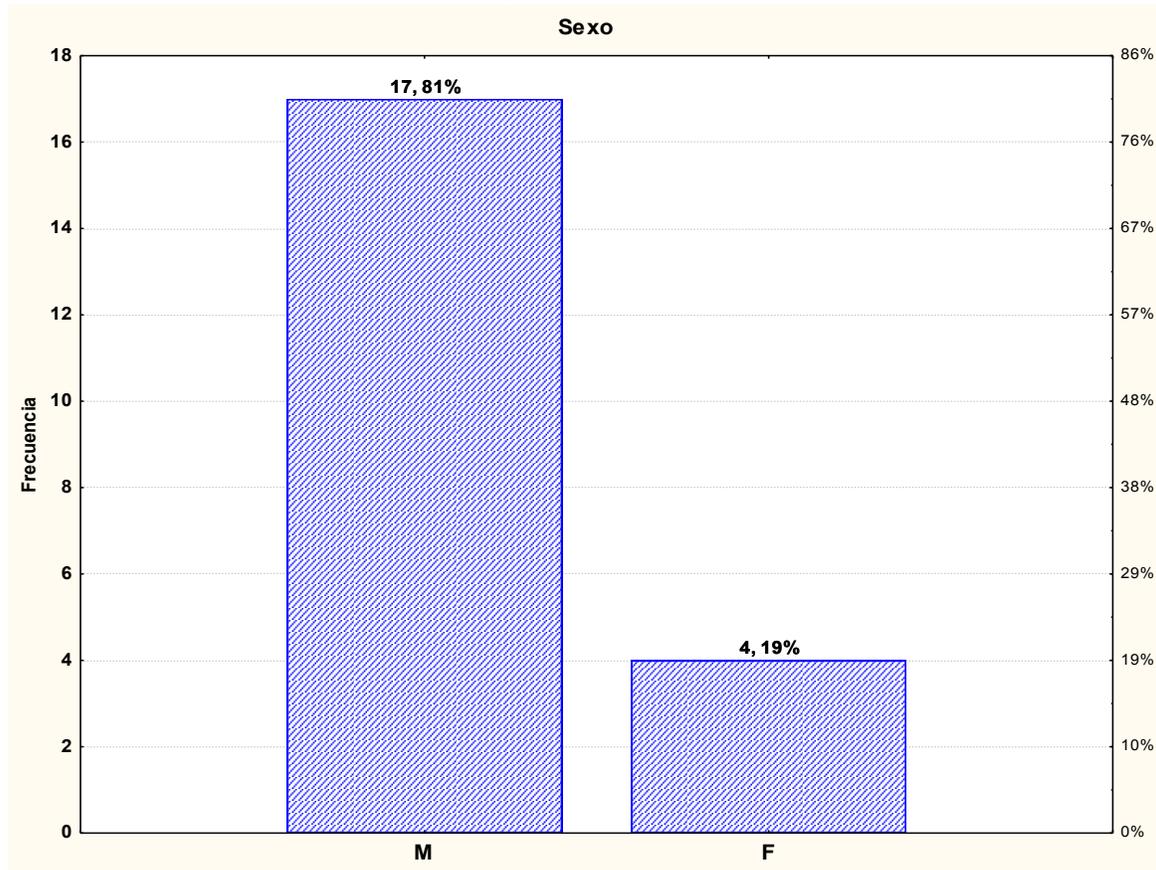
Clasificación		Clasificación de Variables									
Clasificación	Variable										
Variables Independientes	EDAD										
	SEXO										
	PORCENTAJE QUEMADURA ELÉCTRICA										
	INGRESO										
	EGRESO										
Causa del Incidente de quemadura	DEIH										
	CONTACTO CON CABLE DE AT ( $v \geq 1000$ )										
	LUGAR DE INCIDENTE	En domicilio	Durante su Jornada Laboral	Otra							
Variables de estudio (Variables dependientes)	ESTRUCTURA AFECTADA	Cara	Cuello	Miembro Torácico derecho	Miembro torácico izquierdo	Miembro pélvico derecho	Miembro pélvico izquierdo	Abdomen	Tórax	Número de estructuras afectadas	
	AMPUTACIONES	Cara	Cuello	Miembro Torácico Derecho	Miembro Torácico Izquierdo	Miembro pélvico Derecho	Miembro Pélvico Izquierdo	Abdomen	Tórax	Número de estructuras amputadas	

## INCIDENCIA DE AMPUTACIÓN EN EXTREMIDADES SECUNDARIA A QUEMADURA ELÉCTRICA.



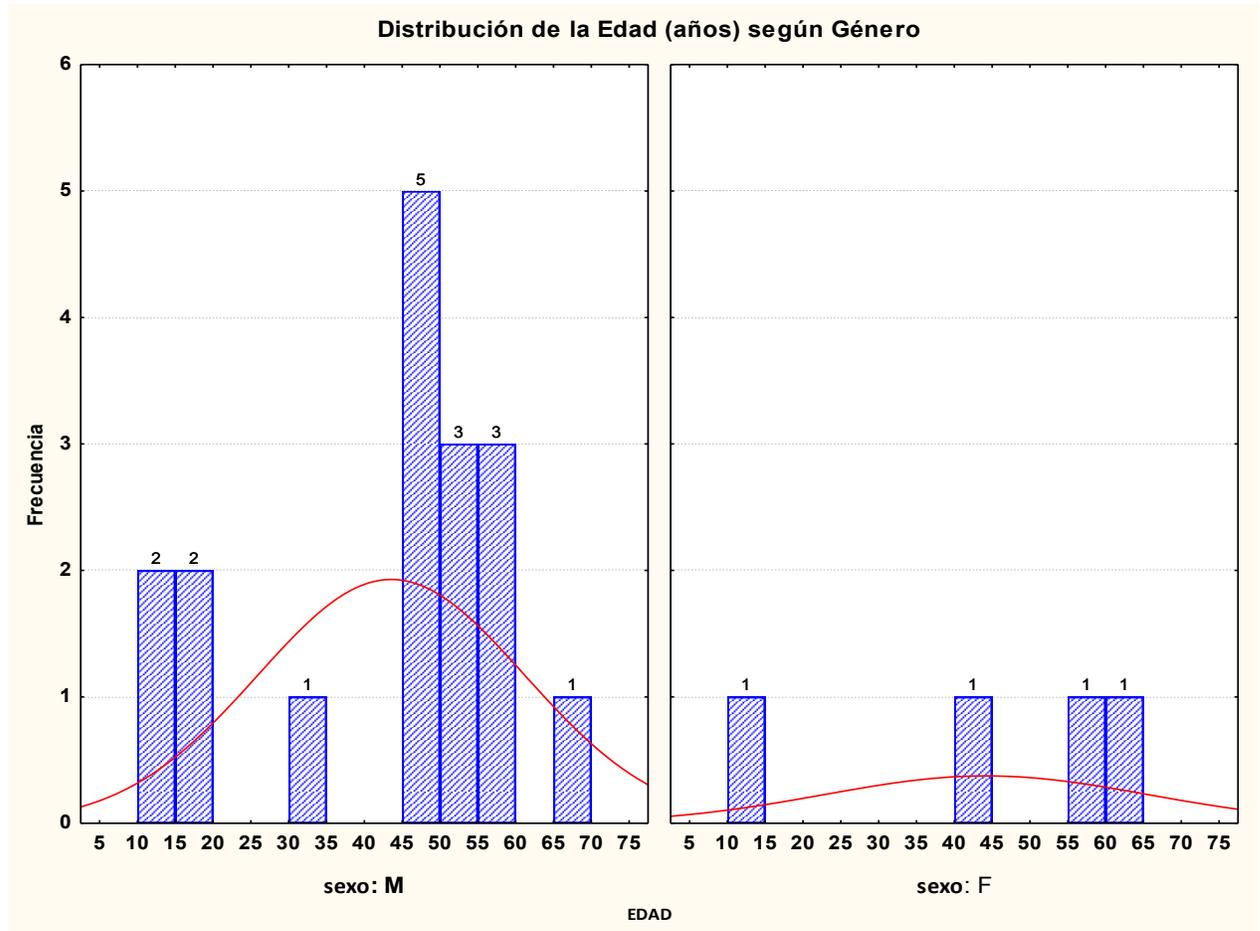
Grafica 1. Distribución de la edad (años) de los pacientes y resumen de medidas estadísticas.

## INCIDENCIA DE AMPUTACIÓN EN EXTREMIDADES SECUNDARIA A QUEMADURA ELÉCTRICA.



Gráfica 2. Distribución por género de pacientes estudiados

## INCIDENCIA DE AMPUTACIÓN EN EXTREMIDADES SECUNDARIA A QUEMADURA ELÉCTRICA.



Gráfica 3. Distribución de edad y género

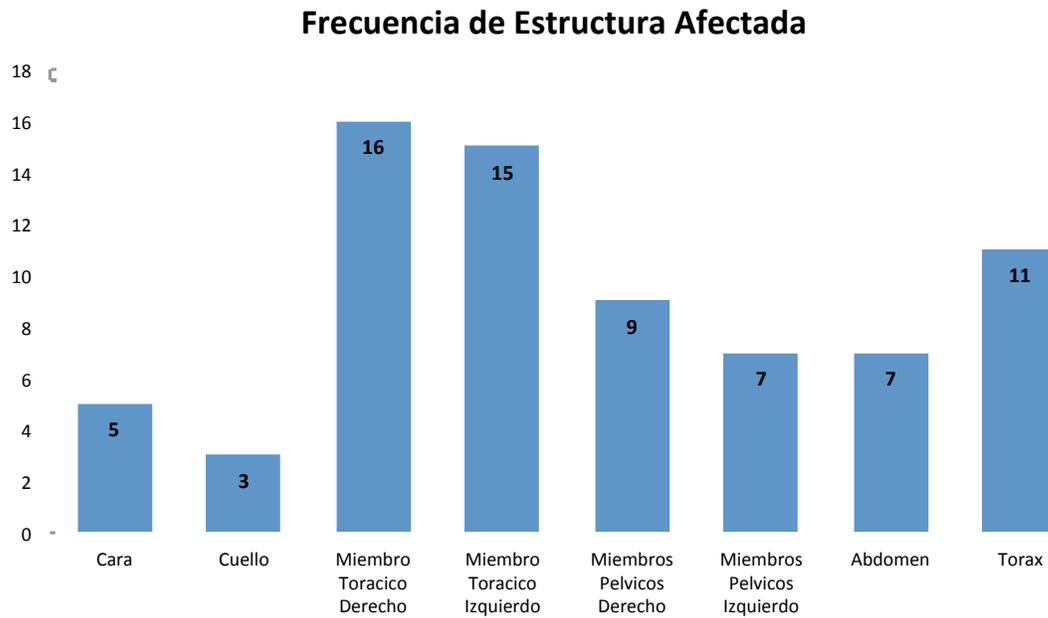
Tabla 2a. Medidas de resumen estadístico por género y edad.

sexo	EDAD Means	EDAD N	EDAD Std.Dev.	EDAD Minimum	EDAD Maximum
M	43.35294	17	17.58530	13.00000	67.00000
F	44.00000	4	21.27596	14.00000	61.00000
All Grps	43.47619	21	17.75843	13.00000	67.00000

Tabla 2b . Actividad y sitio reportado según expediente electrónico en 21 pacientes estudiados, al momento del accidente, relacionado con edad.

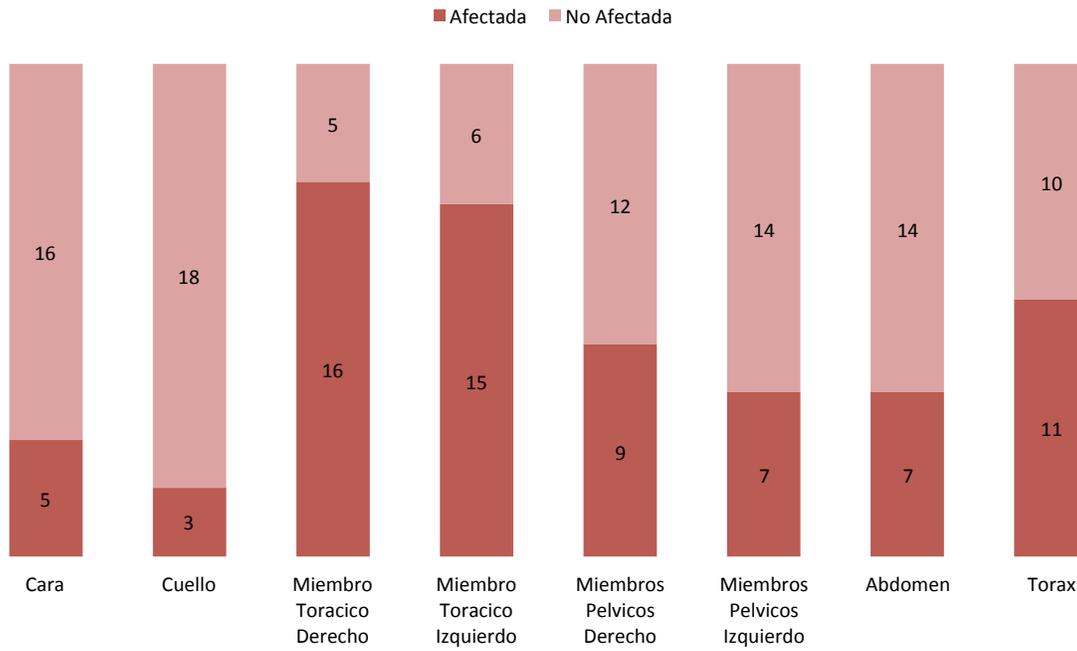
	EDAD	LUGAR DE ACCIDENTE
1	15	AZOTEA DE DOMICILIO, JUGANDO.
2	55	NO ESPECIFICADO EN EXPEDIENTE CLINICO
3	60	NO SE ESPECIFICA LUGAR; SE ENCONTRABA PINTANDO A 9 METROS DE ALTURA
4	57	AZOTEA DE DOMICILIO
5	54	AZOTEA DE DOMICILIO
6	13	AZOTEA DE DOMICILIO - ARCO VOLTAICO, JUGANDO.
7	50	AZOTEA DE DOMICILIO
8	31	SITIO DE APROXIMADAMENTE 3 METROS DEL PISO
9	61	BALCON DE DOMICILIO CONTACTO DIRECTO CON CABLE DE ALTA TENSION
10	67	AZOTEA DE UN HOSPITAL
11	51	LABORANDO, CONTACTO CON CABLE DE ALTA TENSION A TRAVES DE VARILLA DE ACERO
12	58	AZOTEA DE SEGUNDO PISO , LABORANDO, CONTACTO CON CABLE DE ALTA TENSION A TRAVES DE VARILLA DE ACERO
13	47	AZOTEA DE DOMOCILIO
14	49	AZOTEA DE DOMICILIO
15	57	AZOTEA DE DOMICILIO
16	14	AZOTEA DE DOMICILIO, SE ENCONTRABA JUGANDO.
17	47	ACCIDENTE LABORAL, CONTACTO CON AGUA Y APARATO ELÉCTRICO
18	18	ACCIDENTE EN VÍA PÚBLICA, PUENTE PEATONAL, CAMINANDO.
19	16	AZOTEA DE DOMICILIO, JUGANDO.
20	49	TERCER PISO DE SU DOMICILIO, AL PINTAR SU CASA
21	44	AZOTEA DE DOMICILIO, CONTACTO INDIRECTO

## INCIDENCIA DE AMPUTACIÓN EN EXTREMIDADES SECUNDARIA A QUEMADURA ELÉCTRICA.



**Gráfica 4a. Frecuencia observada de la estructura afectada**

## Estructura Afectada vs No Afectada



**Gráfica 4b. Frecuencia observada de la estructura anatómica afectada y no afectada**

## INCIDENCIA DE AMPUTACIÓN EN EXTREMIDADES SECUNDARIA A QUEMADURA ELÉCTRICA.

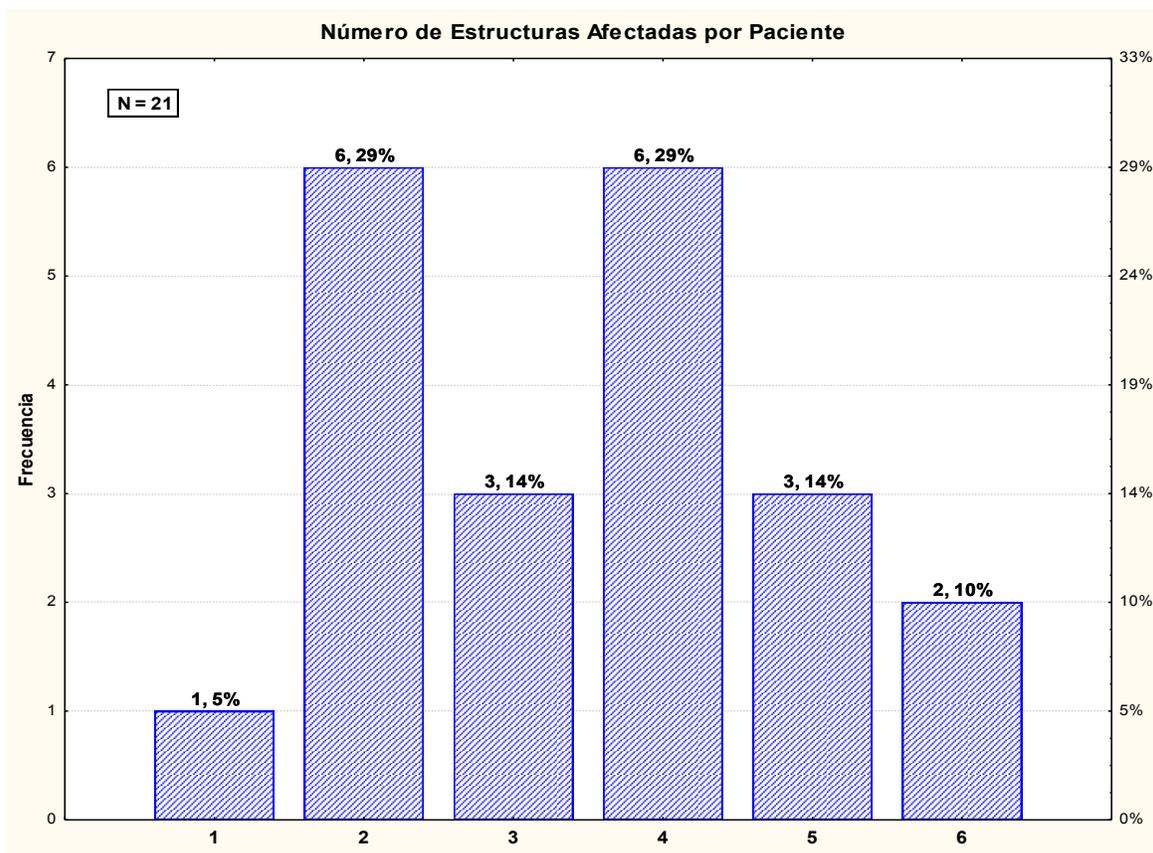
Tabla 3. Prevalencia estimada de la estructura afectada (\*)

∴

Estructura Afectada	Frecuencia	Porcentaje	Prevalencia	
			Lim Inf 95%	Lim Sup 95%
Cara	5	23.81	8.22	47.17
Cuello	3	14.29	3.05	36.34
Miembro torácico derecho	16	76.19	52.83	91.78
Miembro torácico izquierdo	15	71.43	47.82	88.72
Miembro pélvico derecho	9	42.86	21.82	65.98
Miembro pélvico izquierdo	7	33.33	14.59	56.97
Abdomen	7	33.33	14.59	56.97
Tórax	11	52.38	29.78	74.29

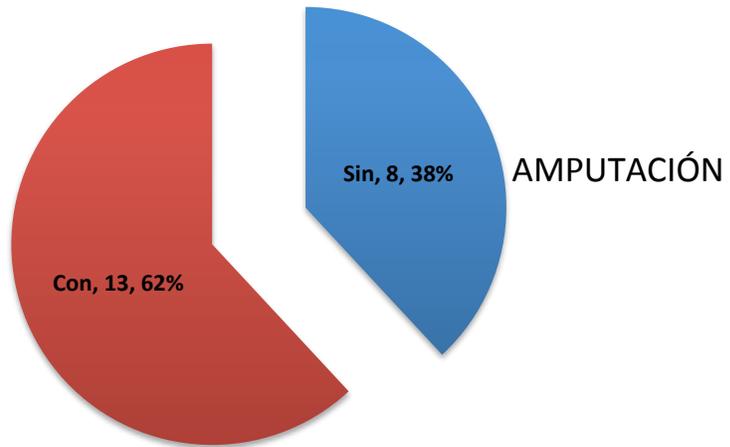
Población que sufrió quemadura eléctrica (n = 21)

## INCIDENCIA DE AMPUTACIÓN EN EXTREMIDADES SECUNDARIA A QUEMADURA ELÉCTRICA.



Gráfica 5. Distribución del número de estructuras afectadas por paciente.

### Frecuencia de Amputación



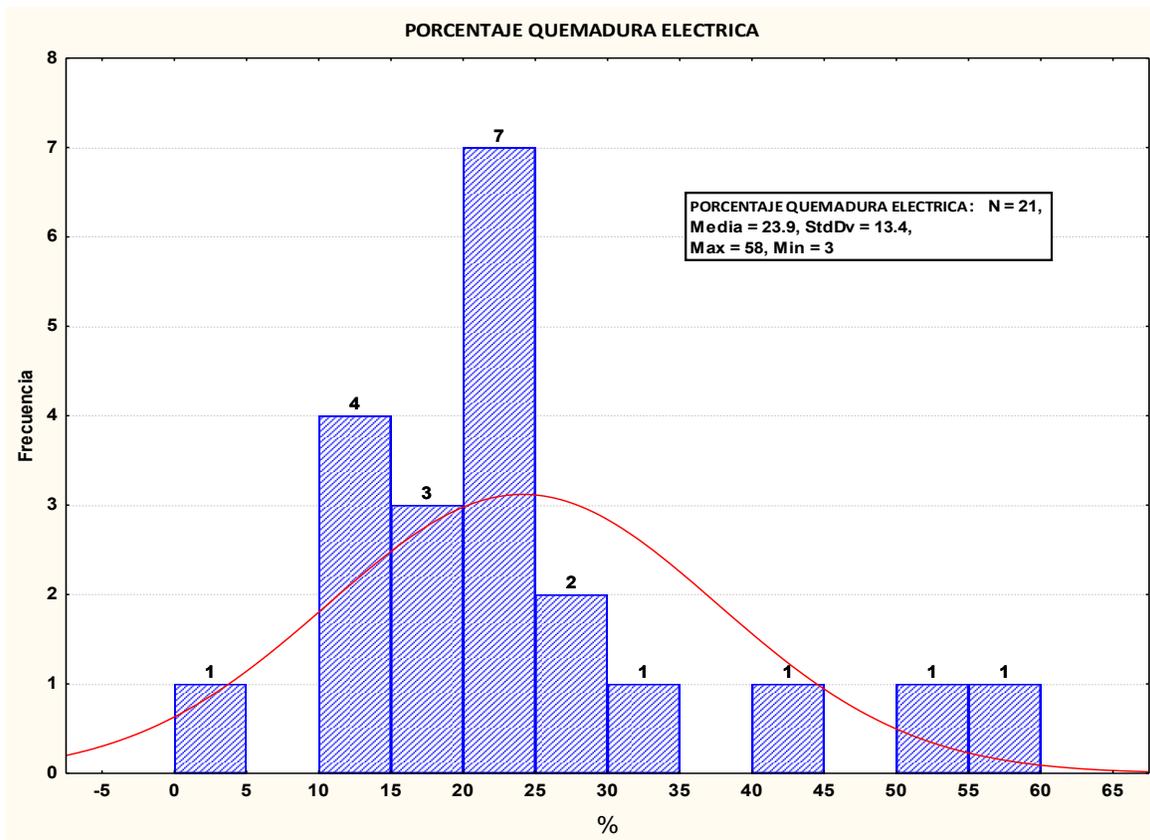
### Prevalencia de quemadura por descarga eléctrica

n	N	% Observado	95% CI
8	21	0.380952	(0.181072, 0.615646) = (18.11% , 61.57%)

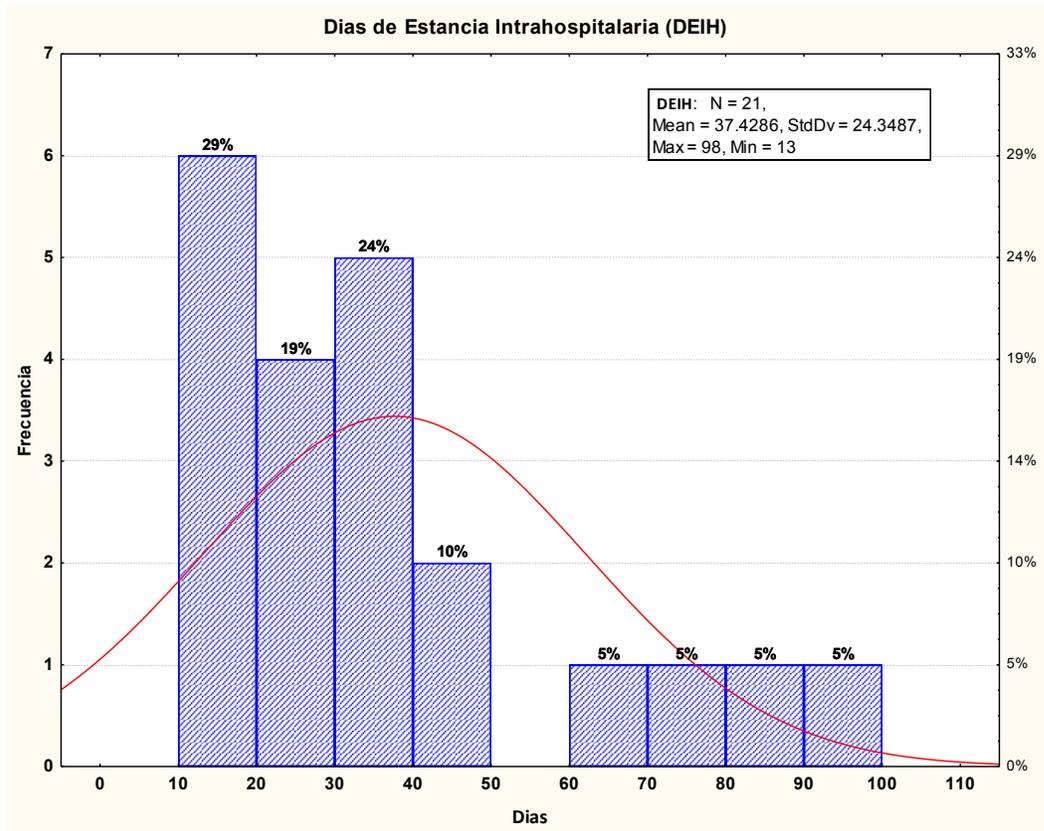
**Gráfica 6. PREVALENCIA DE AMPUTACIÓN EN EXTREMIDADES SECUNDARIA A QUEMADURA ELÉCTRICA**

**Tabla 4. Frecuencia observada de amputación de las estructuras afectadas**

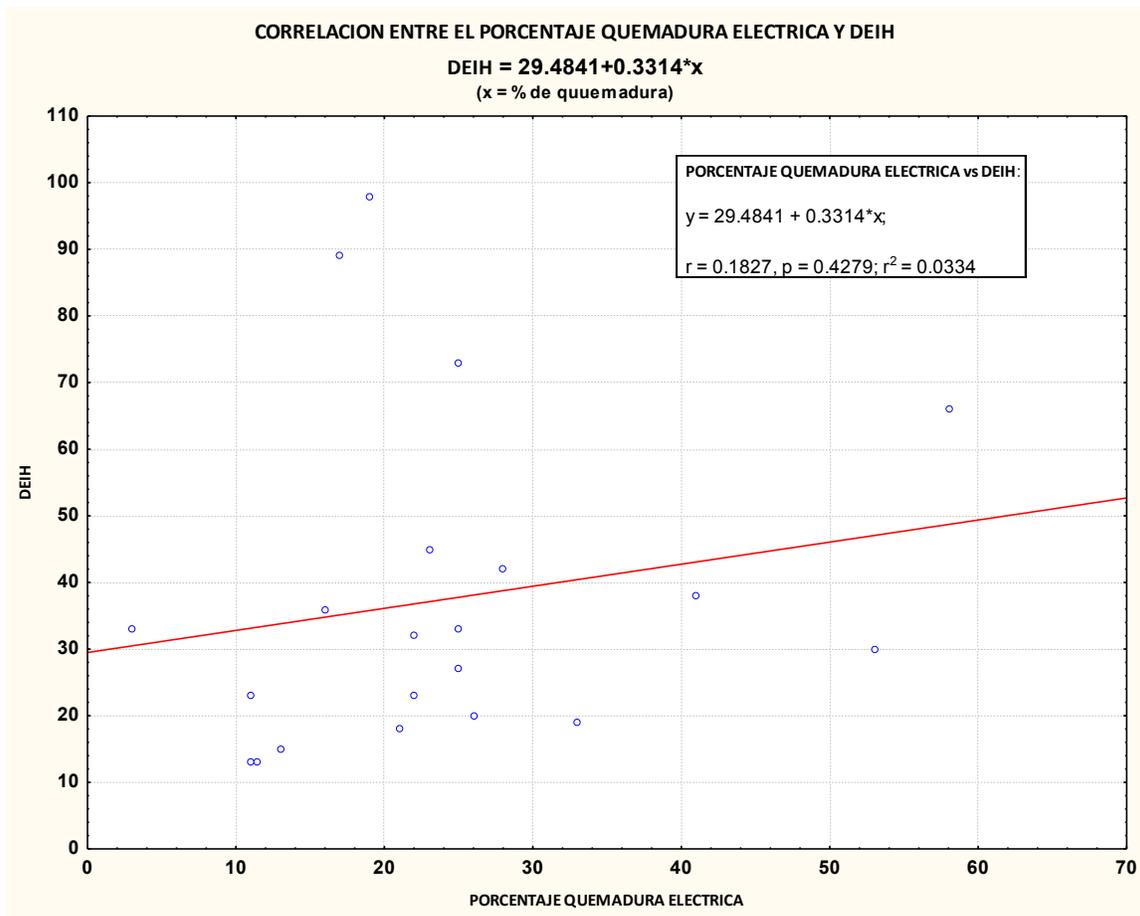
<b>AMPUTACIÓN</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
NINGUNA	13	61.90
4 EXTREMIDADES	1	4.76
MIEMBROS TORÁCICOS, AMPUTACIÓN TRANSMETATARSIANA PIE DERECHO	1	4.76
MIEMBROS TORÁCICOS Y MIEMBRO PÉLVICO DERECHO	1	4.76
MIEMBROS TORÁCICOS	1	4.76
TERCIO DISTAL DE ANTEBRAZO DERECHO Y MANO IPSILATERAL	1	4.76
MIEMBRO TORÁCICO DERECHO AMPUTACIÓN NIVEL SUPRATROCLEAR	1	4.76
TRES DEDOS PIE IZQUIERDO	1	4.76
TERCER , CUARTO Y QUINTO DEDOS PIE IZQUIERDO	1	4.76



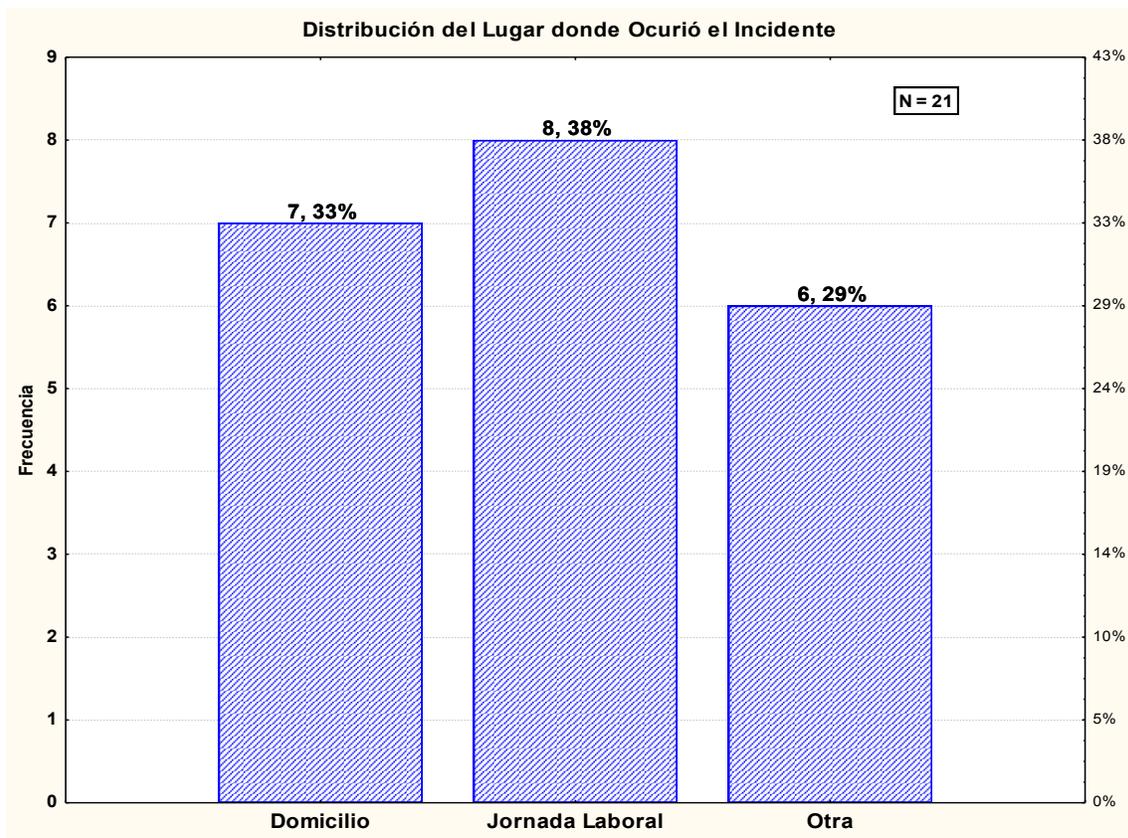
**Gráfica7. Distribución del porcentaje corporal que alcanzó la quemadura**



**Gráfica 8. Distribución de DEIH que los pacientes cumplieron**



**Gráfica 9. CORRELACIÓN ENTRE EL PORCENTAJE QUEMADURA ELÉCTRICA Y DEIH**



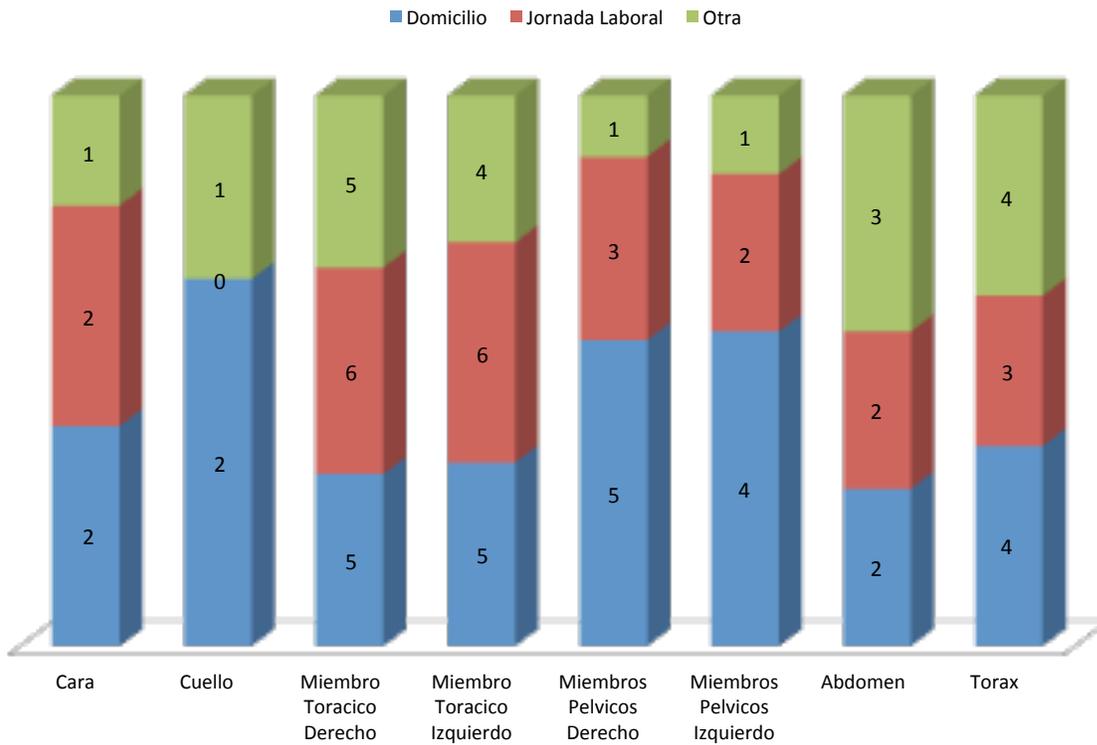
Gráfica 10. Distribución del lugar donde se presentó el incidente

**Tabla 5. Correlación entre estructura afectada y el lugar donde se presentó el incidente**

<b>ESTRUCTURA AFECTADA</b>	<b>Domicilio</b>	<b>Jornada Laboral</b>	<b>Otra</b>	<b>Total</b>
<b>Cara</b>	2	2	1	<b>5</b>
<b>Cuello</b>	2	0	1	<b>3</b>
<b>Miembro Torácico Derecho</b>	5	6	5	<b>16</b>
<b>Miembro Torácico Izquierdo</b>	5	6	4	<b>15</b>
<b>Miembro Pélvico Derecho</b>	5	3	1	<b>9</b>
<b>Miembro Pélvico Izquierdo</b>	4	2	1	<b>7</b>
<b>Abdomen</b>	2	2	3	<b>7</b>
<b>Tórax</b>	4	3	4	<b>11</b>

<b>Statistic</b>	<b>Chi-square</b>	<b>df</b>	<b>p</b>
<b>Pearson Chi-square</b>	.2625000	df=2	<b>p=.87700</b>
<b>M-L Chi-square</b>	.2728531	df=2	<b>p=.87247</b>

## Estructura afectada y lugar donde se presentó el incidente

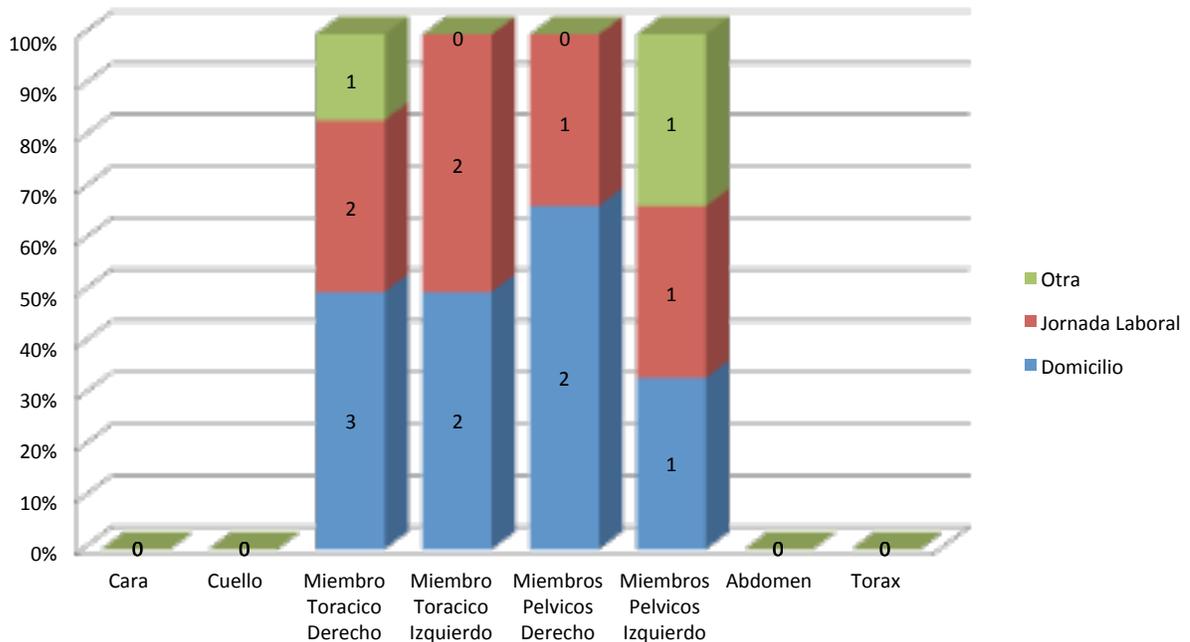


**Gráfica 11. Correlación entre estructura afectada y el lugar donde se presentó el incidente**

**Tabla 6. Correlación entre amputación y el lugar donde se presentó el incidente**

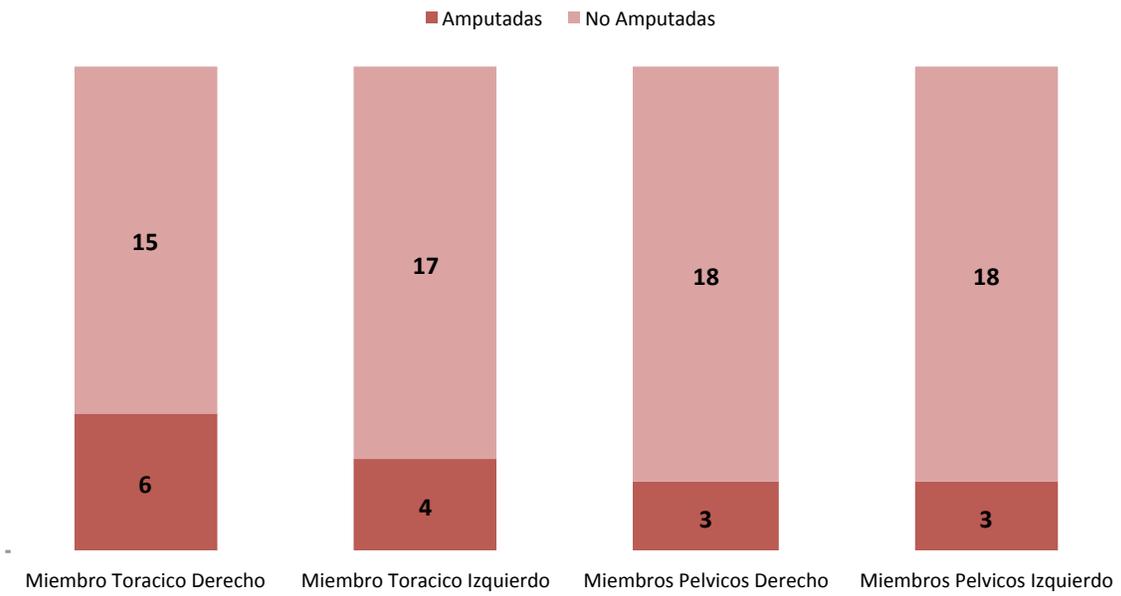
AMPUTACIÓN EN ESTRUCTURA	Domicilio	Jornada Laboral	Otra	Total
Cara	0	0	0	0
Cuello	0	0	0	0
Miembro torácico derecho	3	2	1	6
Miembro torácico izquierdo	2	2	0	4
Miembro pélvico derecho	2	1	0	3
Miembro pélvico izquierdo	1	1	1	3
Abdomen	0	0	0	0
Tórax	0	0	0	0

**Amputación y lugar donde se presentó el incidente**

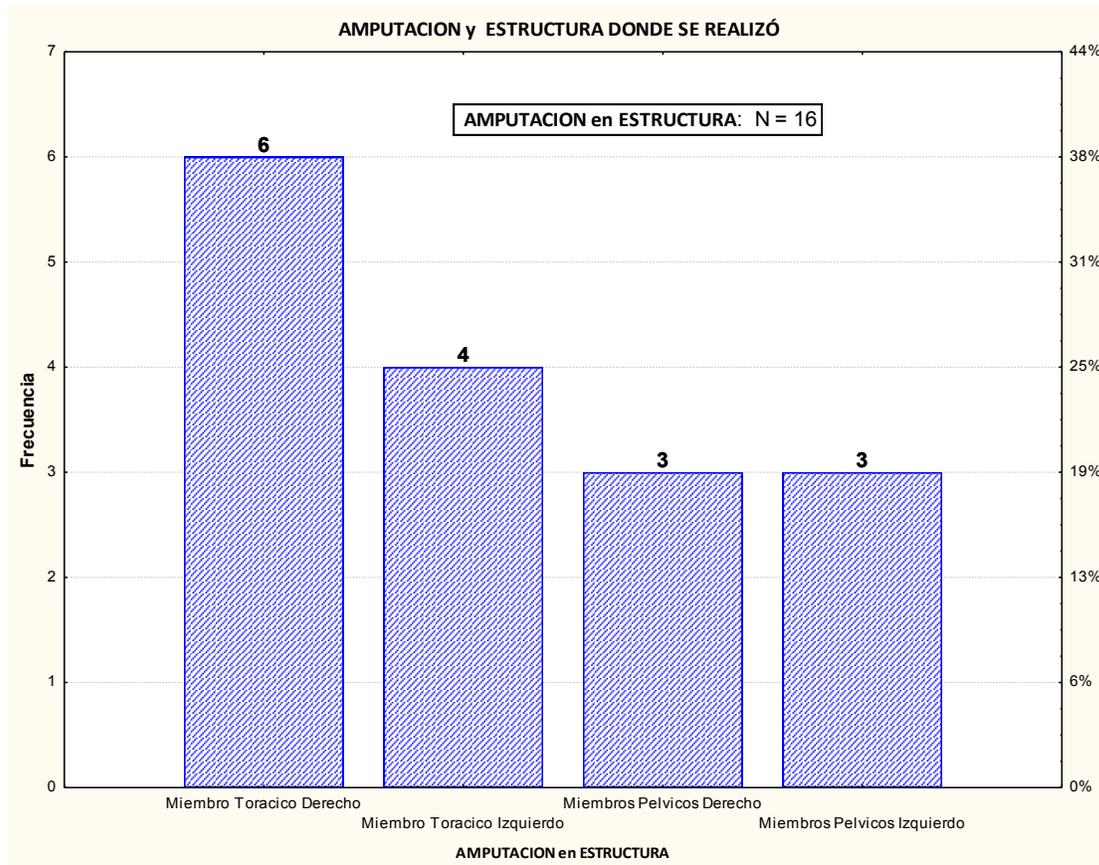


**Gráfica 12a. Correlación entre amputación y el lugar donde se presentó el incidente**

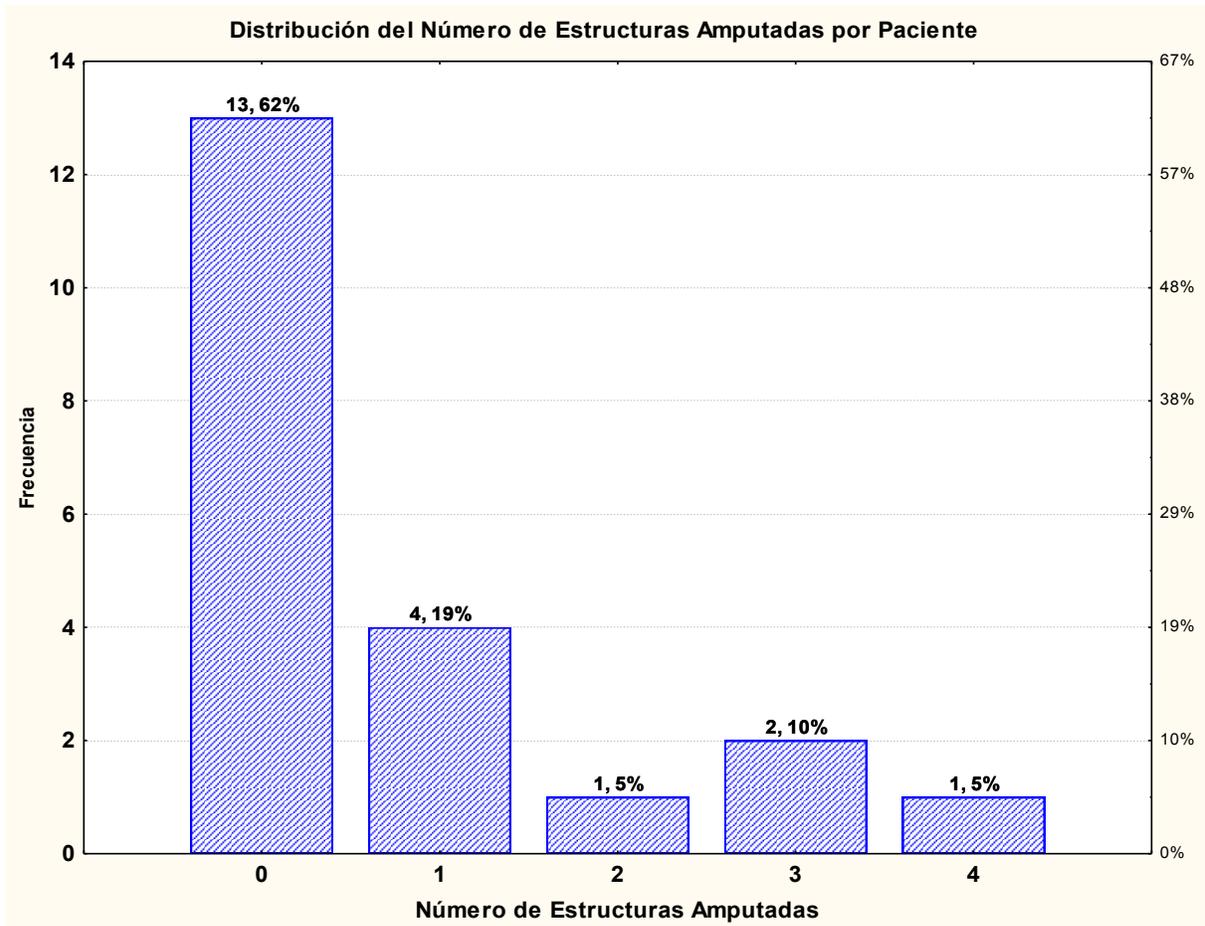
## Estructuras Amputadas



**Gráfica 12b. Correlación entre amputación y no amputación en extremidades**



**Gráfica 13. Correlación entre amputación y estructura donde se realizó**



**Gráfica 14 Número de amputaciones realizadas por paciente.**

**Tabla 7. Prevalencia de la estructura amputada**

Estructura Amputada	Frecuencia	Prevalencia
Miembro torácico derecho	6	(0.112809, 0.521751)
Miembro torácico izquierdo	4	(0.054464, 0.419066)
Miembro pélvico derecho	3	(0.030489, 0.363424)
Miembro pélvico izquierdo	3	(0.030489, 0.363424)

## XVII. BIBLIOGRAFÍA

1. J Indian Med Assoc. 2010 Feb;108(2):84-7. Electric burns and disability.
2. Hedawoo JB, Ali A; department of Surgery, Government Medical College, Nagpur.
3. Sinha J.K., Khanna F.M., Tripathi F.M. et al. Electrical burns: A review of 80 cases. Burns. 1978;4:261–266.
4. hu Z.X., Xu X.G., Li W.P. et al. Experience of 14 years of emergency reconstruction of electrical injuries. Burns. 2003;29:65–72.
5. Haberal M. Electrical burns: A five-year experience - 1985 Evans Lecture. J. Trauma. 1986;26:103–103.
6. Sheridan G.W., Martin F.A. Fasciotomy in treatment of the acute compartment syndrome. J. Bone Joint Surg. 1983;65:656–656.
7. Mann R., Gibran N., Engrav L. et al. Is immediate decompression of high-voltage electrical injuries to the upper extremity always necessary? J. Trauma. 1996;40:584–584.
8. Escudero-Nafs F.J., Leiva-Oliva R.M., Collado-Aromir F. et al. High-tension electrical burns. Primary treatment of seventy patients. Ann. Medit. Burns Club. 1990;3:256–261.
9. Koller J., Orsag M., Graffinger I. et al. Electrical injuries caused by railway overhead cables - a review of 24 cases. Ann. Medit. Burns Club. 1994;7:91–94.
10. Achahuer B., Applebaum R., Vander Kam V.M. Electrical burn injury to the upper extremity. Br. J. Plast. Surg. 1994;47:331–340.
11. Baxter CR, Waeckerle JF. Emergency treatment of burn injury. Ann Emerg Med 1988; 17:1305.
12. Cooper MA. Electrical and lightning injuries. Emerg Med Clin North Am 1984; 2:489.
13. Spies C, Trohman RG. Narrative review: Electrocution and life-threatening electrical injuries. Ann Intern Med 2006; 145:531.
14. Browne BJ, Gaasch WR. Electrical injuries and lightning. Emerg Med Clin North Am 1992; 10:211.
15. Skoog T. Electrical injuries. J Trauma 1970; 10:816.
16. Cawley JC, Homce GT. Occupational electrical injuries in the United States, 1992-1998, and recommendations for safety research. J Safety Res 2003; 34:241.
17. Baker MD, Chiaviello C. Household electrical injuries in children. Epidemiology and identification of avoidable hazards. Am J Dis Child 1989; 143:59.

18. Rabban JT, Blair JA, Rosen CL, et al. Mechanisms of pediatric electrical injury. New implications for product safety and injury prevention. *Arch Pediatr Adolesc Med* 1997; 151:696.
19. Jain S, Bandi V. Electrical and lightning injuries. *Crit Care Clin* 1999; 15:319.
20. Taylor AJ, McGwin G Jr, Davis GG, et al. Occupational electrocutions in Jefferson County, Alabama. *Occup Med (Lond)* 2002; 52:102.
21. Wick R, Gilbert JD, Simpson E, Byard RW. Fatal electrocution in adults--a 30-year study. *Med Sci Law* 2006; 46:166.
22. Zafren K, Durrer B, Herry JP, et al. Lightning injuries: prevention and on-site treatment in mountains and remote areas. Official guidelines of the International Commission for Mountain Emergency Medicine and the Medical Commission of the International Mountaineering and Climbing Federation (ICAR and UIAA MEDCOM). *Resuscitation* 2005; 65:369.
23. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Lightning-associated injuries and deaths among military personnel--United States, 1998-2001. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2002; 51:859.
24. O'Keefe Gatewood M, Zane RD. Lightning injuries. *Emerg Med Clin North Am* 2004; 22:369.
25. Lopez, RE, Holle, RL. The underreporting of lightning injuries and death in Colorado. *Bull Am Meteor Soc* 1995; 74:2171.
26. Ritenour AE, Morton MJ, McManus JG, et al. Lightning injury: a review. *Burns* 2008; 34:585.
27. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Lightning-associated deaths--United States, 1980-1995. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 1998; 47:391.
28. Duclos PJ, Sanderson LM. An epidemiological description of lightning-related deaths in the United States. *Int J Epidemiol* 1990; 19:673.
29. López RE, Holle RL. Demographics of lightning casualties. *Semin Neurol* 1995; 15:286.
30. Bleetman A, Steyn R, Lee C. Introduction of the Taser into British policing. Implications for UK emergency departments: an overview of electronic weaponry. *Emerg Med J* 2004; 21:136.
31. Fish RM, Geddes LA. Effects of stun guns and tasers. *Lancet* 2001; 358:687.
32. Vilke GM, Bozeman WP, Chan TC. Emergency department evaluation after conducted energy weapon use: review of the literature for the clinician. *J Emerg Med* 2011; 40:598.
33. Pasquier M, Carron PN, Vallotton L, Yersin B. Electronic control device exposure: a review of morbidity and mortality. *Ann Emerg Med* 2011; 58:178.
34. Bozeman WP, Teacher E, Winslow JE. Transcardiac conducted electrical

- weapon (TASER) probe deployments: incidence and outcomes. *J Emerg Med* 2012; 43:970.
35. Gardner AR, Hauda WE 2nd, Bozeman WP. Conducted electrical weapon (TASER) use against minors: a shocking analysis. *Pediatr Emerg Care* 2012; 28:873.
  36. Ordog GJ, Wasserberger J, Schlater T, Balasubramanium S. Electronic gun (Taser) injuries. *Ann Emerg Med* 1987; 16:73.
  37. Kim PJ, Franklin WH. Ventricular fibrillation after stun-gun discharge. *N Engl J Med* 2005; 353:958.
  38. *Clin Plastic Surg* 36 , *Burn Clinics*, 2009. "An Historical Perspective on Advances in Burn Care Over the Past 100 Years".
  39. Injury by electrical forces: Pathophysiology, manifestations and therapy. *Current problems in surg* 1997; 34 (9): 682-98.
  40. Quemaduras eléctricas por corriente de alto voltaje. *Cirugía Plástica Ibero latinoamericana* 1992; 18(3):321-9.
  41. Electrical Injuries In *The treatment of burns*. 2th ed Philadelphia Saunders; 1969. p. 214- 24.