



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL**  
**Sede Santo Domingo**

**FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E INDUSTRIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA Y**  
**AUTOMATIZACIÓN**

Informe del proyecto técnico para obtener el título de:  
**INGENIERO ELECTROMECÁNICO, MENCIÓN EN AUTOMATIZACIÓN**  
**INDUSTRIAL**

**TEMA: INNOVACIÓN TECNOLÓGICA Y OPTIMIZACIÓN DE SISTEMAS DE**  
**PRODUCCIÓN**

**TÍTULO: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DEL USO**  
**DE BIOMATERIALES ELÉCTRICOS PARA LA CONDUCTIVIDAD**  
**ELÉCTRICA A BAJA TENSIÓN. CASO: CÁSCARA DE CAMARÓN.**

**Autor:**

ALEX FABRICIO JARA SALGUERO

**Director:**

ING. IVES TORRIENTE GARCÍA, *M.Sc*

Santo Domingo de los Tsáchilas – Ecuador

Agosto, 2016

**“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DEL USO DE BIOMATERIALES ELÉCTRICOS PARA LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA A BAJA TENSIÓN. CASO: CÁSCARA DE CAMARÓN”.**

Ing. Ives Torriente García, *MSc.*

**DIRECTOR**

---

Ing. Daniel Anzules, *MsC.*

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

Ing. Nilo Olegario Ortega Solíz, *MBA.*

**CALIFICADOR DEL TRIBUNAL**

---

Ing. Javier Orbea

**CALIFICADOR DEL TRIBUNAL**

---

Santo Domingo... de agosto 2016

Autor:	<b>ALEX FABRICIO JARA SALGUERO</b>
Institución:	<b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL.</b>
Título:	<b>ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DEL USO DE BIOMATERIALES ELÉCTRICOS PARA LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA A BAJA TENSIÓN. CASO: CÁSCARA DE CAMARÓN.</b>
Fecha:	<b>AGOSTO, 2016</b>

El contenido del presente trabajo, está bajo la responsabilidad del autor, y no ha sido plagiado.



Alex Fabricio Jara Salguero

C.C.: 1723778872

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL  
SEDE SANTO DOMINGO**

**INFORME DEL DIRECTOR**

Santo Domingo 08 de agosto de 2015

Ing. Nilo Ortega, *MBA*

**COORDINADOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA  
ELECTROMECAÁNICA**

Presente.

De mis consideraciones. -

Mediante la presente tengo a bien informar que el trabajo escrito de titulación realizado por el señor: **ALEX FABRICIO JARA SALGUERO**, cuyo título es: **“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DEL USO DE BIOMATERIALES ELÉCTRICOS PARA LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA A BAJA TENSION. CASO: CÁSCARA DE CAMARÓN.”**, ha sido elaborado bajo mi supervisión y revisado en todas sus partes, el mismo que no ha sido plagiado, por lo cual autorizo su respectiva presentación.

Particular que informo para fines pertinentes.

Atentamente.



Lic. Ives Torriente Garcia, *MsC.*

**DIRECTOR DEL TRABAJO  
DE TITULACIÓN**

# Dedicatoria

Dedico esta tesis a:

Mi madre Fanny Salguero, por darme la vida, quererme mucho, creer en mí y porque siempre me ha apoyado. Mamá gracias por darme una carrera para mi futuro, pero más que nada, por su amor.

Mi padre Luis Jara, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo y por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre.

Mis abuelos por quererme y apoyarme siempre, esto también se lo debo a ustedes.

Mis hermanos, Karina Carrera, Santiago Calderón, Daniel Salguero, Bryan Salguero y Pablo Salguero por estar conmigo y apoyarme siempre, los quiero mucho.

Mis tíos Nely Salguero, Juan Carlos Salguero, Sonia Salguero, Miguel Salguero y Edison Salguero por apoyarme, quererme y ayudarme en los momentos difíciles.

A Patricia Sarmiento por su apoyo incondicional, sus consejos, su hospitalidad y quererme como a su Hijo es importante eso para mí.

Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

# **Agradecimiento**

Todos mis amigos, Mario Cerna, Walter Mora, José Cruzaty, Lesley Figueroa, Mayra Salinas, Jonathan Pasos, Pablo Campoverde, Jonathan Eras, Anita Freire, Joao Freire, Cesar Freire, Cristina Mera, Pedro Mera, Jhon Mera por compartir los buenos y malos momentos.

Todos mis compañeros durante el tiempo de estudio Universitario por ser parte de esta experiencia y compartir conmigo sus enseñanzas, apoyo y amistad.

Mi director de Tesis Lic. Ives Torriente por ser quien me dirige durante la elaboración de este proyecto investigativo y su prestación de tiempo incondicional.

Para mis distinguidos maestros, que, con nobleza y entusiasmo, vertieron todo su conocimiento en mí.

## FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

### PROYECTO DE TITULACIÓN

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1723778872
APELLIDO Y NOMBRES:	Jara Salguero Alex Fabricio
DIRECCIÓN:	Urb. Los Rosales 4ta Etapa, Av. Abraham Calazacón, Calles Luis Moscoso y Rafael Salas.
EMAIL:	alexfabridgnball@hotmail.com
TELÉFONO FIJO:	023704392
TELÉFONO MOVIL:	0998222802

DATOS DE LA OBRA	
TITULO:	Estudio de factibilidad técnica y económica del uso de biomateriales eléctricos para la conductividad eléctrica a baja tensión. Caso: Cáscara de Camarón.
AUTOR O AUTORES:	Jara Salguero Alex Fabricio
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	Agosto, 2016
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	Lic. Ives Torriente García <i>MSc.</i>
PROGRAMA	PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>
TITULO POR EL QUE OPTA:	
RESUMEN: Mínimo 250 y máximo 1000 palabras	La presente investigación prevalece del problema de la reducción de pérdidas de energía considerando a los biomateriales como conductores eléctricos, para lo cual se investigó y se propuso el objetivo de estudiar la cáscara de camarón como material base para la conductividad eléctrica a baja tensión y la obtención de un material a bajo costo, sin muchas aleaciones para que el proyecto sea

	<p>amigable con el medio ambiente al reutilizar los desperdicios de camarón que no son aprovechados por las industrias, pero si afectan al medio ambiente y su vez estudiar la factibilidad técnica y económica.</p> <p>La quitina derivada de la cáscara de camarón en la actualidad es el segundo polímero más abundante en el mundo después de la celulosa y por sus propiedades conductivas que posee dentro de su estructura química como polímero, se utilizó métodos químicos para su extracción. dichos métodos son lavado, secado, trituración, desproteínezación, desmineralización y purificación para aprovechar al máximo sus propiedades poliméricas, a continuación se funcionaliza la quitina con un reactivo (NaOH), capaz de aumentar la conductividad y de esa manera tener un aglomerado para los estudios eléctricos de factibilidad técnica y económica para esto se utilizó métodos de análisis, inductivos y estadísticos, para determinar resultados y obtener un producto final y poder comparar con el Cobre expresado estos resultados mediante graficas de tendencia lineal.</p> <p>Culminando con otros aspectos sobresalientes como lo son: datos técnicos, datos estadísticos de operación, se determinó las conclusiones y recomendaciones con respecto a la factibilidad técnica y económica.</p>
<b>PALABRAS CLAVES:</b>	Conductividad, perdidas de tensión, funcionalización, dopaje, biomateriales, quitina.



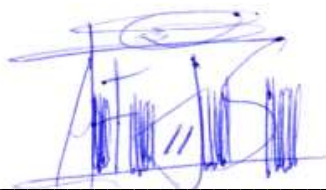
**ABSTRACT:**

This research prevails because of the problem of Reducing Energy Losses considering Biomaterials as electrical conductors, for that reason it is investigated and it is proposed to study the peel shrimp as the base material for electrical conductivity at low voltage and to obtain the material at low cost, this material must be without many alloys to make the project environmentally friendly by reusing waste of shrimp that are not used by industries, but they affect the environment and in this way to study the technical and economic feasibility. Chitin derived from shrimp shell is the second polymer most abundant in the world after cellulose and for its conductive properties that are inside of its chemical structure as Polymer, Chemical Methods for extraction was used. These methods are washing, drying, crushing, deproteinization, demineralization and purification to exploit the most of polymer properties, chitin then merges with a reagent (NaOH), it is able to increase conductivity and in that way to have an electrical studies board for Technical and Economic feasibility, for this analysis, statistical and inductive methods were used to determine the results and obtain a final product and to compare with the Copper expressed these results using graphical linear trend.

Culminating with other highlights aspects as: Technical Data, Operating Statistics, the Conclusions and Recommendations was

	determined with respect to technical and economic feasibility.
<b>KEYWORDS</b>	Conductivity, voltage losses , functionalization , doping , biomaterials , chitin .

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.



f: \_\_\_\_\_

**JARA SALGUERO ALEX FABRICIO**

1723778872

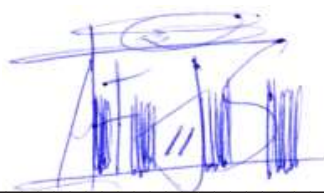
## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **JARA SALGUERO ALEX FABRICIO**, CI 1723778872 autor/a del proyecto titulado: **Estudio de factibilidad técnica y económica del uso de biomateriales eléctricos para la conductividad eléctrica a baja tensión. Caso: Cáscara de Camarón**, previo a la obtención del título de **INGENIERO ELECTROMECAÁNICO, MENCIÓN EN AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL** en la Universidad Tecnológica Equinoccial.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad Tecnológica Equinoccial a tener una copia del referido trabajo de graduación con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Santo Domingo, ..... Agosto 2016

f: \_\_\_\_\_



JARA SALGUERO ALEX FABRICIO

1723778872

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Portada .....	I
Sustentación y aprobación de los integrantes del tribunal .....	II
Responsabilidad del autor .....	III
Informe del director.....	IV
Dedicatoria .....	V
Agradecimiento .....	VI
Formulario de registro bibliográfico .....	VII
Índice de contenidos.....	XII
Índice de tablas.....	XIII
Índice de figuras .....	XIV

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO REFERENCIAL .....	6
III. METODOLOGÍA DE LA PRAXIS PROFECIONAL UTILIZADA .....	34
1. Contenido técnico .....	34
2. Análisis económico .....	47
IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	49
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	55
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57
VII. ANEXOS.....	60

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Propiedades del Cobre.....	23
Tabla 2. Propiedades del Aluminio.....	24
Tabla 3. Valores de Resistividad .....	25
Tabla 4. Valores de Conductividad.....	26
Tabla 5. Operacionalización de las Variables.....	32
Tabla 6. Propiedades de algunos Biomateriales.....	37
Tabla 7. Relación de pérdidas entre materiales.....	44
Tabla 8. Relación de diferencia de potencial entre materiales .....	46
Tabla 9. Costos de la investigación.....	48
Tabla 10. Costo de cada ensayo.....	48
Tabla 11. Relación de costos de los materiales.....	48
Tabla 12. Medidas realizadas material Cobre.....	50
Tabla 13. Medidas realizadas Biomaterial .....	51
Tabla 14. Conductividad y Resistividad Cobre vs Biomaterial.....	52
Tabla 15. Medidas realizadas en el material de Cobre.....	54
Tabla 16. Medidas realizadas en el Biomaterial .....	54
Tabla 17. Cálculos de Caídas de Tensión Cobre.....	54
Tabla 18. Cálculos de Caídas de Tensión Biomaterial.....	54

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Disponibilidad de cáscara de camarón en el Ecuador, año 2010 .....	7
Figura 2. Contenido de quitina en diferentes organismos .....	9
Figura 3. Distribución de la quitina en la matriz de crustáceos. ....	10
Figura 4. Proceso de extracción de la Quitina .....	14
Figura 5. Estructura química de la quitina .....	16
Figura 6. Estructura de la celulosa .....	17
Figura 7. Polímeros Conductores existentes en el mercado.....	20
Figura 8. Estructura Química de los Polímeros Conductores .....	21
Figura 9. Sintonización Polianilina sobre distintos compuestos.....	21
Figura 10. Circuito del Experimento .....	35
Figura 11. Cascara de Camarón triturada.....	38
Figura 12. Cáscara de Camarón Desproteínización.....	39
Figura 13. Cáscara de Camarón Desmineralización .....	39
Figura 14. Quitina .....	40
Figura 15. Mezclas a diferentes relaciones .....	42
Figura 16. Caída de Tensión Cobre vs Biomaterial 120V .....	44
Figura 17. Caída de Tensión Cobre vs Biomaterial 240V .....	44
Figura 18. Voltaje del Circuito $V_c$ entre Cobre y Biomaterial a 120V .....	45
Figura 19. Grafica de $V_c$ entre Cobre y Biomaterial a 240V.....	45
Figura 20. Caída de tensión Cobre vs Biomaterial .....	46
Figura 21. Conductividad Cobre.....	51
Figura 22. Conductividad Biomaterial .....	52
Figura 23. Comparativo de la Conductividad.....	53
Figura 24. Comparativo de Resistividad.....	53

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **Problema de investigación**

#### **Planteamiento del problema**

Los conductores eléctricos transmiten, distribuyen y permite el movimiento de la energía eléctrica, así como la interconexión del resto de componentes que forman un circuito, por lo que se afirma que es uno de los elementos más importantes de las instalaciones eléctricas (Rodríguez 2015).

Actualmente los conductores eléctricos en su mayoría son elaborados a partir de material de cobre y aluminio debido a que cumplen con las características necesarias para conducir el flujo eléctrico, además se constató que comercialmente el cobre y el aluminio no tienen un costo alto con relación a otros materiales de menor explotación industrial, que hacen antieconómica su utilización en instalaciones eléctricas, aun cuando tienen mejor conductividad, según (Harper, 2012)

Es importante agregar que en la actualidad uno de los aspectos fundamentales de la conductividad eléctrica está orientado a la disminución de pérdidas eléctricas y de costos de fabricación de conductores. Aspectos que sugieren el estudio de alternativas más económicas y con características técnicas similares que faciliten la conductividad eléctrica en los materiales eléctricos (Rodríguez Fernández 2015).

Otro aspecto de interés es también la ligereza de los materiales eléctricos, Harper (2012), afirma que comparativamente el aluminio es un 16% menos conductor que el cobre, pero al ser mucho más liviano que este, resulta un poco más económico cuando se hacen estudios comparativos, ya que a igualdad de peso se tiene hasta cuatro veces más conductor que el cobre.

En nuestro país se ha estudiado la conductividad eléctrica de los materiales a partir del año 1998 cuando comenzó el estudio de la actualización y reestructuración del Código Eléctrico Nacional (CNE) que fue presentado en el 2001, donde se crearon las normas de los cables y conductores eléctricos para las instalaciones eléctricas

(MEER, 2015). En base a este estudio se establecieron los parámetros de fabricación y uso de los materiales eléctricos en las instalaciones eléctricas para las diversas aplicaciones.

Aunque los conductores de cobre y aluminio cumplen las características básicas necesarias para conducir la electricidad, en el campo de la conductividad eléctrica y en el mercado de los conductores existen otros parámetros que estos materiales no cumplen en su totalidad para una eficiente conducción, tal es el caso de la factibilidad económica y técnica o no contribuyen con la preservación del medio ambiente.

La investigación realizada tuvo como principal premisa el estudio de materiales eléctricos (conductores eléctricos), que contribuyan a la conductividad eléctrica, con pérdidas de energías mínimas, con costos favorables de fabricación y que sean amigables con el medio ambiente. Es importante reducir las pérdidas eléctricas en la transmisión de energía a baja tensión para optimizar el consumo de la misma. Una de las alternativas a considerar son los biomateriales eléctricos, materiales que son orgánicos y reciclables, por lo tanto amigables con el medio ambiente.

Dentro de la alternativa de los biomateriales eléctricos se ha considerado la utilización de polímeros naturales (biopolímeros) ya que éstos juegan un papel importante en la conducción eléctrica y pueden aportar beneficios en la industria y en la naturaleza con distintas aplicaciones.

Según el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable de Ecuador es un problema interferir al 100% las pérdidas eléctricas, por lo que se están fomentando proyectos de investigación que contribuyan a la reducción de las pérdidas y que las tarifas eléctricas sean competitivas tanto para el sector industrial como para el sector residencial; para poder llevar a cabo los proyectos de la revolución ciudadana (MEER, 2015).

En función de los aspectos comentados con anterioridad se procede al estudio de conductores eléctricos a base de biomateriales, que con su debida comprobación y



análisis de factibilidad técnico y económico, se pueda proponer como alternativa para la conductividad a baja tensión, además de facilitar un producto final a bajo costo, sin muchas aleaciones y que sea amigable con el medio ambiente partiendo de la reutilización de los desperdicios de camarón que no son aprovechados por las industrias.

### **Formulación del problema**

¿Cómo contribuyen los biomateriales eléctricos en la conductividad eléctrica de baja tensión?

### **Sistematización del problema**

- ✓ ¿Qué propiedades físicas y electrónicas caracterizan a los biomateriales eléctricos?
- ✓ ¿Qué elementos teóricos sustentan la utilización de biomateriales eléctricos para la conductividad eléctrica a baja tensión?
- ✓ ¿Qué diseño experimental es adecuado para el estudio de los biomateriales eléctricos en la conductividad eléctrica de baja tensión?
- ✓ ¿Qué factibilidad genera el uso de biomateriales eléctricos en la conductividad eléctrica a baja tensión?

### **Objetivos**

#### **Objetivo general**

Estudiar la factibilidad técnica y económica del uso de biomateriales eléctricos a partir de la cáscara de camarón para la conductividad eléctrica a baja tensión.

### **Objetivos específicos**

- ✓ Identificar las propiedades físicas y electrónicas que caracterizan a los biomateriales eléctricos.
- ✓ Determinar los elementos teóricos que sustentan la utilización de biomateriales eléctricos para la conductividad eléctrica a baja tensión.
- ✓ Describir el diseño experimental adecuado para el estudio de los biomateriales eléctricos en la conductividad eléctrica de baja tensión.
- ✓ Construir un conductor utilizando biomateriales para el estudio eléctrico de factibilidad.
- ✓ Analizar la factibilidad técnica y económica del uso de biomateriales eléctricos en la conductividad eléctrica a baja tensión.

### **Justificación de la investigación**

Se ha determinado que existe la oportunidad de proponer una nueva tecnología para mejorar la eficiencia en la conducción de electricidad. A partir de biomateriales conductores de electricidad como es la cáscara de camarón de la cual se obtiene la quitina que unido a otros químicos permite la conducción eléctrica. El uso de este biomaterial de forma experimental genera la tentativa de poder reemplazar los conductores convencionales a baja tensión a largo plazo y ayuda a optimizar costos y tener más eficiencia al momento de conducir la energía eléctrica, debido a que la cascara de camarón dada sus características favorece el avance de la investigación.

Tradicionalmente en el Ecuador la cáscara de camarón es abundante debido a que es uno de los mayores exportadores de camarón, pero no se aprovechan estos desechos. Un estudio en 2010 se determinó que Ecuador exporta 81'508.000 toneladas de camarón de las cuales el 25% fueron camarones sin cáscara. La cáscara de la cola del camarón equivale al 15% del peso total del camarón, lo que nos deja 3'056.550 toneladas de cáscara de camarón disponibles en el Ecuador (BCE, 2013), con este criterio, se percibe la cantidad de materia prima que se puede utilizar para la obtención de la quitina después de un proceso químico que se le realiza a la cascara de camarón.

La cáscara de camarón, así como la de otros artrópodos está constituida por un biopolímero llamado quitina. Este biopolímero es el segundo de mayor importancia en nuestro planeta (sólo después de la celulosa), según Acosta y Ortega, 2005.

## **II. MARCO REFERENCIAL**

### **Marco Teórico**

#### **Antecedentes**

La quitina se encuentra, en mayor o menor extensión, en el exoesqueleto de todos los artrópodos. Los artrópodos son un tipo de animales invertebrados el más grande del reino animal que comprende varias clases: insectos, arácnidos, crustáceos y otras. La quitina se encuentra también en la membrana celular de muchos hongos. La composición de la quitina de hongos es la misma que de la quitina animal (Acosta y Ortega, 2005).

Estadísticamente se estima que existe una tasa de regeneración en la biosfera aproximadamente el doble de la celulosa (Goycoolea y col, 2004). Se estima que cada año se origina en la naturaleza alrededor de 100 billones de toneladas de quitina existente en crustáceos, insectos, moluscos y hongos, lo cual convierte a la quitina en la fuerte biomasa disponible en el planeta menos explotada (Tharanathan y Kittur, 2003).

En los últimos 20 a 30 años en nuestro país la producción y exportación de camarón ha ido aumentando y por ende también la cascara de camarón. En la actualidad el camarón es más industrializado, y para procesarlo se utilizan nuevas tecnologías que como producto final se obtiene camarón de alta calidad y a su vez genera grandes recursos económicos a nuestro país. Al extraer los residuos de camarón (cascaras, colas, cabezas, etc.) se produce un impacto negativo al medio ambiente.

De 13 - 40% de quitina, se encuentra en la cascara de camarón, los cuales resaltan una materia prima importante para la producción de un polímero natural, además de dar una solución al problema ambiental generado por los desechos del camarón.

	Total Camarón exportado	Camarón sin cáscara exportado	Cascaras de camarón disponibles
Porcentaje anual	100%	25%	15%
Toneladas métricas año 2010	81'508,000	20'377,000	3'056,550

Figura 1. Disponibilidad de cáscara de camarón en el Ecuador, año 2010

## Reseña Histórica

En 1823, se aisló de los élitros de insectos una sustancia que después se comprobó era la misma aislada por Braconnot de los hongos, y que fue llamada 'quitina'. En 1876, fue sometida la quitina de artrópodos a la hidrólisis con ácido clorhídrico y se obtuvo una sustancia cristalina (un amino azúcar) y ácido acético como productos de degradación. El azúcar fue llamado glucosamina y se sugirió que la quitina era un compuesto de azúcar con ácido acético. Hoy está demostrado firmemente que la acetil glucosamina (2- acetamido-2-desoxiglucosa) es la unidad estructural de la quitina, al igual que la glucosa es la unidad estructural de la celulosa (Acosta y Ortega, 2005).

La quitina y el quitosano son el segundo suministro más grande de biopolímeros naturales que se ha encontrado, después de la celulosa. Se ha investigado la posibilidad de obtener quitina de las grandes cantidades de desechos de langostas, cangrejos de mar, camarones y jaibas, ya que se desechan cantidades importantes de caparazones de estos crustáceos. Se calcula que estos desechos contienen 25% de quitina (Acosta y Ortega, 2005).

La Quitina es un homopolisacárido lineal formado principalmente por residuos de N-acetil-D-glucosamina ligados por enlaces  $\beta$  (1,4), se observa una pequeña variación de la estructura de la celulosa. Al tratarse de un pariente estructural muy cercano de la celulosa, podría pensarse que tiene una función biológica similar a la de ésta. Y de hecho así ocurre, la quitina es el principal componente estructural orgánico del exoesqueleto de algunos invertebrados (por ejemplo, las langostas, camarones). También se encuentra en casi todos los hongos, muchas de las algas y algunas levaduras como componente de la pared celular. Como sucede con la celulosa, las

cadenas individuales forman haces unidos por puentes de hidrógeno. La biosíntesis de la quitina es semejante a la de la celulosa (Bohinski, 1991).

A pesar que la quitina es abundante, la importancia de la quitina como materia prima química es escasa. La quitina no se encuentra en estado puro en la naturaleza.

La acción industrial de procesado de productos de mar, especialmente crustáceos, genera una gran cantidad de residuos que generan un problema medioambiental, como consecuencia de su gradual descomposición. Dado que estos desechos contienen entre 14 y 35% de quitina, asociada con 30-40% de proteínas y 30-40% de depósitos de calcio (Sierra, 2013).

La labor de extraer de ellos la quitina y su derivado el quitosano, puede convertirse no sólo en una opción de solución al problema medioambiental, sino que puede también dar apoyo en las diversas aplicaciones con los que cuentan estos biopolímeros (Sierra, 2013).

Dentro las áreas de aplicación de estos polímeros está el campo biotecnológico y biomédico, debido a que la quitina puede emplearse como material bioestable y el quitosano como material biodegradable. Es por ello, que algunos investigadores probaron su actividad antimicrobiana en la industria alimenticia, mientras que otros evaluaron su biodistribución y los tiempos de retención en la industria farmacéutica (Sierra, 2013).

### **Obtención de Quitina**

La quitina se la elabora comercialmente de los desechos quitinosos, es decir del cefalotórax de crustáceos, principalmente del camarón, cangrejos y langostinos. Además de los crustáceos también es posible extraerla de ciertos hongos e insectos (Young, 1998).

Fuente	Contenido quitina (%)	Referencia
<u>Crustáceos</u>		
Cangrejo (Cancer)	72.1 <sup>c</sup>	Tharanathan y Kittur, 2003.
Cangrejo (Carcinus)	64.2 <sup>b</sup>	Tharanathan y Kittur, 2003.
Cangrejo rey (Paralithodes)	35.0 <sup>b</sup>	Tharanathan y Kittur, 2003
Cangrejo azul (Callinectes)	14.0 <sup>a</sup>	Tharanathan y Kittur, 2003
Cangrejo ( <i>Sylla cerrata</i> )	23.0 <sup>b</sup>	Oudor-Odote y col., 2005
Camarón (Crangon)	69.1 <sup>c</sup>	Tharanathan y Kittur, 2003
Camarón de Alaska	28.0 <sup>d</sup>	Tharanathan y Kittur, 2003
Camarón ( <i>Penaeus</i> spp)	13.1-23.2 <sup>b</sup>	Cira y col., 2002
Langosta (Nephrops)	69.8 <sup>c</sup>	Tharanathan y Kittur, 2003
Langosta (Homarus)	60-75 <sup>c</sup>	Tharanathan y Kittur, 2003
Langosta ( <i>Panillirus ornatus</i> )	15.71 <sup>b</sup>	Oudor-Odote y col., 2005
Gamba	67.9-97.0 <sup>c</sup>	Beaney y col., 2005
Gamba ( <i>Penaeus monodon</i> )	22.18 <sup>b</sup>	Chandumpai y col., 2004
Gamba ( <i>Penaeus indicus</i> )	28.0 <sup>b</sup>	Oudor-Odote y col., 2005
<u>Moluscos</u>		
Concha deproteínizada de Krill	40.2	Tharanathan y Kittur, 2003
Concha de ostra ( <i>Ostrea edulis</i> )	3.6	Tharanathan y Kittur, 2003
Concha de almeja	6.1	Tharanathan y Kittur, 2003
Pluma de calamar	41.0	Tharanathan y Kittur, 2003
Pluma de calamar ( <i>L. lessoniana</i> )	36.06 <sup>b</sup>	Chandumpai y col., 2004
Pluma de calamar ( <i>L. formosana</i> )	36.55 <sup>b</sup>	Chandumpai y col., 2004
<small>a. Peso cuerpo húmedo; b. peso cuerpo seco; c. peso cutícula orgánica; d. peso total cutícula húmeda; e. peso seco de pared celular; f. peso micelio seco.</small>		

Figura 2. Contenido de quitina en diferentes organismos

## Métodos de Obtención de Quitina

La quitina se encuentra designada por enlaces, que se dan entre electrones de diferentes átomos y asociada a diferentes compuestos, como minerales, lípidos y proteínas (Figura 3), debido a lo antes mencionado se necesita la aplicación de métodos drásticos para remover el material quitinoso.

A través de estudios se ha desarrollado diferentes métodos para la obtención de quitina a gran escala (Tharanathan y Kittur, 2003). En la actualidad el más utilizado es el método químico, que implica el uso de ácido y álcalis (HCL y NaOH) a altas concentraciones y temperaturas (Goycoolea, 2004).

También es factible obtener quitina por medio de un proceso biológico aplicando bacterias ácido-lácticas que provocan la fermentación y conduce a la hidrólisis de proteínas, o bien bacterias proteolíticas con actividad quitinolítica.

El proceso biológico en la obtención de quitina ayuda a disminuir la degradación química de la misma, reducir el uso de sustancias químicas perjudiciales, y además generan cantidades mínimas de residuos contaminantes y por ende ayuda al medio ambiente (Plascencia-Jatomea, 2000; Goycoolea, 2004).

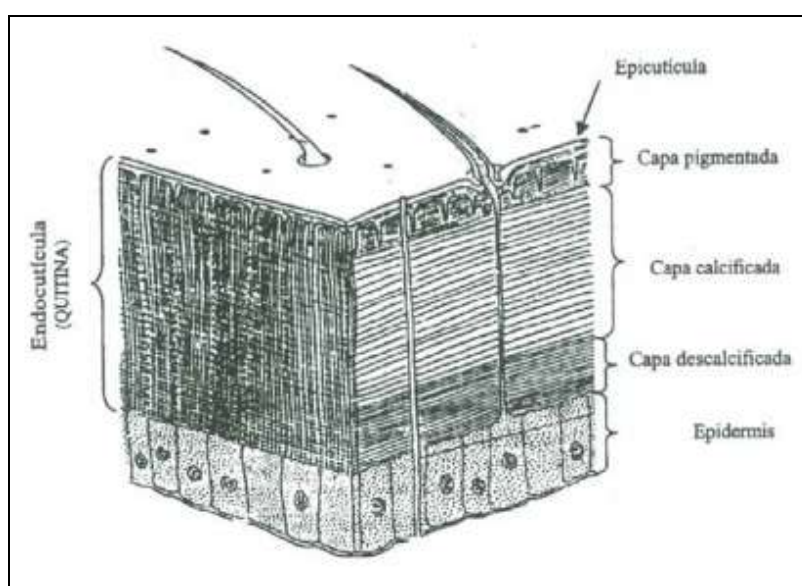


Figura 3. Distribución de la quitina en la matriz de crustáceos.

### Método Químico

La extracción de quitina a partir de crustáceos se lleva a cabo mediante procesos químicos continuos de desproteinización en medio alcalino, desmineralización en medio ácido y blanqueo mediante agentes decolorantes, el orden de los dos primeros pasos dependen de los subproductos que se deseen obtener, (Synowiecki, 2003; Shahidi, 2005).

El proceso de extracción química se empieza ya sea con la remoción del material de los minerales o con la desproteinización.

En la desproteinización química, las proteínas se extraen habitualmente con la ayuda de soluciones alcalinas de NaOH o KOH, aunque también se han utilizado soluciones



de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Na}_2\text{S}$ ,  $\text{CaHSO}_3$  y  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  (Pratya, 2006). La eficacia de la desproteínización depende de la temperatura, la concentración del álcali y la proporción del desecho en solución, diversos estudios han probado concentraciones que varían entre 1M - 4M a temperaturas de 25 - 100°C y tiempos desde 0.5 a 72 horas, sin embargo, las altas concentraciones de álcali y altas temperaturas de reacción, pueden producir la desacetilación y degradación de la quitina (Synowiecki, 2003).

En el caso de la desmineralización, es la remoción de carbonato de calcio y del fosfato que se encuentra en los exoesqueletos de los crustáceos en mínimas cantidades, esto se realiza aplicando diferentes tipos de ácidos fuertes como (HCl,  $\text{HNO}_3$  o  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) o débiles ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{HCOOH}$ ) han sido utilizados. El objetivo es la solubilización del carbonato de calcio. Las concentraciones evaluadas varían desde 0.2M a 6 M a temperaturas de -20°C a 100°C (Percot, 2003; Lamarque, 2005; Pratya, 2006).

El blanqueo de la quitina solo se realiza cuando es esencial tener un producto completamente puro, ya que el pigmento no afecta la influencia del comportamiento del polímero en solución, su reactividad o propiedades fisicoquímicas. Por lo general para el blanqueo se utilizan soluciones de hipoclorito de sodio, acetona absoluta, cloroformo, peróxido de hidrógeno, acetato de etilo, etanol o una mezcla de ellos (Synowiecki, 2003; Percot, 2003).

En los crustáceos se encuentra diversidad en el contenido de minerales, y esto es por el tipo de especie y la estación del año, por lo que es necesario considerar abundante materia prima para la extracción de quitina.

### **Método Biológico**

Este método es una opción para el método químico, los métodos biológicos emplean alternativas de utilizar extractos enzimáticos, o bien, aislados de enzimas y fermentación microbiana.

## **Ensilados.**

El ensilado consiste en un tratamiento de la biomasa por medio de la añadidura de ácidos orgánicos como el ácido láctico, o inorgánicos como el ácido sulfúrico, conociéndose este método como ensilado ácido; o bien por medio de la fermentación con bacterias ácido lácticas que producen el ácido (in situ) a partir de una fuente pobre en azúcares lo que se denomina ensilado fermentado (Goycoolea, 2004).

### **Ensilado Fermentado.**

La fermentación de los desechos de camarón consiste en utilizar bacterias ácido-lácticas, resulta en una porción sólida que contiene la quitina cruda y en la producción de un líquido rico en proteínas, minerales y pigmentos naturales de camarón (Rao y Stevens, 2005).

La materia prima se suele combinar con azúcares fermentables que benefician al crecimiento de las bacterias ácido-lácticas. Las cuales pueden estar presentes naturalmente en el material o ser añadidas a este. Dichas bacterias producen ácidos (generalmente ácido láctico), que disuelven parte de los minerales presentes en el desecho (principalmente  $\text{CaCO}_3$ ) y antibióticos que destruyen bacterias dañinas e incrementan el tiempo de almacenamiento del desecho, así como un espectro de proteasas que separan la proteína del complejo sólido quitina- $\text{CaCO}_3$  mediante una hidrólisis parcial (Plascencia-Jatomea, 2000; Rao y Stevens. 2005).

### **Ensilado Ácido**

Este proceso se obtiene al añadir ácidos ya sean orgánicos o inorgánicos a la materia prima, con el fin de disminuir el valor del pH lo necesario como para prevenir la avería del material por acción microbiana. Este proceso se realiza generalmente en forma líquida, ya que las estructuras tisulares son degradadas por los ácidos añadidos, obteniendo como resultado un producto líquido abundante en proteínas y otros compuestos solubles y un sedimento donde se encuentra la quitina y que puede representar del 40 al 60% del total del ensilado (Plascencia-Jatomea, 2000).

Las bacterias más utilizadas son las BL, las cuales producen ácido láctico a partir de una fuente de carbono adicionada al medio, entre las que se han estudiado, glucosa, sacarosa, lactosa, suero de leche, entre otros. El ácido producido genera un debilitamiento en el pH durante las primeras horas de fermentación lo que evita el crecimiento de microorganismo de descomposición, el LA reacciona con el carbonato de calcio presente en el desecho para producir lactato de calcio el cual precipita y puede ser removido mediante lavados.

Simultáneamente las enzimas proteolíticas producidas por el microorganismo o presentes en el desecho en combinación con la temperatura y el pH, llevando a cabo la desproteinización.

La efectividad en la producción de ácido láctico durante la fermentación depende de diferentes factores tales como cantidad de inóculo, fuente de carbono, pH inicial y durante la fermentación, así como del tiempo (Rao, 2000).

La alternativa de la fermentación ácido láctica es que se puede utilizar con tratamientos químicos, para los procesos puramente químicos.

## Protocolo de extracción de la Quitina (Método Químico)



Figura 4. Proceso de extracción de la Quitina

### Preparación de la materia prima

#### Lavado, Secado y Molienda

Se parte de caparzones de crustáceos, especialmente de camarones recolectados en industrias procesadoras de productos marinos y en restaurantes. Cada caparazón se lava con agua potable para retirar la materia orgánica adherida, se seca en estufa a 40°C por 24 horas y finalmente se tritura y tamiza hasta obtener tamaños de partícula entre 0,8 mm y 1,5 mm.

### **Desproteínización**

Las proteínas existentes son removidas tratando la muestra con solución de hidróxido de sodio (NaOH, grado analítico), a concentraciones de 3%, 3,5% y 4%, en una relación sólido: líquido 1:10, manteniendo la temperatura a 95°C, bajo agitación constante durante tiempos de 1, 2 y 3 horas. Posteriormente se filtra al vacío y se neutraliza con agua desionizada.

### **Desmineralización**

La remoción de los carbonatos de calcio de los caparzones se obtiene mediante inmersión de la muestra en solución de HCl, para concentración de 0,5N, 1N y 2N en una relación sólido: líquido 1:5 a temperatura ambiente, bajo agitación constante, por tiempos de 1 y 2 horas. Posteriormente la muestra se filtra y se lava.

### **Purificación**

Para obtener una quitina totalmente libre de residuos de carbonato de calcio, se realiza una etapa adicional a las existentes, que consiste en la inmersión de las muestras desmineralizadas en una solución de hidróxido de sodio (NaOH grado analítico) a concentraciones de 3% y 3,5%, en una relación sólido: líquido 1:5, a una temperatura de 100°C por 1 hora. Seguidamente las muestras se filtran, se lavan y se secan a 80°C por 30 minutos. Terminada esta etapa se obtiene la quitina.

### **Estructura de la Quitina**

Químicamente la quitina es un polisacárido que está compuesto por unidades de N-acetil- D-glucosamina unidas por enlaces  $\beta$  (1,4) glucosídicos.

De estructura similar a la celulosa y su derivado más importante es el quitosano (quitina desacetilada) el cual también tiene muchas aplicaciones en el campo de la salud y como complemento dietético (Acosta y Ortega, 2005).

La diferencia entre la estructura química del quitosano, poli [ $\beta$ -(1,4)-2-amino-2-desoxi-D-glucopiranososa], y la de la quitina, poli [ $\beta$ -(1,4)-2-acetamida-2-desoxi-D-glucopiranososa], radica en el carbono número 2, en donde la quitina posee un grupo acetoamida mientras que en el quitosano ese grupo es desacetilado resultando un grupo amino (Pastor e Higuera, 2004).

Pese a su diferencia en el carbono número 2, de cada una de las estructuras químicas son muy parecidas lo que hace que tanto la quitina y el quitosano tengan propiedades similares.

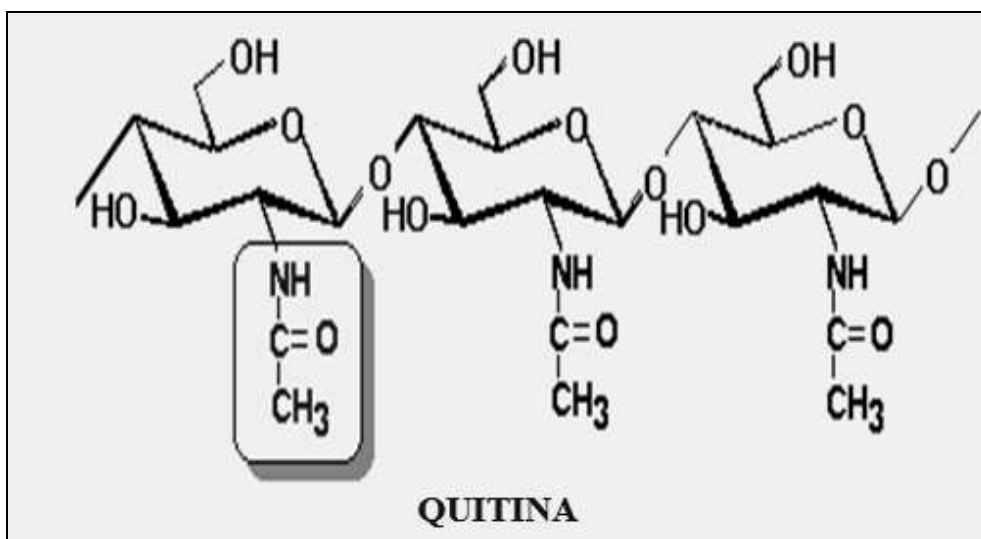


Figura 5. Estructura química de la quitina

### Estructura de la Celulosa:

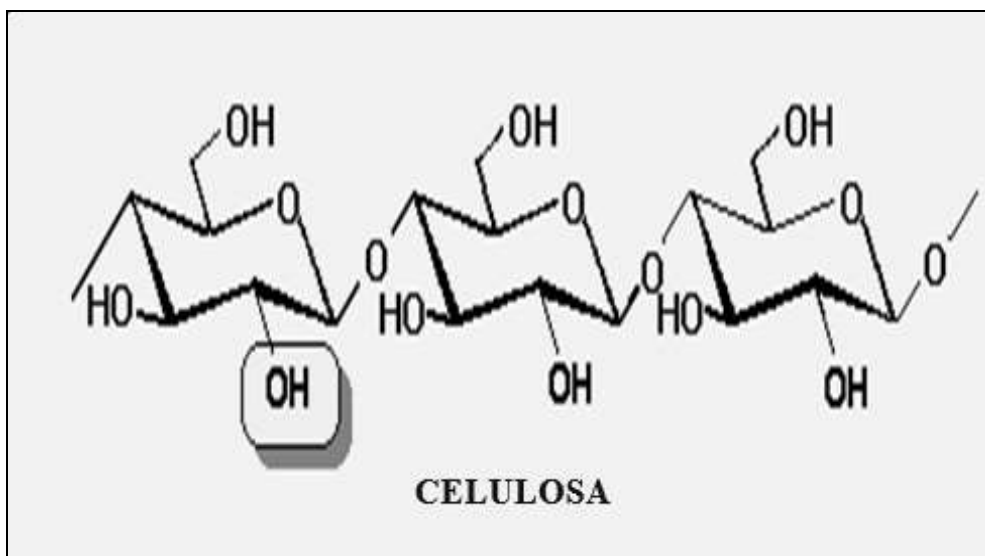
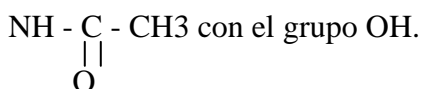


Figura 6. Estructura de la celulosa

La diferencia que existe entre la estructura de quitina y celulosa es en el grupo



### Propiedades de la Quitina

**Propiedades Físicas:** La quitina,  $\text{C}_8\text{H}_{13}\text{O}_5\text{N}$ , es un polímero de alto peso molecular (770.7 g/mol.), formado por unidades de N-acetil-D-glucosamina ligados por enlaces  $\beta$  (1,4). Al igual que la celulosa, también tiene una estructura semejante de cadenas orientadas paralelamente (Acosta y Ortega, 2005).

**Propiedades Químicas:** La quitina es insoluble en agua, ácidos diluidos, álcalis diluidos y concentrados, alcohol y en todos los disolventes orgánicos. Es soluble, en general con alguna degradación, en ácidos minerales concentrados. Por hidrólisis ácida enérgica, se degrada a glucosamina; la hidrólisis alcalina la desacetila grandemente, con sólo ligera reducción de la longitud de la cadena, formando quitosano (Acosta y Ortega, 2005).

Es considerada la quitina como un polímero biofuncional con extensa aplicación en el área de la biotecnológica, ya que además de ser recursos cuantiosos y renovables, también presentan diversas propiedades que incluyen: la biodegradabilidad y biocompatibilidad (Felse, 1999).

En nuestro país se producen gran cantidad de desechos orgánicos de la industria agrícola y maderera, de los cuales la mayor parte se desechan en lugar de aprovecharse.

### **Funcionalización de Biomateriales**

Resulta que un pedazo de algodón, cáscaras de piña, cascara de caña, polímeros naturales, etc. también pueden conducir electricidad o pegarse a un magneto. Esto es posible porque científicos de la Universidad de Costa Rica (UCR) les transfieren esas propiedades magnéticas o eléctricas a estos materiales biológicos que generalmente se desechan en la agroindustria.

El Dr. Erick Castellón Elizondo, químico e investigador de la UCR. explicó que, por medio de un procedimiento físico-químico, se logra que biomateriales como los desechos de piña, palma africana, bagazo de caña, se tornen conductores eléctricos o magnéticos. A este proceso de transferirle las propiedades se le denomina “funcionalizar” el material.

Al material que se quiere “funcionalizar”, se le aplica el recubrimiento con una sustancia activa que posee las propiedades a transferir. En el caso de los materiales conductores, esta sustancia es un polímero, mientras que para los materiales conductores la sustancia funcionalizante, son nanopartículas de óxidos.

Los polímeros son moléculas grandes o macromoléculas compuestas por la unión de otras más pequeñas llamadas monómeros, las cuales se repiten enlazándose a lo largo de toda una cadena.



La unión de estas cientos de miles de pequeñas unidades químicas formando enormes cadenas producen los polímeros que tienen una estructura tal que aportan la propiedad de conducción eléctrica a los biomateriales que recubren.

Explicó el Dr. Castellón que para generar conductividad “ponemos una disolución del monómero en contacto con la fibra vegetal y le echamos otro reactivo, que hace reaccionar a estas moléculas consigo mismas, dando lugar a la polimerización. Es decir que se polimeriza in situ. Conforme se va polimerizando se va pegando en la superficie de la fibra vegetal”.

En caso de las partículas magnéticas explicó que “se parte de sales de hierro y las partículas se forman por precipitación. Uno las precipita con hidróxido de sodio o soluciones básicas como el amoníaco. De esta manera se transforman las sales de hierro en óxidos de hierro que tienen esas propiedades magnéticas”. De acuerdo con el investigador “a las nanopartículas magnéticas se les modifica químicamente la superficie con polisacáridos para que sean similares a las fibras vegetales de manera que tengan afinidad química y se peguen firmemente” (Castellón, 2013).

### **Aplicaciones de los biomateriales:**

El Dr. Castellón explica que en esta etapa de la investigación básica se utilizan materiales y sustancias sencillas sobre las que se tiene mayor control, pero después se pueden aplicar los resultados a otros materiales.

Esta investigación podría dar origen a diferentes aplicaciones de estos materiales. Por ejemplo, paneles de construcción que intercepten las señales de celular para erigir paredes o construir muebles para lugares que lo requieran como cárceles o bancos.

De igual forma, se podrá recubrir la madera con un biomaterial conductor de la electricidad para fabricar muebles con superficies iluminadas. O bien fabricar ropa que se ilumine de noche o magnetizadas para portar insignias o símbolos según la ocasión, a manera de materiales inteligentes o “smart materials”. Otra aplicación que se está estudiando es la remediación de aguas contaminadas con sustancias iónicas

como el arsénico. Al ser lo iones de estas sustancias de carga negativa, se introduce un biomaterial en el agua cargado positivamente. Como las cargas eléctricas opuestas se atraen, el material adsorbe la sustancia iónica contaminante (Castellón, 2013).

Los resultados de esta investigación podrían tener un impacto muy positivo en el medio ambiente, ya que además de descontaminar aguas, los materiales estarían confeccionados de desechos agroindustriales, por lo que se eliminaría un residuo más y serían de muy bajo costo.

Además, no serían contaminantes del ambiente, ya que son biomateriales de origen vegetal, los cuales son renovables (Castellón, 2013).

### Polímeros súper conductores

Desde los principios del siglo XX podemos encontrar químicos interesados en las propiedades eléctricas de los polímeros. En el año 2000 los químicos Alan J. Heeger, Hideki Shirakawa y Alan G. MacDiarmid reciben el Premio Nobel por sus trabajos en la síntesis de polímeros electroconductores lo que muestra que la química de los polímeros conductores se encuentra en una vigorosa etapa de fascinantes descubrimientos.

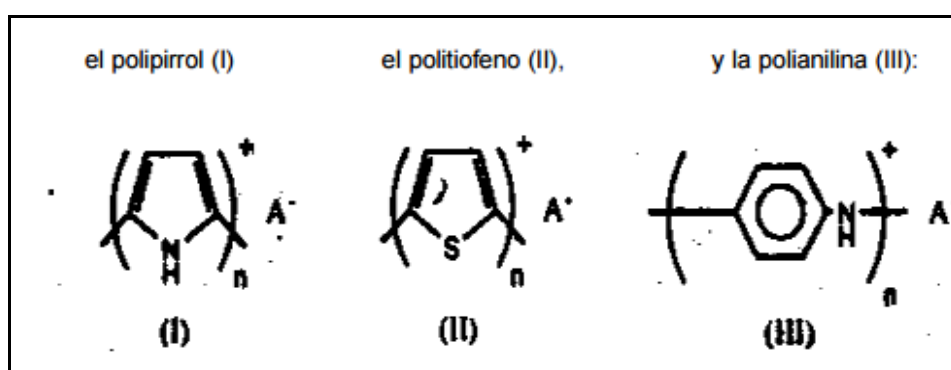


Figura 7. Polímeros Conductores existentes en el mercado

donde  $n$  es el número de unidades monoméricas por carga positiva y  $A^-$  es el contraión negativo que neutraliza la carga positiva del polímero conductor y que se incorpora en el proceso de síntesis.

H.N. Mecoy y W Moorer aportaron evidencias prácticas de la capacidad de conducción eléctrica de combinados sólidos orgánicos ya que hasta entonces no se investigaban propiedades eléctricas de las sustancias orgánicas ya que se les consideraban exclusivas de los compuestos inorgánicos.

La capacidad conductora de estos polímeros radica en la deslocalización de la carga de los polarones (par anión-catión) dentro de la cadena polimérica:

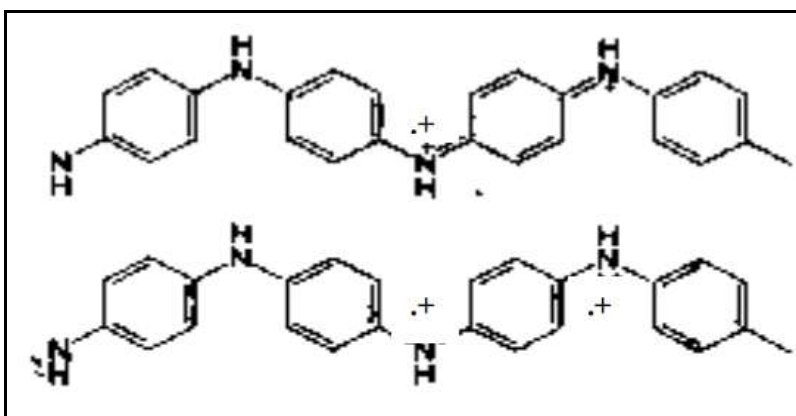


Figura 8. Estructura Química de los Polímeros Conductores

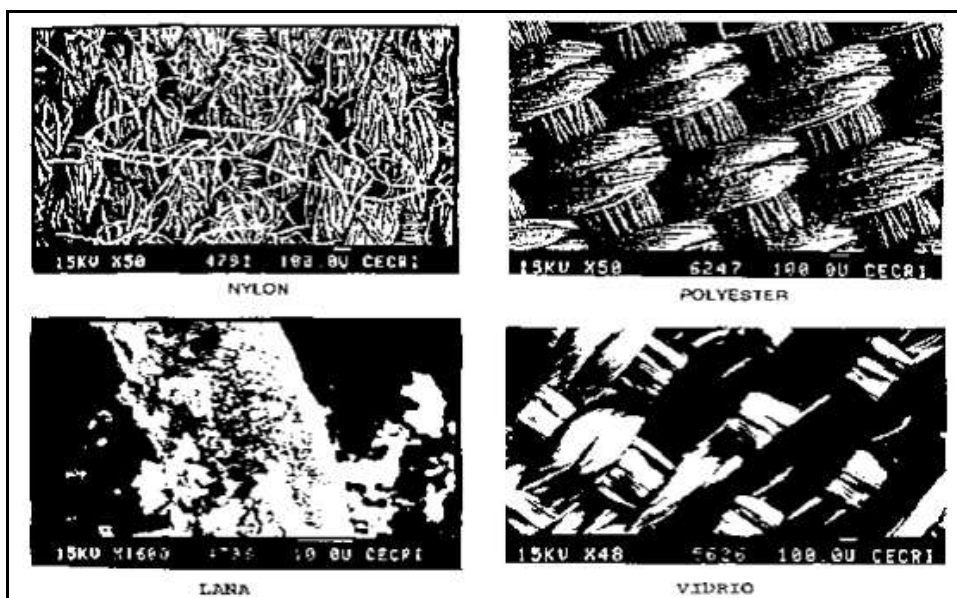


Figura 9. Sintonización Polianilina sobre distintos compuestos

La figura 9 muestra fotografías del microscopio electrónico de polianilina sobre diversos soportes que le confieren resistencia mecánica y elasticidad y a su vez estos materiales logran propiedades eléctricas interesantes.

Estos polímeros conductores presentan propiedades electrodinámicas, es decir, sus propiedades eléctricas se cambian con su estado de oxido-reducción y éste de su estructura. De esta manera es viable controlar el camino eléctrico de potencial con estímulos eléctricos apropiados para cerrar o abrir el circuito eléctrico constituido parcial o totalmente por un polímero conductor determinado.

Hoy por hoy las perspectivas en investigación y aplicaciones tecnológicas de los polímeros conductores son muy amplias e interesantes. Actualmente se encuentra en vigorosa investigación los diodos emisores de luz (LED) con polímeros conductores.

### **Propiedades y características del Cobre**

Es un metal de color rojizo brillante, blando, muy buen conductor eléctrico y del calor, muy resistente a la corrosión, muy dúctil (hilos) y maleable (láminas o planchas). Su símbolo químico es Cu. El cobre tiene una resistividad ( $\Omega \cdot m$ )  $1,7 \times 10^{-8}$  (Serway 2013).

El cobre puro es un metal blando, formando parte de algunos materiales denominados aleaciones en los cuales se produce un endurecimiento, pero se hacen peores conductores de la electricidad. Las principales aleaciones son el bronce (cobre con estaño), latón (cobre con zinc) y alpaca (cobre con níquel y zinc), entre otras.

El cobre se encuentra en cables, contacto de interruptores, embarrados o conductores de gran sección para extender de él un gran número de circuitos, devanado de motores eléctricos, transformadores, dispositivos eléctricos, etc. (Rodríguez 2015).

Tabla 1. Propiedades del Cobre

<b>PROPIEDADES DEL COBRE (Cu)</b>	
<b>Conductividad eléctrica</b>	58,108× 106S/m
<b>Conductividad térmica</b>	400 W/(K·m)
<b>Calor específico</b>	385 J/(K·kg)
<b>Punto de fusión</b>	1357,77 ° K
<b>Punto de ebullición</b>	3200 ° K
<b>Peso molecular</b>	63,54g/mol
<b>Densidad</b>	8960 kg/m <sup>3</sup>

Fuente: Elementos.org.es

### **Propiedades y características del Aluminio**

Es un metal de color blanco, blando, buen conductor eléctrico y del calor, muy resistente a la corrosión, muy dúctil (hilos) y maleable (láminas o planchas). Su símbolo químico es Al.

Se emplea para la fabricación de cables de alta tensión dado que es más barato y ligero que el cobre, aunque su conductividad de la electricidad sea algo menor. También es frecuente su uso para devanados de transformadores de potencia, y conductores de gran sección en instalaciones eléctricas de baja tensión. Las carcasas exteriores de numerosos equipos eléctricos y electrónicos también están constituidas de aluminio (Rodríguez 2015).

El aluminio tiene una resistividad ( $\Omega \cdot m$ )  $2,82 \times 10^{-8}$  (Serway 2013).

Tabla 2. Propiedades del Aluminio

<b>PROPIEDADES DEL ALUMINIO (Al)</b>	
<b>Conductividad eléctrica</b>	$37,7 \times 10^6 \text{ S/m}$
<b>Conductividad térmica</b>	$237 \text{ W/(K}\cdot\text{m)}$
<b>Calor específico</b>	$900 \text{ J/(K}\cdot\text{kg)}$
<b>Punto de fusión</b>	$933.47 \text{ }^\circ \text{ K}$
<b>Punto de ebullición</b>	$2792 \text{ }^\circ \text{ K}$
<b>Peso molecular</b>	$26.98 \text{ g/mol}$
<b>Densidad</b>	$2698.4 \text{ kg/m}^3$

Fuente: Elementos.org.es

### **Resistencia eléctrica**

Es aquella cuyo valor viene dado específicamente por sus características físicas materiales, siendo su valor constante e independiente de la frecuencia. Dicho valor viene determinado por el parámetro resistividad,  $\rho$ , característico de cada material. Así, pues, el valor resistivo de un conductor (por ejemplo, cobre) de una cierta longitud y sección viene dado exclusivamente por la conocida expresión (Hermosa 2014).

$$\mathbf{R = \rho (L/S)}$$

La resistencia en un conductor surge debido a colisiones entre los electrones que portan la corriente con átomos fijos dentro del conductor. Estas colisiones inhiben el libre movimiento de la carga eléctrica (Serway 2013).

Tabla 3. Valores de Resistividad

<b>RESISTIVIDAD DE MATERIALES (<math>\Omega \cdot m</math>)</b>	
<b>Grafeno</b>	1,00 x 10 <sup>-8</sup>
<b>Plata</b>	1,59 x 10 <sup>-8</sup>
<b>Cobre</b>	1,71 x 10 <sup>-8</sup>
<b>Oro</b>	2,35 x 10 <sup>-8</sup>
<b>Aluminio</b>	2,82 x 10 <sup>-8</sup>
<b>Wolframio</b>	5,65 x 10 <sup>-8</sup>
<b>Níquel</b>	6,40 x 10 <sup>-8</sup>

Fuente: Elementos.org.es

La unidad de la resistencia es el ohm ( $\Omega$ ) y se constituye por la letra R, que significa que el conductor es el camino de la corriente de un Ampere cuando se le aplica un voltaje de un Voltio. Los materiales según sea la magnitud de la resistencia eléctrica se catalogan en conductores, aislantes y semiconductores (Serway, 2009).

### **Conductividad eléctrica**

La conductividad eléctrica es una medida de la capacidad de un material de dejar pasar la corriente eléctrica, su aptitud para dejar circular libremente las cargas eléctricas. La conductividad depende de la estructura atómica y molecular del material, los metales son buenos conductores porque tienen una estructura con muchos electrones con vínculos débiles y esto permite su movimiento. La conductividad también depende de otros factores físicos del propio material y de la temperatura. La conductividad es la inversa de la resistividad, por tanto,  $\sigma = 1/\rho$ , y su unidad es el S/m (siemens por metro) o  $\Omega^{-1}m^{-1}$ .

$$\mathbf{J} = \sigma \mathbf{E}$$

Usualmente la magnitud de la conductividad ( $\sigma$ ) es la proporcionalidad entre el campo eléctrico E y la densidad de corriente de conducción J (Montoya 2012).

Tabla 4. Valores de Conductividad

<b>CONDUCTIVIDAD DE MATERIALES(S·m<sup>-1</sup>)</b>	
<b>Grafeno</b>	$9,60 \times 10^7$
<b>Plata</b>	$6,30 \times 10^7$
<b>Cobre</b>	$5,96 \times 10^7$
<b>Oro</b>	$4,55 \times 10^7$
<b>Aluminio</b>	$3,78 \times 10^7$
<b>Wolframio</b>	$1,82 \times 10^7$
<b>Cobre Recocido</b>	$5,80 \times 10^7$

Fuente: Elementos.org.es

### **Marco conceptual**

**Conductores eléctricos:** Un conductor eléctrico permite el movimiento de la corriente, así como la interconexión del resto de componentes que forman un circuito, por lo que puede afirmarse que es uno de los elementos más importantes de las instalaciones eléctricas (Rodríguez 2015).

**Pérdidas de energía eléctrica:** Las pérdidas de energía eléctrica se ha estudiado, debido al costo que genera para las empresas de distribución de energía eléctrica. Las disminuciones de las pérdidas eléctricas son muy propicias para las empresas distribuidoras, por lo que habría disminución en compra o generación de energía. Las pérdidas de energía eléctrica son una dificultad que puede ser controlado desde la empresa distribuidora si la misma toma acciones eficientes y eficaces.

El valor que se determina de las pérdidas de energía son indicadores de gestión técnico-administrativa de la empresa distribuidora. Es importante considerar la incidencia de las mismas en todas las fases de la distribución de energía hasta la entrega al consumidor. Es posible establecer criterios y políticas que conlleven a un control permanente de las mismas y con ellos reducirlas a valores mínimos, mediante



un plan de reducción sólido, sin embargo, existe falta de control de las pérdidas de energía. Esta falla de control causa cortocircuitos y sobrecargas en las redes e instalaciones, lo que provoca en las empresas de distribución inversiones elevadas, así como extensiones de proyectos sobredimensionadas con el propósito de soportar los excesivos incrementos de consumos. También origina una pérdida de ingresos por los consumos no facturados.

En la actualidad las empresas distribuidoras invierten en investigación que generen proyectos para la reducción de pérdidas la mayoría son proyectos que normalmente no llegan a ejecutarse por falta de recursos financieros, pero producto del constante incremento de la demanda surge la necesidad de una alternativa de solución para las pérdidas de energía.

### **Cálculo de caída de voltaje en un conductor**

La impedancia depende de la longitud del conductor al igual que de su calibre. Entonces es necesario que la caída de voltaje no exceda los valores preestablecidos por la norma. La caída de voltaje para conductores en viviendas según la norma ANSI C84.1 es el 2%, a continuación, describimos como calcular este porcentaje:

La caída de voltaje en un conductor utilizado en un circuito eléctrico en la vivienda se puede calcular mediante la ley de Ohm;

$$\Delta V = I \times R$$

La resistencia la podemos expresar en función de las características del conductor.

$$R = \frac{\rho * L}{S}$$

$\rho$ = La resistividad del material, para el cobre 0.01724  $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$

L= longitud del conductor (m)

S= Área de la sección transversal ( $\text{m}^2$ )

La caída de voltaje en un conductor es:

$$\Delta V = \frac{\rho * L * I}{S}$$

$$\Delta V\% = \frac{\Delta V}{VFuente}$$

**Factibilidad Técnica:** La factibilidad técnica en un proyecto radica en la capacidad de complementar nuevos recursos técnicos a un proceso determinado, garantizando los costos más razonables y económicos en su realización (Kendall y Kendall, 2005), plantean que: “cuando se actualizan o incrementan los recursos técnicos actuales de tal manera que satisfagan los requerimientos bajo consideración... y si hay la tecnología disponible que cumpla las especificaciones”. En la presente investigación se busca demostrar la factibilidad técnica utilizando el Biomaterial como conductor eléctrico.

**Factibilidad Económica:** El estudio de factibilidad económica profundiza la investigación en fuentes primarias y secundarias en investigación de mercados, detalla la tecnología que se empleará, determina los costos y rentabilidad económica del proyecto y es la base en la que se apoyan los inversionistas para tomar sus decisiones (Baca Urbina, 2001). En otras palabras, la factibilidad económica establece la relación costo beneficio de implementar un proyecto, dispositivo o elemento en el mercado.

**Polímeros:** Los polímeros son moléculas muy grandes que contienen cientos o miles de átomos. Los polímeros se han utilizado desde la prehistoria y los químicos los han sintetizado desde el siglo pasado. Los polímeros naturales son fundamentales en todos los procesos de la vida y nuestra sociedad tecnológica es por completo dependiente de los polímeros (Chang 2010).

**Propiedades de los polímeros:** Un polímero es un compuesto molecular que se distingue por tener una masa molecular grande, que comprende desde miles a millones de gramos y por estar formado por muchas unidades de moléculas se repiten. Las propiedades físicas de los polímeros (macromoléculas), son muy distintas a las moléculas comunes. Estas moléculas son extraordinariamente grandes, y cada una contiene muchos miles de átomos unidos por enlaces covalentes. Alrededor del 90% de los químicos actuales, incluidos los bioquímicos, trabajan con polímeros (Chang 2010).

**Polímeros Conductores:** Los polímeros en general son materiales aislantes, sin embargo, desde hace varias décadas se han descubierto los polímeros que conducen electricidad (Heeger,2000).

Los polímeros conductores, tan buenos conductores de electricidad que se les llamaron también metales sintéticos, fueron descubiertos en 1974 y desde entonces han despertado gran interés y rápido crecimiento en la electrónica de termoplásticos. El éxito de estos polímeros se basa en la unión de las propiedades eléctricas de los metales y la gran flexibilidad y baja densidad de los plásticos. La conductividad de estos polímeros se debe a la adición de sustancias (dopado) y también a la existencia de dobles enlaces alternados con enlaces simples (Heeger,2000).

El polímero conductor tiene una gran cadena de carbonos con una alternancia de enlaces simples y dobles. Esta estructura hace que a lo largo de ella aparezcan orbitales electrónicos con electrones con una gran movilidad (Heeger,2000).

La conductividad se basa fundamentalmente en la libertad de movimiento de electrones que no están unidos a los átomos. El problema reside en que para que este electrón pase del orbital a un estado en el que se pueda mover necesitamos dar al polímero una gran cantidad de energía. Por ello se realiza el dopaje de átomos con electronegatividades muy distintas a las del carbono (Heeger,2000).

**Dopaje de polímeros:** Los polímeros pueden ser dopados mediante la adición de un reactivo químico que oxida o reduce el sistema, lo que hace transitar los electrones

de la banda de valencia a la banda de conducción, haciendo que el sistema sea más conductor (Heeger,2000).

Debido al dopado puede aparecer en el polímero resultante cambios en sus propiedades, como el color, el volumen o la porosidad, propiedades relacionadas con el estado de oxidación del polímero (Heeger,2000).

Existen dos métodos de dopaje:

**El dopaje químico**, presenta el polímero a un oxidante (yodo o bromo) o a un reductor (con metales alcalinos). Una solución del monómero es oxidada con una molécula cuyo potencial corresponde al de oxidación del monómero, formando un precipitado de polímero conductor (Heeger,2000).

**El dopaje electrónico**, usa un electrodo recubierto con un polímero y bañados en una solución electrolítica en la cual el polímero es insoluble. La oxidación se produce mediante una corriente eléctrica. La aplicación de un voltaje entre los electrodos provoca un movimiento de la solución de iones y electrones que se fijan entonces sobre el polímero tratado o escapan. Esto le da un exceso (el dopaje N) o un defecto (el dopaje P) a los electrones en la banda de conducción de polímero (Heeger,2000).

### **Biomateriales:**

- a) Material utilizado en un dispositivo médico, pensado para interactuar mutuamente con sistemas biológicos.
- b) Cualquier sustancia o combinación de sustancias de origen natural o artificial que puede ser usada durante cierto tiempo como un todo o como parte de un sistema que permite tratar, aumentar o reemplazar algún tejido, órgano o función del cuerpo humano.
- c) Material sintético empleado para reemplazar parte de un sistema vivo o que está en íntimo contacto con fluidos biológicos (Duffo 2011).

## **Nanomateriales y Nanopartículas**

**Los Nanomateriales:** Son una nueva clase de materiales (sean cerámicos, metales, semiconductores, polímeros o bien una combinación de estos), en donde por lo menos una de sus dimensiones se encuentra entre 1 a 100 nm. En los nanomateriales debido a su tamaño reducido a unos cuantos nanómetros, se modifican sus propiedades que finalmente difieren del mismo material con dimensiones de sólido volumétrico, de las moléculas y los átomos (Gutiérrez 2013).

**Las Nanopartículas:** Las Nanopartículas específicamente, han existido en el planeta por siglos, algunos ejemplos son las partículas de humo. Las nanopartículas metálicas en particular, poseen propiedades interesantes con aplicaciones en diversas áreas tecnológicas. A medida que las dimensiones de las partículas se reducen, sobre todo en el intervalo de 1 a 100 nm los efectos de tamaño y de superficie son cada vez más notables. Entre los efectos de tamaño más importantes, se ha determinado el confinamiento de los electrones, y esto en nanopartículas metálicas y semiconductoras tiene interesantes aplicaciones, como es la manifestación de efectos cuánticos en el material, y que pueden percibirse a través de sus propiedades magnéticas y/o de conducción electrónica (Gutiérrez Wing 2013).

**Semiconductores:** Son materiales cuya conductividad de la corriente eléctrica varía según su temperatura, teniendo la característica de poder conducir la corriente eléctrica bajo ciertas condiciones y también de no poder conducir la corriente eléctrica (Buch 1993).

**Energía Eléctrica:** Se denomina energía eléctrica a la forma de energía la cual resulta de la existencia de una diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos (Serway y Beichner 2002).

**Baja Tensión:** se considera baja tensión eléctrica a aquella que distribuya o genere energía eléctrica para consumo propio y a las receptoras en los siguientes límites de tensiones nominales:

- Corriente alterna: igual o inferior a 1000 voltios.

- Corriente continua: igual o inferior a 1500 voltios.

Según: Código Eléctrico Nacional 2010

**Factibilidad:** “se trata de una propuesta de acción para resolver un problema práctico o satisfacer una necesidad. Es indispensable que dicha propuesta se acompañe de una investigación, que demuestre su factibilidad o posibilidad de realización” (Arias 2006).

## Hipótesis

### Hipótesis de la investigación

Los conductores de biomateriales eléctricos (caso cáscara de camarón) contribuyen factiblemente en la conductividad eléctrica de baja tensión.

### Hipótesis nula

Los conductores de biomateriales eléctricos (caso cáscara de camarón) no contribuyen factiblemente en la conductividad eléctrica de baja tensión.

### Operacionalización de las variables

Tabla 5. Operacionalización de las Variables

<b>Variables</b>	<b>Conceptualización</b>	<b>Operacionalización</b>
Variable Independiente: el uso de conductores biomateriales	Es un procedimiento físico-químico, donde se logra que el uso de biomateriales como los desechos de piña, palma africana, bagazo de caña, se tornen conductores eléctricos o magnéticos (Castellón, 2013).	Método Experimental, se realiza una comparación de las características de un conductor de biomaterial a base de quitina con otro de cobre y se realizan las mediciones para evaluar la conductividad.

---

Variable Dependiente:	Las pérdidas de energía eléctrica en las redes de distribución generan altos costos y pérdidas en la transmisión de energía eléctrica a baja tensión	Las pérdidas de energía eléctrica en las redes de distribución generan altos costos para la economía nacional y limita la eficiencia del consumo de energía eléctrica. (Romero y Vargas, 2010)	Método Estadístico: A partir del principio de correlación se establecen las comparaciones entre los conductores de biomateriales eléctricos y los de cobre para definir el coeficiente de Pearson del experimento.
-----------------------	--	--	--

---

Fuente: Investigación de Campo

### **III. METODOLOGÍA DE LA PRAXIS PROFECIONAL UTILIZADA**

#### **1. Contenido técnico**

##### **Diseño de la investigación**

El tipo de investigación es descriptiva que comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual e identificación de las relaciones que existen entre dos o más variables, y la composición o procesos de los fenómenos. El enfoque se lo realiza sobre conclusiones dominantes o sobre cómo una persona, grupo o cosa se conduce o funciona en el presente (Mario Tamayo y Tamayo, 2005).

Junto con la investigación se plantea un diseño experimental de investigación del tipo experimento puro, donde se manipula la variable independiente para establecer mediciones con la variable dependiente, de manera que a partir de los resultados obtenidos en el laboratorio se pueda establecer en principio la factibilidad de la hipótesis (Campbell y Stanley 1966).

En esta investigación se recogen los datos sobre la base de una hipótesis o teoría, se exponen y se resume la información de manera metódica y luego se analizan minuciosamente los resultados.

##### **Unidad de análisis**

Para el desarrollo de la investigación se utiliza como unidad de análisis dos muestras de conductores eléctricos de 0,50m cada uno, uno de biomaterial de quitina funcionalizado y otro de cobre, ambos materiales con las mismas medidas de longitud.



## Diseño del circuito

Se utiliza como muestra una porción de 0,50m de los conductores seleccionados para el estudio, esta muestra será sometida a la experimentación en los laboratorios de circuitos eléctricos de la UTE- SD.

Para este experimento se utilizará el siguiente circuito, con los diferentes tipos de conductores del presente estudio.

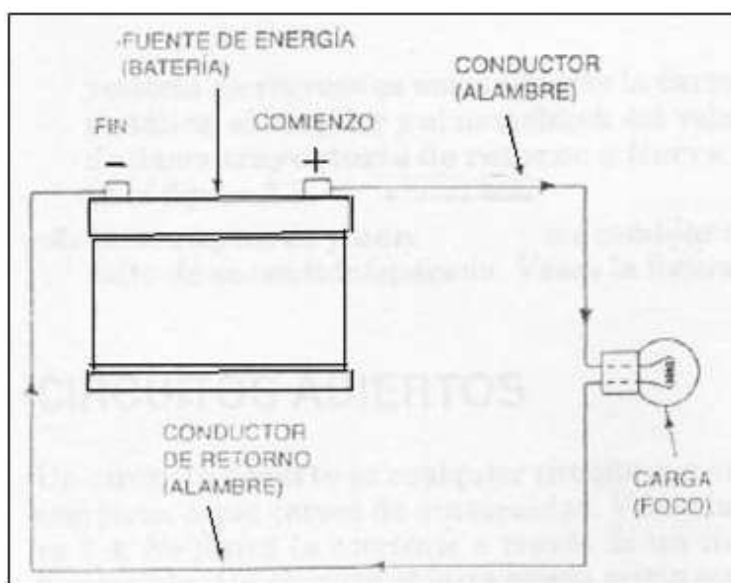


Figura 10. Circuito del Experimento

## Métodos de investigación

**Método Inductivo:** Se aplica el siguiente método para comprobar a partir de hechos singulares y criterios generalizados, este método de razonamiento se utiliza en la investigación para obtener soluciones que parten de hechos particulares aceptados como válidos, es decir a partir del diseño experimental de analizar la factibilidad de los conductores de biomaterial de quitina funcionalizado, se llegará a conclusiones cuya aplicación sea de carácter general (Bernal, 2010).

**Método de Análisis:** Se utiliza dentro del método de análisis el histórico-social para describir la evolución que el objeto de estudio va desarrollando en el tiempo, estableciendo un estudio comparativo (Sabino, 1992).

Este método se emplea en la investigación para hacer un análisis del progreso de los estudios del biomaterial de quitina funcionalizado y permite poder evaluar la

efectividad y factibilidad del uso de la quitina obtenida de la cáscara del camarón como conductor eléctrico.

**Método estadístico:** Se utiliza para comparar los datos obtenidos y posteriormente realizar un análisis estadístico para relacionar sus variables; se realiza un análisis de estadística descriptiva para cada una de sus variables y luego se detalla la relación entre las muestras. (Hernández Sampieri, 1997).

### **Estudio de factibilidad técnica**

Para la caída de voltaje de un material eléctrico existen muchos métodos para prevenir y controlar esa variable y eso varía de acuerdo a precios y calidad del material, sin contar con los avances de la tecnología en cuanto a materiales eléctricos se hace hincapié en el daño ambiental que generan estos al ser desechados, mediante este estudio se puede reducir el impacto ambiental, costos y controlar las pérdidas que existen en los materiales comúnmente utilizados para la conducción de corriente eléctrica.

A continuación, se describe un estudio con la cáscara de camarón como biomaterial en base a la factibilidad técnica y económica de materiales eléctricos en lo que se refiere conductores eléctricos.

### **Estudio de la materia prima**

Como primer paso para el estudio se realiza una comparación a la cáscara de camarón con otros biomateriales con posibles características conductivas para conocer las medidas dentro de los parámetros resistencia y conductividad en comparación con el cobre como referencia, los valores que determinan su grado de conductividad están basados en medidas tomadas en laboratorios y datos bibliográficos.

Tabla 6. Propiedades de algunos Biomateriales

PROPIEDADES	MATERIALES					
	Cobre	Cáscara Piña	Cáscara Camarón	Cáscara Caña	Algodón	Madera
<b>Resistencia eléctrica (<math>\Omega/\text{mm}^2</math>)</b>	0,017	$1 \times 10^3$	$3,5 \times 10^2$	$5,3 \times 10^8$	$1 \times 10^{20}$	$1 \times 10^{14}$
<b>Conductividad térmica (W/m.K)</b>	400	149,877	173,9	48,65	0,04	160
<b>Conductividad eléctrica (MS.m)</b>	58	$1 \times 10^{-6}$	$1 \times 10^{-2}$	$1,7 \times 10^{-7}$	$7,7 \times 10^{-7}$	$3,2 \times 10^{-12}$
<b>Calor específico (J/g.K)</b>	0,385	810,81	982,254	342,615	0,84	1,76
<b>Densidad (g/cm<sup>3</sup>)</b>	8,96	0,65	0,39	0,12	1,54	0,9

Fuente: Investigación de Campo

De acuerdo a las medidas de la tabla se reafirma, que tal como se esperaba la cáscara de camarón comparado con los otros biomateriales sus medidas tienen porcentajes admisibles dentro de los parámetros resistencia eléctrica y conductividad eléctrica para realizar el presente estudio.

La cáscara de camarón contiene dos principales derivados que son producidos y extraídos mediante procesos químicos que son la quitina y el quitosano, y estos presentan diversas aplicaciones industriales, el estudio está centrado en la quitina como materia base para la elaboración del biomaterial eléctrico.

### Procedimiento de obtención de la quitina

Para la experimentación con el biomaterial funcionalizado propuesto anteriormente es necesario empezar con la obtención y extracción de la quitina proveniente de la cascara de camarón. El sistema de obtención de quitina está basado en obtener la quitina al porcentaje más alto ya que por medio de ese índice de porcentaje se podrá aprovechar al máximo sus propiedades en cuanto a la conductividad eléctrica.

Para este proyecto se utilizó el método químico para la extracción y obtención de la quitina debido a que fue más accesible adquirir reactivos químicos que enzimas para la fermentación láctica y así utilizar el método biológico.

### **Lavado, secado y molienda**

Se parte de caparazones de crustáceos, especialmente de camarones recolectados en industrias procesadoras de productos marinos y en restaurantes. Cada caparazón se lava con agua potable para retirar la materia orgánica adherida, se seca en estufa a 40°C por 24 horas (ver Anexo 1) y finalmente se tritura y tamiza hasta obtener tamaños de partícula entre 0,8 mm y 1,5 mm.



Figura 11. Cascara de Camarón triturada

### **Desproteínización**

Las proteínas existentes son removidas tratando la muestra con solución de hidróxido de sodio (NaOH, grado analítico), a concentraciones de 3%, 3,5% y 4%, en una relación sólido: líquido 1:10, manteniendo la temperatura a 95°C, bajo agitación constante durante tiempos de 1, 2 y 3 horas. Posteriormente se filtra al vacío y se neutraliza con agua desionizada.



Figura 12. Cáscara de Camarón Desproteínización

### **Desmineralización**

La remoción de los carbonatos de calcio de los caparazones se obtiene mediante inmersión de la muestra en solución de HCl, para concentración de 0,5N, 1N y 2N en una relación sólido: líquido 1:5 a temperatura ambiente, bajo agitación constante, por tiempos de 1 y 2 horas. Posteriormente la muestra se filtra y se lava.



Figura 13. Cáscara de Camarón Desmineralización

## Purificación

Para obtener una quitina totalmente libre de residuos de carbonato de calcio, se realiza una etapa adicional a las existentes, que consiste en la inmersión de las muestras desmineralizadas en una solución de hidróxido de sodio (NaOH grado analítico) a concentraciones de 3% y 3,5%, en una relación sólido: líquido 1:5, a una temperatura de 100°C por 1 hora. Seguidamente las muestras se filtran, se lavan y se secan a 80°C por 30 minutos. Terminada esta etapa se obtiene la quitina.



Figura 14. Quitina

## Características de la quitina obtenida

Se debe establecer o tener una idea concisa del experimento a desarrollar, lo que facilitara los métodos y aplicaciones que llevaran a realizar los objetivos planteados, para eso se sabe que la quitina al ser extraída necesita ser aglomerada para que sus cadenas de enlaces estén química y físicamente fusionadas para que el proceso de conducción de intensidad eléctrica se lleve a cabo en nuestro experimento.

La quitina como polímero natural está formada por enlaces simples y dobles enlaces, y una gran cadena de carbonos todos ellos alternados. Esta estructura hace que a lo largo de ella surjan orbitales electrónicos con electrones con una gran movilidad, a consecuencia de eso la conductividad prevalece.

La capacidad que tiene la quitina que con sus componentes Carbono, Hidrogeno y Oxigeno como componentes principales es de formar enlaces y combinarse rápidamente con otros elementos, debido a que cada uno de sus átomos puede compartir hasta cuatro electrones con otros átomos este suceso químico genera que los enlaces formen largas cadenas que facilitan el libre paso de la corriente eléctrica.

### **Aglomerado y dopaje de la quitina**

El funcionamiento de la quitina como conductor esta inhabilitada debido a su estado sólido de pequeños trozos de alrededor de 1 a 5 mm (Figura 12) de diámetro que se obtuvo como resultado de la extracción, lo cual no existe enlaces entre partículas para la conductividad, es preciso la utilización de otro material para su correspondiente combinación y uso.

En el presente estudio se aplica el principio de dopado hacia la quitina para aumentar sus propiedades conductivas y a la vez la aglomeración de la quitina con otro reactivo para tener un solo material que cumpla con la hipótesis planteada.

Existen materiales con las características ideales para aumentar la conductividad eléctrica como son los polímeros conductores dopados (polímeros electroconductores) ya existentes en el mercado como son el Polipirrol, el Politiofeno y la Polianilina estudiados y potencializados en el siglo XX y se caracterizan por tener resistencia mecánica, elasticidad y en su estructura cadenas de ciclos repetidos, y a su vez estos materiales adquieren propiedades eléctricas interesantes.

Teniendo en cuenta el factor factibilidad económica los materiales antes mencionados no se utilizaron por su alto precio en el mercado, por lo tanto, se estudió un material que cumpla con las características necesarias para aglomerar y a su vez potencialice la conductividad eléctrica de la quitina, en este caso la Sosa Caustica (NaOH), ya que es una sal inorgánica y estos son buenos conductores y su vez más viables para conseguir en el mercado, de esta manera se cumple con la factibilidad económica establecida en los objetivos.

Para obtener el biomaterial final se hizo algunas mezclas entre la sosa caustica y la quitina con diferentes relaciones de sus composiciones (Ver Anexo 2) para de esa manera determinar qué tipo de mezcla es la más competente para el experimento.

<b>MATERIAL</b>	<b>SOSA CAUSTICA</b>	<b>ADHESIÓN</b>	<b>CONDUCTIVIDAD</b>	<b>OSERVACIONES</b>
<b>Q U I T I N A</b>	1:1	NO	N/A	la mezcla es inestable
	2:1	NO	N/A	la mezcla es inestable
	2:2	NO	N/A	la mezcla es inestable
	2:3	NO	N/A	la mezcla es inestable
	2:4	NO	N/A	la mezcla empieza a endurecer
	3:5	SI	N/A	falta de dureza
	2:6	SI	N/A	falta de quitina para la conducción
	6:8	SI	SI	exceso de sosa caustica
	4:9	SI	SI	exceso de sosa caustica
	3:10	SI	SI	existe dureza y conductividad
	5:10	SI	SI	existe dureza y conductividad
	7:10	SI	SI	existe dureza y conductividad
8:10	NO	N/A	la mezcla es inestable	

Figura 15. Mezclas a diferentes relaciones

En este caso la mezcla que mejor se acoplo a los principios de adhesión y conductividad es aquella con relación 7:10 (quitina: sosa caustica), cumple con las condiciones necesarias para la realización del experimento lo cual obtendremos medidas que nos interesa para decretar la factibilidad técnica del biomaterial eléctrico.

## **Estudio de Factibilidad**

### **Factibilidad**

En los sistemas eléctricos se realizan transferencias de energía en un periodo de tiempo, estas son internas al mismo sistema como con otros sistemas eléctricos. En un sistema eléctrico dentro del control energético se considera a la energía disponible o entregada, a la energía facturada o consumida y la energía de pérdidas de un periodo específico, de esta manera se desarrolló un estudio para evaluar técnica y económicamente la factibilidad del ahorro de energía eléctrica, las cuales intervienen



la factibilidad técnica y factibilidad económica para el mejoramiento del servicio eléctrico.

En el caso del presente experimento estudiado, los valores de pérdidas de energías tienen medidas pequeñas debido a que se estudió técnicamente las características del conductor, pues la alternativa de solución a las pérdidas estuvo enfocada en el material de conductor como principal causa técnica de pérdida de energía. También se presentará la evaluación económica respectiva para determinar las relaciones costo/beneficio del estudio realizado.

### **Factibilidad técnica**

En base al método de investigación inductivo de este experimento se ha desarrollado un modelo técnico, partiendo desde la obtención del biomaterial, el tratamiento, aglomerado, preparación de las probetas, aplicación de corriente, medición de la caída de voltaje, tabulación de resultados, cálculo de resistividad y análisis de resultados.

De acuerdo a las premisas planteadas, observando los resultados obtenidos en el laboratorio y en comparación con los datos del material base (cobre) se puede determinar que no es factible técnicamente aplicar este Biomaterial como compuesto para reducir las pérdidas eléctricas en los sistemas de transmisión de energía, debido a que la resistividad del Biomaterial es 829 veces más resistiva que el cobre. Por lo que se cumple la hipótesis nula propuesta en el capítulo 2 de esta investigación.

Con las mediciones realizadas y los cálculos correspondientes, se utilizará Microsoft Excel, por sus características para el análisis de datos y su amplio campo de aplicación. De esta herramienta se utilizará las funciones apropiadas, lo que nos permitirá mostrar gráficamente los resultados de la experimentación.

### Estudio de factibilidad técnica

En las siguientes figuras, se grafican los valores de caída de tensión en el conductor y en el circuito para cada uno de los materiales estudiados.



Figura 16. Caída de Tensión Cobre vs Biomaterial 120V



Figura 17. Caída de Tensión Cobre vs Biomaterial 240V

Tabla 7. Relación de pérdidas entre materiales

RELACION DE PERDIDAS ENTRE MATERIALES	
120 V CONST.	892,3790826
220 V CONST.	828,6377196

Fuente: Diseño experimental

De las figuras 17 y 16 se desprende la tabla 7 y que relaciona las pérdidas encontradas entre los materiales estudiados, manteniendo constante el voltaje teórico de una fuente, podemos ver que el Biomaterial es 892 veces más resistivo que el cobre aplicando una tensión de 120 V; para el caso de una tensión de 220 V, el Biomaterial es 829 veces más resistivo que el cobre. Esta relación resulta de la división entre la caída de tensión en el cable de Cobre para la caída de tensión en el Biomaterial, con su respectivo voltaje.

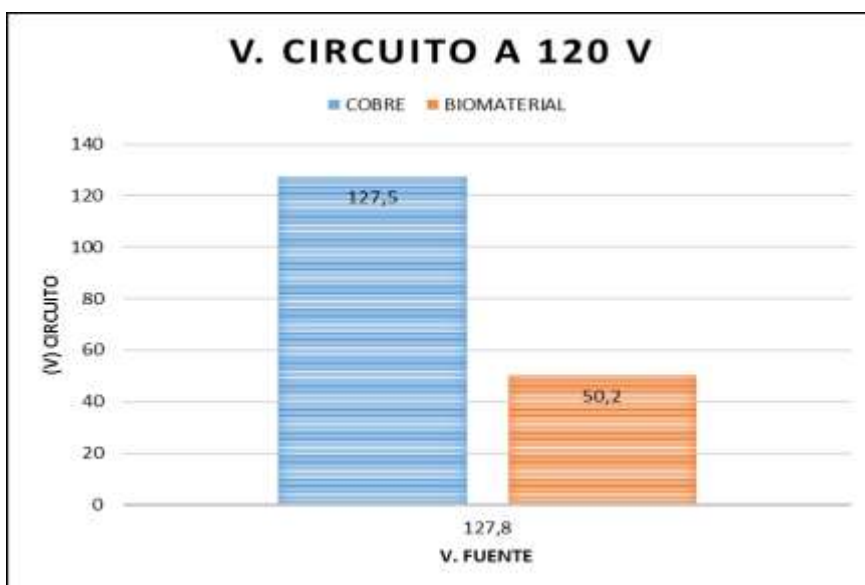


Figura 18. Voltaje del Circuito Vc entre Cobre y Biomaterial a 120V

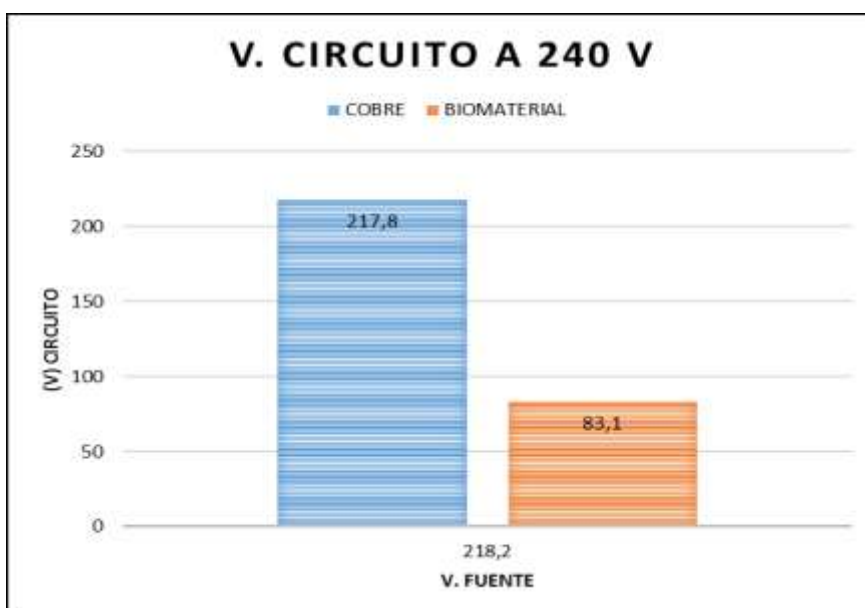


Figura 19. Grafica de Vc entre Cobre y Biomaterial a 240V

Tabla 8. Relación de diferencia de potencial entre materiales

RELACION DE DIFERENCIA DE POTENCIAL ENTRE MATERIALES	
120 V CONST.	39,37%
220 V CONST.	38,15%

Fuente: Investigación de Campo

De las figuras 18 y 19 se desprende la tabla 8 y que relaciona las diferencias de potencial del circuito entre los materiales estudiados, manteniendo constante el voltaje teórico de una fuente, podemos ver que la diferencia de potencial del Biomaterial es el 39.37% de la diferencia de potencial del circuito con cobre aplicando una tensión de 120 V; para el caso de una tensión de 220 V, la diferencia de potencial del Biomaterial es 38.154% de la diferencia de potencial del circuito con cobre.

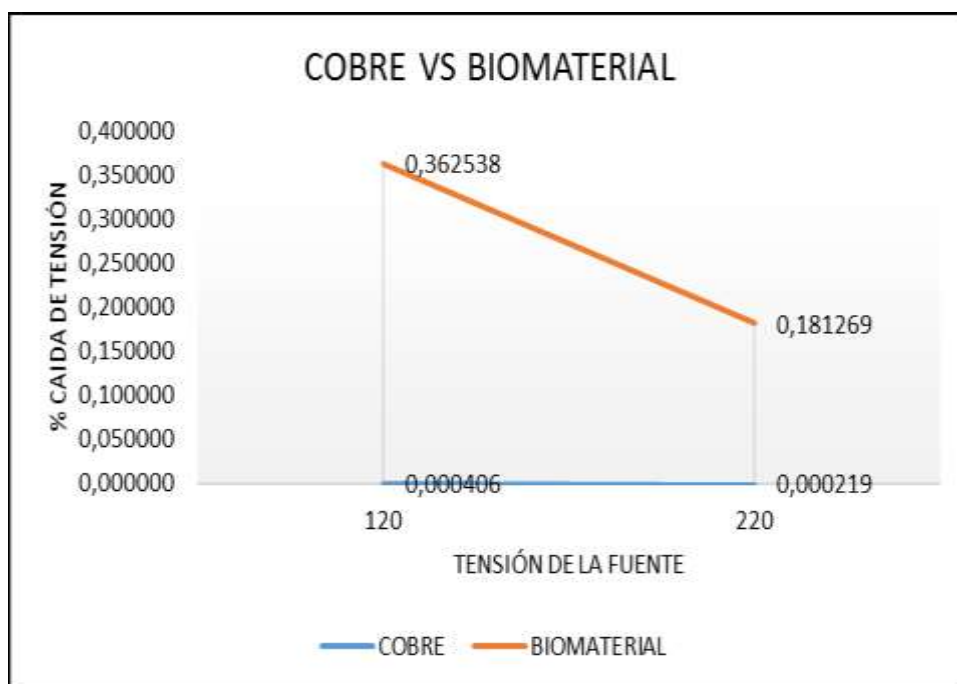


Figura 20. Caída de tensión Cobre vs Biomaterial

En cada una de las gráficas se realizó un análisis de comparación entre los dos materiales, las cuales fueron expresadas en forma de graficas de columnas empiladas y graficas de tendencia lineal. A partir de los resultados obtenidos podemos determinar claramente que el Biomaterial posee características bajas en conductividad en comparación con en las propiedades del Cobre para la conducción

de energía eléctrica, debido a que posee más resistividad eléctrica y genera mayor caída de tensión.

## 2. Análisis económico

### Factibilidad económica:

El estudio de factibilidad económica, profundiza la investigación en fuentes primarias y secundarias del mercado, considerando la tecnología que se empleará, esto permitirá determinar los costos y rentabilidad económica de la alternativa de solución para las pérdidas de energía planteadas en esta investigación, este criterio es el mismo que utilizan los inversionistas para tomar sus decisiones. En otras palabras, la factibilidad económica establece la relación costo beneficio de implementar un proyecto, dispositivo o elemento en el mercado, en base a la siguiente fórmula.

$$R_{B/C} = \frac{VNPI}{VNPe}$$

$R_{B/C}$  = Relación beneficio costo.

$VNPI$  = Valor neto presente de ingresos.

$VNPe$  = Valor neto presente de egresos.

Los estudios de factibilidad son estudios progresivos para determinar la factibilidad de la alternativa seleccionada para la posible solución a las pérdidas de tensión en los sistemas de conducción de energía, es decir, partimos de la factibilidad técnica, continuamos con la económica y finalmente elaboramos la financiera. En la progresividad de las evaluaciones mencionadas y al descubrir que la alternativa planteada no tiene factibilidad técnica, cualquier análisis económico que se realice a esta investigación no proyectaría beneficios válidos para continuar con los estudios. Por esta razón es que solo se detalla los costos incurridos en esta investigación, comparando con los costos de producción del material base.

Tabla 9. Costos de la investigación

<b>RUBRO</b>	<b>COSTO</b>
Cáscara de camarón	-
Sosa Cáustica (Jabón)	-
Reactivos	22,00
Materiales del circuito	-
Procesamiento de Quitina	30,00
<b>TOTAL</b>	<b>52,00</b>

Fuente: Investigación de Campo

Estos costos fueron incurridos en toda la investigación, es decir se elaboraron 13 ensayos hasta obtener un ejemplar del aglomerado rígido y apto para la conducción eléctrica, tal como se puede apreciar en la Figura 15. De los 13 ensayos, uno fue el óptimo, del cual se fabricó un conductor de 1,2 m con una sección de 3.31 mm<sup>2</sup> (AWG # 12) aproximadamente.

El costo total de la investigación dividimos para el numero de ensayos y obtenemos el costo de producción del conductor biomaterial. Cabe recalcar que el total del costo de investigación se dividió para dos porque para el circuito a implementar se utilizó la mitad del Biomaterial.

Tabla 10. Costo de cada ensayo

<b>COSTO UNITARIO</b>	
# ensayos	13
Costo por ensayo	2,00

Fuente: Investigación de Campo

Tabla 11. Relación de costos de los materiales

<b>TIPO CONDUCTOR</b>	<b>COSTO/M</b>
Cobre # 12	0,65
Biomaterial # 12	1,67
Relación biomaterial/Cobre	2,56

Fuente: Investigación de Campo

El resultado económico nos indica que obtener en el laboratorio el conductor biomaterial es 2.56 veces el costo del conductor de cobre en el mercado.

## **IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **Verificación de las hipótesis**

En la presente investigación, se parte del estudio de la conductividad, la funcionalización y la aplicación de nuevos materiales (polímeros) conductores de electricidad (Figura 15) con índices competentes de conductividad, para la mejora de los índices de pérdidas de energía. Existe una tendencia actual de realizar evaluaciones y análisis de factibilidad de materiales que pueden ser una alternativa de solución en el sistema de distribución de energía eléctrica, por este motivo, se considera aprovechar determinados desechos orgánicos que poseen convincentes propiedades eléctricas entre otras, aplicando técnicas y nuevas tecnologías, junto con la factibilidad económica y preservando el medio ambiente.

Por medio de un procedimiento físico-químico, se logra que dopar biomateriales, para que adquieran características de conducción de la electricidad a baja tensión. A este proceso de transferirle las propiedades se le denomina “funcionalizar” el material. El mejoramiento de la conductividad de un material biológico mediante el dopaje o funcionalización con otras sustancias hace que sus propiedades conductivas aumenten considerablemente dependiendo de la concentración que se le aplique a un material que decaemos funcionalizar para que la mezcla de estas se torne con mejores propiedades de las que contenían antes del dopaje.

Es importante precisar que en este proceso investigativo se utilizan materiales y sustancias de bajo costo sobre las que se tiene fácil acceso. Los resultados de la investigación pueden tener resultados significativos debido a que en los últimos años el estudio del mejoramiento de la conductividad está aportando buenos resultados y también surge un impacto muy positivo con el medio ambiente al eliminar un tipo de residuo y al aprovechar los desechos agroindustriales.

## Resultados del experimento

A los efectos de la presente investigación se realizó un experimento para comprobar la influencia del Biomaterial en la reducción de pérdidas de energía durante la conducción de la misma. Se pretende demostrar que el Biomaterial posee interesantes propiedades conductivas, lo que permitirá reducir las pérdidas de corriente y voltaje.

El experimento planteado en la actual investigación, se fundamenta en la medición de parámetros (Ver Anexo 3) como: corriente y voltaje de los materiales conductores (Tabla 15, 16); el cobre como material de referencia y el Biomaterial como elemento de estudio. En este ensayo, uno de los condicionantes será la aplicación de baja tensión (120 V y 220 V). Se utilizó la herramienta Excel para graficar resultados y comparaciones.

El primer paso de esta investigación fue realizar las mediciones a cada uno de los materiales, la temperatura del laboratorio es de 25°C.

## Resultados de conductividad y resistividad

Tabla 12. Medidas realizadas material Cobre

COBRE						
Nº	V. CIRCUITO (V)	CORRIENTE (A)	LONGITUD (m)	SECCIÓN (m)	RHO CU	RHO CU TEÓRICO
1	127,5	7,33E-04	1	0,00331	5,26E+07	5,80E+07
2	127,5	7,28E-04	1	0,00331	5,29E+07	5,80E+07
3	127,5	7,58E-04	1	0,00331	5,08E+07	5,80E+07
4	127,5	7,33E-04	1	0,00331	5,26E+07	5,80E+07
5	127,5	7,33E-04	1	0,00331	5,26E+07	5,80E+07
6	127,5	7,36E-04	1	0,00331	5,26E+07	5,80E+07
7	127,5	7,31E-04	1	0,00331	5,26E+07	5,80E+07
8	127,5	7,33E-04	1	0,00331	5,26E+07	5,80E+07
9	127,5	7,33E-04	1	0,00331	5,26E+07	5,80E+07
10	127,5	7,33E-04	1	0,00331	5,26E+07	5,80E+07
11	127,5	7,29E-04	1	0,00331	5,26E+07	5,80E+07
12	127,5	7,45E-04	1	0,00331	5,26E+07	5,80E+07
13	127,5	7,30E-04	1	0,00331	5,26E+07	5,80E+07
14	127,5	7,33E-04	1	0,00331	5,26E+07	5,80E+07
15	127,5	7,33E-04	1	0,00331	5,26E+07	5,80E+07

Fuente: Investigación de Campo



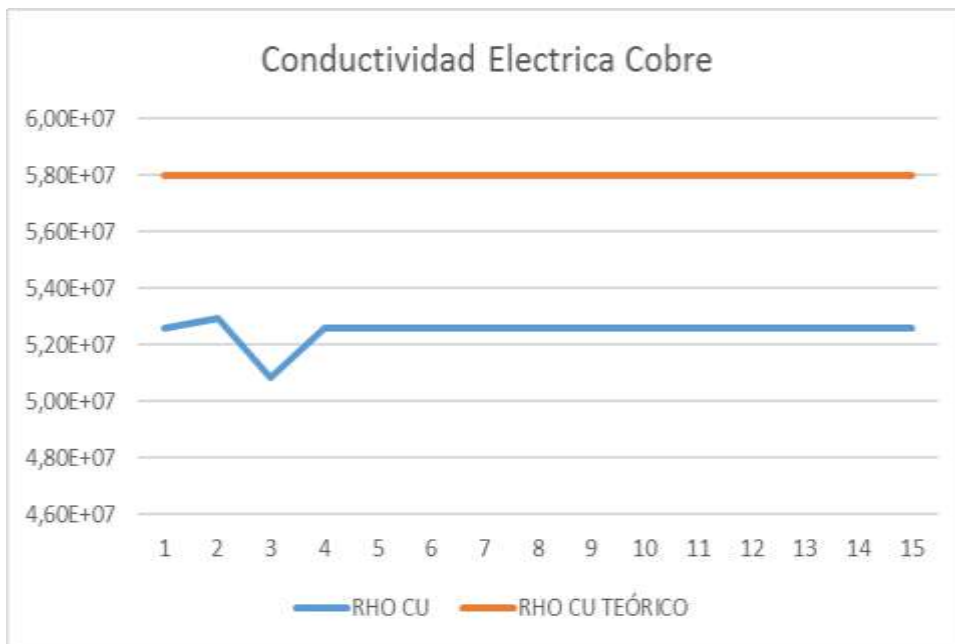


Figura 21. Conductividad Cobre

En la Figura 21 se observa que la conductividad del cobre en la investigación tiene relación y se mantiene con la conductividad establecida teóricamente.

Tabla 13. Medidas realizadas Biomaterial

<b>BIOMATERIAL</b>					
<b>Nº</b>	<b>V. CIRCUITO (V)</b>	<b>CORRIENTE (A)</b>	<b>LONGITUD (m)</b>	<b>SECCIÓN (m)</b>	<b>RHO BIO</b>
1	127,5	2,12E-02	1	0,00331	1,82E+06
2	127,5	2,01E-02	1	0,00331	1,92E+06
3	127,5	2,30E-02	1	0,00331	1,67E+06
4	127,5	2,11E-02	1	0,00331	1,83E+06
5	127,5	2,12E-02	1	0,00331	1,82E+06
6	127,5	2,00E-02	1	0,00331	1,93E+06
7	127,5	2,10E-02	1	0,00331	1,83E+06
8	127,5	2,10E-02	1	0,00331	1,83E+06
9	127,5	2,09E-02	1	0,00331	1,84E+06
10	127,5	2,00E-02	1	0,00331	1,93E+06
11	127,5	2,10E-02	1	0,00331	1,83E+06
12	127,5	2,10E-02	1	0,00331	1,83E+06
13	127,5	2,10E-02	1	0,00331	1,83E+06
14	127,5	2,10E-02	1	0,00331	1,83E+06
15	127,5	2,00E-02	1	0,00331	1,93E+06

Fuente: Investigación de Campo

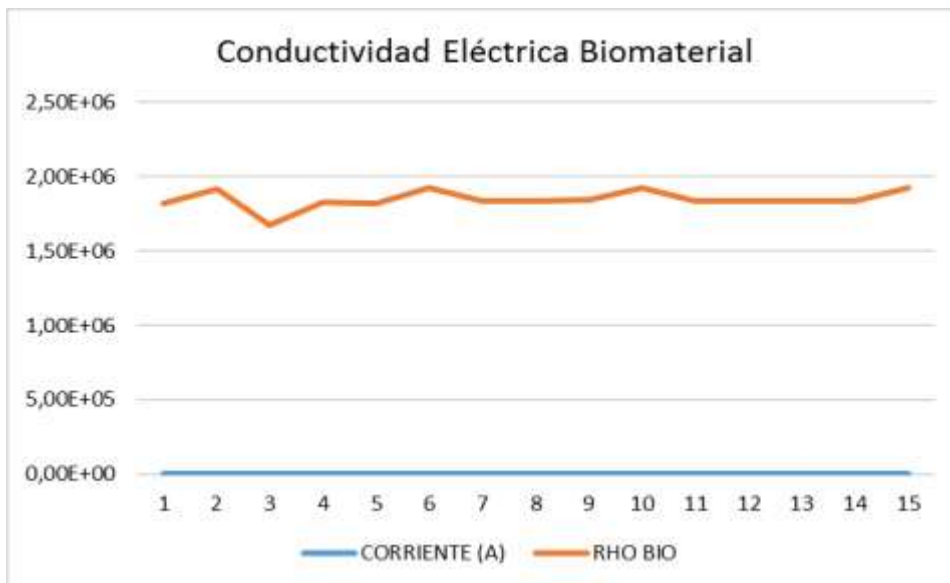


Figura 22. Conductividad Biomaterial

En la gráfica se observa que la conductividad del Biomaterial en la investigación son valores inferiores y por ende el Biomaterial se torna mucho más resistivo que el Cobre ya que la conductividad es inversamente proporcional a la resistividad.

Tabla 14. Conductividad y Resistividad Cobre vs Biomaterial

CONDUCTIVIDAD		RESISTIVIDAD	
RHO CU (S.m-1)	RHO BIO (S.m-1)	R CU ( $\Omega$ .m)	R BIO ( $\Omega$ .m)
5,26E+07	1,82E+06	1,9019E-08	5,50369E-07
5,29E+07	1,92E+06	1,8889E-08	5,21812E-07
5,08E+07	1,67E+06	1,9675E-08	5,97098E-07
5,26E+07	1,83E+06	1,9019E-08	5,47773E-07
5,26E+07	1,82E+06	1,9019E-08	5,50369E-07
5,26E+07	1,93E+06	1,9019E-08	5,19216E-07
5,26E+07	1,83E+06	1,9019E-08	5,45176E-07
5,26E+07	1,83E+06	1,9019E-08	5,45176E-07
5,26E+07	1,84E+06	1,9019E-08	5,42583E-07
5,26E+07	1,93E+06	1,9019E-08	5,19475E-07
5,26E+07	1,83E+06	1,9019E-08	5,45176E-07
5,26E+07	1,83E+06	1,9019E-08	5,45176E-07
5,26E+07	1,83E+06	1,9019E-08	5,45176E-07
5,26E+07	1,83E+06	1,9019E-08	5,45176E-07
5,26E+07	1,83E+06	1,9019E-08	5,45176E-07
5,26E+07	1,93E+06	1,9019E-08	5,19216E-07

Fuente: Investigación de Campo

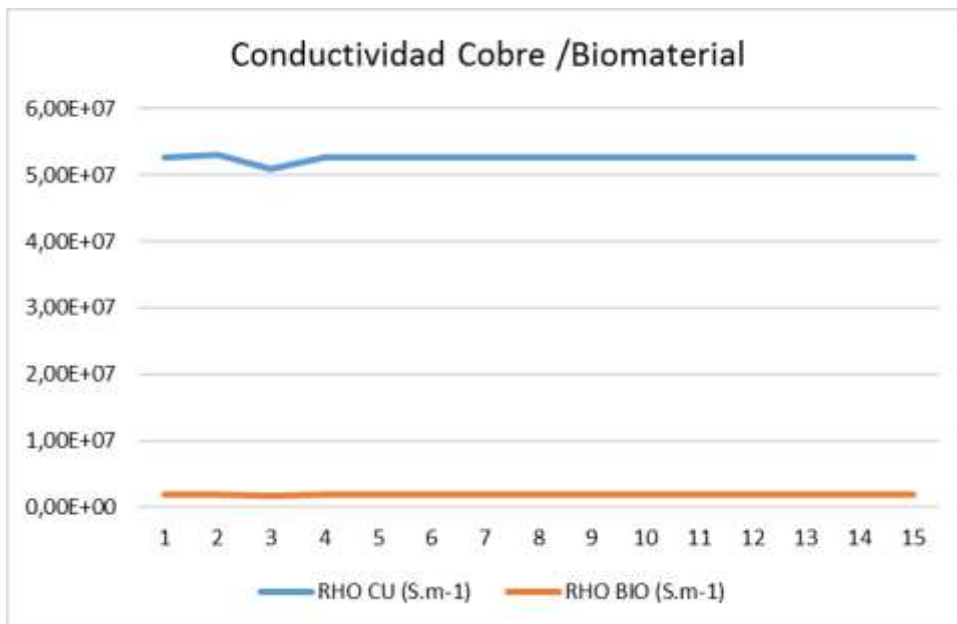


Figura 23. Comparativo de la Conductividad

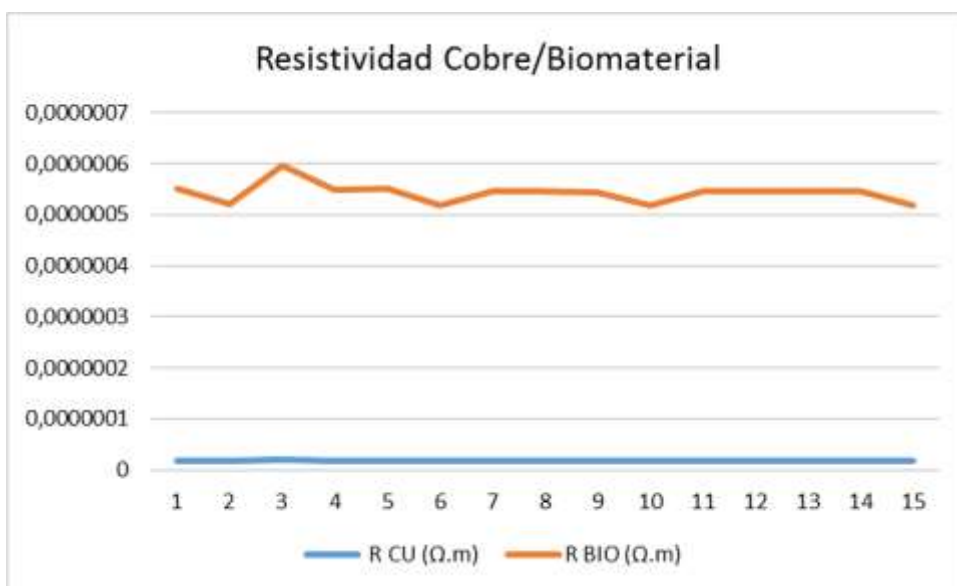


Figura 24. Comparativo de Resistividad

En la Figura 24 se aprecia que el Biomaterial tiene valores más resistivos que el Cobre, se debe a que el coeficiente de conductividad del Biomaterial es inferior al coeficiente de conductividad del Cobre.

## Resultados de caída de tensión en los materiales

Tabla 15. Medidas realizadas en el material de Cobre

MATERIAL CONDUCTOR	NIVEL DE TENSIÓN (V)	V. FUENTE (V)	V.CIRCUITO (V)	CORRIENTE (A)
COBRE	120	127,8	127,5	0,13
COBRE	220	218,2	217,8	0,07

Fuente: Investigación de Campo

Tabla 16. Medidas realizadas en el Biomaterial

MATERIAL CONDUCTOR	NIVEL DE TENSIÓN (V)	V. FUENTE (V)	V.CIRCUITO (V)	CORRIENTE (A)
BIOMATERIAL	120	127,8	50,2	0,002
BIOMATERIAL	220	218,2	83,1	0,001

Fuente: Investigación de Campo

Tabla 17. Cálculos de Caídas de Tensión Cobre

MATERIAL CONDUCTOR	NIVEL DE TENSIÓN (V)	$\Delta V$ CIRCUITO (V)	$\Delta V$ CONDUCTOR %
COBRE	120	0,000406	0,000317887
COBRE	220	0,000219	0,000100254

Fuente: Investigación de Campo

Tabla 18. Cálculos de Caídas de Tensión Biomaterial

MATERIAL CONDUCTOR	NIVEL DE TENSIÓN (V)	$\Delta V$ CIRCUITO (V)	$\Delta V$ CONDUCTOR %
BIOMATERIAL	120	0,362538	0,283675872
BIOMATERIAL	220	0,181269	0,083074648

Fuente: Diseño experimental

A partir de las mediciones realizadas se realizará una evaluación estadística y comparativa entre los dos tipos de materiales, para sacar conclusiones.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

- ❖ Técnicamente es posible obtener un biomaterial con características conductivas a partir de la cáscara de camarón.
- ❖ La aplicación de la tensión en el circuito desarrollado en los laboratorios de la Universidad Tecnológica Equinoccial sede Santo Domingo y su medición, demuestra que el biomaterial estudiado es un material que conduce la energía eléctrica y se debe a que su estructura química posee dobles enlaces conjugados que permiten el paso de un flujo de electrones.
- ❖ Las pérdidas en el Biomaterial para las dos tensiones aplicadas al circuito son similares (aproximadamente el 39% de pérdidas de tensión) lo que indica que existe estabilidad en el aspecto de propiedades conductivas por variación de tensión.
- ❖ El conductor de Biomaterial es 829 veces más resistivo que el conductor de cobre, por lo que la factibilidad técnica de esta investigación es negativa.
- ❖ El análisis económico nos indica que obtener en el laboratorio el conductor biomaterial es 2.56 veces el costo del conductor de cobre en el mercado.

## Recomendaciones

- ❖ Continuar investigando las pérdidas de energía en materiales alternativos, específicamente para la quitina el material aglomerante es decisivo, ejemplo los polímeros conductores.
- ❖ Buscar financiamiento privado para realizar la investigación con polímeros conductores, debido que son altamente costosos.
- ❖ Estudiar este Biomaterial como elemento semiconductor, por sus características resistivas.

## **VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Bohinski Robert “Bioquímica”, Quinta Edición, Versión en español de la Obra  
Modern concepts in Biochemistry. Ediciones Addison Wesley  
Iberoamericana, S.A. ISBN: 968444348; 1991
- Rodríguez Fernández Julián “Instalaciones eléctricas y domóticas”, Ediciones  
Paraninfo, S.A - ISBN: 8428335443; 2015.
- Rodríguez Fernández Julián “Equipos eléctricos y electrónicos”, Ediciones  
Paraninfo, S.A - ISBN: 8428335451; 2015.
- Harper Enríquez “Fundamentos de Control de Motores Eléctricos en la Industria”,  
Ediciones Limusa - ISBN: 9681857453; 2012
- Hermosa Antonio “Principios de Electricidad y Electrónica III 2ªEd”, Ediciones  
Alfaomega, Marcombo - ISBN: 8426715419; 2013
- Chang Raymond - Goldsby Kenneth “Química - 11ª Edición”, Ediciones Mcgraw-  
Hill - ISBN: 6071509289; 2013
- Duffo Gustavo “Biomateriales (Ciencia Joven/ Young Science)”, Ediciones Eudeba -  
ISBN: 9502314514; 2011
- Nanostructured Materials and Nanotechnology: Volumen 1492 (MRS Proceedings)  
Editores: Claudia Gutiérrez-Wing, José Luis Rodríguez-López, Olivia A.  
Graeve, Milton Muñoz-Navia; 2013.
- Grupo de Investigación en Biomateriales y Biomecánica: Volumen 18; Escobar  
Sierra Diana, Quintana Marco Antonio; Universidad Tecnológica de Pereira –  
ISSN 0122-1701; 2013
- Farina Alberto Luis. Cables y Conductores eléctricos: Edición Cúspide; Argentina.  
ISBN: 9505531834; 2014

- Bernal Cesar Augusto. Metodología de la Investigación 2: Edición Prentice Hall.  
ISBN: 9702606454; 2007
- Andrade Jesús – Ortega. Avances en la Investigación Científica en el CUCBA:  
Investigación en Biomateriales. ISBN: 9786070020834; 2008
- Pastor, A. Aplicaciones en alimentación y control ambiental En: quitina y quitosano:  
Edición 1; 2004
- Beaney P. Comparisons of chitins produced by chemical and bioprocessing methods;  
2005
- Tharanathan R. y Kittur F. Chitin- the undisputed biomolecule of great potential.  
Critical Reviews in Food Science and Nutrition; 2003
- Young I. Physicochemical characteristics and functional properties of various  
commercial chitin and chitosan products. Journal Of Agricultural and Food  
Chemistry; 1998
- Goycoolea F. Fuentes y obtención. En: Quitina y quitosano: obtención,  
caracterización y aplicaciones. Ed. Fondo Editorial Pontificia Universidad  
Católica de Perú. Lima; 2004
- Percot A. Optimization of chitin extraction from shrimp shells. Biomacromolecules;  
2003
- Plascencia Jatomea M. Recuperación de proteínas a partir de desechos de camarón y  
su aplicación en dietas para acuicultura. Tesis de maestría. México, D.F.  
Universidad Autónoma Metropolitana; 2000
- Serway Raymond “College Physics” Vol 1 Edición: Cengage Learning - ISBN:  
0495962910; 2013
- Serway Raymond “Fundamentos de Física” Edición: 8th, Cengage Learning Editores  
S.A. de C.V. - ISBN: 607481130X; 2009



Kendall Kenneth, Kendall Julie “Análisis y Diseño de Sistemas” Edición: 6th,  
Pearson Educación – ISBN: 9702605776; 2005

Chang Raymond “Chemistry” Edición: 10th, McGraw-Hill - ISBN: 0077274318;  
2010

Heeger Alan “Premio Nobel de Química” EEUU, Universidad de California, Santa  
Barbara; 2000

Arrieta A, Jaramillo A. “Bióplásticos eléctricamente conductores de almidón de  
yuca” Congreso Internacional de Materiales; 201

### **Webpage**

<http://www.europapress.es/ciencia/laboratorio/noticia-descubren-metal-organico-altamente-conductor-20140820175548.html>

<http://www.dicyt.com/noticias/crean-biomateriales-magneticos-y-conductores-de-electricidad>

[http://www.vinv.ucr.ac.cr/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1494:cientificos-crean-biomateriales-magneticos-y-conductores-de-electricidad&catid=1&Itemid=68](http://www.vinv.ucr.ac.cr/index.php?option=com_content&view=article&id=1494:cientificos-crean-biomateriales-magneticos-y-conductores-de-electricidad&catid=1&Itemid=68)

[https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwj5s4H2gtrKAhWGVyYKHf9zDysQFggbMAA&url=http%3A%2F%2Fdialognet.unirioja.es%2Fdescarga%2Farticulo%2F4320335.pdf&usq=AFQjCNGLuT0zPnEo\\_NtDh\\_IvU3tRAzZTxw](https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwj5s4H2gtrKAhWGVyYKHf9zDysQFggbMAA&url=http%3A%2F%2Fdialognet.unirioja.es%2Fdescarga%2Farticulo%2F4320335.pdf&usq=AFQjCNGLuT0zPnEo_NtDh_IvU3tRAzZTxw)

<http://www.eis.uva.es/~macromol/curso09-10/Guillermo/web/polimeros.htm>

[http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Articulo\\_Polimeros\\_Conductores\\_2084.pdf](http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Articulo_Polimeros_Conductores_2084.pdf)

<http://www.eumed.net/rev/tlatemoani/03/mrlch.htm>

<http://www.ehu.eus/reviberpol/pdf/publicados/choy.pdf>

<http://www.mcnbiografias.com/app-bio/do/show?key=heeger-alan>

[https://www.youtube.com/watch?v=\\_9Qm4XiVnGw](https://www.youtube.com/watch?v=_9Qm4XiVnGw)

<http://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/materiales/article/view/19085/1>

## VII. ANEXOS

### ANEXO 1: Lavado, secado y molienda del camarón



Foto 1: Secado de Cáscara de camarón

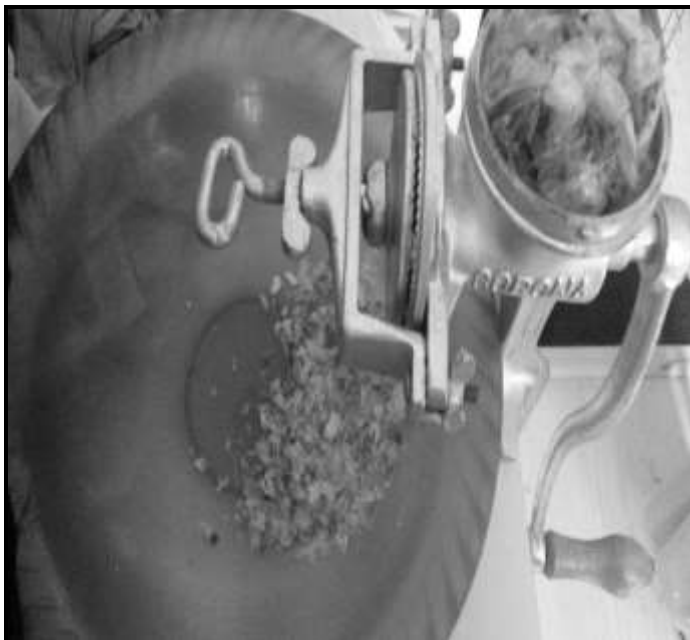


Foto 2: Molienda de Cáscara de camarón

## ANEXO 2: Proceso del aglomerado



Foto 3: Pesado de la Quitina



Foto 4: Pesado de Sosa Cáustica



Foto 5: Mezcla de la quitina con Sosa Caustica

### ANEXO 3: Medición de Variables

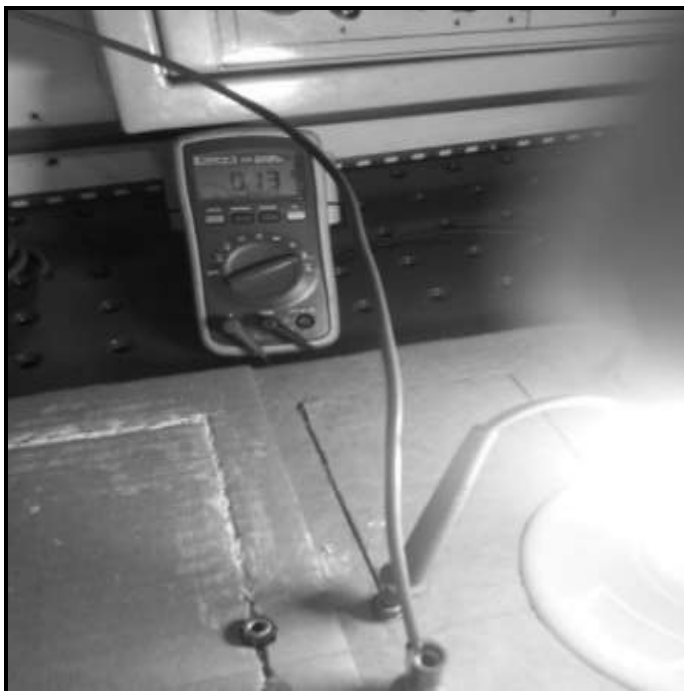


Foto 6: Corriente del conductor de Cobre a 127,8 V

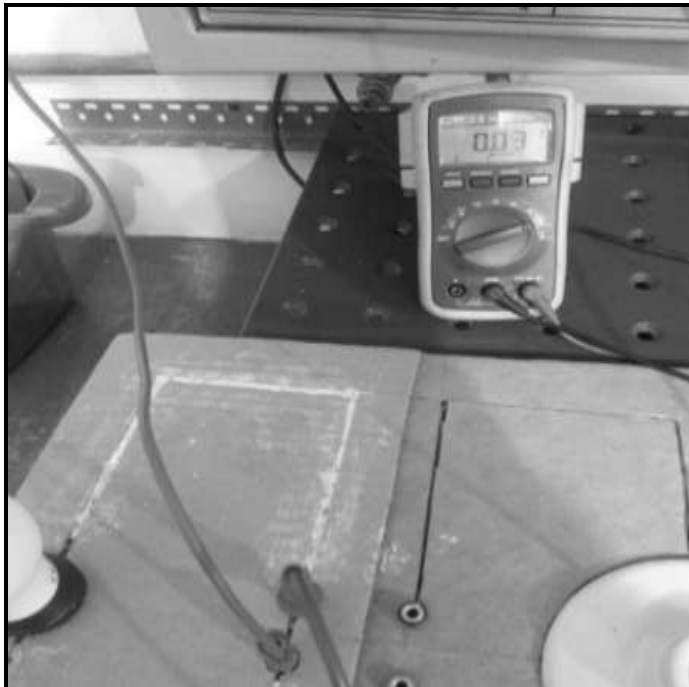


Foto 7: Corriente del conductor Biomaterial a 127,8 V

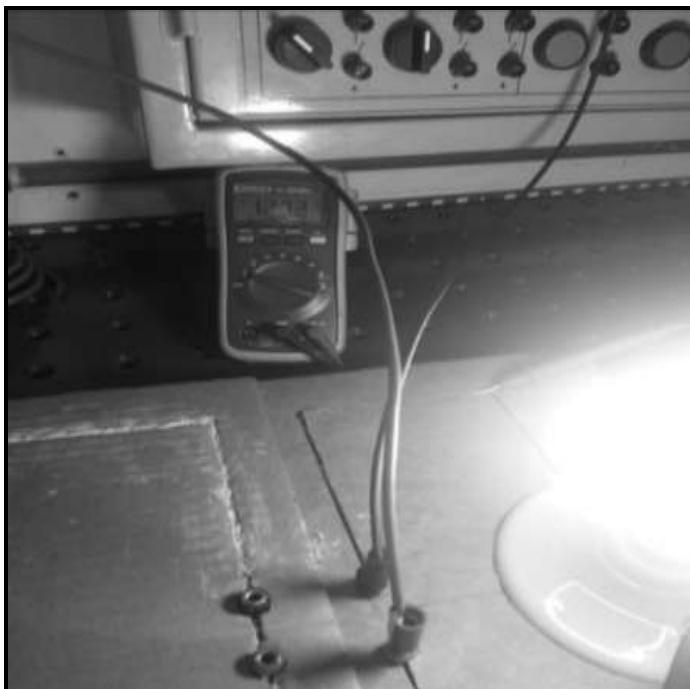


Foto 8: Caída de Tensión en el conductor de Cobre a 127,8 V

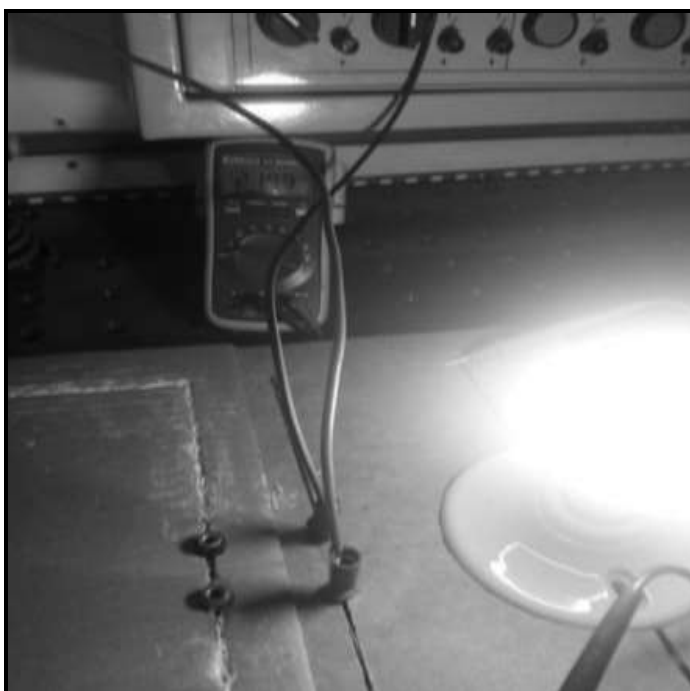


Foto 9: Caída de Tensión en el conductor de Cobre a 218,2 V

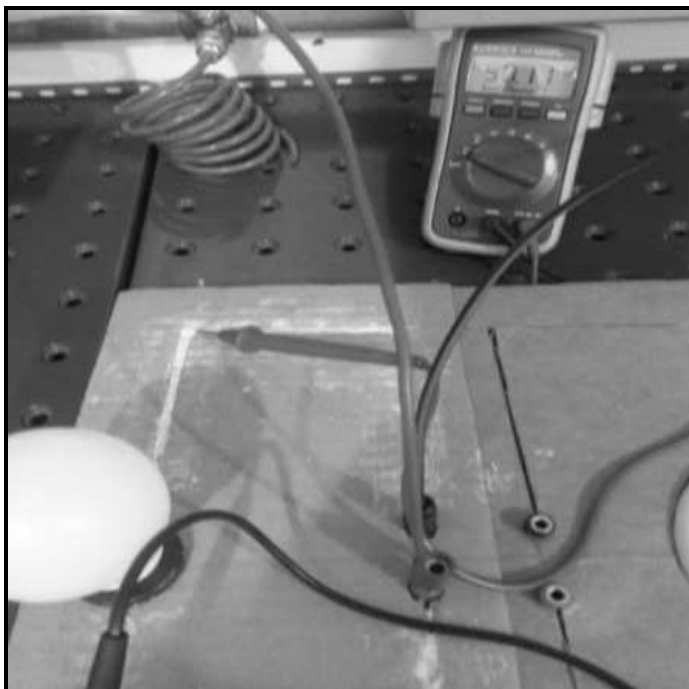


Foto 10: Caída de Tensión en el conductor Biomaterial a 127,8 V

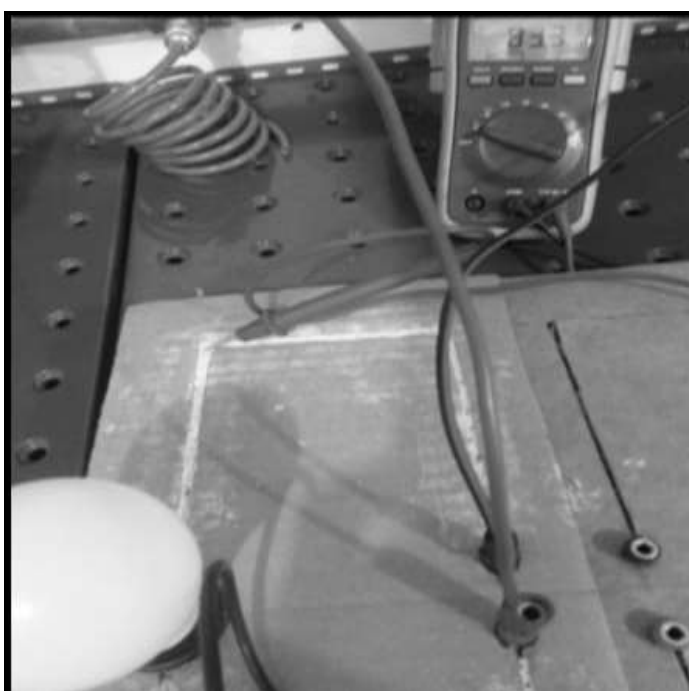


Foto 11: Caída de Tensión en el conductor Biomaterial a 218,2 V