



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

“Estudio comparativo de las propiedades eléctricas de celdas solares comerciales modificadas con grafeno sintetizado con ajo añejado”.

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniera Ambiental

**AUTORA:**

Gularte Manrique, Jenny Massiel (ORCID: 0000-0003-4531-9528)

**ASESOR:**

Dr. Acosta Suasnabar, Eusterio Horacio (ORCID: 0000-0001-6837-7347)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

**LIMA – PERÚ**

**2019**

## **DEDICATORIA**

La dedicación de la presente tesis es hacia la vida por enseñarme mediante situaciones buenas y malas, por darme lecciones cada día, también a mi madre mi motivo principal de salir adelante, familia y seres queridos cercanos a mí que me brindaron apoyo y aliento siempre.

### **AGRADECIMIENTO**

A los profesores de los que aprendí cada lección a lo largo de la carrera, a los asesores por tener la paciencia y dedicación en cada consulta realizada y la universidad por brindar las instalaciones para el desarrollo de tesis.

## ÍNDICE

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS .....	iii
PÁGINA DEL JURADO .....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD .....	v
ÍNDICE.....	vi
INDICE DE FIGURAS.....	vii
INDICE DE TABLAS.....	viii
RESUMEN .....	x
ABSTRACT.....	xi
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MÉTODO.....	14
2.1 Tipo y diseño de Investigación.....	14
2.2 Operacionalización de variables.....	14
2.3 Población, Muestra y Muestreo .....	16
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, Validez y confiabilidad.....	17
2.5 Procedimiento.....	20
2.6 Métodos de análisis de datos.....	31
2.7 Aspectos Éticos.....	31
III. RESULTADOS.....	32
IV. DISCUSIÓN .....	58
V. CONCLUSIONES.....	60
VI. RECOMENDACIONES .....	61
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62
VIII ANEXOS.....	66
Matriz de consistencia.....	66
Instrumento de recolección de datos.....	67
Instrumento de recolección de datos.....	68
Instrumento de recolección de datos.....	60
Validación de instrumentos.....	70

Confiabilidad.....	79
Prueba de Turnitin.....	82

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Sistema de carga de corriente directa y de corriente alterna de fuente de energía solar.....	6
Figura 2: Esquema de formación de GO a partir de grafito.....	7
Figura 3: Compuestos presentes en diferentes preparaciones del ajo.....	10
Figura 4: Diagrama de flujo de la investigación.....	20
Figura 5: a) Materiales del laboratorio que se usarán b) ajo y grafito que se emplearán.....	22
Figura 6: Reactivos a utilizar.....	22
Figura 7: Sistema de obtención energía solar.....	23
Figura 8: Obtención de Grafito.....	23
Figura 9: Pesaje de Grafito.....	24
Figura 10: a) Mezcla de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> y grafito b) mezcla en el agitador magnético.....	25
Figura 11: a) KMnO <sub>4</sub> b) pesaje de KMnO <sub>4</sub> .....	26
Figura 12: Mezcla de grafito, ácido sulfúrico y permanganato de potasio.....	26
Figura 13: a) Pesaje de ajo añejado. b) molido de ajo añejado c) calentado de ajo añejo con agua destilada. d)filtrado de extracto de ajo .....	27
Figura 14: GO y extracto de ajo .....	27
Figura 15: Mezcla para reducción de óxido de grafeno en agitador magnético .....	28
Figura 16: Oxido de grafeno reducido.....	28
Figura 17: Filtrado de óxido de grafeno reducido.....	29
Figura 18: a) vidrio de óxido de grafeno empleado b) pasta de óxido de grafeno reducido en vidrio.....	29
Figura 19: a) multímetro empleado b) medición por prototipo c) medición de sistema de energía solar.....	29

Figura 20: Variación de voltaje.....	34
Figura 21: Variación de intensidad de corriente.....	36
Figura 22: Variación de resistencia.....	38
Figura 23: Variación de potencia.....	40
Figura 24: Variación de eficiencia.....	42
Figura 20: Comparación de resultados.....	45

## **INDICE DE TABLAS**

Tabla 1: Matriz de operacionalización.....	15
Tabla 2: Etapas del Proyecto de investigación.....	17
Tabla 3: Pesaje de grafito.....	24
Tabla 4: Pesaje de permanganato de potasio.....	25
Tabla 5: Características del Oxido de grafeno.....	32
Tabla 6: Característica del proceso de generación de prototipos.....	32
Tabla 7: Parámetros eléctricos de panel solar comercial de silicio.....	32
Tabla 8: Parámetro Voltaje .....	33
Tabla 9: Promedio de voltaje .....	35
Tabla 10: Parámetro de Intensidad de corriente .....	35
Tabla 11: Promedio de intensidad de corriente.....	37
Tabla 12: Parámetro Resistencia .....	38
Tabla 13: Promedio de resistencia.....	40
Tabla 14: Parámetro Potencia.....	40
Tabla 15: Promedio de Potencia.....	41
Tabla 16: Parámetro Eficiencia.....	41
Tabla 17: Promedio Eficiencia.....	45
Tabla 18: Consolidado de promedios por parámetro.....	45
Tabla 19: Variación de valores de los Parámetros eléctricos, respecto a la prueba	

en blanco.....	46
Tabla 20: Comparación de resultados.....	47
Tabla 21: Prueba de normalidad para el voltaje.....	48
Tabla 22: ANOVA para el voltaje.....	49
Tabla 23: Prueba de normalidad para la intensidad.....	50
Tabla 24: ANOVA para la intensidad.....	51
Tabla 25: Prueba de normalidad para la resistencia.....	52
Tabla 26: ANOVA para la resistencia.....	53
Tabla 27: Prueba de normalidad para la potencia.....	54
Tabla 28: ANOVA para la potencia.....	55
Tabla 29: Prueba de normalidad para la eficiencia energética.....	56
Tabla 30: ANOVA para la eficiencia energética.....	57

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo comparar los parámetros eléctricos de las celdas solares modificadas con grafeno sintetizado con ajo añejado con respecto a las celdas de silicio de un panel comercial. La investigación inicia con la obtención de grafito para la síntesis lo cual se realizó mediante la recolección de pilas, luego se realizó el método Hummer para la síntesis inicial, para la reducción se empleó extracto de ajo con 19 meses de reposo, una vez que se obtuvo el óxido de grafeno reducido rGO se pasó a registrar una película delgada en 6 láminas de vidrio, se realizaron 6 pruebas de 60, 120 y 180 minutos, y se hicieron 3 repeticiones, los valores arrojados del panel con 1, 2, 3, 4, 5 y 6 láminas que se insertaron como contra electrodo en hasta 6 celdas de las 36 que poseía el panel. La investigación fue aplicada y de diseño experimental. La población fue compuesta por las 36 celdas que conforman un panel solar comercial y 6 el número de muestras que se aplicaron en ellas. Los instrumentos usados fueron la ficha de análisis para caracterizar el óxido de grafeno, ficha de registro de elaboración de láminas de vidrio y ficha de registro de prototipos en celdas solares. Los valores obtenidos según el objetivo se describen, para voltaje variaron con un rango de 23 V la mínima a 25 V la máxima, las resistencias con un rango de 2.61  $\Omega$  y 3.06  $\Omega$ , el amperaje entre 8.5 A y 8.8 A, la potencia entre 195.5 W y 228 W, y la eficiencia energética que estuvo entre 72.79 % y 85.19%, las diferencias al hacer la comparación con los datos de la prueba en blanco, dieron valores mínimos, estos son: 3.22V para voltaje, 0.17A para intensidad de corriente, 0.28  $\Omega$  para resistencia, 33.31W para potencia y 12.4% para potencia. Finalmente se concluyó que las celdas modificadas con láminas con rGO arrojaron valores en los parámetros eléctricos similares a los de las celdas de silicio y que además las eficiencias fueron próximas, lo cual indica que para fines de obtención de energía fue aplicable. La mejora en la eficiencia de las energías renovables es un punto que se debe llevar más en investigaciones, más aún cuando se emplean métodos ecológicos y económicos.

**Palabras clave:** grafeno, panel solar, parámetros eléctricos.

## ABSTRACT

The objective of this research work was to compare the electrical parameters of the modified solar cells with graphene synthesized with aged garlic with respect to the silicon cells of a commercial panel. The investigation began from the obtaining of graphite for the synthesis which was carried out by collecting batteries, then the Hummer method was carried out for the initial synthesis, for the reduction garlic extract was used with 19 months of rest, once it was obtained the graphene oxide reduced rGO a thin film was recorded in 6 sheets of glass, 6 tests of 60, 120 and 180 minutes were performed, and 3 repetitions were made, the values thrown from the panel with 1, 2, 3, 4, 5 and 6 sheets that were inserted as counter electrode in up to 6 cells of the 36 that the panel possessed. The research was applied and experimental design. The population was composed of the 36 cells that make up a commercial solar panel and 6 the number of samples that were applied in them. The instruments used were the analysis sheet to characterize graphene oxide, glass sheet manufacturing record sheet and prototype record sheet in solar cells. The values obtained according to the objective are described, for voltage varied with a range of 23 V the minimum to 25 V the maximum, the resistances with a range of 2.61  $\Omega$  and 3.06  $\Omega$ , the amperage between 8.5 A and 8.8 A, the power between 195.5W and 228W, and the energy efficiency that was between 72.79 % and 85.19 %, the differences when making the comparison with the blank test data, gave minimum values, these are: 3.22 V for voltage, 0.17 A for current intensity, 0.28  $\Omega$  for resistance, 33.31 W for power and 12.4 % for power. Finally, it was concluded that the cells modified with sheets with rGO showed values in the electrical parameters similar to those of the silicon cells and that the efficiencies were also close, which indicates that for the purpose of obtaining energy it was applicable. The improvement in the efficiency of renewable energies is a point that should be carried more in research, especially when using ecological and economic methods.

**Keywords:** graphene, solar panel, electrical parameter

## I. INTRODUCCIÓN

En el Perú y alrededor del mundo, existen zonas rurales en donde la adquisición de dispositivos que generen energía es primordial ya que carecen del servicio básico eléctrico, debido a ello y para ello surgen importantes alternativas a tomar como fuentes de energías renovables y eco amigables, problema es que no se trata solo de encontrar más alternativas de las que poseemos, sino de optimizarlas hasta volverlas realmente eficientes para su uso en la vida cotidiana, la energía solar se considera en muchos casos insuficiente para cubrir las necesidades energéticas en un hogar, por ello la necesidad de transformar esa energía mediante procesos en una fuente capaz de generar suficiente energía que no genere el optar por otras ya convencionales y se menosprecie a la misma.

La causa de que no se haya potenciado energías limpias y sostenibles como la energía solar proviene a que no se realizan investigaciones viables para su desarrollo, zonas rurales en ambientes que favorecen a la producción de energía solar, se ven desperdiciadas porque no se explota ese potencial, porque no se promueven esa clase de proyectos.

Por otra parte, el grafeno ha llamado la atención de aquellos que buscan nuevos avances tecnológicos en cuanto a innovación y optimización de sistemas. La obtención de grafeno no es comercializada, pero si puede ser obtenida a partir de procedimientos de laboratorio. La síntesis de materiales con agentes naturales reductores, son una alternativa buena contraria a agentes reductores tóxicos, ya son de fácil disposición, de menos costo y no dañan el ambiente. Existen diversas investigaciones que avalan los usos del grafeno, sintetizado o reducido y que aplicado en propósitos distintos, pero que poseen gran importancia. La presente investigación realizó un estudio comparativo de los parámetros eléctricos obtenidos de celdas de un panel de silicio comercial modificadas con contra electrodos de grafeno sintetizado de ajo añejado.

**JARAMILLO** (2018), en su investigación *“Remoción de aceites y grasas mediante óxido de grafeno artesanal en el centro de lavado “Splash” San Miguel – Lima”*, cuya finalidad fue determinar el efecto del óxido de grafeno en la remoción de aceites y grasas a una dosis mayor a 10gr. en un tiempo de 10 min para el reciclaje de aguas residuales, todo ello realizado mediante el método Hummers mejorado que permitió la oxidación y exfoliación de grafito teniendo como resultado que la dosis más adecuada fue 15 g/L y el tiempo de 30 min, para la

remoción de 24.68 mg/L lo que significo más de 50 % de lo sometido al tratamiento.

**SILVA** (2018) en su indagación “Eficiencia de las células fotovoltaicas nanoestructuradas a almohadilla de dióxido de titanio, sensibilizadas con pigmentos nativos peruanos en Chaclacayo” buscó presentar nuevas propuestas de colorantes de incólume costo y máxima eficacia para la tecnología de celdas solares sensibilizadas, el florecimiento de esta indagación se dio mediante el desarrollo de 10 prototipos que variaron en tipo y plazo de exposición del colorante, los resultados fueron que el apoyo del pigmento a base de aguaymanto, en la celda fotovoltaica tuvo el máximo porcentaje de eficacia en un lapso de exposición de 2h 39 min 11.07s y su valor medio fue de  $2.33E-6$  % entretanto que el apoyo del pigmento a base de camu camu, en la celda fotovoltaica tuvo el máximo porcentaje de efectividad en un lapso de exposición de 1h 00 m 09.40 s y su valor medio fue de  $1.03E-6$  %, por lo que se determinó por último que no existe una correlación entre el lapso de exposición a los pigmentos y la efectividad energética de un prototipo de célula fotovoltaica nano estructurada.

**TAPIA** (2017) en su investigación “Reducción de la salinidad de las aguas de la Playa San Pedro– Lurín utilizando Nanotecnología (Grafenano) a escalera laboratorio” donde el frío fue restablecer la casta de las aguas de San Pedro empleando un pre tratamiento con micro-nanoburbujas de aire en tiempos y concentraciones diferentes, obtuvo que los resultados obtenidos fueron los siguientes: remoción de Turbidez en 96% (de 27.57 NTU a 1.06 NTU), conductividad en 65% (de 49.01 mS/cm a 17.04 mS/cm), DBO5 en 70% (de 2.42 mg/L a 0.72 mg/L) y una remoción de sales de 47% (de 34.46 g/L a 18.41 g/L). Concluyendo que el sistema de ahorro si enmienda la casta de uso de las aguas.

**MANQUIAN** (2017), en su investigación “*Síntesis de Grafeno usando agentes naturales aplicadas a celdas solares sensibilizadas en colorante*”, cuyo objetivo fue proponer un nuevo agente reductor para óxido de grafeno empleando el método Hummers modificado y obteniendo una eficiencia de 0.27% y 0.03% para extracto de ajo fresco calentado y para la muestra reducida con extracto de ajo fresco en etanol.

**BALTAZAR** et al. (2018). En su investigación “Respuesta energética del colorante azoico rojo disperso mezclado con grafeno reducido y óxido de grafeno en celdas solares sensibilizadas”, cuyo impreciso fue evaluar la efectividad energética del colorante azoico disperso compuesto con grafeno reducido y oxido de grafeno, y adonde se empleó el razonamiento de electrolisis en ámbito ácido aplicando un voltaje de 3V a un vigencia de 15s. Concluyendo que todas las celdas fueron térmicamente estables, las celdas sensibilizadas con colorante rojo disperso 1 y rojo disperso 1 compuesto con grafeno y oxido de grafeno reportaron eficiencias globales de 0.12, 0.34 y 0.21 respectivamente y potencias máximas de  $9.68 \text{ W/cm}^2 \times 10^{-3} \text{ W/cm}^2$ ,  $11.74 \text{ W/cm}^2 \times 10^{-3} \text{ W/cm}^2$  y  $19.19 \text{ W/cm}^2 \times 10^{-3} \text{ W/cm}^2$  de forma respectiva.

**CRUZ** (2016), en su investigación “*Desenvolvimento de dispositivos orgânicos de óxido de grafeno para conversão de energia solar*”, cuyo objetivo fue producir y caracterizar dispositivos utilizando diferentes sustratos sobre los cuales fueron depositados películas finas de óxido de grafeno, empleando la técnica de derramamiento y películas con capas alternas de policloruro de alilamina (PAH) y GO, por la técnica de capa por capa (LBL) se comprobó que al ser irradiado en los 254nm, la película presentó alteraciones en la estructura molecular del GO, principalmente asociadas a saltos en las conexiones C=O la película irradiada en los 140nm, no mostro ninguna degradación en su estructura.

**DURANTINI** (2014), en su investigación “*Efecto de la incorporación de nanopartículas de grafeno en dispositivos fotovoltaicos de óxido de titanio sensibilizadas por colorante orgánico*”, cuyo objetivo fue determinar el efecto sobre las propiedades fotovoltaicas de la incorporación de grafeno en celdas solares bajo el principio de sensibilización espectral y donde se empleó la metodología experimental para la obtención de resultados a nivel de laboratorio para síntesis de la pasta de nanopartículas de óxido de titanio con grafeno y como resultado se obtuvo que las celdas que poseen grafeno alcanzan una eficiencia de 8.6 y 7.3% mientras que aquellas en las que el grafeno están ausente se obtuvieron menores eficiencias de 8.3 y 5.8%, resultados que fueron corroborados mediante análisis de cambios en los espectros de absorción de fotoelectrodos y sus correspondientes efectos en la eficiencia de fotocorriente por fotón incidente.

**BOTAS** (2014) en su investigación *“Síntesis y caracterización de materiales grafénicos: aplicación en almacenamiento de energía”*, cuya finalidad fue elaborar materiales controlados teniendo al grafito como punto de partida y procesos en la preparación, todo mediante el empleo del método de experimentación química a través de dióxido de grafito, y concluyendo que el tratamiento de oxidación del grafito determina las características estructurales del GrO y en consecuencia de los GOs y grafenos resultantes lo que puede variar resultados en la aplicación de los mismos.

**LAVÍN** (2017) en su investigación *“Definición y optimización de la síntesis de nanomateriales basados en grafeno”*, cuya finalidad es estudiar la síntesis y caracterización del grafeno, empleando 2 estrategias diferentes como BOTTON-UP, donde partiendo de moléculas gaseosas de hidrocarburo para sintetizar láminas de grafeno sobre un metal y una estrategia TOP-DOWN en la que se usa grafito como materia prima en la síntesis de materiales derivados del grafeno, se concluye que la reducción que se basa en varias fases usando ácido ascórbico como agente reductor determino una mayor efectividad, reduciendo hasta en un 27% los grupos oxigenados presentes en el óxido de grafito y teniendo como resultado un material con estructura y características parecidas a las obtenidas usando solo única forma de reducción.

**CHALE** (2015) en su investigación *“Películas conductoras de grafeno para electrodos transparentes”*, cuyo objetivo fue preparar películas transparentes conductoras de grafeno partiendo de óxido de grafeno empleando el método Hummers, donde se demostró la capacidad de las películas como electrodos mediante la electrodeposición de ZnO usando un método pulsante y un método potencial constante.

**HUANG (2011)**, demostró una nueva nanoestructura de grafeno nanoestructura-grafeno como un imitador de la red GNR. Esta estructura nanométrica introduce un efecto de tamaño finito en una gran lámina de grafeno al tiempo que conserva la naturaleza bidimensional y, por lo tanto, puede ser ventajoso en la fabricación e integración prácticas de dispositivos. Basado en el avance de nuestro método de fabricación, mostró la primera observación experimental de una mejora dramática de la conductancia en un transistor de efecto de campo GNR por un

campo magnético perpendicular. Se observó una MR negativa muy grande de casi el 100% con una conductancia mejorada más de 10,000 veces a bajas temperaturas; y más del 50% permaneció a temperatura ambiente. También observó un comportamiento similar del magneto transporte en el dispositivo de grafeno nanomesh. La gran MR observada se atribuyó a la compleja interacción entre la aspereza del borde, el confinamiento cuántico y la formación de órbitas ciclotrónicas. Estos hallazgos demuestran interesantes propiedades de magneto transporte en nanoestructuras de grafeno y pueden abrir nuevas y emocionantes oportunidades para una nueva generación de dispositivos magneto electrónicos

**RAKESH (2014)**, realizó un estudio basado en simulación experimental y de dominio de tiempo de diferencia finito (FDTD) sobre la aplicación de grafeno como capa conductora transparente en una célula solar de silicio p-n cristalino plano y sin textura. Se transfirió un grafeno monocapa de alta calidad con 97 % de transparencia y  $350 \Omega / \square$  resistencia a la lámina cultivado por el método de deposición química de vapor a presión atmosférica en células planas de Si. Se observó un aumento en la eficiencia del 5,38 % al 7,85 % tras la deposición de grafeno sobre las células de Si, que aumenta aún más hasta el 8,94 % tras la deposición de SiO<sub>2</sub> sobre la estructura de grafeno / Si. Un gran aumento en la eficiencia de conversión de fotones como resultado de la deposición de grafeno muestra que la interacción electrónica y la presencia de un campo eléctrico en la interfaz de grafeno / Si juegan un papel importante en esta mejora y además conducen a una reducción en la resistencia en serie debido a la naturaleza conductora del grafeno.

**OSORIO (2016)** en su investigación *“Preparación de materiales grafénicos para su uso como electrodos en sistemas electroquímicos de almacenamiento de energía”*, cuyo objetivo fue estudiar el rendimiento electroquímico de los óxidos de grafeno reducido térmicamente como materiales activos de electrodo en diferentes dispositivos electroquímicos de almacenamiento de energía, mediante la exfoliación en fase química y donde se demostró que la conductividad eléctrica de TRGO 1000 es mayor a todas las presiones ensayadas alcanzándose valores de  $2.12 \text{ Scm}^{-1}$  a 30 MPa frente a los  $1.05 \text{ Scm}^{-1}$  del TRGO700 lo que estaría de acuerdo con su menor porcentaje de oxígeno ( 0.6% versus el 8.5% para el TRGO700).

Las celdas fotovoltaicas, asimismo conocidas como celdas solares o celdas fotoeléctricas, son dispositivos electrónicos provistos de capas, que transforman la luz que incide sobre ellas en intensidad eléctrica gracias a la difusión del aparato para producir voltaje sobre una carga externa y corriente a través de la carga al mismo tiempo (Alarcón, 2008).

Además, están formados por metales sensibles a la luz que desprenden electrones cuando los rayos de luz inciden sobre ellos, generan energía eléctrica en modo de corriente continua, que se almacena en acumuladores, para que se use exceptuado de las horas de luz.

La instalación solar fotovoltaica resulta sencilla de explicar, pero antes se deben conocer los elementos (básicos o no) que componen una instalación solar fotovoltaica (Figura 1)

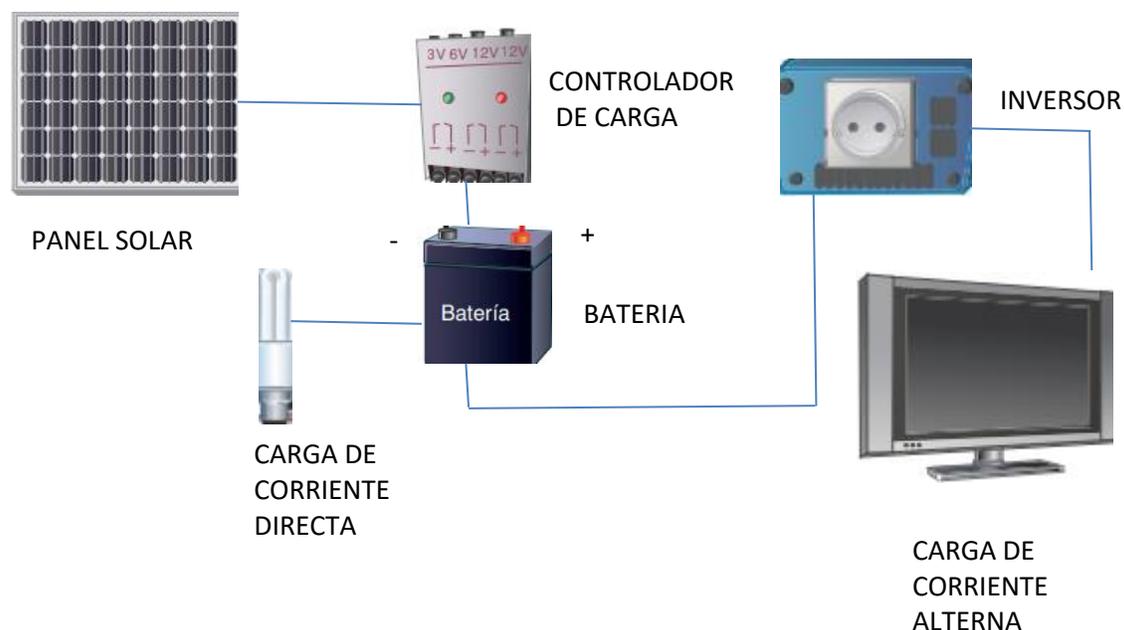


Figura 1: Sistema de carga de corriente directa y de corriente alterna de fuente de energía solar

Fuente: Elaboración Propia

Existen 5 formas alotrópicas del carbono, y son las siguientes: diamante, grafito, fullereno, grafeno y carbono. El grafito, una de las formas antes mencionadas se caracteriza por tener en su estructura átomos en vértices hexagonales que tapizan un plano de color negro, gris y blanco. El grafito tiene exactamente los mismos átomos del diamante, pero por estar dispuestos en diferente forma tienen distintas propiedades físicas y químicas (Ver Fig.2). La obtención

del grafito en la presente investigación se realizó a partir de pilas voltaicas cuya barra de grafito es el terminal positivo o cátodo, rodeado por una mezcla de dióxido de manganeso, negro de acetileno y polvo de carbón.

El grafeno es un nanomaterial, nano, es un sufijo del Sistema Internacional de medida y significa una billonésima  $10^{-9}$ , entonces podremos decir que en lo que a materiales a esta escala concierne están entre 1-100 nm (IUPAC, 2014), esta definición es importante para entender el grafeno, cuya ventaja es que es un material de fácil preparación a grandes escalas, en el interés por este material lo más resaltante son sus propiedades eléctricas, ópticas y térmicas. Es buen conductor eléctrico y de calor, posee una resistencia y dureza 200 veces más que el acero y flexibilidad mecánica 10 veces superior al silicio.

Hoy en día se han desarrollado diversas maneras de sintetizar grafeno para su obtención, el método Hummers es el más usado donde se adiciona  $\text{KMnO}_4$  al grafito que se encuentra en un medio ácido ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). En este método la oxidación llevada a cabo mediante tratamiento de grafito en una mezcla de ácido sulfúrico, nitrato de sodio y permanganato de potasio. Como resultado, estos métodos son usualmente nombrados como métodos Hummers modificado (Figura 2).

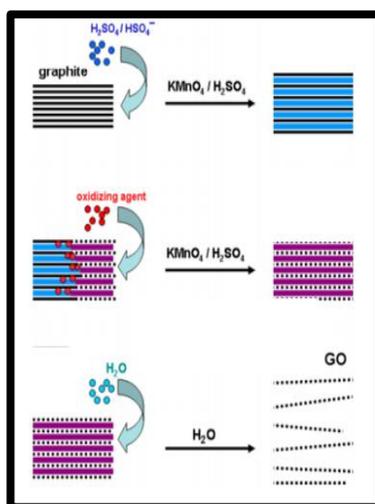


Figura 2. Esquema de formación de GO a partir de grafito

Fuente: Farías, 2017

El óxido de grafito y el óxido de grafeno son aislantes eléctricos por la desunión en las redes de sus enlaces  $\text{sp}^2$ . su conductividad eléctrica puede ser reestablecida mediante la

reconstrucción de las redes en los enlaces  $\pi$ , una de las reacciones más importantes del OG es su reducción. Al producto de esta reacción se le han cedido diversos nombres, incluyendo: óxido de grafeno reducido (r-OG), óxido de grafeno reducido químicamente (CReOG), y grafeno. (Dreyer, 2010).

El uso efectivo de la energía consiste en debilitar la cifra de combustibles y energía eléctrica utilizada, para dar la perspectiva de representar nuestras actividades manteniendo la disponibilidad y casta de los haberes y servicios, lo cual se manifiesta en capital económico como ambiental y social.

El razonamiento con menos costo y más aceleración y pequeña impresión al medio ambiente es el de acortar el consumo energético y por ende las emisiones de gases de efecto invernadero. La irradiación es la capacidad utilizada para calificar la potencia con la que incide la radiación electromagnética en una determinada área. Especialmente la radiación proveniente del sol que puede ser percibida en modo de luz o calor.

La espectrometría de rayos x, es aquella que permite alcanzar características de los fundamentos químicos que sean muestreados lo que a su vez permite conseguir la agrupación de los elementos, no obstante además llevar a cabo una discriminación energética de la radiación, mediante el posterior proceso: al acceder los rayos X a una cubierta se manifiesta acortamiento progresiva de su flujo, esto ocurre por la interacción de los fotones con los electrones de los átomos que constituyen la cubierta que se evalúa, en otras palabras, la energía que se extrae de la chispa que incide se encuentran de dos formas: absorbido por el utillaje y divergente de la cubierta de la chispa incidente, lo que se conoce como ley exponencial de Beer-Lambert, en la que el parámetro  $\mu(E)$ , número de amortiguamiento másico de los rayos X, es representado por un arco único para cada integrante químico en relación a la energía fotónica de la chispa incidente, lo que permite descontextualizar sobre la composición química y la organización del material en dependencia a la detección de las interacciones entre los átomos y los fotones. (Baettig, Perré y Rémond, 2007)

La Curva de Potencia se puede representar por la Corriente (I) vs Voltaje (V)

$$P= V \times I \dots\dots\dots (1)$$

La validación se determina en categoría a la validación máxima que sea apto de generar, cuando la corriente y el voltaje alcanzan simultáneamente sus máximos valores. La prescripción en el funcionamiento de una celda tiene la sucesiva forma:

$$P_{mc}= V_{mc} \times I_{mc} \dots\dots\dots (2)$$

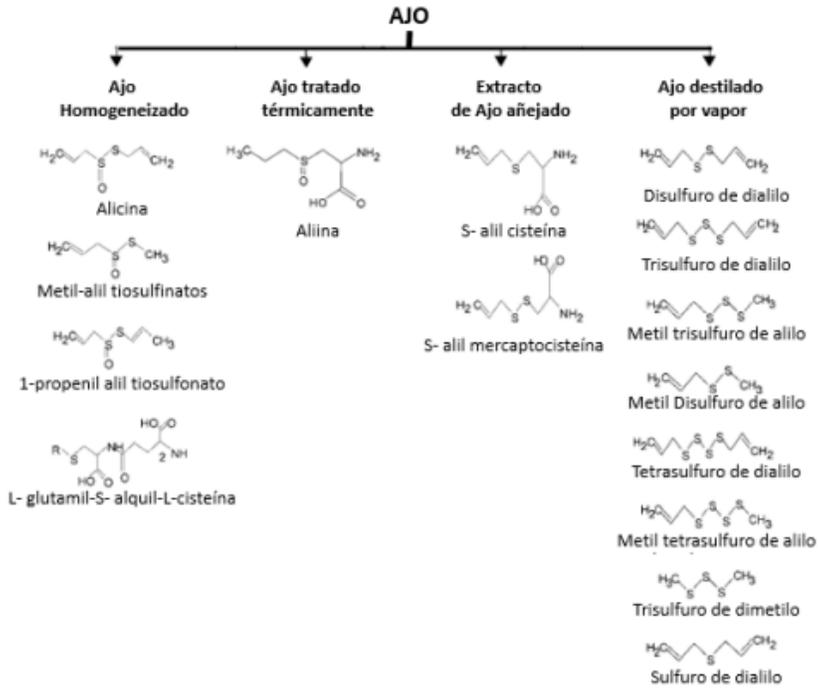
Donde,  $P_{mc}$ : potencia máxima de la celda,  $I_{mc}$ : corriente máxima de la celda y  $V_{mc}$  voltaje máximo de la celda

En cuanto hablamos del ajo, quien fue el causante en este caso de la reducción del grafeno tenemos dentro de sus características lo siguiente: Nombre científico: *Allium Sativum* (del celta all ardiente o caliente, mientras que sativum proviene del latín que quiere decir cultivado); posee Sulfóxido (2,3 %), aceites esenciales (0,2 - 0,3%) como la garlicina o el sulfóxido de alilcisteína, Polisacáridos homogéneos, Fructosanes (hasta un 75%), sales minerales (2%): hierro, sílice, azufre y yodo, equeñas cantidades de vitaminas (A, B1, B3, B6, C), compuestos sulfurados del ajo son: Cistínas sulfóxidos como Aliina (7 – 14mg/g), Metiína (0.5 – 2mg/g), Isolaliína (0.1 – 2mg/g).

La aliína (Figura 3) reminiscencia en el ajo, es un sulfuro que se encuentra sencillamente en el ajo, contiene el 0.24 % peso de un racimo de ajo. Es estabilizado en soluciones acuosas y a temperaturas elevadas. La clase y agrupamiento de compuestos extraídos del ajo dependen de su madurez, lugar de la planta y condiciones de procesamiento entre otros factores. (Lawson, 1993)

La instrucción de añejado consiste, compensar y laminar los dientes de ajo, después se abacora a un juicio de envejecimiento durante 20 meses, en un recipiente de acero inoxidable y se envejece sencillamente, con ese juicio los compuestos desagradables y volátiles se convierten en compuestos suaves y estables.

Esta conversión elimina el mal aroma dando como resultado el extracto de ajo añejado.



(Manquian, 2017).

Figura 3. Compuestos presentes en diferentes preparaciones del ajo

Fuente: Banerjee et al., 2003

Para encontrar la eficiencia energética de paneles solares está relacionada con la notación de potencia que se obtiene, la puntuación de watts o vatios que se aprovechan del panel solar, expresado en Watt/m<sup>2</sup> o Watt/pie<sup>2</sup>, la eficiencia depende del cuerpo del panel, y de la temperatura del ambiente, de la calidad de las celdas que constituye el panel, de la notación de luz solar que llega sobre la cubierta de área, de la cifra de irradiancia(G), de la tensión del panel en el lugar de máxima subsistencia del panel (Vmp), de la corriente en el lugar de su máxima potencia (Imp), de su máxima tensión en circuito abierto (Voc) y de su máxima corriente. El aspecto es la relación entre la potencia máxima teórica y la potencia verdadera medido en el instante solar.

$$FF = \frac{V_{mp} \times I_{mp}}{V_{oc} \times I_{sc}} \dots\dots\dots (3)$$

Para facilitar cálculos, se recomienda que la FF siempre es menor a la unidad, por ello por ejemplo según expertos la FF en la celda cristalina esta entre 0.7 y 0.85 y la FF en celdas

amorfos varían de 0.50 a 0.70. De lo descrito se obtiene la siguiente fórmula para hallar la eficiencia energética.

$$\eta = \frac{FF \times Voc \times Isc}{G \times Area} \dots\dots\dots (4)$$

De acuerdo a la actualidad problemática, como problema general tenemos ¿Cuál es la variación entre los valores de los parámetros eléctricos del panel con las celdas modificadas con grafeno sintetizado con ajo añejado respecto a los parámetros de la prueba en blanco del panel solares de silicio comercial? Como problemas específicos ¿Cuál es la relación entre el valor del voltaje máximo promedio obtenido con la modificación de celdas con respecto a la prueba en blanco?; ¿Cuál es la relación entre el valor de la intensidad de corriente máxima promedio obtenida con la modificación de celdas con respecto a la prueba en blanco?; ¿Cuál es la relación entre el valor la resistencia máxima promedio obtenida con la modificación de celdas con respecto a la prueba en blanco?

La aplicación de grafeno en muchos campos se dice es muy eficiente, su costo accesible si se obtiene de propios elementos y es seguro para el ser humano como para el ambiente. Hoy en día el 49.5 % de la energía eléctrica en el Perú producida proviene de fuentes no renovables, opuesto a lo que pasa con la energía generada de fuentes solares que representa el 0.4 % del general de energía eléctrica. Por ello crecer la efectividad de celdas solares con grafeno sintetizado con ajo añejado es un modo que se tome en cuenta que la fuente de energía renovable podría convertirse en convencional. La indagación se desarrolló elaborándose prototipos funcionales capaces de facultar beneficio energético aplicados en celdas solares de silicio.

**Justificación del estudio**

**Aporte Ambiental:** Los procesos cotidianos e industriales automatizados, hacen que el consumo de energía sea constante a lo largo del día, por ello se requieren métodos de energía alternativa, en la presente tesis, el objetivo fue comparar los parámetros eléctricos de celdas

solares modificadas con grafeno sintetizado con ajo añejado, respecto a los valores en condiciones normales de los parámetros eléctricos de celdas de silicio comercial y determinar cuan cercanos fueron los valores.

**Aporte Social:** En lugares apartados donde no existen fuentes de energía se hace indispensable la llegada de dispositivos que generen energía a partir de fuentes de energía renovable, por ello en la presente investigación se desarrolló un prototipo de celda apta para el uso que brinde suficiente eficiencia energética que permita reducir gastos y resolver el problema de energía en poblaciones de lugares apartados, dando realce a las energías limpias.

**Aporte Económico:** El desarrollo del presente trabajo de investigación demuestra que no es necesario emplear materiales caros para optimizar las fuentes naturales en el empleo de celdas solares.

**Aporte teórico:** La metodología del presente trabajo es experimental ya que se basa en la fabricación de prototipos expuestos a pruebas para determinar el aumento en la eficiencia de celdas solares todo ello a nivel de laboratorio.

La hipótesis general fue la siguiente: Los resultados de la comparación entre los valores de los parámetros eléctricos del panel con las celdas modificadas y los valores de la prueba en blanco de las celdas comerciales de silicio son similares; la relación entre el valor del voltaje máximo promedio obtenido con la modificación de celdas con respecto a la prueba en blanco es cercana; la relación entre el valor de la intensidad de corriente máxima promedio obtenida con la modificación de celdas con respecto a la prueba en blanco es similar; la relación entre el valor la resistencia máxima promedio obtenida con la modificación de celdas con respecto a la prueba en blanco es similar.

El objetivo general fue determinar variación entre los valores de los parámetros eléctricos del panel con las celdas modificadas con grafeno sintetizado con ajo añejado respecto a los parámetros de la prueba en blanco del panel solares de silicio comercial, los objetivos específicos son determinar la relación entre el valor del voltaje máximo promedio obtenido con la modificación de celdas con respecto a la prueba en blanco; Determinar la relación entre

el valor de la intensidad de corriente máxima promedio obtenida con la modificación de celdas con respecto a la prueba en blanco; y determinar la relación entre el valor la resistencia máximo promedio obtenida con la modificación de celdas con respecto a la prueba en blanco.

## **II. MÉTODO**

### **2.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

#### **2.1.1 Tipo de investigación**

Es aplicada ya que muestra mediante los resultados una alternativa más de obtención de energía solar, el enfoque es cuantitativo, ya que se caracterizaron celdas modificadas con oxido de grafeno reducido y se hacen cálculos en cuanto a los objetivos que se establecieron.

#### **2.1.2 Diseño de investigación**

Es experimental, porque se desarrollaron prototipos de contraelectrodos para modificar celdas solares comerciales y obtener los datos de parámetros eléctricos.

### **2.2 Operacionalización de Variables:**

#### **2.2.1 Variable Independiente**

Celdas modificadas con grafeno sintetizado con ajo añejado.

#### **2.2.2 Variable dependiente**

Comparación de parámetros eléctricos.

Tabla 1. Matriz de operacionalización

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	UNIDAD			
INDEPENDIENTE: Celdas modificadas con grafeno sintetizado con ajo añejado.	El óxido de grafeno reducido es una extensión entorno entre óxido de grafeno y el grafeno, con la reducción del OG cambia a propiedades similares. (Hummers, 1958).	Se realiza la síntesis de grafeno con ajo añejado y se generan láminas que son insertadas como contra electrodos en celdas solares comerciales de silicio.	Propiedades del Oxido de grafeno	Conductividad Eléctrica	$\mu/m$			
				Longitud de onda	nm			
				Conductividad Térmica	W/(mk)			
				Resistencia	Ohm ( $\Omega$ )			
			Características de las láminas de vidrio con Óxido de grafeno reducido con extracto de ajo añejado				Cantidad de grafito	g
							t de síntesis de grafeno	h: m: s
							Cantidad de ajo añejado	g
							Tiempo de reducción de OG	h:m: s
							T° de reducción	°C
							t de secado	h: m: s
			DEPENDIENTE: Comparación de parámetros eléctricos	Cantidad diferente a la variable donde se puede fijar una cantidad numérica, en éste caso el por ejemplo: intensidad de corriente (Amper), voltaje (Volts), resistencia (R), potencia (Watts).	Los parámetros eléctricos serán determinados y comparados con los parámetros obtenidos en condiciones normales en celdas solares de silicio comercial.	Parámetros eléctricos	Voltaje	V
							Resistencia	$\Omega$
Amperaje	A							
Potencia	W							
Eficiencia de energía	(%)							

Fuente: Elaboración propia

## 2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

### 2.3.1 Población

Abarca el totalidad de celdas de silicio en total 36 que forman el panel donde se extrajeron datos iniciales.

### 2.3.2 Muestra

Las muestras son las 6 celdas modificadas para la obtención de datos que se compararon con los obtenidos respecto a las celdas en panel silicio comercial en condiciones normales

#### 2.3.1. Muestreo

El muestreo es probabilístico aleatorio donde las variables más importantes de la muestra tienen la misma función de probabilidad e independientes entre las mismas. La población es finita con reposición de elementos.

## 2.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD

### 2.4.1. Técnicas

La técnica utilizada es experimentación que es el estudio de un fenómeno determinado condiciones particulares del laboratorio, eliminando o introduciendo aquellas variables que puedan influir de acuerdo a interés.

La presente investigación se realizó siguiendo las siguientes etapas:

Tabla 2. Etapas del Proyecto de investigación

ETAPA	FUENTE	TÉCNICA	INSTRUMENTO	RESULTADO
Síntesis de grafeno con extracto de ajo añejado	Laboratorio	Experimentación	Ficha de registro de análisis de laboratorio para el óxido de grafeno. (Ver. ANEXO 3).	Grafeno sintetizado
				Oxido de grafeno
Diseño de laminas	Laboratorio	Experimentación	Ficha de registro de elaboración de láminas de vidrio. (Ver. ANEXO 2).	Prototipos de contra electrodo
Prueba de los prototipos en panel solar de silicio	Laboratorio	Experimentación Observación	Ficha de registro de prototipos en celdas solares (Ver. ANEXO 4).	Registro de los datos resultantes
Análisis y resultados	Laboratorio	Técnica documental	-	Determinado estadísticamente comparando la influencia de las variables

Fuente: Elaboración propia

#### 2.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos a utilizar para la presente investigación son:

- Ficha de registro de análisis de laboratorio para el óxido de grafeno. (Ver. ANEXO 3).
- Ficha de registro de elaboración de láminas (Ver. ANEXO 2).
- Ficha de registro de prototipos en celdas solares (Ver. ANEXO 4).

#### 2.4.3. Confiabilidad

Los instrumentos a utilizar para la presente investigación fueron validados por profesionales expertos en temas ambientales (Ver ANEXO 5).

- La Ingeniera Ambiental, Anavel Morocho Mauricio, CIP:206556
- La Ingeniera Ambiental, Iris Pamela Huerta Huayta, CIP:228993
- El Dr. Jhonny Wilfredo Valverde Flores, CIP:79862

#### 2.4.3.1. Ficha de registro de análisis de laboratorio para el óxido de grafeno.

El instrumento fue evaluado mediante el juicio de 3 especialistas y valorado de la siguiente manera:

$\alpha$	0.99
----------	------

- 96.5%  $\alpha$

- 96.6%

- 90%

La confiabilidad 0.99 cercano a 1 por lo tanto la confiabilidad es favorable (Ver Anexo 6)

#### 2.4.3.2. Ficha de registro de elaboración de prototipos.

El instrumento fue evaluado mediante el juicio de 3 especialistas y valorado de la siguiente manera:

$\alpha$	0.94
----------	------

- 95%

- 92.4%

- 90%

La confiabilidad 0.94 cercano a 1 por lo tanto confiabilidad es favorable (Ver Anexo 6)

#### 2.4.3.3. Ficha de registro de prototipos en celdas solares sensibilizadas.

El instrumento fue evaluado mediante el juicio de 3 especialistas y valorado de la siguiente manera:

$\alpha$	0.99
----------	------

- 96.2%

- 89.4%

- 90%

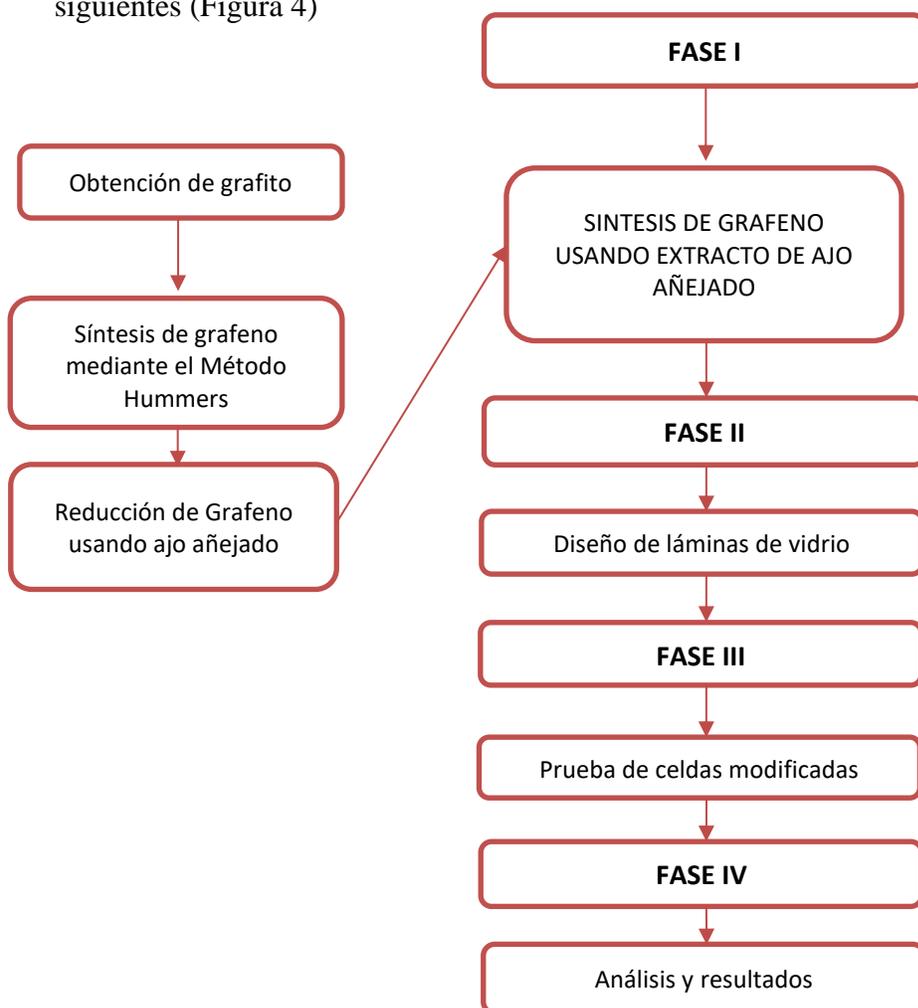
La confiabilidad 0.99 cercano a 1 por lo tanto confiabilidad es favorable (Ver Anexo 6)

La confiabilidad es cuando un instrumento origina resultados consistentes y coherentes, es decir que, si aplicamos reiteradamente el instrumento al objeto o muestra, generan resultados

iguales. En la investigación se tomaron datos antes y después de la modificación del panel solar y se pudo determinar la eficiencia energética en cada una de las celdas. La confiabilidad también revela que tal adecuado es el tipo de muestreo que se usa mediante las distintas pruebas, con las que se desea evaluar. Para ello se tiene un criterio de expertos, poseen conocimiento apropiado. (HERNANDEZ R, 2014)

## 2.4 PROCEDIMIENTO

Para desarrollar la presente investigación, las etapas de proceso que se siguieron fueron las siguientes (Figura 4)



Fuente: Elaboración propia

Figura 4. Diagrama de flujo de la investigación

### 2.4.1 Materiales para que se usaron para síntesis de Grafeno

- 01 - Vaso precipitado de 2000 mL
- 01 - Vaso precipitado de 1000mL
- 01 - Vaso precipitado de 500 mL
- 01 - Matraz de 500 mL

- 01 - Agitador manual
- 01 - Termómetro
- 01 - Pipeta de 10 mL
- 01 - Luna de reloj
- 01 - Mortero
- 01 - Mechero
- 01 - Papel filtro N°4

#### EQUIPOS E INSTRUMENTOS

- Balanza analítica 220 g/01mg
- Balanza de precisión 2100 g/10mg
- Agitador Magnético
- Extractor de aire marca ESCO
- Multímetro
- Horno

#### REACTIVOS

- Permanganato de potasio -  $\text{KMnO}_4$
- Ácido Sulfúrico -  $\text{H}_2\text{SO}_4$
- Agua destilada -  $\text{H}_2\text{O}$
- Peróxido de hidrogeno -  $\text{H}_2\text{O}_2$
- Acetona -  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$
- Etanol -  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

#### MATERIALES EXTERNOS CONSUMIBLES

- Grafito
- Ajo añejado
- Vidrios de óxido de titanio

#### IMPLEMENTOS PARA LABORATORIO

- Guardapolvo
- Mascarilla de libre mantenimiento

- Guantes de nitrilo

FASE I:

Síntesis de grafeno con ajo añejado:

- Coordinaciones generales

Se hicieron consultas de donde se podría conseguir grafito y los reactivos necesarios para la realización de la síntesis los cuales fueron comprados en Emancipación, además de averiguar donde se podría comprar el sistema de obtención de energía solar, el cual se compró en Paruro.



Figura 5 a) Materiales del laboratorio que se usarán b) ajo y grafito que se emplearán Fuente: Elaboración propia

El ajo que se usó tuvo un tiempo de reposo de 19 meses.



Figura 6. Reactivos a utilizar

Fuente: Elaboración propia

Los reactivos químicos fueron difíciles de conseguir pues su venta es regulada.



Fuente: Elaboración propia

Figura 7. Sistema de obtención energía solar

b) Obtención de grafito

El grafito se obtuvo de pilas marca Panasonic, tipo D, fueron 24 pilas de las cuales se obtuvieron 24 barras de 2 g de grafito, por lo tanto, se obtuvo un valor de 48 g de grafito aproximadamente.

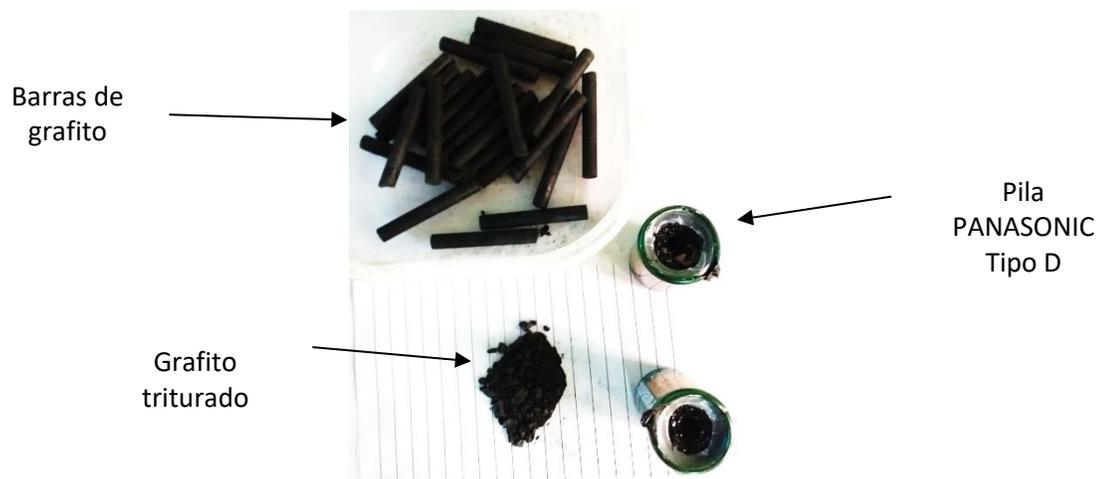


Figura 8. Obtención de Grafito

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: La Figura 8 muestra las pilas de donde se obtuvieron las barras de grafito y

se muestra también el grafito molido.

c) Síntesis de grafeno mediante el Método Hummers

Primero en un vaso precipitado de 500 mL se añadió 6.01g de grafito más 300 mL de  $H_2SO_4$

Tabla 3. Pesaje de grafito

Luna de reloj	Peso neto	17.38 g
Grafito en luna de reloj	Peso bruto	23.39 g
Grafito	Peso neto	6.01 g

Elaboración propia

Interpretación: En la tabla N°3 se muestra el cálculo para determinar el peso exacto del grafito molido a emplear, dando como valor neto 6.01 g. de grafito.



Figura 9. Pesaje de Grafito, en la balanza analítica

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: La Figura 9 muestra el pesaje de grafito a emplear en la balanza analítica, cuyo peso con la luna de reloj fue de 23.39 g y el peso neto del grafito 6.01 g.

Se llevó al agitador magnético 10 min con una velocidad de 400 rpm iniciando a las 9:26 am y terminando a las 9:36 am

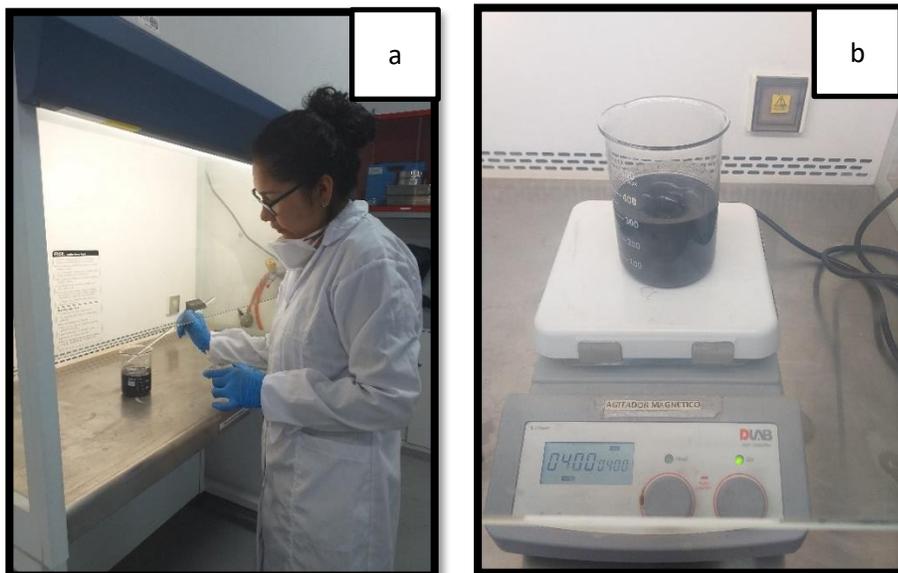


Figura 10. a) Mezcla de  $H_2SO_4$  y grafito b) mezcla en el agitador magnético

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: La Figura 10 muestra en la imagen a), la mezcla de grafito y  $H_2SO_4$  bajo el extractor de aire, puesto que el  $H_2SO_4$  es un reactivo volátil y dañino y en la imagen b) esa misma mezcla en el agitador magnético dentro del extractor también a 400 rpm.

Luego se añadió 17.82 g de  $KMnO_4$  y se dejó agitando 2 horas con 10 min iniciando a las 9:40 am y terminando a las 12:00 am.

Tabla 4. Pesaje de permanganato de potasio

Luna de reloj	Peso neto	17.38 g
$KMnO_4$ en luna de reloj	Peso bruto	35.38 g
$KMnO_4$	Peso neto	17.82 g

Fuente. Elaboración propia

Interpretación: En la tabla N°4 se muestra el cálculo para determinar el peso exacto del  $KMnO_4$  que se añadió a la muestra previa de grafito y  $H_2SO_4$ , dando como valor neto 17.82 g de  $KMnO_4$  (Ver Fig 11)

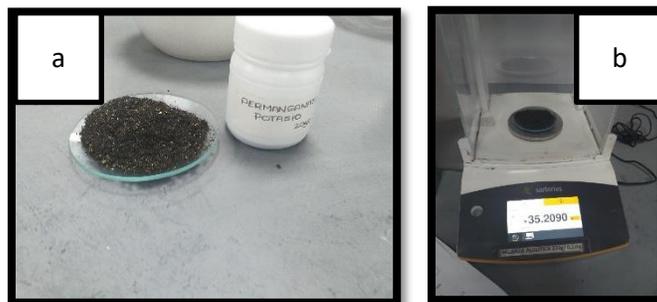


Figura 11. a)  $\text{KMnO}_4$  b) pesaje de  $\text{KMnO}_4$

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la Figura 11 se muestra en la imagen a) el permanganato de potasio, en la imagen b) el pesaje del permanganato de potasio  $\text{KMnO}_4$  en la balanza analítica.

Se pasó la mezcla a un vaso precipitado de 2000 mL y se agregaron 1000 mL de agua destilada y se agitó 15 min iniciando a las 2:20 pm y terminando a las 2:35 pm.

Se agitó luego 1 hora más y se agregó 120 mL de peróxido de hidrógeno  $\text{H}_2\text{O}_2$  a 500 rpm. Desde las 2:45 hasta las 3:45 pm.



Figura 12. Mezcla de grafito, ácido sulfúrico y permanganato de potasio

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la Figura 12 se muestra la Mezcla de grafito, ácido sulfúrico y permanganato de potasio en el agitador magnético a 400 rpm.

Extracto de ajo

Se usó 150.17 g de ajo añejado de 19 meses más 1000 mL de agua destilada.

Se calentó hasta alcanzar una temperatura de 45 °C se esperó a que enfriara y se filtró, obteniendo el extracto de ajo.

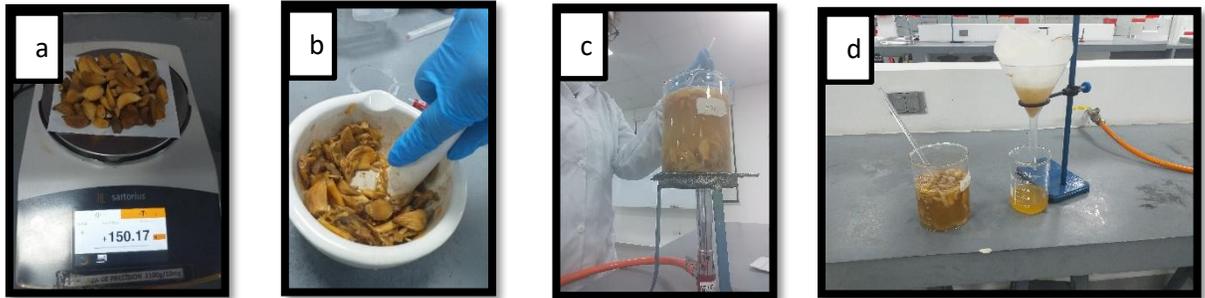


Figura 13. a) Pesaje de ajo añejado. b) molido de ajo añejado c) calentado de ajo añejo con agua destilada. d) filtrado de extracto de ajo.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la Figura 13 se muestra en proceso por el que se obtuvo el extracto de ajo para la reducción del Oxido de Grafeno.

#### d) Reducción de Oxido de grafeno usando ajo añejado

Para la reducción de OG se usaron 100 mL de GO y se agregaron 50 mL de extracto de ajo añejado más 50 mL de agua destilada

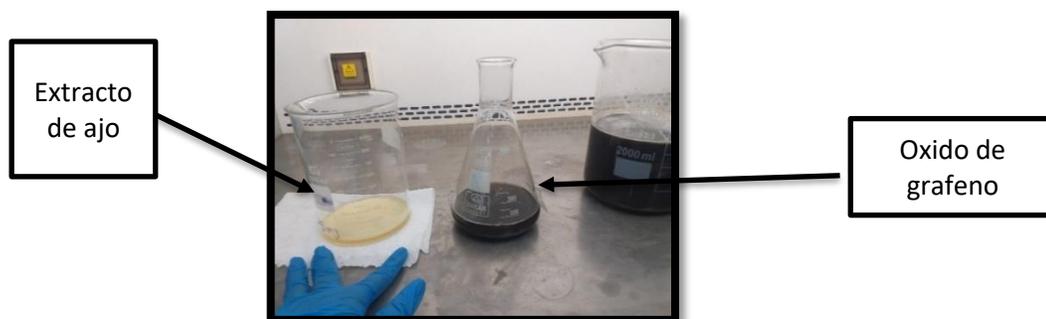


Figura 14. GO y extracto de ajo

Fuente: Elaboración propia

Se agitó 1 hora y se agregó agua hasta los 350 mL.



Figura 15. Mezcla para reducción de óxido de grafeno en agitador magnético a 500rpm

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la Figura 15 se muestra la mezcla para reducción de óxido de grafeno sobre el agitador magnético en un vaso precipitado de 1000 mL a 500 rpm dentro del extractor de aire.

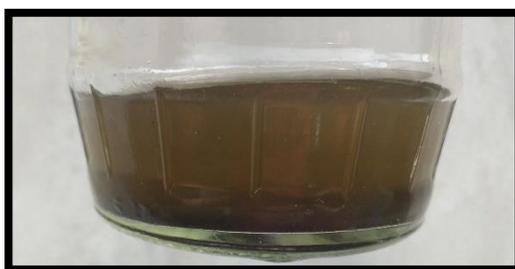


Figura 16. Oxido de grafeno reducido

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la Figura 16 se muestra el óxido de grafeno reducido obtenido luego de usar el extracto de ajo.



Figura 17. Filtrado de óxido de grafeno reducido

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la Figura 17 se muestra el óxido de grafeno reducido con extracto de ajo añejado que se filtró para la generación de películas en las láminas de vidrio de óxido de estaño indio.

## FASE II

### Diseño de Prototipos

Para la preparación de las celdas solares se compraron vidrios de dióxido de estaño indio de 7.5 cm x 2.5 cm. Se enjuagó con acetona y etanol para que la película del óxido de grafeno reducido se adhiera mejor.

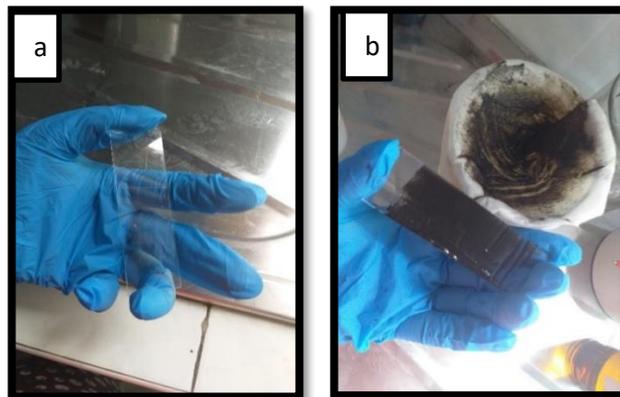


Figura 18. a) vidrio de óxido de grafeno empleado) película de óxido de grafeno reducido en lámina de vidrio.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la figura 18 se muestra en la imagen a) la lámina de vidrio de óxido de estaño indio, en la figura 2) se muestra por un lado el óxido de grafeno reducido filtrado y también unos de los prototipos con la película de óxido de grafeno reducido.

Los prototipos se secaron en horno a 450 °C y luego se adaptaron al panel de silicio en 6 de las celdas, las cuales fueron modificadas en su composición ya que se usaron las láminas de óxido de grafeno como contra electrodo de las mismas.

### FASE III

Prueba de los prototipos en panel solar de silicio

Para la prueba de los prototipos se armaron circuitos cerrados, se midieron los parámetros físicos pertinentes para la comparación y generación de cálculos.

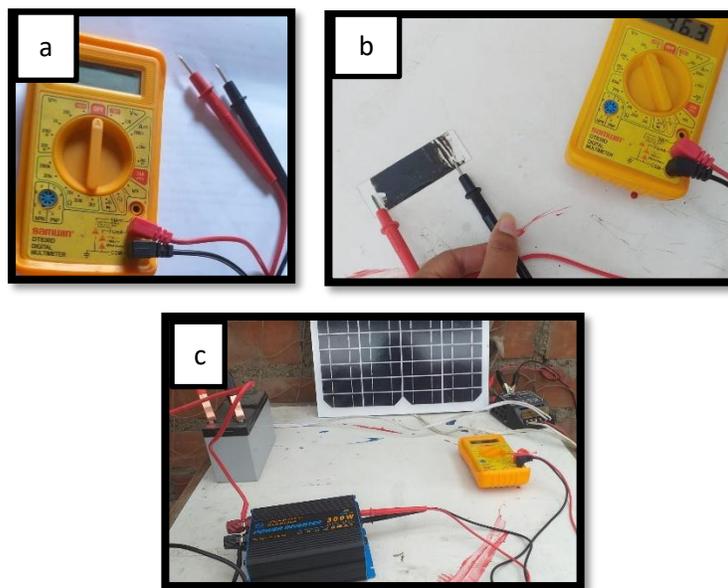


Figura 19. a) multímetro empleado b) medición por prototipo c) medición de sistema de energía solar

Fuente: Elaboración propia

Con los datos obtenidos se analizaron y se procedió a redactar el informe con los resultados

obtenidos de la experimentación.

## 2.5 MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS

Las cantidades obtenidas se analizaron haciendo uso de herramientas como el programa Excel y SPSS19 donde se efectuaron cálculos y se generaron gráficos y procesamiento de datos.

## 2.7 ASPECTOS ÉTICOS

El presente trabajo de investigación titulado “Estudio comparativo de los parámetros eléctricos de celdas solares comerciales modificadas con Grafeno sintetizado con ajo añejado”, se rige bajo el código de ética inscrito en la RESOLUCIÓN RECTORAL N° 0089-2019/ UCV que pertenece a la RESOLUCION DE CONSEJO UNIVERSITARIO N° 0123-2017/UCV.

Los resultados obtenidos mediante la experimentación y la experimentación en si misma están respaldados por el laboratorio de físico química de la Universidad César Vallejo, de igual manera las referencias usadas para la investigación son referenciadas de manera adecuada bajo el Reglamento de Investigación, la RR N° 0089 -2019/ UCV y prueba de Turnitin cuyo valor en semejanza fue de 16 %.

### III. RESULTADOS

1. En cuanto a las características del óxido de grafeno fueron las siguientes.

**Tabla 5.** Características del Oxido de Grafeno

PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO
Conductividad Eléctrica	$\Omega/m$	0,95
Longitud de onda	nm	1064
Conductividad Térmica	W/(mk)	5,000
Resistencia	M $\Omega$ /sq	4

Elaboración propia

Interpretación: En la Tabla 5 se pueden evidenciar características en cuanto a parámetros que indican que el óxido de grafeno tuvo una conductividad eléctrica de 0.95 lo cual indica que es muy conductor debido a su estructura física, la longitud de onda indica valor de 1064 nm, y conductividad térmica de 5,000W/(mK) lo cual quiere decir que es un excelente conductor de calor y una resistencia de 4 $\Omega$  considerable.

2. Se establecieron las condiciones para la síntesis de grafeno con ajo añejado, para lo cual el proceso para la generación de láminas tuvo las siguientes características:

**Tabla 6.** Características del proceso de generación de prototipos

N°	CANTIDAD DE GRAFITO (g)	t DE SÍNTESIS GRAFENO (h:m:s)	CANTIDAD DE AJO AÑEJO (g)	t REDUCCIÓN DE OXIDO DE GRAFENO (GO) (h:m:s)	T REDUCCIÓN (°C)	t DE SECADO (h:m:s)
01	6.01 g	3hr 35 min 00 s	150.17 g	1 hr	23 °C	20 min

Elaboración propia

Interpretación: En la Tabla 6 se muestran las condiciones con las que fueron generadas las láminas de vidrio con oxido de grafeno reducido, siendo los valores constantes.

3. Se realizó una prueba en blanco para determinar los valores de los parámetros eléctricos en un panel comercial de 36 celdas de silicio en condiciones normales (Ver tabla 7).

**Tabla 7.** Parámetros eléctricos de panel solar comercial de silicio

PARAMETRO	VALOR	UNIDAD
POTENCIA	249.2	W
INTENSIDAD DE CORRIENTE	8.90E+00	A
VOLTAJE	28	V
RESISTENCIA	3.15	A
EFICIENCIA DE ENERGÍA	92.78723404	%

4. Modificando las estructuras de las celdas solares de silicio comercial, se hicieron 6 pruebas con 3 repeticiones con periodos de 60, 120min y 180 min, se midieron y calcularon los parámetros eléctricos que se muestran en las siguientes tablas para ser comparados los valores del panel de silicio en condiciones normales.

**Tabla 8** Parámetro Voltaje (Voltios)

N° CELDAS MODIFICADAS	T1 - 1 celda			T2 - 2 celdas			T3 - 3 celdas			T4 - 4 celdas			T5 - 5 celdas			T6 - 6 celdas		
	H1	H2	H3	H1	H2	H3	H1	H2	H3	H1	H2	H3	H1	H2	H3	H1	H2	H3
TIEMPO / REPETICIONES	60	120	180	60	120	180	60	120	180	60	120	180	60	120	180	60	120	180
R 1	25	25	25	23	24	25	25	24	26	24	23	25	25	25	24	25	25	25
R 2	24	25	23	25	26	24	23	24	25	26	25	24	25	25	25	24	25	25
R 3	23	24	25	26	25	24	24	25	25	25	25	25	23	25	26	24	25	25

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: La Tabla 8 muestra los valores de voltaje obtenidos variaron en el rango de 23 V como mínimo y 25 V como máximo, lo cual también se puede verificar en la Figura 20.

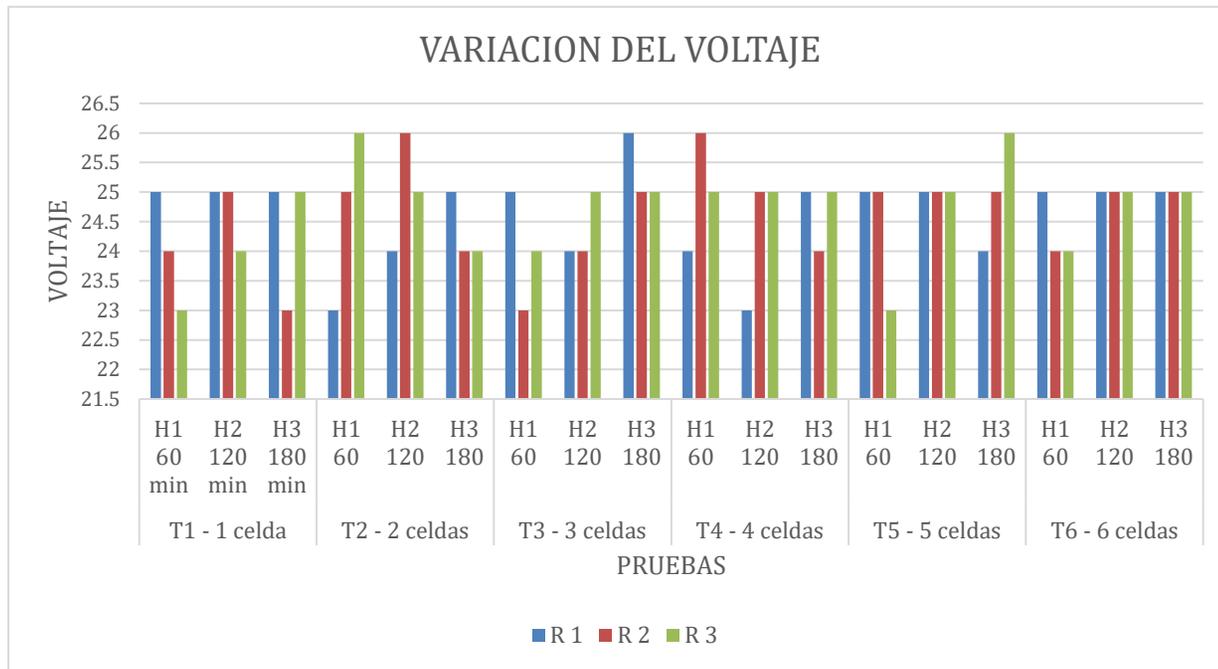


Figura 20. Variación de voltaje

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: El gráfico de la Figura 20 muestra los valores de voltaje obtenido en 6 pruebas con 3 repeticiones, donde los picos máximos se alcanzaron al modificar 2 celdas en la primera y segunda repetición, también, en la tercera, cuarta y quinta prueba, en la tercera, primera y tercera repetición respectivamente. El Pico máximo fue de 26 V y el mínimo de 23 V.

**Tabla 9** Promedio de voltaje

VALOR DE VOLTAJE PROMEDIO		UNIDAD
PARA 1 CELDA MODIFICADA	24.33333333	V
PARA 2 CELDAS MODIFICADAS	24.66666667	V
PARA 3 CELDAS MODIFICADAS	24.55555556	V
PARA 4 CELDAS MODIFICADAS	24.66666667	V
PARA 5 CELDAS MODIFICADAS	24.77777778	V
PARA 6 CELDAS MODIFICADAS	24.77777778	V

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la Tabla 9 se muestra el promedio de los valores de tabla 7 según el número de celdas modificadas, donde se determinó que el máximo voltaje que fue de 24.78 V se produjo cuando se modificaron 5 y 6 celdas, lo cual indica 3.22 V de variación con respecto al voltaje generado por el panel solar comercial de silicio.

**Tabla 10** Parámetro de intensidad de corriente

(Amper)

N° CELDAS MODIFICADAS	T1 - 1 celda			T2 - 2 celdas			T3 - 3 celdas			T4 - 4 celdas			T5 - 5 celdas			T6 - 6 celdas		
	H1 60	H2 120	H3 180	H1 60	H2 120	H3 180	H1 60	H2 120	H3 180	H1 60	H2 120	H3 180	H1 60	H2 120	H3 180	H1 60	H2 120	H3 180
R 1	8.5	8.8	8.7	8.8	8.6	8.7	8.6	8.5	8.5	8.8	8.7	8.8	8.5	8.7	8.7	8.7	8.5	8.5
R 2	8.7	8.8	8.5	8.7	8.8	8.6	8.7	8.8	8.5	8.8	8.6	8.8	8.7	8.7	8.5	8.5	8.7	8.8
R 3	8.8	8.7	8.3	8.8	8.7	8.5	8.5	8.7	8.5	8.7	8.8	8.6	8.5	8.7	8.7	8.7	8.8	8.5

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la Tabla 10 los valores de intensidad de corriente, variaron en el rango de 8.5 A como mínimo y 8.8 A como máximo, lo cual también se puede verificar en la Figura 21.

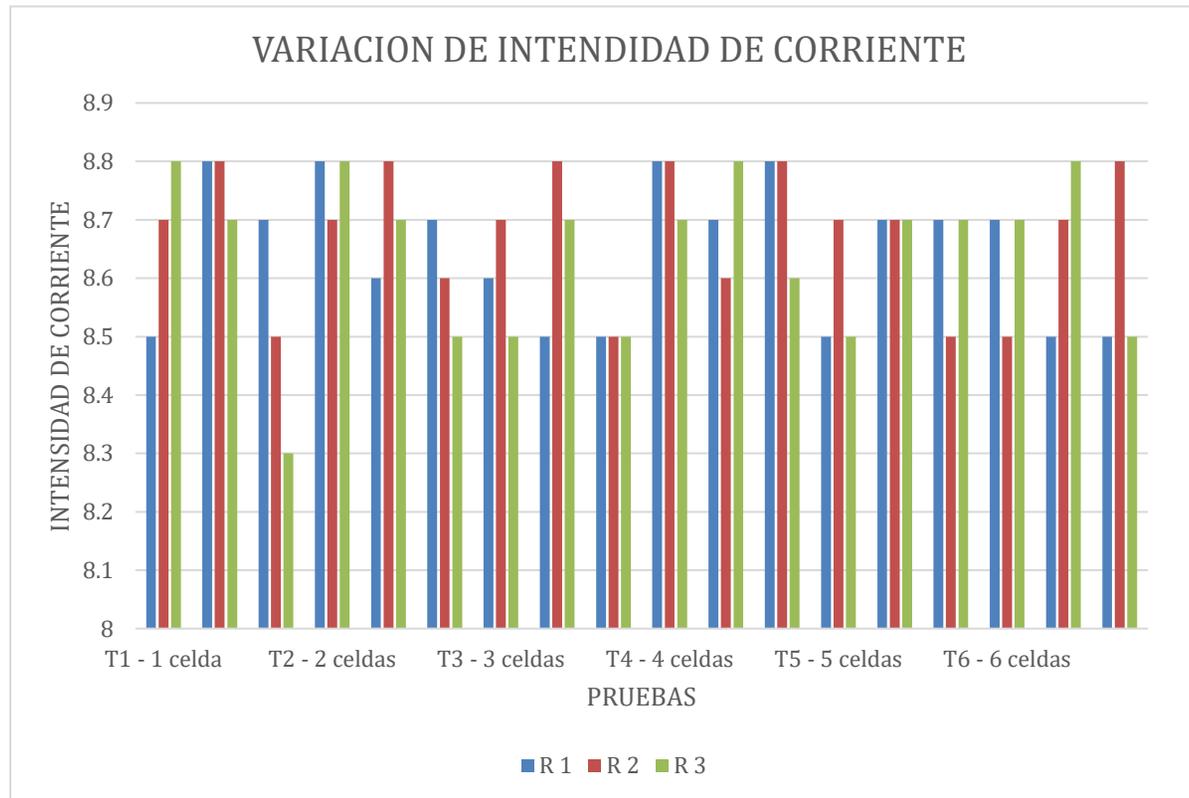


Figura 21. Variación intensidad de corriente

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En el gráfico de la Figura 21 se muestran los valores de intensidad de corriente obtenidos en 6 pruebas con 3 repeticiones, donde los picos máximos se alcanzaron en todas las pruebas con un máximo de 8.8 A y un mínimo de 8.3 A.

**Tabla 11** Promedio de intensidad de corriente

VALOR DE INTENSIDAD DE CORRIENTE PROMEDIO	UNIDAD	
PARA 1 CELDA MODIFICADA	8.644444444	A
PARA 2 CELDAS MODIFICADAS	8.688888889	A
PARA 3 CELDAS MODIFICADAS	8.588888889	A
PARA 4 CELDAS MODIFICADAS	8.733333333	A
PARA 5 CELDAS MODIFICADAS	8.633333333	A
PARA 6 CELDAS MODIFICADAS	8.633333333	A

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la Tabla 11 se muestra el promedio de los valores de tabla 9 según el número de celdas modificadas, donde se determinó que el valor máximo intensidad de corriente que fue de 8.733333333 A se produjo cuando se modificaron 4 celdas, lo cual indica 0.17 A de variación con respecto a la intensidad de corriente generada por el panel solar comercial de silicio.

**Tabla 12** Parámetro Resistencia (Ohmios)

N° CELDAS MODIFICADAS	T1 - 1 celda			T2 - 2 celdas			T3 - 3 celdas			T4 - 4 celdas			T5 - 5 celdas			T6 - 6 celdas		
	H1 60	H2 120	H3 180	H1 60	H2 120	H3 180	H1 60	H2 120	H3 180	H1 60	H2 120	H3 180	H1 60	H2 120	H3 180	H1 60	H2 120	H3 180
R 1	2.94	2.84	2.87	2.61	2.79	2.87	2.91	2.82	3.06	2.73	2.64	2.84	2.94	2.87	2.76	2.87	2.94	2.94
R 2	2.76	2.84	2.71	2.87	2.95	2.79	2.64	2.73	2.94	2.95	2.91	2.73	2.87	2.87	2.94	2.82	2.87	2.84
R 3	2.61	2.76	3.01	2.95	2.87	2.82	2.82	2.87	2.94	2.87	2.84	2.91	2.71	2.87	2.99	2.76	2.84	2.94

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la tabla 12 los valores de resistencia, variaron en el rango de 2.61  $\Omega$  como mínimo y 3.06  $\Omega$  como máximo, los cuales se alcanzaron en al modificar 1 y 3 celdas respectivamente, lo cual también se puede verificar en la Figura 22.

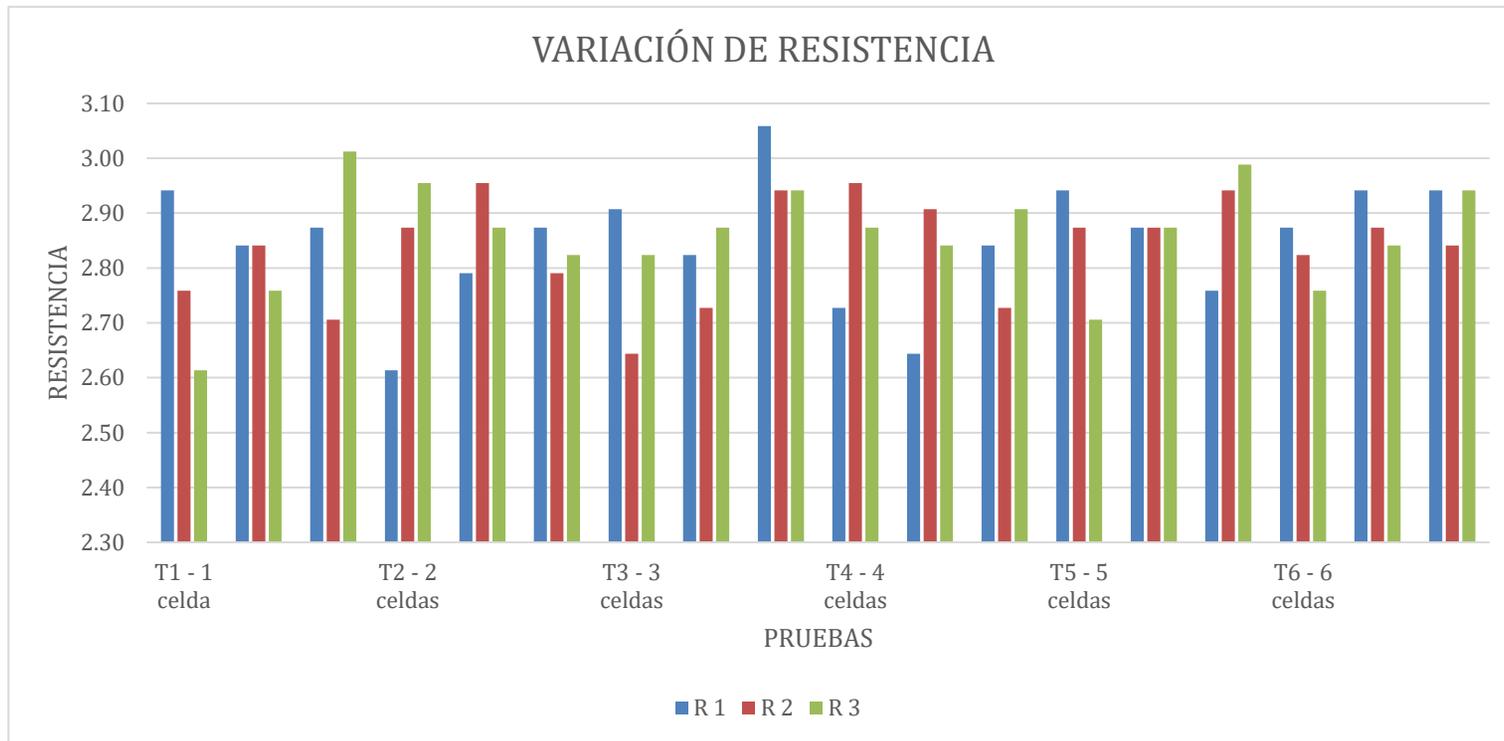


Figura 22. Variación de resistencia

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En el gráfico de la Figura 22 se muestran los valores de la resistencia obtenido en 6 pruebas con 3 repeticiones, donde el pico máximo se alcanzó al modificar 3 celdas en 180 min en la primera repetición, con un valor de 3.06  $\Omega$  y se tuvo el mínimo valor de 2.61 al modificar 1 celda en 60 min repetición 3

**Tabla 13** Promedio de resistencia

VALOR DE RESISTENCIA PROMEDIO		UNIDAD
PARA 1 CELDA MODIFICADA	2.82	$\Omega$
PARA 2 CELDAS MODIFICADAS	2.84	$\Omega$
PARA 3 CELDAS MODIFICADAS	2.86	$\Omega$
PARA 4 CELDAS MODIFICADAS	2.82	$\Omega$
PARA 5 CELDAS MODIFICADAS	2.87	$\Omega$
PARA 6 CELDAS MODIFICADAS	2.87	$\Omega$

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la Tabla 13 se muestra el promedio de los valores de tabla 11 según el número de celdas modificadas, donde se determinó que el valor máximo resistencia que fue de 2.87  $\Omega$  se produjo cuando se modificaron 5 y 6 celdas, lo cual indica 0.28  $\Omega$  de variación con respecto a la resistencia generada por el panel solar comercial de silicio.

**Tabla 14** Parámetro Potencia (Watts)

N° CELDAS MODIFICADAS	T1 - 1 celda			T2 - 2 celdas			T3 - 3 celdas			T4 - 4 celdas			T5 - 5 celdas			T6 - 6 celdas		
	H1	H2	H3	H1	H2	H3	H1	H2	H3	H1	H2	H3	H1	H2	H3	H1	H2	H3
TIEMPO / REPETICIONES	60	120	180	60	120	180	60	120	180	60	120	180	60	120	180	60	120	180
R 1	212.5	220	217.5	202.4	206.4	217.5	215	204	221	211.2	200.1	220	212.5	217.5	208.8	217.5	212.5	212.5
R 2	208.8	220	195.5	217.5	228.8	206.4	200.1	211.2	212.5	228.8	215	211.2	217.5	217.5	212.5	204	217.5	220
R 3	202.4	208.8	207.5	228.8	217.5	204	204	217.5	212.5	217.5	220	215	195.5	217.5	226.2	208.8	220	212.5

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la tabla 14 los valores de potencia, variaron en el rango de 195.5 W como mínimo y 228.8 W como máximo, lo cual también se puede verificar en la Figura 23

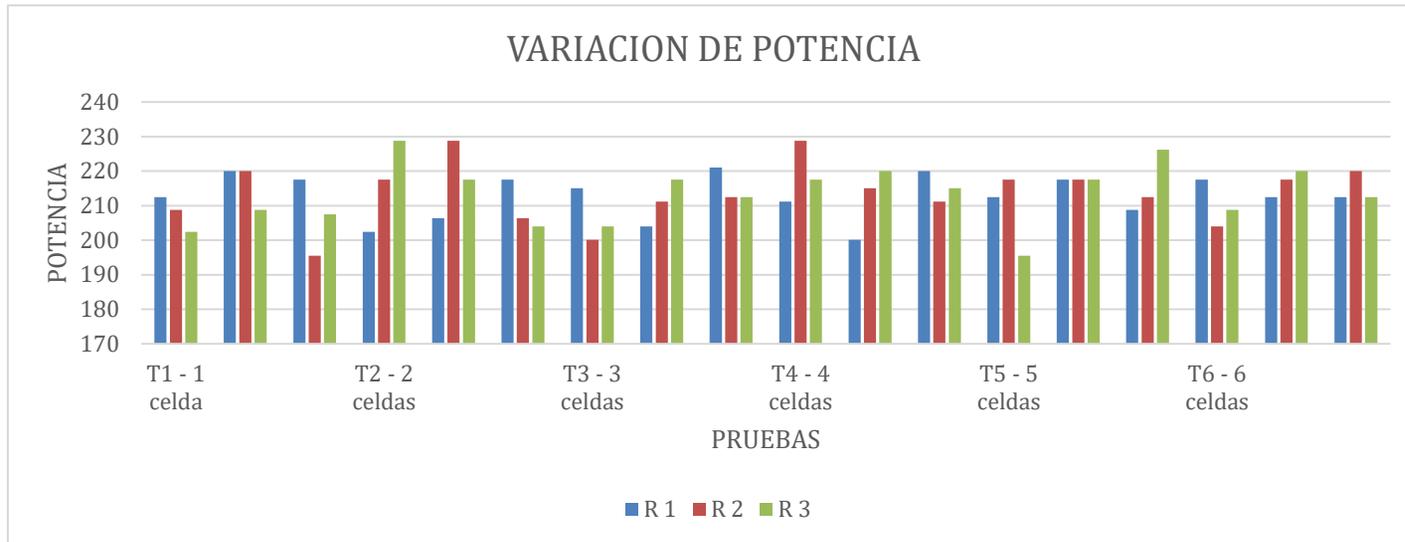


Figura 23. Variación de la potencia

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En el gráfico de la Figura 23 se muestran los valores de la potencia obtenido en 6 pruebas con 3 repeticiones, donde el pico máximo se alcanzó al modificar 2 y 4 celdas con un valor de 228.8 W y un mínimo valor de 195.5 W al modificar 2 y 5 celdas.

**Tabla 15** Promedio Potencia

VALOR DE POTENCIA PROMEDIO		UNIDAD
PARA 1 CELDA MODIFICADA	210.09	W
PARA 2 CELDAS MODIFICADAS	215.70	W
PARA 3 CELDAS MODIFICADAS	210.41	W
PARA 4 CELDAS MODIFICADAS	215.89	W
PARA 5 CELDAS MODIFICADAS	214.10	W
PARA 6 CELDAS MODIFICADAS	213.52	W

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la Tabla 15 se muestra el promedio de los valores de tabla 13 según el número de celdas modificadas, donde se determinó que el valor máximo potencia que fue de 215.89 W se produjo cuando se modificaron 4 celdas, lo cual indica 33.31 W de variación con respecto a la potencia generada por el panel solar comercial de silicio.

**Tabla 16** Parámetro Eficiencia de energía  
(Porcentaje)

N° CELDAS MODIFICADAS	T1 - 1 celda			T2 - 2 celdas			T3 - 3 celdas			T4 - 4 celdas			T5 - 5 celdas			T6 - 6 celdas		
	H1 60 min	H2 120 min	H3 180 min	H1 60	H2 120	H3 180												
R 1	79.12	81.91	80.98	75.36	76.85	80.98	80.05	75.96	82.29	78.64	74.51	81.91	79.12	80.98	77.74	80.98	79.12	79.12
R 2	77.74	81.91	72.79	80.98	85.19	76.85	74.51	78.64	79.12	85.19	80.05	78.64	80.98	80.98	79.12	75.96	80.98	81.91
R 3	75.36	77.74	77.26	85.19	80.98	75.96	75.96	80.98	79.12	80.98	81.91	80.05	72.79	80.98	84.22	77.74	81.91	79.12

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la Tabla 16 los valores de Eficiencia Energética, variaron en el rango de 72.79 % como mínimo y como máximo 85.19 % como máximo. lo cual también se puede verificar en la Figura 24.

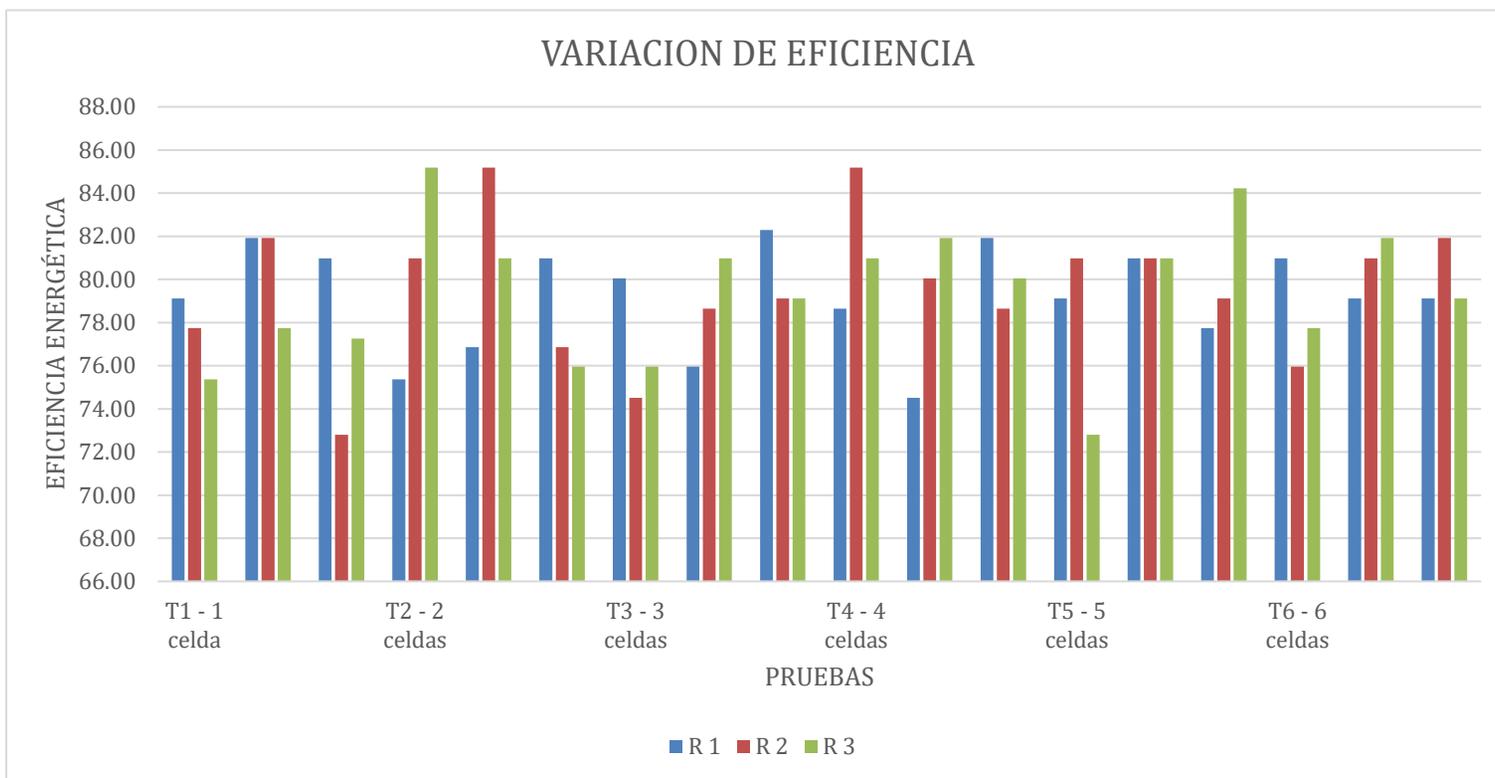


Figura 24. Variación de la eficiencia de energía

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En el gráfico de la Figura 24 se muestran los valores de la eficiencia energética obtenida en 6 pruebas con 3 repeticiones, donde el pico máximo se alcanzó al modificar 2 y 4 celdas con un valor máximo de 85.19 % y un mínimo de 77.6 % al modificar 1 y 5 celdas.

**Tabla 17** Promedio Eficiencia de energía

VALOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA PROMEDIO		UNIDAD
PARA 1 CELDA MODIFICADA	78.23	%
PARA 2 CELDAS MODIFICADAS	80.31	%
PARA 3 CELDAS MODIFICADAS	78.34	%
PARA 4 CELDAS MODIFICADAS	80.39	%
PARA 5 CELDAS MODIFICADAS	79.72	%
PARA 6 CELDAS MODIFICADAS	79.50	%

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la tabla 17 se muestra el promedio de los valores de tabla 15 según el número de celdas modificadas, donde se determinó que el valor máximo eficiencia energética que fue de 80.39 % se produjo cuando se modificaron 4 celdas, lo cual indica 12.4 % de variación con respecto a la potencia generada por el panel solar comercial de silicio.

**Tabla 18:** Consolidado de promedios por parámetro

PRUEBA	PARAMETRO ELECTRICO				
	VOLTAJE (V)	INTENSIDAD (A)	RESISTENCIA ( $\Omega$ )	POTENCIA (W)	EFICIENCIA (%)
1	24.33333333	8.644444444	2.82	210.09	78.23
2	24.66666667	8.688888889	2.84	215.7	80.31
3	24.55555556	8.588888889	2.86	210.41	78.34
4	24.66666667	8.733333333	2.82	215.89	80.39
5	24.77777778	8.633333333	2.87	214.1	79.72
6	24.77777778	8.633333333	2.87	213.52	79.5

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 19** Variación de valores de los Parámetros eléctricos, respecto a la prueba en blanco.

PRUEBA	PARAMETRO ELECTRICO				
	VOLTAJE (V)	INTENSIDAD (A)	RESISTENCIA ( $\Omega$ )	POTENCIA (W)	EFICIENCIA (%)
1	3.67	0.26	0.33	39.11	14.56
2	3.33	0.21	0.31	33.50	12.48
3	3.44	0.31	0.29	38.79	14.45
4	3.33	0.17	0.33	33.31	12.40
5	3.22	0.27	0.28	35.10	13.07
6	3.22	0.27	0.28	35.68	13.29

Fuente: Elaboración propia

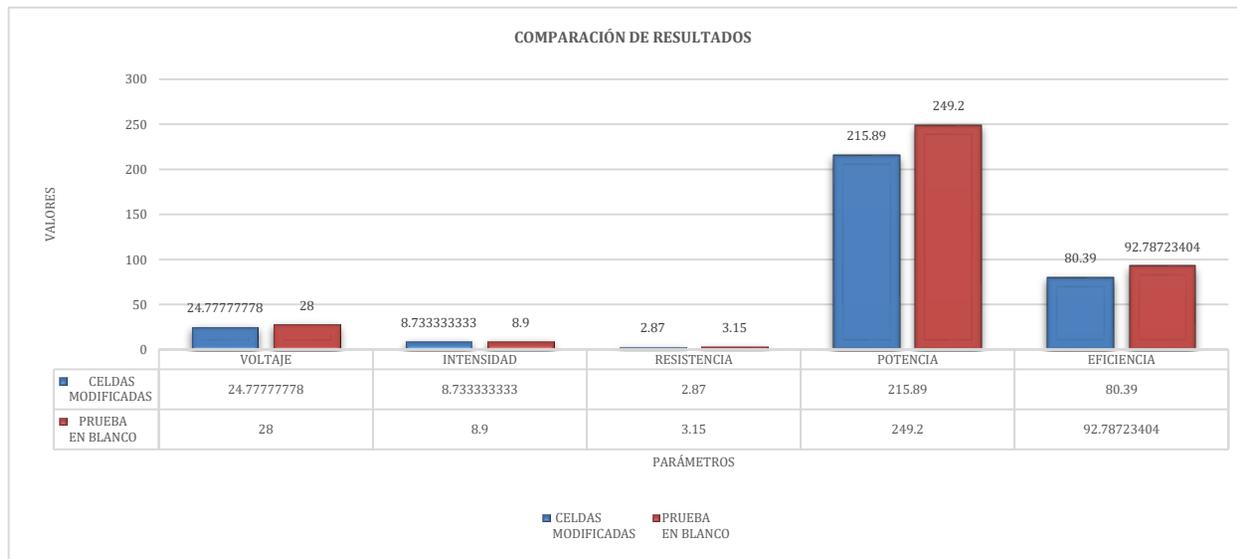
Interpretación: En la tabla 19 se muestran los resultados de la diferencia de los valores de la prueba en blanco con relación con el promedio de los valores por pruebas realizadas, en voltaje la mínima diferencia es por 3.22 V, conseguidos al realizar las pruebas 5 y 6; en intensidad la mínima diferencia es de 0.17 A lo cual se consiguió al realizar la prueba 4, en resistencia la mínima diferencia fue de 0.287  $\Omega$ , conseguido al realizar las pruebas 5 y 6, en potencia la mínima diferencia fue de 33.31 W al realizar la prueba 4, en eficiencia el valor mínimo de diferencia fue de 12.4 % obtenido al realizar la prueba 4.

**Tabla 20** Comparación de resultados

PARAMETRO	CELDAS MODIFICADAS	PRUEBA EN BLANCO	DIFERENCIA
VOLTAJE	24.77777778	28	3.22222222
INTENSIDAD	8.733333333	8.9	0.166666667
RESISTENCIA	2.87	3.15	0.28
POTENCIA	215.89	249.2	33.31
EFICIENCIA	80.39	92.78723404	12.39723404

Interpretación: En la Tabla 20 y Figura 25 se muestra la comparación de valores máximos obtenidos al modificar las celdas con el contraelectrodo de rGO con los valores obtenidos cuando se hizo a la prueba en blanco

Fuente: Elaboración propia



**Figura 25:** Comparación de resultados

Fuente: Elaboración propia

Para la prueba de hipótesis se hizo el uso del programa SPSS 19, donde:

## VOLTAJE

### DATOS VOLTAJE

**Tabla 21 Prueba de normalidad para el voltaje**

<b>Pruebas de normalidad</b>							
	CELDAS	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
VOLTAJE	T1-60 MIN	,421	3	.	,590	3	,532
	T1-120 MIN	,342	3	.	,540	3	,135
	T1-180 MIN	,385	3	.	,235	3	,053
	T2-60 MIN	,242	3	.	,964	3	,637
	T2-120 MIN	,179	3	.	,245	3	,135
	T2-180 MIN	,313	3	.	,935	3	,224
	T3-60 MIN	,112	3	.	,232	3	1,000
	T3-120 MIN	,342	3	.	,793	3	,136
	T3-180 MIN	,643	3	.	,115	3	,352
	T5-60 MIN	,945	3	.	,240	3	,145
	T5-120 MIN	,235	3	.	,135	3	,593
	T5-180 MIN	,532	3	.	,235	3	,245
	T6-60 MIN	,043	3	.	,245	3	,525
	T6-120 MIN	,253	3	.	,135	3	,135
	T6-180 MIN	,493	3	.	,245	3	,694

a. Corrección de significación de Lilliefors

### **Contraste de hipótesis - Prueba de normalidad**

Se aplica el estadístico de prueba Shapiro Wilk con un nivel de confianza del 95% para los datos obtenidos de las celdas, la cantidad de muestras es menor a 50.

Shapiro Wilk < 50 muestra

Kolmogorv- Smirnov > de 50 muestra

### **Prueba de hipótesis**

**H<sub>0</sub>:** Los datos proceden de una distribución normal

**H<sub>1</sub>:** Los datos no proceden de una distribución normal

### **Regla de decisión**

Sig. ≤ 0,05 Se rechaza la **H<sub>0</sub>**, se acepta la **H<sub>1</sub>**.

Sig. > 0,05 Se acepta la **H<sub>0</sub>**, se rechaza la **H<sub>1</sub>**

### Resultado /Conclusión

**P valor** mayor de **0,05** entonces aceptamos la **H<sub>0</sub>** Los datos proceden de una distribución normal.

**Tabla 22 ANOVA para el voltaje**

<b>ANOVA</b>					
VOLTAJE					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	7,244	14	,517	,728	,731
Dentro de grupos	21,333	30	,711		
Total	28,578	44			

### Prueba de hipótesis

**H<sub>0</sub>**: La relación entre el valor del voltaje obtenido con la modificación de celdas con respecto a la prueba en blanco no es cercana.

**H<sub>1</sub>**: La relación entre el valor del voltaje obtenido con la modificación de celdas con respecto a la prueba en blanco es cercana.

### Regla de decisión

Sig.  $\leq$  0,05 Se rechaza la **H<sub>0</sub>**, se acepta la **H<sub>1</sub>**.

Sig. > 0,05 Se acepta la **H<sub>0</sub>**, se rechaza la **H**

### Resultado /discusión

**P valor** mayor de **0,05** entonces aceptamos la **H<sub>0</sub>**: La relación entre el valor del voltaje obtenido con la modificación de celdas con respecto a la prueba en blanco no es cercana.

## INTENSIDAD

### DATOS INTENSIDAD

**Tabla 23 Prueba de normalidad para la intensidad**

<b>Pruebas de normalidad</b>							
	CELDAS	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
INTENSIDAD	T1-60 MIN	,253	3	.	,964	3	,637
	T1-120 MIN	,385	3	.	,750	3	,352
	T1-180 MIN	,175	3	.	,345	3	,536
	T2-60 MIN	,385	3	.	,964	3	,094
	T2-120 MIN	,454	3	.	,435	3	1,000
	T2-180 MIN	,179	3	.	,246	3	1,000
	T3-60 MIN	,642	3	.	,135	3	1,000
	T3-120 MIN	,253	3	.	,964	3	,637
	T3-180 MIN	,353	3	.	,643	3	,345
	T5-60 MIN	,385	3	.	,750	3	,089
	T5-120 MIN	,245	3	.	,563	3	,235
	T5-180 MIN	,643	3	.	,650	3	,045
	T6-60 MIN	,640	3	.	,843	3	,085
	T6-120 MIN	,253	3	.	,964	3	,637
T6-180 MIN	,390	3	.	,642	3	1,000	

a. Corrección de significación de Lilliefors

### Contraste de hipótesis - Prueba de normalidad

Se aplica el estadístico de prueba Shapiro Wilk con un nivel de confianza del 95% para los datos obtenidos de las celdas, la cantidad de muestras es menor a 50.

Shapiro Wilk < 50 muestra

Kolmogorv- Smirnov > de 50 muestra

#### Prueba de hipótesis

**H<sub>0</sub>**: Los datos proceden de una distribución normal

**H<sub>1</sub>**: Los datos no proceden de una distribución normal

#### Regla de decisión

Sig.  $\leq$  0,05 Se rechaza la **H<sub>0</sub>**, se acepta la **H<sub>1</sub>**.

Sig. > 0,05 Se acepta la **H<sub>0</sub>**, se rechaza la **H<sub>1</sub>**

#### Resultado /Conclusión

**P valor** mayor de **0,05** entonces aceptamos la **H<sub>0</sub>**. Los datos proceden de una distribución normal.

Tabla 24 ANOVA para la intensidad

ANOVA					
INTENSIDAD					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,272	14	,019	1,347	,239
Dentro de grupos	,433	30	,014		
Total	,706	44			

#### Prueba de hipótesis

**H<sub>0</sub>**: La relación entre el valor de la intensidad de corriente obtenida con la modificación de celdas con respecto a la prueba en blanco no es similar.

**H<sub>1</sub>**: La relación entre el valor de la intensidad de corriente obtenida con la modificación de celdas con respecto a la prueba en blanco es similar.

#### Regla de decisión

Sig.  $\leq$  0,05 Se rechaza la **H<sub>0</sub>**, se acepta la **H<sub>1</sub>**.

Sig. > 0,05 Se acepta la **H<sub>0</sub>**, se rechaza la **H<sub>1</sub>**

#### Resultado /discusión

**P valor** mayor de **0,05** entonces aceptamos la **H<sub>0</sub>**: La relación entre el valor de la intensidad de corriente obtenida con la modificación de celdas con respecto a la prueba en blanco no es similar

## RESISTENCIA

### DATOS DE RESISTENCIA

**Tabla 25 Prueba de normalidad para la resistencia**

<b>Pruebas de normalidad</b>							
	CELDAS	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
<b>RESISTENCIA</b>	T1-60 MIN	,191	3	.	,997	3	,900
	T1-120 MIN	,385	3	.	,750	3	,089
	T1-180 MIN	,184	3	.	,999	3	,927
	T2-60 MIN	,299	3	.	,915	3	,433
	T2-120 MIN	,175	3	.	1,000	3	1,000
	T2-180 MIN	,232	3	.	,980	3	,726
	T3-60 MIN	,253	3	.	,964	3	,637
	T3-120 MIN	,241	3	.	,974	3	,688
	T3-180 MIN	,385	3	.	,750	3	,000
	T5-60 MIN	,267	3	.	,951	3	,576
	T5-120 MIN	,432	3	.	,563	3	,353
	T5-180 MIN	,307	3	.	,904	3	,398
	T6-60 MIN	,191	3	.	,997	3	,900
	T6-120 MIN	,269	3	.	,949	3	,567
T6-180 MIN	,385	3	.	,750	3	,135	

a. Corrección de significación de Lilliefors

### **Contraste de hipótesis - Prueba de normalidad**

Se aplica el estadístico de prueba Shapiro Wilk con un nivel de confianza del 95% para los datos obtenidos de las celdas , la cantidad de muestras es menor a 50.

Shapiro Wilk < 50 muestra

Kolmogorv- Smirnov > de 50 muestra

### **Prueba de hipótesis**

**H<sub>0</sub>**: Los datos proceden de una distribución normal

**H<sub>1</sub>**: Los datos no proceden de una distribución normal

### **Regla de decisión**

Sig.  $\leq 0,05$  Se rechaza la **H<sub>0</sub>**, se acepta la **H<sub>1</sub>**.

Sig.  $> 0,05$  Se acepta la **H<sub>0</sub>**, se rechaza la **H<sub>1</sub>**

### Resultado /Conclusión

**P valor** mayor de **0,05** entonces aceptamos la **H<sub>0</sub>** Los datos proceden de una distribución normal.

**Tabla 26 ANOVA para la resistencia**

<b>ANOVA</b>					
RESISTENCIA					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,123	14	,009	,834	,630
Dentro de grupos	,316	30	,011		
Total	,439	44			

### Prueba de hipótesis

**H<sub>0</sub>**: La relación entre el valor de la resistencia obtenida con la modificación de celdas con respecto a la prueba en blanco no es similar.

**H<sub>1</sub>**: La relación entre el valor de la resistencia obtenida con la modificación de celdas con respecto a la prueba en blanco es similar.

### Regla de decisión

Sig.  $\leq 0,05$  Se rechaza la **H<sub>0</sub>**, se acepta la **H<sub>1</sub>**.

Sig.  $> 0,05$  Se acepta la **H<sub>0</sub>**, se rechaza la **H<sub>1</sub>**

### Resultado /discusión

**P valor** mayor de **0,05** entonces aceptamos la **H<sub>0</sub>**: La relación entre el valor de la resistencia alcanzada con la modificación de celdas con respecto a la prueba en blanco no es similar.

## POTENCIA

### DATOS DE LA POTENCIA

**Tabla 27 Prueba de normalidad para la potencia**

<b>Pruebas de normalidad</b>							
	CELDAS	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
POTENCIA	T1-60 MIN	,237	3	.	,977	3	,708
	T1-120 MIN	,385	3	.	,750	3	,053
	T1-180 MIN	,191	3	.	,997	3	,900
	T2-60 MIN	,205	3	.	,993	3	,842
	T2-120 MIN	,175	3	.	1,000	3	,990
	T2-180 MIN	,323	3	.	,878	3	,320
	T3-60 MIN	,287	3	.	,930	3	,487
	T3-120 MIN	,184	3	.	,999	3	,927
	T3-180 MIN	,385	3	.	,750	3	,024
	T5-60 MIN	,302	3	.	,910	3	,417
	T5-120 MIN	,536	3	.	,235	3	,245
	T5-180 MIN	,309	3	.	,901	3	,388
	T6-60 MIN	,242	3	.	,973	3	,684
	T6-120 MIN	,253	3	.	,964	3	,637
	T6-180 MIN	,385	3	.	,750	3	,245

a. Corrección de significación de Lilliefors

### **Contraste de hipótesis - Prueba de normalidad**

Se aplica el estadístico de prueba Shapiro Wilk con un nivel de confianza del 95% para los datos obtenidos de las celdas, la cantidad de muestras es menor a 50.

Shapiro Wilk < 50 muestra

Kolmogorv- Smirnov > de 50 muestra

### **Prueba de hipótesis**

**H<sub>0</sub>:** Los datos proceden de una distribución normal

**H<sub>1</sub>:** Los datos no proceden de una distribución normal

### **Regla de decisión**

Sig. ≤ 0,05 Se rechaza la **H<sub>0</sub>**, se acepta la **H<sub>1</sub>**.

Sig. > 0,05 Se acepta la **H<sub>0</sub>**, se rechaza la **H<sub>1</sub>**

## Resultado /Conclusión

**P valor** mayor de **0,05** entonces aceptamos la **H<sub>0</sub>** Los datos proceden de una distribución normal.

**Tabla 27 ANOVA para la potencia**

<b>ANOVA</b>					
POTENCIA					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	739,419	14	52,816	,818	,645
Dentro de grupos	1937,233	30	64,574		
Total	2676,652	44			

### Prueba de hipótesis

**H<sub>0</sub>**: Los resultados de la comparación entre los valores de los parámetros electrónicos del panel con las celdas modificadas y los valores de la prueba en blanco de las celdas comerciales de silicio no son similares.

**H<sub>1</sub>**: Los resultados de la comparación entre los valores de los parámetros electrónicos del panel con las celdas modificadas y los valores de la prueba en blanco de las celdas comerciales de silicio son similares.

### Regla de decisión

Sig.  $\leq$  0,05 Se rechaza la **H<sub>0</sub>**, se acepta la **H<sub>1</sub>**.

Sig.  $>$  0,05 Se acepta la **H<sub>0</sub>**, se rechaza la **H<sub>1</sub>**

### Resultado /discusión

**P valor** mayor de **0,05** entonces aceptamos la **H<sub>0</sub>**: Los resultados de la comparación entre los valores de los parámetros electrónicos del panel con las celdas modificadas y los valores de la prueba en blanco de las celdas comerciales de silicio no son similares.

## EFICIENCIA ENERGÉTICA

### DATOS DE EFICIENCIA ENERGIA

**Tabla 29 Prueba de normalidad para la eficiencia energética**

<b>Pruebas de normalidad</b>							
	CELDAS	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
<b>EFICIENCIA ENERGETICA</b>	T1-60 MIN	,236	3	.	,977	3	,709
	T1-120 MIN	,385	3	.	,750	3	,000
	T1-180 MIN	,191	3	.	,997	3	,899
	T2-60 MIN	,205	3	.	,993	3	,842
	T2-120 MIN	,175	3	.	1,000	3	,989
	T2-180 MIN	,323	3	.	,878	3	,319
	T3-60 MIN	,287	3	.	,930	3	,487
	T3-120 MIN	,185	3	.	,998	3	,925
	T3-180 MIN	,385	3	.	,750	3	,000
	T5-60 MIN	,302	3	.	,910	3	,417
	T5-120 MIN	.	3	.	.	3	.
	T5-180 MIN	,308	3	.	,901	3	,389
	T6-60 MIN	,242	3	.	,973	3	,682
	T6-120 MIN	,253	3	.	,964	3	,637
	T6-180 MIN	,385	3	.	,750	3	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

### **Contraste de hipótesis - Prueba de normalidad**

Se aplica el estadístico de prueba Shapiro Wilk con un nivel de confianza del 95% para los datos obtenidos de las celdas, la cantidad de muestras es menor a 50.

Shapiro Wilk < 50 muestra

Kolmogorv- Smirnov > de 50 muestra

### **Prueba de hipótesis**

**H<sub>0</sub>:** Los datos proceden de una distribución normal

**H<sub>1</sub>:** Los datos no proceden de una distribución normal

### **Regla de decisión**

Sig. ≤ 0,05 Se rechaza la **H<sub>0</sub>**, se acepta la **H<sub>1</sub>**.

Sig. > 0,05 Se acepta la **H<sub>0</sub>**, se rechaza la **H<sub>1</sub>**

### **Resultado /Conclusión**

**P valor** mayor de **0,05** entonces aceptamos la **H<sub>0</sub>** Los datos proceden de una distribución normal.

**Tabla 30 ANOVA para la eficiencia energética**

<b>ANOVA</b>					
EFICIENCIA ENERGETICA					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	102,397	14	7,314	,817	,646
Dentro de grupos	268,411	30	8,947		
Total	370,809	44			

### Prueba de hipótesis

**H<sub>0</sub>**: Los resultados de la comparación entre los valores de los parámetros electrónicos del panel con las celdas modificadas y los valores de la prueba en blanco de las celdas comerciales de silicio no son similares.

**H<sub>1</sub>**: Los resultados de la comparación entre los valores de los parámetros electrónicos del panel con las celdas modificadas y los valores de la prueba en blanco de las celdas comerciales de silicio son similares.

### Regla de decisión

Sig.  $\leq$  0,05 Se rechaza la **H<sub>0</sub>**, se acepta la **H<sub>1</sub>**.

Sig.  $>$  0,05 Se acepta la **H<sub>0</sub>**, se rechaza la **H<sub>1</sub>**

### Resultado /discusión

**P valor** mayor de **0,05** entonces aceptamos la **H<sub>0</sub>**: Los resultados de la comparación entre los valores de los parámetros electrónicos del panel con las celdas modificadas y los valores de la prueba en blanco de las celdas comerciales de silicio no son similares.

#### IV. DISCUSIÓN

Como resultado de la investigación experimental se tuvieron parámetros similares o muy próximos a los de la panel con celdas de silicio en condiciones normales los valores obtenidos para voltaje variaron con un rango de 23 V la mínima a 25 V la máxima , las resistencias con un rango de 2.61  $\Omega$  y 3.06  $\Omega$ , el amperaje entre 8.5 A y 8.8 A, la potencia entre 195.5 W y 228 W, y la eficiencia energética que estuvo entre 72.79 % y 85.19 %, las diferencias al hacer la comparación con los datos de la prueba en blanco, dieron valores mínimos, estos son: 3.22 V para voltaje, 0.17 A para intensidad de corriente, 0.28  $\Omega$  para resistencia , 33.31 W para potencia y 12.4 % para potencia.

Al originar la exploración de investigaciones previas por patrón Baltazar determinó la eficiencia energética del colorante azoico disperso compuesto con grafeno reducido y oxido de grafeno, y concluyó que todas las celdas fueron térmicamente estables, las celdas sensibilizadas con colorante rojo disperso 1 y rojo disperso 1 compuesto con grafeno y oxido de grafeno reportaron eficiencias globales de 0.12, 0.34 y 0.21 respectivamente y potencias máximas de 9.68 W/cm<sup>2</sup> x 10<sup>-3</sup> W/cm<sup>2</sup>, 11.74 W/cm<sup>2</sup> x 10<sup>-3</sup> W/cm<sup>2</sup> y 19.19 W/cm<sup>2</sup> x 10<sup>-3</sup> W/cm de forma respectiva, y en representación a la eficiencia que se halló en la presente indagación cuyos resultados de eficiencia por celda modificada estuvo interiormente del rango entre 2.20 % y 2.28 %, valores superiores a lo que éste autor logró en su tesis.

Según Silva, los resultados fueron que la influencia del pigmento a la base de aguaymanto, en la celda fotovoltaica tuvo el mayor porcentaje de fuerza en un lapso de exposición de 2 h 39 m 11.07 s y su intrepidez medio fue de 2.33E-6 % entretanto que el de influencia del pigmento a la base de camu camu, en la celda fotovoltaica tuvo el mayor porcentaje de fuerza en un lapso de exposición de 1h 00 m 09.40 s y su valor medio fue de 1.03E-6 %, por lo que determina que los valores en cuanto a eficacia energética fueron mayores.

Para la comparación con Manquian cuyo indeterminado fue sostener un nuevo agente reductor para óxido de grafeno empleando el razonamiento Hummers modificado y obteniendo una eficiencia de 0.27 % y 0.03 % para extracto de ajo fresco calentado y para la muestra reducida con extracto de ajo fresco en etanol, tendría que agregar las láminas de contraelectrodo una estructura similar, es decir hacer celdas solares sensibilizadas con colorantes.

Durantini determinó el efecto sobre las propiedades fotovoltaicas de la incorporación de grafeno en celdas solares bajo el principio de sensibilización espectral y donde se empleó la metodología experimental para la obtención de resultados a nivel de laboratorio resultado obtuvo que las celdas que

poseen grafeno alcanzan una eficiencia de 8.6 y 7.3 % mientras que aquellas en las que el grafeno están ausente se obtuvieron menores eficiencias de 8.3 y 5.8 %, resultados que fueron corroborados mediante análisis de cambios en los espectros de absorción de fotoelectrodos y sus correspondientes efectos en la eficiencia de fotocorriente por fotón incidente, con mi tesis comprobé una vez más que el uso de grafeno en celdas solares es eficiente.

Los estudios del comportamiento de los parámetros indicaron que no hay mucho impacto al modificar el contra electrodo, pero sin embargo es una alternativa más con la que a partir de ella se pueden generar otros elementos que sustituyan a la estructura del panel de silicio comercial y que podrían tener igual o mejor eficiencia.

## V. CONCLUSIONES

Los resultados fueron que para voltaje variaron con un rango de 23 V la mínima a 25 V la máxima, las resistencias con un rango de 2.61  $\Omega$  y 3.06  $\Omega$ , el amperaje entre 8.5A y 8.8A, la potencia entre 195.5 W y 228 W, y la eficiencia energética que estuvo entre 72.79 % y 85.19 %, las diferencias al hacer la comparación con los datos de la prueba en blanco, dieron valores mínimos, estos son: 3.22 V para voltaje, 0.17 A para intensidad de corriente, 0.28  $\Omega$  para resistencia, 33.31 W para potencia y 12.4 % para potencia, cabe señalar que para hallar la eficiencia se aplicó una fórmula en la que para fines prácticos se tomó al Factor Forma (FF) de la fórmula 4 con el valor de 0.7 y como irradiación 1000 W/m<sup>2</sup>, además para el área, se tomó un valor por celda de 0.188 m<sup>2</sup>.

Además al realizar las 6 pruebas con 3 repeticiones se hallaron valores por parámetro promedio por el número de celdas modificadas, los cuales tuvieron los siguientes resultados, el máximo voltaje obtenido corresponde a la modificación de 5 y 6 celdas en 60, 120 y 180 min, con un valor de 24.78 V, lo que significa 3.22 V de diferencia con el valor obtenido en la prueba en blanco, la máxima intensidad de corriente obtenida corresponde a la modificación de 4 celdas en 60, 120 y 180 min, con un valor de 8.73 A, lo que significa 0.17 A de diferencia con el valor obtenido en la prueba en blanco, la máxima resistencia obtenida corresponde a la modificación de 5 y 6 celdas en 60, 120 y 180 min, con un valor de 7.8  $\Omega$ , lo que significa 0.28  $\Omega$  de diferencia con el valor obtenido en la prueba en blanco, la máxima potencia obtenida corresponde a la modificación de 4 celdas en 60, 120 y 180 min, con un valor de 215.89 W, lo que significa 33.31 W de diferencia con el valor obtenido en la prueba en blanco, la máxima eficiencia obtenida corresponde a la modificación de 4 celdas en 60, 120 y 180 min, con un valor de 80.39 %, lo que significa 12.4 % de diferencia con el valor obtenido en la prueba en blanco.

De acuerdo a los resultados se concluyó que el comportamiento de las propiedades eléctricas de las celdas modificadas en el panel de silicio comercial, son similares a los valores iniciales de las propiedades tomadas y calculadas en la prueba en blanco.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Para próximas investigaciones se podría modificar todo un panel para determinar las propiedades eléctricas de manera íntegra, sin influencia de las celdas comerciales.

Los esfuerzos para aumentar la eficiencia de energías renovables como la energía solar no deben cesar, se trata de demostrar que hay maneras ecológicas y económicas de mejorar tecnologías más tarde harán que incluso en el consumo se concientice a todas las generaciones.

Las investigaciones deben estar respaldadas por laboratorios correspondientes a la universidad, con los equipos necesarios y acorde a los avances tecnológicos de manera que faciliten la obtención de resultados más precisos y veraces sin tener que recurrir a otras instituciones.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALARCÓN CAVERO, H.A., Celdas Solares Fotoelectroquímicas De Dióxido De Titanio Sensibilizadas Y Modificadas Con Aluminio [en línea]. S.I.: Universidad Nacional de Ingeniería. 2008. [Fecha de consulta: 12 mayo 2019]. Disponible en: [http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/550/1/alarcon\\_ch.pdf](http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/550/1/alarcon_ch.pdf).
- ARENCIBIA-CARBALLO GUSTAVO, La importancia del uso de paneles solares en la generación de energía eléctrica [En línea]. 2016. [Fecha de consulta: 02 de mayo de 2019]. Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n060616.html>
- BALTAZAR VERA, J. C., FUENTES-RAMÍREZ, R., HERNANDEZ, V. A., GALINDO ESQUIVEL, I. R., RUIZ CAMACHO, B., & MANRÍQUEZ, J. Respuesta energética del colorante azoico rojo disperso mezclado con grafeno reducido y óxido de grafeno en celdas solares sensibilizadas. [En línea]. 2018. [Fecha de consulta: 22 de abril de 2019]. Disponible en: [https://www.redalyc.org/pdf/416/Resumenes/Resumen\\_41657040011\\_1.pdf](https://www.redalyc.org/pdf/416/Resumenes/Resumen_41657040011_1.pdf).
- BAETTIG, PERRO Y RÉMOND, Emerging immune functions of non-hematopoietic stromal cells.22007. [en línea], [Fecha de consulta: 12 mayo 2019]. Disponible en: [https://books.google.com.pe/books?id=GcNpBgAAQBAJ&pg=PA119&lpg=PA119&dq=Baettig,+P+erro+y+r%C3%A9mond,+2007&source=bl&ots=1vvQgPJn\\_L&sig=ACfU3U03SdcHecktWp85Zn4psMOMWA3DOA&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwip6sKd0vHiAhVOWfKkHZGdC1sQ6AEwD3oECAGQAQ#v=onepage&q=Baettig%20Perro%20y%20r%C3%A9mond%202007&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=GcNpBgAAQBAJ&pg=PA119&lpg=PA119&dq=Baettig,+P+erro+y+r%C3%A9mond,+2007&source=bl&ots=1vvQgPJn_L&sig=ACfU3U03SdcHecktWp85Zn4psMOMWA3DOA&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwip6sKd0vHiAhVOWfKkHZGdC1sQ6AEwD3oECAGQAQ#v=onepage&q=Baettig%20Perro%20y%20r%C3%A9mond%202007&f=false)
- BONACCORSO FRANCESCO, Science and technology of two-dimensional crystals @ Istituto Italiano di Tecnologia, Graphene Labs 2015. [en línea], [Fecha de consulta: 12 mayo 2019].Disponible en: [http://www.phantomsnet.net/imaginenano/Abstracts2015/Graphene2015\\_Bonaccorso\\_Francesco\\_Francesco.Bonaccorso@iit.it\\_Abstract\\_W4.pdf](http://www.phantomsnet.net/imaginenano/Abstracts2015/Graphene2015_Bonaccorso_Francesco_Francesco.Bonaccorso@iit.it_Abstract_W4.pdf)
- BOTAS VELASCO, CRISTINA. Síntesis y caracterización de materiales grafénicos: aplicación en almacenamiento de energía, [En línea]. 2014. [Fecha de consulta: 22 de abril de 2019]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=110930>
- CARREON ANTE ULISES ALEJANDRO, Universidad Iberoamericana León El Grafeno Como Material Revolucionario [En línea].2016. [Fecha de consulta: 12 de abril de 2019] Disponible en <http://entretextos.leon.uia.mx/num/24/PDF/ENT24-10.pdf>
- CHALE LARA, FABIO FELIPE; CABALLERO BRIONES, FELIPE; GUERRERO CONTRERAS,

JESÚS, “Películas Conductoras De Grafeno Para Electrodo Transparentes”, [En línea]. 2015. [Fecha de consulta: 22 de abril de 2019]. Disponible en: <https://www.repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/21744>.

- CHOI YH, ET AL. Asymmetric synthesis of (S)-3-chloro-1-phenyl-1-propanol using *Saccharomyces cerevisiae* reductase with high enantioselectivity. *Appl Microbiol Biotechnol* 87(1):185-93(2010). [en línea], [Fecha de consulta: 12 mayo 2019]. Disponible en: <https://www.yeastgenome.org/reference/S000132949>
- CRUZ ASSUNÇÃO IVAN CARLOS, Desenvolvimento de Dispositivos Orgânicos de Óxido de Grafeno para Conversão de Energia Solar. [En línea]. 2016. [Fecha de consulta: 30 de abril de 2019]. Disponible en: [https://run.unl.pt/bitstream/10362/19024/1/Assuncao\\_2016.pdf](https://run.unl.pt/bitstream/10362/19024/1/Assuncao_2016.pdf).
- DURANTINI JAVIER, “Efecto de la incorporación de nanopartículas de grafeno en dispositivos fotovoltaicos de óxido de titanio sensibilizadas por colorante orgánico, 2014”, [En línea]. 2014. [Fecha de consulta: 30 de abril de 2019]. [https://www.researchgate.net/profile/Javier\\_Durantini/publication/269039432\\_Efecto\\_de\\_la\\_incorporacion\\_de\\_nanoparticulas\\_de\\_grafeno\\_en\\_dispositivos\\_fotovoltaicos\\_de\\_oxido\\_de\\_titanio\\_sensibilizadas\\_por\\_colorante\\_organico/links/548780a80cf289302e2edc77/Efecto-de-laincorporacion-de-nanoparticulas-de-grafeno-en-dispositivos-fotovoltaicos-de-oxido-de-titaniosensibilizadas-por-colorante-organico.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Javier_Durantini/publication/269039432_Efecto_de_la_incorporacion_de_nanoparticulas_de_grafeno_en_dispositivos_fotovoltaicos_de_oxido_de_titanio_sensibilizadas_por_colorante_organico/links/548780a80cf289302e2edc77/Efecto-de-laincorporacion-de-nanoparticulas-de-grafeno-en-dispositivos-fotovoltaicos-de-oxido-de-titaniosensibilizadas-por-colorante-organico.pdf)
- FARÍAS CEPEDA LORENA, JESÚS DAVID FLORES OYERVIDES, LUCERO ROSALES MARINES. “Grafeno, el material del futuro Síntesis y propiedades”, [En línea]. 2017. [Fecha de consulta: 22 de abril de 2019]. Disponible en: <http://www.cienciacierta.uadec.mx/articulos/cc50/grafeno.pdf>
- IRRIBARREN A., Optoelectrónica orgánica: celdas solares. [En línea]. 2014. Disponible en: <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/Energia/Energia48/HTML/articulo02.htm>
- JAMARAMILLO JIMÉNEZ, MIGUEL RÓMULO, Remoción de aceites y grasas mediante óxido de grafeno artesanal en el centro de lavado “Splash” San Miguel – Lima, 2018 [En línea]. 2018. [Fecha de consulta: 28 de mayo de 2019] Disponible en: [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/32303/Jaramillo\\_JMR.pdf?sequence=1&isAllo wed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/32303/Jaramillo_JMR.pdf?sequence=1&isAllo wed=y)

- LIU, YONGCHEN. Application of graphene oxide in water treatment. Earth and Environmental Science [En línea]. 2017. [Fecha de consulta: 18 de abril de 2019]. Disponible en: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/94/1/012060/pdf>
- K. S. NOVOSELOV Electric Field Effect in Atomically Thin Carbon Films, 2004 [en línea], [Fecha de consulta: 12 mayo 2019]. Disponible en: <https://science.sciencemag.org/content/306/5696/666>,
- MANQUIAN VILLALOBOS CAROLINA ANDREA, Universidad De Santiago De Chile, Síntesis de Grafeno usando agentes naturales aplicadas a celdas solares sensibilizadas en colorante. [En línea].2017. [Fecha de consulta: 19 de abril de 2019]. Disponible en: [https://fisica.usach.cl/sites/fisica/files/manquian\\_villalobos\\_carolina\\_andrea.pdf](https://fisica.usach.cl/sites/fisica/files/manquian_villalobos_carolina_andrea.pdf)
- OSORIO MANCILLA, JOSÉ MARÍA. Preparación de materiales grafénicos para su uso como electrodo en sistemas electroquímicos de almacenamiento de energía. [En línea]. 2016. [Fecha de consulta: 11 de mayo de 2019]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10651/39066>.
- PAO-SHEN HUANG<sup>1</sup>, I-MIN TSO<sup>1,2</sup>, HUI-CHEN LIN<sup>1,2</sup>, LIANG-KONG LIN<sup>1,2</sup>, AND CHUNG-PING LIN<sup>1,2,\*</sup> Effects of Thinning on Spider Diversity of an East Asian Subtropical Plantation Forest 2011) [en línea], [Fecha de consulta: 12 mayo 2019]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Chung-Ping-Lin/publication/259461473\\_Effects\\_of\\_Thinning\\_on\\_Spider\\_Diversity\\_of\\_an\\_East\\_Asian\\_Subtropical\\_Plantation\\_Forest/links/00b7d52bc923d07f000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Chung-Ping-Lin/publication/259461473_Effects_of_Thinning_on_Spider_Diversity_of_an_East_Asian_Subtropical_Plantation_Forest/links/00b7d52bc923d07f000000.pdf)
- PAEZ CARTAYA, I., RODRÍGUEZ SÁNCHEZ, J.L. y CRUZ VIERA, L., Optimización de la extracción de antocianinas de Hibiscus sabdariffa L. y su caracterización cromática. Ciencia y Tecnología de Alimentos [en línea], vol. 28, no. 2. 2018. [Fecha de consulta: 06 de mayo 2019]. Disponible en: <http://www.iiiia.edu.cu/revista/index.php/RCTA/article/download/500/469>.
- SANCHEZ DE ARMAS ROCÍO Y GUTIERRES-BELTRÁN. Nanotecnología inspirada en la naturaleza: celdas solares sensibilizadas con colorante. [En línea]. 2015. [Fecha de consulta: 23 de abril de 2019]. Disponible en: <http://www.encuentrosenlabiologia.es/2015/12/nanotecnologiainspirada-en-la-naturaleza-celdas-solares-sensibilizadas-con-colorante/>
- SILVA PEREYRA RODOLFO GERARDO, Eficiencia de las células fotovoltaicas nanoestructuradas a base de dióxido de titanio, sensibilizadas con pigmentos nativos peruanos, en Chaclacayo – 2018, [En línea]. 2018. [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2019] Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/31222>.

- TAPIA CHAUCA, JOHANA DOMITILA, Reducción de salinidad de las aguas de la playa San Pedro – Lurín utilizando nanotecnología (grafenano) a escala laboratorio, 2017. [En línea]. 2017. [Fecha de consulta: 13 de mayo de 2019] Disponible en:  
[http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/17165/Tapia\\_CJD.pdf](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/17165/Tapia_CJD.pdf).
- TANIGUCHI, New Strategy for Chemically Attachment of Imine Group on Multi-Walled Carbon Nanotubes Surfaces: Synthesis, Characterization and Study of DC Electrical Conductivity. 1974. [en línea], [Fecha de consulta: 12 mayo 2019]. Disponible en:  
[https://www.scirp.org/\(S\(vtj3fa45qm1ean45vvfcz55\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1973088](https://www.scirp.org/(S(vtj3fa45qm1ean45vvfcz55))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1973088)
- TSANG, B., ZAHID, H., ANSARI, R., LEE, R.C., PARTAP, A., GERLAI, R. BREEDING ZEBRAFISH: A Review of Different Methods and a Discussion on Standardization 2017. [en línea], [Fecha de consulta: 12 mayo 2019]. Disponible en:  
<http://zfin.org/ZDB-PUB-170906-4>
- HUANG, Yu, Fabrication and magnetotransport properties of graphene nanostructures Celdas Solares Fotoelectroquímicas [en línea]. University of California, Los Angeles, 2011 [Fecha de consulta: 16 diciembre 2019]. Disponible en: <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2011PhDT.....142B/abstract>
- RAKESH, Kumar, Graphene as a transparent conducting and surface field layer in planar Si solar cells [en línea]. University of California, Los Angeles, 2014 [Fecha de consulta: 16 diciembre 2019]. Disponible en: <https://nanoscalereslett.springeropen.com/articles/10.1186/1556-276X-9-349>
- CORAZZA, M. . Characterization of Organic Solar Cell Devices and their Interfaces under Degradation: Imaging, Electrical and Mechanical Methods. Risø, Roskilde: Department of Energy Conversion and Storage, [en línea]. Technical University of Denmark, 2016 [Fecha de consulta: 16 diciembre 2019]. Disponible en:  
[https://backend.orbit.dtu.dk/ws/portalfiles/portal/125389281/Michael\\_Corazza\\_PhD\\_thesis.pdf](https://backend.orbit.dtu.dk/ws/portalfiles/portal/125389281/Michael_Corazza_PhD_thesis.pdf)

## VIII. ANEXOS

### ANEXO 1. Matriz de consistencia

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLES	DISEÑO METODOLÓGICO
¿Cuál es la variación entre los valores de los parámetros eléctricos del panel con las celdas modificadas con grafeno sintetizado con ajo añejado respecto a los parámetros de la prueba en blanco del panel solares de silicio comercial?	Determinar variación entre los valores de los parámetros eléctricos del panel con las celdas modificadas con grafeno sintetizado con ajo añejado respecto a los parámetros de la prueba en blanco del panel solares de silicio comercial.	Los resultados de la comparación entre los valores de los parámetros eléctricos del panel con las celdas modificadas y los valores de la prueba en blanco de las celdas comerciales de silicio son similares.	<b>INDEPENDIENTE:</b> Celdas modificadas con grafeno sintetizado con ajo añejado	<b>Tipo de investigación:</b> El tipo de investigación es aplicada ya que muestra mediante los resultados una alternativa más de obtención de energía solar, el enfoque es cuantitativo, ya que se caracterizaron celdas modificadas con oxido de grafeno reducido y se hacen cálculos en cuanto a los objetivos que se establecieron. <b>Diseño de investigación:</b> El diseño es experimental, ya que se desarrollaron los prototipos de contraelectrodos para modificar celdas solares comerciales y obtener los datos de parámetros eléctricos.
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS	<b>DEPENDIENTE:</b> Comparación de parámetros eléctricos.	<b>Población.</b> La población abarca todas las celdas de silicio en total 36 que forman el panel donde se extrajeron datos iniciales.  <b>Muestra:</b> Las muestras son las 6 celdas modificadas para la obtención de datos que se compararon con los obtenidos respecto a las celdas en panel silicio comercial en condiciones normales  <b>INSTRUMENTOS:</b>  Ficha de registro de análisis de laboratorio para el óxido de grafeno. (Ver. ANEXO 3).  Ficha de registro de elaboración de láminas de vidrio. (Ver. ANEXO 2).  Ficha de registro de prototipos en celdas solares (Ver. ANEXO 4).
¿Cuál es la relación entre el valor del voltaje obtenido con la modificación de celdas con respecto a la prueba en blanco?	Determinar la relación entre el valor del voltaje máximo promedio obtenido con la modificación de celdas con respecto a la prueba en blanco	La relación entre el valor del voltaje obtenido con la modificación de celdas con respecto a la prueba en blanco es cercana		
¿Cuál es la relación entre el valor de la intensidad de corriente obtenida con la modificación de celdas con respecto a la prueba en blanco?;	Determinar la relación entre el valor de la intensidad de corriente máxima promedio obtenida con la modificación de celdas con respecto a la prueba en blanco	La relación entre el valor de la intensidad de corriente obtenida con la modificación de celdas con respecto a la prueba en blanco es similar		
¿Cuál es la relación entre el valor la resistencia obtenida con la modificación de celdas con respecto a la prueba en blanco?	Determinar la relación entre el valor la resistencia máxima promedio obtenida con la modificación de celdas con respecto a la prueba en blanco	La relación entre el valor la resistencia obtenida con la modificación de celdas con respecto a la prueba en blanco es similar.		





**ANEXO 4.** Instrumentos de recolección de datos: Ficha registro de prototipos en celdas solares

**FICHA DE REGISTRO DE PROTOTIPOS EN CELDAS SOLARES**

Responsable:..... DNI:.....

N° LAMINA	VOLTAJE (V)	RESISTENCIA (Ω)	AMPERAJE (A)	POTENCIA (W)	IRRADIACIÓN (W/m <sup>2</sup> )	TEMPERATURA DE SECADO (C°)	CONCENTRACIÓN DE rOG (g)	EFICIENCIA ENERGÉTICA (%)

Especialista *[Signature]*

Nombres y Apellidos:.....

CP:.....

Fecha:.....

Especialista *[Signature]*

Nombres y Apellidos:.....

CP: 79962

Fecha: 12/06/2019

Especialista *[Signature]*

Nombres y Apellidos:.....

CP:.....

Fecha: 11-06-19

**ANEXO 5. Validación**



**INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

**I. DATOS GENERALES:**

- 1.1 Apellidos y Nombres del validador: Valverde Flores Johnny W
- 1.2 Cargo e institución donde labora: Docente - UCV
- 1.3 Especialidad del Validador: Docente
- 1.4 Nombre del Instrumento y finalidad de su aplicación: FICHA DE REGISTRO DE ANALISIS DE LABORATORIO PARA EL OXIDO DE GRAFENO
- 1.5 Título de la Investigación: SÍNTESIS DE GRAFENO USANDO EXTRACTO DE AJO AÑEJADO Y SU APLICACIÓN EN CELDAS SOLARES SENSIBILIZADAS.
- 1.6 Autor de instrumento: GULARTE MANRIQUE JENNY MASSIEL

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:**

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy Buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico					✓
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en conductas observables					✓
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología					✓
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					✓
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad					✓
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar los aspectos de las estrategias					✓
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teóricos científicos.					✓
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y dimensiones.					✓
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de diagnostico					✓
10. PERTINENCIA	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					✓
PROMEDIO						90
PROMEDIO DE VALORACION						

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 90 %

- IV. OPINION DE APLICABILIDAD.
- El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.
  - El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Lugar y Fecha: Lima 12/06/2019

Johnny W. Valverde Flores  
 Firma del Experto Informante.  
 DNI N° 18120753 Teléfono N° \_\_\_\_\_

**INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

**I. DATOS GENERALES:**

- 1.1 Apellidos y Nombres del validador: Valverde Flores Johnny ul  
 1.2 Cargo e institución donde labora: Docente - UCV  
 1.3 Especialidad del Validador: Docente  
 1.4 Nombre del instrumento y finalidad de su aplicación: FICHA DE REGISTRO DE ELABORACIÓN DE PROTOTIPOS  
 1.5 Título de la Investigación: SÍNTESIS DE GRAFENO USANDO EXTRACTO DE AJO AÑEJADO Y SU APLICACIÓN EN CELDAS SOLARES SENSIBILIZADAS.  
 1.6 Autor de instrumento: GULARTE MANRIQUE JENNY MASSIEL

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:**

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy Buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico					✓
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en conductas observables					✓
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología					✓
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					✓
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad					✓
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar los aspectos de las estrategias					✓
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teóricos científicos.					✓
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y dimensiones.					✓
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de diagnostico					✓
10. PERTINENCIA	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					✓
PROMEDIO						90
PROMEDIO DE VALORACION						

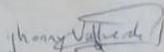
III. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 90 %

IV. OPINION DE APLICABILIDAD.

El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.

El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Lugar y Fecha: Lima, 12/06/2019



Firma del Experto Informante.

DNI N° 18120213 Teléfono N° \_\_\_\_\_

INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1 Apellidos y Nombres del validador: Morocho Mauricio Anavel  
 1.2 Cargo e institución donde labora: SSOMA - D3D Coordinador G2  
 1.3 Especialidad del Validador: Inj. Ambiental  
 1.4 Nombre del Instrumento y finalidad de su aplicación: FICHA DE REGISTRO DE ELABORACIÓN DE PROTOTIPOS  
 1.5 Título de la Investigación: SÍNTESIS DE GRAFENO USANDO EXTRACTO DE AJO AÑEJADO Y SU APLICACIÓN EN CELDAS SOLARES SENSIBILIZADAS.  
 1.6 Autor de instrumento: GULARTE MANRIQUE JENNY MASSIEL

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente e 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy Buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico					98
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en conductas observables					98
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología					98
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					92
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad					92
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar los aspectos de las estrategias					94
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teóricos científicos.					94
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y dimensiones.					94
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de diagnostico					95
10. PERTINENCIA	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					95
PROMEDIO						95
PROMEDIO DE VALORACION						95

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 95 %

IV. OPINION DE APLICABILIDAD.

El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.

El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Lugar y Fecha: 11-06-19

  
 ING. CIP ANAVEL  
 MOROCHO MAURICIO  
 INGENIERA AMBIENTAL  
 Reg. CIP N° 206509

Firma del Experto Informante.

DNI N° 44300146 Teléfono N° 986051747

**INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

**I. DATOS GENERALES:**

- 1.1 Apellidos y Nombres del validador: María Huayta  
 1.2 Cargo e institución donde labora: SSOHA - Guayaquil 2014  
 1.3 Especialidad del Validador: Ing. Ambiental  
 1.4 Nombre del Instrumento y finalidad de su aplicación: FICHA DE REGISTRO DE ANALISIS DE LABORATORIO PARA EL OXIDO DE GRAFENO  
 1.5 Título de la Investigación: SÍNTESIS DE GRAFENO USANDO EXTRACTO DE AJO AÑEJADO Y SU APLICACIÓN EN CELDAS SOLARES SENSIBILIZADAS.  
 1.6 Autor de instrumento: GULARTE MANRIQUE JENNY MASSIEL

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:**

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy Buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico					95
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en conductas observables					98
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología					96
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					93
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad					95
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar los aspectos de las estrategias					98
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teóricos científicos.					96
8. COHERENCIA	Entre los indices, indicadores y dimensiones.					96
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de diagnóstico					93
10. PERTINENCIA	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					96
PROMEDIO						96.6
PROMEDIO DE VALORACION						

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 96.6%

**IV. OPINION DE APLICABILIDAD.**

- El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.  
 El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Lugar y Fecha: 1-08-19

*[Firma]*

Firma del Experto Informante.  
 DNI N° 4632042 Teléfono N° 94121270

*[Firma]*  
 ING. MARIELA  
 HUAYTA  
 INGENIERA AMBIENTAL  
 Reg. CIP N° 22898

**INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

**I. DATOS GENERALES:**

- 1.1 Apellidos y Nombres del validador: Huerta Huayta Iris  
 1.2 Cargo e institución donde labora: SSOMA - Cuzco s.a.c  
 1.3 Especialidad del Validador: Ingen. Ambiental  
 1.4 Nombre del Instrumento y finalidad de su aplicación: FICHA DE REGISTRO DE ELABORACIÓN DE PROTOTIPOS  
 1.5 Título de la Investigación: SÍNTESIS DE GRAFENO USANDO EXTRACTO DE AJO AÑEJADO Y SU APLICACIÓN EN CELDAS SOLARES SENSIBILIZADAS.  
 1.6 Autor de instrumento: GULARTE MANRIQUE JENNY MASSIEL

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:**

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente	Regular	Buena	Muy Buena	Excelente
		00-20%	21-40%	41-60%	61-80%	81-100%
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico					96
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en conductas observables					96
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología					98
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					98
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad					90
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar los aspectos de las estrategias					92
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teóricos científicos.					88
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y dimensiones.					90
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de diagnóstico					92
10. PERTINENCIA	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					94
PROMEDIO						92.4
PROMEDIO DE VALORACION						92.4

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 92.4 %

IV. OPINION DE APLICABILIDAD.

- El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.  
 El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Lugar y Fecha:.....

Firma del Experto Informante.

DNI N° 46320142 Teléfono N° 961871270

  
 IRIS PAMELA  
 HUERTA HUAYTA  
 INGENIERA AMBIENTAL  
 Reg. CIP N° 226983

INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1 Apellidos y Nombres del validador: Morocho Mauricio Anavel  
 1.2 Cargo e institución donde labora: SSCHA - DAD Cadete de Gestión  
 1.3 Especialidad del Validador: Eng. Ambiental  
 1.4 Nombre del Instrumento y finalidad de su aplicación: FICHA DE REGISTRO DE ANALISIS DE LABORATORIO PARA EL OXIDO DE GRAFENO  
 1.5 Título de la Investigación: SÍNTESIS DE GRAFENO USANDO EXTRACTO DE AJO AÑEJADO Y SU APLICACIÓN EN CELDAS SOLARES SENSIBILIZADAS.  
 1.6 Autor de Instrumento: GULARTE MANRIQUE JENNY MASSIEL

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy Buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico					98
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en conductas observables					95
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología					98
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					95
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad					98
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar los aspectos de las estrategias					95
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teóricos científicos.					98
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y dimensiones.					98
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de diagnostico					95
10. PERTINENCIA	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					95
PROMEDIO						96.5
PROMEDIO DE VALORACIÓN						96.5

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 96.5 %

IV. OPINION DE APLICABILIDAD.

- El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.  
 El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Lugar y Fecha: 11-06-19

Firma del Experto Informante.  
 DNI N° 44300146 Teléfono N° 986 051947

  
 ING. CIP ANAVEL  
 MOROCHO MAURICIO  
 INGENIERA AMBIENTAL  
 Reg. CIP N° 208589

**INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**
**I. DATOS GENERALES:**

- 1.1 Apellidos y Nombres del validador: Valverde Flores Johnny W.  
 1.2 Cargo e institución donde labora: Docente - UCV  
 1.3 Especialidad del Validador: Docente  
 1.4 Nombre del Instrumento y finalidad de su aplicación: FICHA DE REGISTRO DE PROTOTIPOS EN CELDAS SOLARES SENSIBILIZADAS  
 1.5 Título de la Investigación: SÍNTESIS DE GRAFENO USANDO EXTRACTO DE AJO AÑEJADO Y SU APLICACIÓN EN CELDAS SOLARES SENSIBILIZADAS.  
 1.6 Autor de instrumento: GULARTE MANRIQUE JENNY MASSIEL

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:**

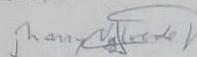
CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy Buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico					✓
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en conductas observables					✓
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología					✓
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					✓
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad					✓
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar los aspectos de las estrategias					✓
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teóricos científicos.					✓
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y dimensiones.					✓
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de diagnóstico					✓
10. PERTINENCIA	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					✓
PROMEDIO						90
PROMEDIO DE VALORACION						

 III. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 90 %

IV. OPINION DE APLICABILIDAD.

 El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.

 El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

 Lugar y Fecha: Lima 12/06/2019


Firma del Experto Informante.

 DNI N° 8120213 Teléfono N° \_\_\_\_\_

**INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

**I. DATOS GENERALES:**

- 1.1 Apellidos y Nombres del validador: Huerta Huayta P.  
 1.2 Cargo e institución donde labora: SSOMA - Quimpac S.A.C  
 1.3 Especialidad del Validador: Ing Ambiental  
 1.4 Nombre del Instrumento y finalidad de su aplicación: FICHA DE REGISTRO DE PROTOTIPOS EN CELDAS SOLARES SENSIBILIZADAS  
 1.5 Título de la Investigación: SÍNTESIS DE GRAFENO USANDO EXTRACTO DE AJO AÑEJADO Y SU APLICACIÓN EN CELDAS SOLARES SENSIBILIZADAS.  
 1.6 Autor de instrumento: GULARTE MANRIQUE JENNY MASSIEL

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:**

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente e 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy Buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico					88
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en conductas observables					90
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología					92
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					86
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad					88
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar los aspectos de las estrategias					90
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teóricos científicos.					90
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y dimensiones.					92
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de diagnóstico					90
10. PERTINENCIA	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					88
PROMEDIO						89.4
PROMEDIO DE VALORACION						89.4

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 89.4%

IV. OPINION DE APLICABILIDAD.

El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.

El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Lugar y Fecha: 11-06-12



Firma del Experto Informante.

DNI N° 46830148 Teléfono N° 961871270

  
 -----  
 IRUS PAMELA  
 HUERTA HUAYTA  
 INGENIERA AMBIENTAL  
 Reg. CIP N° 228985

**INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

**I. DATOS GENERALES:**

- 1.1 Apellidos y Nombres del validador: Morocho Mauricio Anavel
- 1.2 Cargo e institución donde labora: SSOHA - DSD conductistas
- 1.3 Especialidad del Validador: Ing Ambiental
- 1.4 Nombre del Instrumento y finalidad de su aplicación: FICHA DE REGISTRO DE PROTOTIPOS EN CELDAS SOLARES SENSIBILIZADAS
- 1.5 Título de la Investigación: SÍNTESIS DE GRAFENO USANDO EXTRACTO DE AJO AÑEJADO Y SU APLICACIÓN EN CELDAS SOLARES SENSIBILIZADAS.
- 1.6 Autor de instrumento: GULARTE MANRIQUE JENNY MASSIEL

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:**

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy Buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico					98
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en conductas observables					98
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología					95
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					95
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad					98
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar los aspectos de las estrategias					95
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teóricos científicos.					96
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y dimensiones.					98
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de diagnóstico					95
10. PERTINENCIA	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					94
PROMEDIO						96.2
PROMEDIO DE VALORACION						96.2

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 96.2 %

IV. OPINION DE APLICABILIDAD.

El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.

El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Lugar y Fecha: 11-06-19

  
 ING. CIP ANAVEL  
 MOROCHO MAURICIO  
 INGENIERA AMBIENTAL  
 Reg. CIP N° 20659

Firma del Experto Informante.

DNI N° 44300146 Teléfono N° 986051747



**COEFICIENTE ALFA DE CRONBACH**

Requiere de una sola aplicación del instrumento y se basa en la medición de la respuesta del sujeto con respecto a los ítems del instrumento.

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[ 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_T^2} \right]$$

K: El número de ítems  
 $\sum S_i^2$ : Sumatoria de Varianzas de los ítems  
 $S_T^2$ : Varianza de la suma de los ítems  
 $\alpha$ : Coeficiente de Alfa de Cronbach

**INSTRUMENTO: FICHA DE REGISTRO DE PROTOTIPOS EN CELDAS SOLARES SENSIBILIZADAS**

Items	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Sujetos										
Morocho	93	93	95	95	93	95	96	93	95	94
Huerta	33	90	92	36	33	90	90	92	90	33
Valverde	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90

Suma de ítems

962
884
900

VARP	13.67	14.22	4.22	13.56	13.67	5.56	3.00	11.56	5.56	6.22
------	-------	-------	------	-------	-------	------	------	-------	------	------

$S_T^2$ : 944.89

Varianza de la

Población)  $\sum S_i^2$ : 106.22

K: El número de ítems	10
$\sum S_i^2$ : Sumatoria de las Varianzas de los ítems	106.22
$S_T^2$ : La Varianza de la suma de los ítems	944.89

$\alpha$ : Coeficiente de Alfa de Cronbach

$$\alpha = \frac{3}{3-1} \left[ 1 - \frac{4,19}{9,14} \right]$$

$$\frac{10}{9} [ 1 - 0.11 ]$$

$$1.11111111 [ 0.39 ]$$

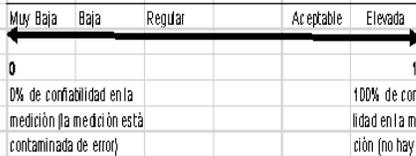
$$\alpha = 0.99$$

Entre más cerca de 1 está  $\alpha$ , más alto es el grado de confiabilidad

**CONFIABILIDAD:**

- Se puede definir como la estabilidad o consistencia de los resultados obtenidos
- Es decir, se refiere al grado en que la aplicación repetida del instrumento, al mismo sujeto u objeto, produce iguales resultados
- Ejemplo, si un Test de Inteligencia Emocional se aplica hoy a un grupo de profesores y proporciona ciertos datos, si se aplica un mes después y proporciona valores diferentes y de manera similar en mediciones subsecuentes, tal prueba no es confiable

**CONFIABILIDAD**



**COEFICIENTE ALFA DE CRONBACH**

Requiere de una sola aplicación del instrumento y se basa en la medición de la respuesta del sujeto con respecto a los ítems del instrumento.

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[ 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_T^2} \right]$$

El número de ítems  
Sumatoria de Varianzas de los Ítems  
Varianza de la suma de los Ítems  
Coeficiente de Alfa de Cronbach

**INSTRUMENTO:****FICHA DE REGISTRO DE ELABORACION DE PROTOTIPOS**

Ítems	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
<b>Sujetos</b>										
<b>Morocho</b>	98	98	98	92	92	94	94	94	95	95
<b>Huerta</b>	96	96	98	88	90	92	88	90	92	95
<b>Valverde</b>	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90

**Suma de Ítems**

950
925
900

<b>VARP</b>	11.56	11.56	14.22	2.67	0.89	2.67	6.22	3.56	4.22	5.56
-------------	-------	-------	-------	------	------	------	------	------	------	------

**S<sub>T</sub><sup>2</sup> : 416.67**

(Varianza de la Población)

**Σ S<sub>i</sub><sup>2</sup> : 63.11**

<b>K</b> : El número de ítems	10
<b>Σ S<sub>i</sub><sup>2</sup></b> : Sumatoria de las Varianzas de los Ítems	63.11
<b>S<sub>T</sub><sup>2</sup></b> : La Varianza de la suma de los Ítems	416.67
<b>α</b> : Coeficiente de Alfa de Cronbach	

$$\alpha = \frac{3}{3-1} \left[ 1 - \frac{4,19}{9,14} \right]$$

$$10 \left[ 1 - 0,15 \right]$$

$$1.111111 \left[ 0,85 \right]$$

$$\alpha = 0,94$$

Entre más cerca de 1 está α, más alto es el grado de confiabilidad

**CONFIABILIDAD:**

- Se puede definir como la estabilidad o consistencia de los resultados obtenidos
- Es decir, se refiere al grado en que la aplicación repetida del instrumento, al mismo sujeto u objeto, produce iguales resultados
- Ejemplo, si un Test de Inteligencia Emocional se aplica hoy a un grupo de profesores y proporciona ciertos datos; si se aplica un mes después y proporciona valores diferentes y de manera similar en mediciones subsecuentes, tal prueba no es confiable

**CONFIABILIDAD**

Muy Baja	Baja	Regular	Aceptable	Elevada
0				1
0% de confiabilidad en la medición (la medición está contaminada de error)			100% de confiabilidad en la medición (no hay error)	