



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Reducción de salinidad del agua de mar mediante hidrogel de grafeno y destilación solar a nivel laboratorio, en Lurín, 2020.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AMBIENTAL

AUTORES:

Linares Nima, Luis Miguel (ORCID: [0000-0003-3618-3796](https://orcid.org/0000-0003-3618-3796))

Rodríguez Paredes, Erik Paolo (ORCID: [0000-0001-64597799](https://orcid.org/0000-0001-64597799))

ASESOR:

Dr. Cabrera Carranza, Carlos Francisco (ORCID: [0000-0002-5821-5886](https://orcid.org/0000-0002-5821-5886))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión de Riesgo y adaptación al cambio climático.

LIMA –PERÚ

2020

DEDICATORIA

A mis padres, Eugenio y Margarita quienes me dieron la vida, educación, valores y son mi motivación en la vida. A Kevin y Yanet por creer en mí y apoyarme constantemente. También a mis familiares y amigos, ya que sin ellos nunca hubiera culminado esta tesis.

Luis Miguel Linares Nima.

Dedico con todo mi corazón esta tesis a mis padres; en especial a mi madre la Sra. Hogli Paredes Sandoval, fuente de bondad pura, por su apoyo incondicional, ya que hizo realidad esta meta. También a mi hermana, amigos y familiares por su apoyo.

Erik Paolo Rodríguez Paredes.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, expresar nuestro agradecimiento a Dios por guiarnos y ser fuente infinita de fe.

Agradecemos a la Universidad César Vallejo por ser nuestro segundo hogar y pilar en nuestra formación profesional y académica, así mismo a los distintos docentes que nos impartieron sus conocimientos durante estos años de vida universitaria.

También agradecemos a nuestro asesor, Dr. Carlos Francisco Cabrera Carranza por su paciencia y apoyo incondicional en el desarrollo de este trabajo.

Además, agradecemos al Dr. Jhonny Valverde Flores por su asesoría académica y motivación constante en la ejecución del diseño experimental del proyecto.

Y por último al Dr. Juan Julio Ordoñez Gálvez por brindarnos la confianza y ánimo para culminar el presente trabajo de investigación.

Índice de contenidos

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	vii
Índice de figuras.....	viii
Índice de imágenes.....	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA	13
3.1. Tipo y diseño de investigación	13
3.2. Variables y operacionalización	14
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.....	15
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	17
3.5. Procedimientos	18
3.6. Validez	21
3.7. Método de análisis de datos.....	22
3.8. Aspectos éticos.....	22
IV. RESULTADOS.....	23
4.1. Resultados iniciales y finales de la reducción de la salinidad aplicando hidrogel de grafeno y destilación solar.....	25
4.1.1. Resultados de salinidad.....	25
4.2. Resultados de la Evaluación de la relación de las variaciones de los parámetros meteorológicos y el volumen de agua aplicando hidrogel de grafeno y destilación solar.	27
4.2.2. Promedio de los parámetros meteorológicos por horas	28
4.2.3. Promedio de volumen de destilación por hora en relación a la temperatura (T°).....	29
4.3. Resultados de la dosis optima de hidrogel de grafeno y destilación solar en función al	

volumen de agua destilada	30
4.3.1. Volumen de destilación promedio por día del Grupo 1 y 2	30
4.3.2. Volumen de destilación promedio por hora.....	31
4.4. Resultados de los parámetros físicos y químicos aplicando hidrogel de grafeno y destilación solar	32
4.4.1. Resultados de Conductividad eléctrica:	32
4.4.2. Resultados de pH y Turbidez	33
4.4.3. Resultados de TDS.....	34
4.4.4. Resultados de iones Mg⁺², Ca⁺² y Dureza	35
4.4.5. Resultados de Cloruros	36
4.4.6. Resultados de Bicarbonatos.....	37
4.5. Prueba de Hipótesis:	38
4.5.1. Hipótesis General	39
4.5.2. Hipótesis Específica 1:	40
Interpretación:	41
4.5.3. Hipótesis Específica 2:	42
4.5.4. Hipótesis Específica 3:	44
V. DISCUSIÓN	47
VI. CONCLUSIONES	50
VII. RECOMENDACIONES	51
REFERENCIAS	52
ANEXOS.....	62
ANEXO N° 1. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	62
ANEXO N° 2. MATRIZ DE CONSISTENCIA	64
ANEXO N° 3. SÍNTESIS DEL GRAFENO (OG)	67
ANEXO N° 4. SÍNTESIS DEL HIDROGEL DE GRAFENO	77
ANEXO N° 5. CONSTRUCCIÓN DEL DESTILADOR SOLAR	81
ANEXO N° 6. CARACTERIZACION DEL HIDROGEL DE GRAFENO.....	86
ANEXO N° 7. TOMA DE MUESTRAS DE AGUAS EN LA PLAYA CONCHÁN.	87
ANEXO N° 8. INSTRUMENTOS VALIDADOS POR EXPERTOS.	89

ANEXO N° 9. RESULTADOS DE PARÁMETROS FÍSICO Y QUÍMICOS DE LABORATORIO EXTERNO.....	94
ANEXO N° 10. CERTIFICADO DE CALIBRACION DEL TERMOHIGRÓMETRO.....	99

Índice de tablas

Tabla 1. Para la recolección de los datos se aplicarán los siguientes instrumentos.....	17
Tabla 2. Aplicación del tratamiento en las muestras.....	23
Tabla 3. Concertaciones de grafeno en las muestras.....	24
Tabla 4. Variación de salinidad después de la aplicación del estímulo.....	26
Tabla 5. Contrastación de hipótesis y normalidad.	38
Tabla 6. Prueba de normalidad de la hipótesis general.....	39
Tabla 7. Estadístico de prueba de la hipótesis general	39
Tabla 8. Prueba de normalidad de la hipótesis específica 1.....	41
Tabla 9. Estadístico de prueba de la hipótesis específica 1.	41
Tabla 10. Prueba de normalidad de la hipótesis específica 2.....	43
Tabla 11. Estadístico de prueba de la hipótesis específica 2.	43
Tabla 12. Prueba de normalidad de la hipótesis específica 3.....	45
Tabla 13. Estadístico de prueba de la hipótesis específica 3.	45
Tabla 14. Ubicación del destilador.....	82
Tabla 15. Ubicación de referencia – SENAMHI	83

Índice de figuras

Figura 1. Puntos de muestreo en la Playa Conchán.	16
Figura 2. Resultados de Salinidad.	25
Figura 3. Promedio diario de los parámetros meteorológicos.	27
Figura 4. Promedio de los parámetros meteorológicos por día.....	28
Figura 5. Promedio de volumen de destilación por hora en relación a la temperatura.29	
Figura 6. Volumen de destilación total del grupo 1 y 2.....	30
Figura 7. Volumen de variación por hora.....	31
Figura 8. Resultados de Conductividad.	32
Figura 9. Resultados de pH y turbidez.....	33
Figura 10. Resultados de TDS.....	34
Figura 11. Resultados de iones Ca^{2+} , Mg^{2+} y Dureza.	35
Figura 12. Resultados de Cloruros.....	36
Figura 13. Resultados de Bicarbonatos.....	37
Figura 14. Gráfico de porcentaje de salinidad aplicando el hidrogel de OG.....	40
Figura 15. Gráfico de sensor de temperatura.....	42
Figura 16. Variación de volumen destilado en los subgrupos.....	44

Índice de imágenes

Imagen 1. Destilador solar de una vertiente con cuatro compartimientos.....	19
--	----

RESUMEN

Existen diferentes tecnologías que buscan mitigar la escasez de agua dulce, desde la fabricación de plantas desalinizadoras por osmosis inversa hasta prototipos caseros de destiladores solares. El objetivo de la investigación fue determinar la reducción de salinidad aplicando hidrogel de grafeno y destilación solar en agua de mar a nivel laboratorio. El óxido de grafeno (OG) es un nanomaterial utilizado en distintas aplicaciones, y en conjunto con una base hidrogel (PVA) se empleó para mejorar la desalinización y destilación solar de agua de mar. Entre los principales resultados obtenidos se verificó una considerable reducción de salinidad en los tres grupos tratados (M0, M1, M2); se determinó la reducción de salinidad de agua de mar destilada obteniendo un promedio previo al tratamiento de 5.44%, las mismas que al finalizar se redujeron a niveles de 0.001% en los subgrupos (B y C) que contenían el hidrogel de OG. Referente al volumen promedio por día de agua destilada fue de 13.77 ml aplicando hidrogel de OG en comparación a los 12.3 ml del subgrupo sin hidrogel (D); con temperaturas ambientales promedios entre 21°C a 25°C entre noviembre y diciembre del 2020.

Palabras clave: *hidrogel, grafeno, desalinización, agua de mar, destilación solar.*

ABSTRACT

There are different technologies that seek to mitigate the scarcity of fresh water, from the manufacture of reverse osmosis desalination plants to homemade prototypes of solar distillers. The objective of the research was to determine the reduction of salinity by applying graphite hydrogel and solar distillation in seawater at laboratory level. Graphene oxide (GO) is a nanomaterial used in different applications, and together with a hydrogel base (PVA) it was used to improve the solar desalination and distillation of sea water. Among the main results obtained, it was verified a considerable reduction of salinity in the three treated groups (M0, M1, M2); and it was determined the reduction of salinity of distilled sea water obtaining an average of 5.44% before the treatment, which at the end were reduced to levels of 0.001% in the subgroups (B and C) that contained the OG hydrogel. The average volume of distilled water per day was 13.77 ml applying hydrogel as compared to 12.3 ml in the subgroup without hydrogel (D), with average ambient temperatures between 21°C and 25°C between November and December 2020.

Keywords: hydrogel, graphene, desalination, sea water, solar distillation.

I. INTRODUCCIÓN

La realidad problemática del presente estudio se centró en la escasez del agua dulce. Se estimó que cerca del 97.4% de la totalidad del agua de la Tierra es agua de los océanos con alta concentración de sales y solo el 2.6% es dulce; y del agua disponible mencionado cerca del 70% se encuentra en estado sólido entre mayoría de glaciares y otros, y solo un 0.01% del total está disponible para las necesidades de los seres vivos (Gleick, 1993). El desmesurado crecimiento poblacional y de manera sincronizada con las ciudades ha ocasionado una mayor demanda del consumo de los recursos naturales, por consecuencia del recurso hídrico disponible (Franek *et al.*, 2015); en conjunto con el crecimiento demográfico, la necesidad de alimentos ha crecido de forma exponencial requiriendo una mayor extensión de área cultivable, necesitando una mayor demanda de agua dulce para riego. Así mismo, la necesidad de buscar nuevas fuentes de agua para la agricultura ha llevado a la modificación artificial de la corriente natural de caudales de cuerpo de agua dulce ocasionando un fenómeno denominado “estrés hídrico ambiental debido a alteraciones del régimen de caudal” (Schneirder *et al.*, 2013).

Según, la Comisión de las Naciones Unidas (1997), indica que, casi un tercio de la población total del planeta habita en países que sufren “estrés hídrico”, donde el consumo de agua es superior al 10% de los recursos renovables de agua dulce disponible; ello se acrecienta con las consecuencias conocidas del cambio climático que agudiza la problemática de la escasez del agua y su disponibilidad. Además, las otras fuentes importantes de agua disponible son de origen subterráneo y abastecen de agua potable al 50% de la población mundial y representan el 43% de toda el agua utilizada para el riego; es probable que en las próximas décadas disminuya de manera significativa los niveles de agua subterránea en diferentes regiones, generando agotamiento y obligando a las personas a buscar alternativas de menor calidad. Una de las principales consecuencias del uso desmedido del agua subterránea es que puede tener un efecto directo sobre el flujo de los ríos afectando los diferentes sistemas acuáticos. Así mismo, la sobreexplotación de los acuíferos cercanos a la costa genera intrusión del océano que contamina con sal el agua dulce poniendo en evidencia la fragilidad de los sistemas subterráneos; esto genera que las personas recurran a costosas tecnologías para obtener agua, desde comprarla de otros lugares, transportándose con camiones cisterna, hasta el uso de plantas desalinizadoras costosas obligando a elevar su precio de tratamiento. La combinación del “estrés hídrico” y los costos elevados genera vulnerabilidad en varios países debido a la escasez de agua; el alto “estrés hídrico” que refiere al uso de más del 40% de la disponibilidad, trae como

Consecuencia escasez y una nueva dependencia de las tecnologías de desalinización. Actualmente existe la necesidad urgente de mejorar de manera significativa la oferta, asimismo, gestionar la demanda, que en la actualidad no es sostenible en el tiempo y la escasez puede convertirse en un limitante en el crecimiento económico mundial.

En ese contexto global, donde la capacidad de adaptación juega un rol importante mediante el desarrollo de nuevas tecnologías que mitiguen la demanda hídrica de una manera sostenible, nuevas tecnologías puedan tratar aguas residuales, así como oceánicas, generando un mayor aprovechamiento de dicho recurso (Comisión de Desarrollo Sostenible, 1997). Por otro lado, a nivel nacional la escasez de agua es un problema que se refleja en diferentes lugares del país, en especial en zonas costeras y lugares con una inadecuada ocupación territorial; la mayoría de las veces asentadas sin planificación, dificultando la accesibilidad de agua y saneamiento a las poblaciones, y en contraposición a la disposición de agua dulce con que cuenta el país.

El Perú, es un país privilegiado, que cuenta con cerca del 1.89% del agua dulce disponible en el mundo; asimismo existen 3 vertientes en su territorio y tiene una disponibilidad de casi 2 billones de metros cúbicos de agua anual, sin embargo, la accidentada geografía y la vertiente del Pacífico, en donde se concentra más del 60% de la población, solo tiene una disponibilidad de 2.2% de acceso del agua dulce (Autoridad Nacional del Agua, 2020). El consumo de agua en el Perú, tiene una distribución anual de un 80% para riego en el sector agricultura, 18% de abastecimiento a las poblaciones y sector industrial, y el restante al sector minero; además, según la distribución de la población, que se asienta principalmente un 65% en zonas costeras con mayores concentraciones en Lima, Arequipa, Trujillo y Chiclayo; zonas de desierto. Las proyecciones del crecimiento poblacional en el Perú estiman en el plano local que Lima contará con 11 millones de habitantes entre el 2020 a 2025, lo que ocasionará un fuerte “estrés hídrico” provocando sobreexplotación en las cuencas y acuíferos de la ciudad (Comisión Nacional Preparatoria - ANA, 2009).

La búsqueda de nuevos métodos ha llevado al desarrollo de nuevas tecnologías en el tratamiento de aguas, que será fundamental en un futuro cercano, especialmente para el aprovechamiento de las aguas oceánicas por su abundante volumen que existe. Actualmente los costos en el proceso de desalinización de aguas saladas son elevados debido a la aplicación de tecnologías y un alto consumo energético en el proceso. La indagación de un diseño de desalinización de aguas costeras con bajo consumo energético será importante para mantener precios asequibles y accesibles. En el norte del Perú, en Piura, ya se ha trabajado de manera de estudio a baja escala con destiladores solares para

tratar agua salobre subterránea de los pozos artesanales de ganaderos a bajo coste, buscando el diseño más eficiente y económico, siendo éste, el principal objetivo del presente trabajo mencionado. (Chiroque, 2018).

Es así, que la siguiente investigación pretende resolver el siguiente problema general, ¿en qué medida se reduce la salinidad del agua de mar aplicando hidrogel de grafeno y destilación solar a nivel laboratorio, en Lurín, 2020?; y como problemas específicos ¿Cuál será la relación de los parámetros meteorológicos y el volumen de agua de mar destilada aplicando hidrogel de grafeno y destilación solar, Lurín, 2020?, ¿Cuál será la dosis óptima de hidrogel de grafeno y destilación solar, en función al volumen de agua de mar destilada, Lurín, 2020?, ¿cuáles serán los parámetros físicos y químicos de las aguas tratadas con hidrogel de grafeno y destilación solar, en Lurín, 2020?

La investigación se justifica por su potencial aporte a la: Relevancia social, en la mitigación de escasez de agua dulce, hoy los costos en el tratamiento de desalinización son elevados y su beneficio será para las poblaciones costeras que no cuenten con acceso al agua dulce o con limitaciones en este servicio. Sus Implicaciones, prácticas son proponer soluciones sencillas y accesibles de bajo coste ante la escasez de agua en zonas costeras mediante un prototipo de destilador solar con hidrogel de óxido de grafeno para mejorar la reducción de sales y su uso regular en distintas actividades cotidianas. Y su Relevancia ambiental, será mejorar la desalinización con hidrogel de óxido de grafeno, haciendo uso de un sistema energético a través de luz solar, usando tecnología limpia sin la necesidad de generar algún daño al medio ambiente como hacen otros procesos de desalinización, promoviendo así, la sostenibilidad energética, asimismo la salmuera que quede resultante será fuente de materia prima para la elaboración de sal marina, que tiene muchos usos en la gastronomía e industria en general, aprovechando al máximo los recursos tratados. Y su Valor económico, se basó en múltiples estudios realizados en la ejecución de prototipos de destilación solar, demostrando que el destilador solar de cascada es un equipo viable económicamente para la aplicación de los procesos de desalinización de agua marina, adicionalmente presenta múltiples ventajas en su construcción, operación y mantenimiento convirtiéndolo en el más sostenible para la implementación en zonas costeras.

Como objetivo general determinar la reducción de la salinidad aplicando hidrogel de grafeno y destilación solar en agua de mar a nivel laboratorio, en Lurín, 2020. Y como objetivos específicos, evaluar la relación de las variaciones de los parámetros meteorológicos y el volumen de agua de mar destilada aplicando hidrogel de grafeno y

destilación solar, Lurín, 2020; determinar la dosis óptima de hidrogel de grafeno y destilación solar, en función al volumen de agua de mar destilada, Lurín, 2020; evaluar los parámetros físicos y químicos de las aguas de mar tratadas con hidrogel de grafeno y destilación solar, Lurín, 2020. De esta manera se verificó la hipótesis general que consiste en la aplicación de hidrogel de grafeno y destilación solar a nivel laboratorio mejora la reducción de salinidad del agua de mar a nivel laboratorio, Lurín, 2020. Y las hipótesis específicas corroboradas son: la aplicación del hidrogel de grafeno y destilación solar aumenta la variación de temperatura de agua de mar destilada a nivel, Lurín, 2020; la aplicación de la dosis óptima de hidrogel de grafeno y destilación solar mejora la variación del volumen del agua de mar destilada a nivel laboratorio, Lurín, 2020; y la aplicación del hidrogel de grafeno y destilación solar mejora los niveles de los parámetros físicos y químicos del agua de mar a nivel laboratorio, Lurín, 2020.

II. MARCO TEÓRICO

En el presente trabajo de investigación se determinó los siguientes antecedentes nacionales, según Chiroque (2018), en su investigación titulada, Comparación de destiladores solares para la obtención de agua dulce en pozos de agua salobre en la Comunidad Campesina San Juan Bautista de Catacaos – Piura, tuvo como objetivo, comparar diferentes modelos de destiladores solares en un tiempo de tres meses; se utilizó agua salobre de tipo artesanal en el sector de Tabanco; también se determinó el tipo de destilador solar adecuado a las condiciones ambientales de la zona, aplicando el modelo estadístico Factorial de Bloques al Azar y asimismo el análisis de varianza que se complementa con la prueba Tukey, este análisis tuvo como resultado (un nivel de confianza del 95%) que el destilador solar con dos vertientes fue el prototipo más adecuado para las condiciones ambientales de la zona en estudio; los principales resultados fueron la producción de 1.509L a 1.767L de agua por día/m² para los periodos de noviembre a diciembre, de esta manera se concluyó que la construcción del prototipo de destilación solar de dos vertientes es el más económico y presentó un costo de 34.1 soles en un tiempo estimado de uso de 10 años para obtener 20 litros de agua destilada por día.

Así mismo, Saettone (2015), en su investigación titulada, Análisis comparativo entre diferentes destiladores solares de agua marina, su objetivo fue comparar los resultados experimentales obtenidos de diferentes destiladores solares, como el destilador cilíndrico parabólico (DCP), destilador Fresnel lineal (DFL), destilador de bandeja escalonada modificado (DBEm), destilador híbrido Fresnel lineal – bandeja escalonada modificado (DFL+DBEm) y un destilador de bandeja escalonada modificado con tubos de borosilicato al vacío (DBEm+tubos); sus principales resultados fueron que el destilador con mayor producción de agua desalada es el híbrido DFL+DBEm con 10.5L diarios y el de menor producción fue el DBEm con 3.96L; sin embargo, considerando las dimensiones del DBEm es el que más produjo (5,9L/m²) en comparación con el DFL+DBEm con solo produjo (1,7L/m²); en relación a los costos de producción de agua desalada más cara tuvo al DCP con 0,66 soles/L y el agua más barata con 0,13 soles/L el DBEm; se concluyó que el destilador más simple y barato es el DBEm produciendo la desalinización más económica.

En síntesis, Gomero & García (2019), en su trabajo titulado, Estudio de materiales carbonosos modificados con arcillas tipo bentonita para su aplicación en desalinización de agua de mar mediante la técnica de desionización capacitiva (CDI), tuvo como objetivo el estudio de nuevos materiales carbonosos más estables y eficientes, modificados con arcillas del tipo bentonita, estos nanomateriales fueron utilizados como electrodos en celdas capacitivas aplicadas a un sistema de desalinización de agua de mar sumándose la

aplicación de arcillas propias del Perú como un material que mejora los procesos de los iones en la superficie del electrodo en el momento de la adsorción capacitiva de iones, asimismo, este trabajo se basó en función a la preparación y caracterización física, química y electroquímica, como la evaluación en una celda electroquímica (CDI) a escala laboratorio.

En este trabajo de investigación se determinaron los siguientes antecedentes internacionales, según Zhou, Zhao, Zhang, & Yu (2018), en su investigación titulada, Un evaporador solar anti incrustante a base de hidrogel para una desalinización de agua altamente eficiente, su objetivo fue determinar la viabilidad del hidrogel compuesto por óxido de grafeno; la evaporación solar se logró mediante un hidrogel híbrido compuesto de una estructura de polímero hidrofílico como el alcohol polivinílico (PVA) y un absorbente solar (óxido de grafeno), el PVA pudo facilitar en gran medida la evaporación del agua debido a la reducción de la entalpía de evaporación de agua de mar en la red de hidrogel, el óxido de grafeno (GO) que penetra en la red polimérica permitió una utilización más eficiente de energía, asimismo los canales capilares mantuvieron un suministro de agua adecuado para la generación continua de vapor solar a alta velocidad, el trabajo concluyó que el evaporador solar a base de hidrogel también exhibió propiedades anti incrustantes prometedoras, permitiendo la desalinización de agua a largo plazo sin reciclaje.

Así mismo, Xu, Zang & Zhao (2020), en su investigación titulada, Desalinización de ultra alta eficiencia a través de un destilador solar multietapa localizado térmicamente, género sistemas pasivos de producción de vapor con localización de calor solar interfacial, permitiendo una desalinización de alta eficiencia y de bajo costo; se combinó el calentamiento de la interfaz solar y el reciclaje de la entalpía de vaporización a través de una arquitectura conocida como el alambique solar multietapa localizado térmicamente (TMSS), como resultado fue la mejora significativa del rendimiento en la desalinización solar, este trabajo concluyó que este prototipo no solo mejora significativamente el rendimiento de las tecnologías de desalinización solar pasiva existentes sino que también proporciona un principio integral de comprensión física y optimización.

Del mismo modo, Deng & Aouad (2015), en su artículo titulado, Purificación de agua por electrodiálisis de choque: desionización, filtración, separación y desinfección, tuvo como objetivo la aplicación de choques de electrodiálisis para la purificación de agua de mar, el resultado fue que el choque de electrodiálisis permitió la desinfección de las aguas de alimentación, eliminando aproximadamente el 99% de las bacterias (*Escherichia coli*), se concluyó que el shock de electrodiálisis también separó electrodos (positivos y negativos) y al combinar estas funcionalidades (filtración, separación y desinfección) con

la desionización, permitió sistemas de purificación de agua altamente compactos y eficientes.

Así mismo, Jamil & Huhammad (2019), en su artículo titulado, Desalinización sostenible con dispositivos portátiles: una revisión concisa, su objetivo fue demostrar la importancia de los dispositivos portátiles que producen agua potable y sus diversas técnicas para la recolección, los principales parámetros que tuvieron en cuenta fue la radiación solar, tipo de material utilizado, espesor de la cubierta de vidrio y la inclinación, tipo de filtro, diámetro en caso de nanopartículas, profundidad del agua, pH y la tasa de evaporación, se concluyó que los diferentes procesos de destilación solar convencionales no son suficientes para cumplir los requisitos de la demanda de agua en zonas remotas por lo que la utilizando la energía solar da una solución utilizando dispositivos portátiles.

Y según, Arenas (2017), en su trabajo titulado, Obtención de membranas a partir de óxido de grafeno para la desalinización de agua de producción, tuvo como objetivo desalinizar agua de producción (efluentes) aplicando membranas de grafeno, tuvo como resultado que las membranas alcanzan un punto de saturación que aumenta con el tiempo de oxidación del grafeno, este trabajo concluyó realizando ensayos de remoción de sales en el agua de producción mediante la técnica de filtración al vacío, permitiendo calcular el porcentaje de remoción de cada catión analizado luego de una sola filtración con las membranas de óxido de grafeno reducido con borohidruro de sodio.

Del mismo modo, Compton, An, & Putz (2012), en su artículo, Hidrogelación sin aditivos de óxido de grafeno por ultrasonido, en donde los hidrogeles de óxido de grafeno han sido preparados mediante ultrasonidos en dispersiones acuosas, esta ultrasonicación divide las nano hojas reduciendo sus dimensiones y exponiendo los nuevos bordes de la hoja que no poseen los grupos funcionales carboxilo encontrado a lo largo del borde del material preparado; el análisis no afecta la funcionalidad química general de las nano hojas de óxido de grafeno (espectroscopia de resonancia magnética nuclear de carbono 13, espectroscopia infrarroja y espectroscopia de fotoelectrones de rayos X) de las muestras antes y después de la ultrasonicación, sin embargo, el tratamiento ultrasónico a 120 minutos produce un hidrogel más robusto con un módulo de corte de 1.6 kPa, mejorando las propiedades físicas del gel.

Por lo tanto, según, Guo *et al.* (2019), en su artículo llamado, Nanoconfinamiento de energía sinérgica y activación del agua en hidrogeles para una desalinización solar eficiente, indican que los hidrogeles que absorben la luz proporcionan un medio para evaporar el agua mediante el uso de energía solar; se ha realizado un hidrogel similar a

una esponja absorbente de luz (LASH) que se crea mediante la gelificación in situ de un polímero modificado con nanopartículas que absorbe la luz, lo que conduce a un nanoconfinamiento de energía sinérgica y activación de agua, así mismo mediante demostración experimental y simulación teórica, el LASH presenta tasas récord de generación de vapor de hasta $3,6 \text{ kg m}^{-2}/\text{h}^{-1}$ y un rendimiento estable a largo plazo bajo irradiación de 1 sol (1 kW m^{-2}). Se investigó el confinamiento de energía en las interfases polímero-nanopartícula y la activación de agua habilitada por la interacción polímero-agua para revelar la importancia de tales efectos para generación de vapor solar de alta velocidad. Como resultado de este proceso la vaporización de agua habilitada por (LASH) pudo eliminar más del 99,9% de los iones de sal en el agua de mar mediante la desalinización solar del agua. En conclusión, el principio del diseño fundamental, la ruta de fabricación escalable y el rendimiento superior ofrecen posibilidades de purificación de agua con energía solar portátil, tratamiento de agua industrial con energía solar y otras aplicaciones térmicas solares avanzadas.

Según Alsolami (2020), en su artículo titulado, Uso de hidrogel de ácido poliacrílico en la desalación de agua de mar de la costa de Haql de Arabia Saudita, tiene como objetivo probar la eficacia del hidrogel de ácido poliacrílico preparado (PAA) en la desalinización de agua de mar de la costa de Haql en Arabia Saudita. Se prepararon hidrogeles a partir de PAA con diferentes concentraciones de reticulante N, N'-metilen bisacrilamida, persulfato de amonio y N, N, N', N'-tetrametiletildiamina. La técnica de polimerización por radicales libres fue utilizado para proceder con la reacción. La estructura química se evaluó mediante espectroscopia infrarroja. La temperatura de transición vítrea se registró mediante calorimetría diferencial de barrido. Agua de mar de la costa de Haql se utilizó para evaluar las propiedades de hinchamiento de los hidrogeles. La hinchazón y la desalinización del agua se midieron como factor de tiempo. Los resultados del estudio mostraron que los hidrogeles preparados resultaron útiles en la desalinización de muestras de agua. Con conclusión se tiene que la mayor desalinización se observó en los geles con mayor tamaño de poro.

Según Arens *et al.* (2017), en su trabajo de investigación titulado, Consumo de energía para la desalación de agua salada utilizando hidrogeles de polielectrolito como agente de separación, tiene como objetivo utilizar hidrogeles de poli (ácido acrílico) auto-sintetizados y comerciales, que son utilizados para estudiar el rendimiento de la desalinización en referencia a las soluciones de cloruro de sodio dentro del rango de concentración de $0,1$ a 35 g/L - 1, del mismo modo se investiga la influencia de varios parámetros sintéticos, como el grado de reticulación (DC) y el tamaño y la forma de las

partículas, además, se discute el efecto de los parámetros del proceso, incluida la cantidad de solución de alimentación, el perfil de presión aplicada y el tiempo de hinchamiento del hidrogel. Como principal resultado, fue la energía encontrada hasta ahora de 8,9 kWh m³ de agua dulce si se utiliza un poli (ácido acrílico) con una CC de 5% en moles en un baño de sal infinitamente grande.

Por otro lado Richter *et al.* (2017), en su trabajo de investigación, Sobre la eficiencia de un ciclo de desalación a base de hidrogel, tiene como objetivo, utilizar un hidrogel basado en trabajos anteriores de Katchalsky y Michaeli para analizar los costos termodinámicos de un ciclo completo de desalinización, así mismo investigó concentraciones de sal desde 0,6 mol / l hasta 10-3 mol / l, cubriendo así el rango completo desde agua de mar hasta agua potable, e investigamos geles con grado de reticulación variable N y fracción de carga α . Como resultados se demuestra que los más eficientes son geles fuertemente cargados con alto grado de reticulación o geles con fracción de carga intermedia y bajo grado de reticulación, del mismo modo el modelo analítico permite extraer el trabajo mecánico necesario para comprimir el gel y, en última instancia, calcular el costo energético para desalar el agua mediante el uso de un hidrogel como agente desalador. En conclusión, referente a los resultados teóricos, se sugiere que los hidrogeles pueden competir en costos de energía con otros métodos estándar de desalinización.

Según Liu *et al.* (2020), en su trabajo de investigación que se titula, Hidrogel compuesto de nano-hojas de grafito multicapa para sistemas de desalinización solar con flotabilidad y reciclabilidad, tiene como objetivo, aplicar nanomateriales a base de carbono con altas eficiencias de conversión fototérmica en la desalinización solar tiene las ventajas de economía, protección ambiental, disponibilidad y sostenibilidad. En este trabajo, se sintetiza exitosamente un hidrogel magnético flotante con nano-láminas de grafito multicapa, alcohol polivinílico, aerogeles de SiO₂ y nanopartículas de Fe₃O₄. En este hidrogel magnético flotante, las nano-hojas de grafito multicapa actúan como material de conversión fototérmica y como material de soporte para la estructura mecánica. La introducción de aerogeles de SiO₂ reduce la densidad del hidrogel, lo que le permite flotar en la interfaz gas-líquido y mejora la eficiencia de conversión fototérmica. Las nanopartículas de Fe₃O₄ dotan al hidrogel de magnetismo, lo que facilita el reciclaje del hidrogel magnético flotante. La tasa de evaporación del agua de mar del hidrogel magnético flotante es 3,77 veces la del grupo de control bajo una irradiación de 1 kW m⁻². Además, se ha diseñado y preparado con éxito un dispositivo de recogida de agua dulce semiautomático para la aplicación práctica del hidrogel magnético flotante. Estos

resultados demuestran que este hidrogel magnético flotante es un candidato prometedor para la desalinización y purificación de agua de mar.

La presente investigación se basó en teorías relacionadas a la variable dependiente, reducción de la salinidad en aguas de mar; este proceso consiste en la separación de sales del agua salina o de mar, consiguiendo agua consumible para las diversas necesidades humanas (Jamil & Huhammad, 2019, pp. 815). Este proceso fue convirtiéndose en una fuente importante de generación de agua dulce, al eliminar la salinidad de los diferentes abastecimientos de manera práctica con gran cantidad de agua de mar (Kawaji & Kutubkhanah, 2008, p.47).

Este proceso de desalinización tiene dos sistemas principales, estos son los procesos térmicos y los procesos por membranas o no térmicos (Hetal & Bhatt, 2011, p.35). En los procesos térmicos tenemos a la destilación flash multietapa (MSF), este es un sistemas térmico utilizado para la desalinización de agua de mar, en este proceso el agua marina es calentada en un tanque por medio de un alambique o tubos que se encuentran en paralelo conteniendo algún fluido caliente, luego se pasa a otro tanque (etapa), donde la presión se reduce hasta que el agua hierva, el agua vaporizada es enfriada y condensada para obtener agua consumible (Kawaji & Kutubkhanah, 2008, p.49); así mismo, una planta de MSF contiene de 4 a 40 etapas aproximadamente, considerada la más confiable y utilizada en los procesos de desalinización solar (Hetal & Bhatt, 2011, p.36) ; la destilación de efecto múltiple (MED), también conocida como destilación vertical de tubo largo, es muy similar a la evaporación instantánea de etapas múltiples con la diferencia que usa el vapor para calentar el agua marina durante la primera etapa y el vapor que resulta de la etapa anterior es utilizada en las etapas posteriores para la evaporación de la salmuera, esta agua es utilizada para enfriar y condensar el vapor en cada etapa posterior, de modo que la temperatura descienda gradualmente en cada proceso, asimismo muchas de estas etapas se usan en plantas comerciales (Girish & Kunal, 2016, p. 228).

Dentro de los métodos no térmicos tenemos a la Ósmosis inversa, este es un proceso por el cual el agua pasa a través de una membrana semipermeable desde una solución de baja concentración hasta una solución de alta concentración (Hetal & Rana, 2014, p. 640); en síntesis, las soluciones menos concentradas son desplazadas por diferencia de energía potencial hacia las más concentradas a través de una lámina semipermeable con la aplicación de una fuerza externa para lograr la separación de las sales en el agua (Arreguín, 2000, pp. 29); esta solución es rechazada como agua residual y puede estar en la región del 10% al 50% del agua de alimentación dependiendo de la salinidad y la presión (Hetal & Rana, 2014, p. 640). El otro método no térmico, la

electrodialisis, es un proceso que consiste en la utilización de dos iones (ánodo y cátodo), entre lo cual se coloca una membrana porosa y al pasar la corriente iónica se produce una zona de agotamiento salino cerca al cátodo (Deng & Aouad, 2015, p. 78); una de las desventajas de este proceso es el costo elevado de las membranas y están sometidas a polarización e incrustación si la intensidad de corriente aumenta, también las aguas con más de 5.000 ppm no pueden ser tratadas (Arreguín, 2000, p. 30).

Del mismo modo, el análisis de la presente investigación se basó en las siguientes teorías relacionadas a la variable independiente, el grafeno; es un nanomaterial que tiene una estructura bidimensional y un espesor de diámetro del tamaño un átomo de carbono [0.34 nm]” (Arenas, 2017, p. 14); de tal manera este material tiene las principales propiedades físicas, según (Singh & Joung, 2011, p. 1179), indica que es un material 200 veces más resistente que el acero y más duro que el diamante, posee alta elasticidad, amigable con múltiples sustancias para formar nuevos compuestos; además, tiene alta conductividad térmica equivalente a 5.1×10^{-3} [W.m⁻¹.K⁻¹] y también una alta conductividad eléctrica igual a 6×10^{-5} [S.m⁻¹]” (Lee & Wei, 2008, p. 387); asimismo, el grafeno tiene consigo diferentes formas alotrópicas, una de ellas es el fullereno, este compuesto tiene una estructura de (0D) con un diámetro de 1.0 nanómetros y que es semejante a un balón de fútbol, del mismo modo este material adquiere suma importancia debido a su aplicación en dispositivos electrónicos ya que era un nuevo alótropo del carbono y puede ser procesado en diferentes soluciones a diferencia del diamante y el grafito (Baladin & Ghosh, 2008, p. 902).

Otra forma alotrópica del carbono son los nanotubos de carbono, estas son estructuras (1D) debido a que su longitud sobrepasa la escala de los 100 nm, así mismo, logró demostrar excelentes propiedades eléctricas y mecánicas (Castro & Sepulveda, 2011, p. 36); otro de los materiales últimamente más usados es el grafito, este es el alótropo más estable del carbono en condiciones estándar de presión y temperatura, su estructura está formada por una enorme pila de láminas de grafeno [...] (Martínez & Salavagione, 2011, p. 52); este óxido de grafeno es un derivado del grafeno en su forma oxidada (GO), tiene una alta dispersabilidad y procesabilidad en medio acuoso (Cortínez, 2018, p. 9); así mismo, existen diferentes métodos de síntesis del grafeno que están basados en la oxidación, exfoliación y reducción del grafito siendo este compuesto el más utilizado debido a la sencillez y bajo costo económico (Calleja, 2018, p. 13). Estas técnicas son agrupadas como bottom up y top down (Tour, 2014, pp. 165); los métodos bottom-up permiten la sinterización del grafeno partiendo de un compuesto iniciador de carbono en fase de gas y altas temperaturas (Martínez, 2015, p. 10).

Los procesos son, el crecimiento epitaxial, que consiste en la sublimación del carburo de silicio, excediendo al carbono y permitiendo el reordenamiento en forma de hojas de grafeno muy finas (De Heer, Bergen & Ruan, 2011, pp. 16902) también está el método de depósito químico en fase vapor (CDV), este proceso utiliza la estructura atómica de un sustrato metálico como medio de crecimiento del grafeno (Zhang & Zhang, 2013, pp. 2330); asimismo uno de los métodos de reducción más utilizados es el método de Hummers, mediante el cual se obtiene óxido de grafeno (OG) que puede tratarse para formar óxido de grafeno reducido, es un procedimiento excepcional al momento de producir a gran escala, siendo un factor importante en la síntesis de grafeno; de la misma manera, este método requiere utilizar agentes oxidantes como el KMnO_4 en unión con NaNO_3 y H_2SO_4 concentrado, obteniendo óxido de grafeno (Nasimul, Sharma & Kumar, 2017, pp. 5).

Como parte de las técnicas top-down está la exfoliación química, este método consiste a partir del uso de compuestos químicos uniéndose con las láminas de grafito, obteniendo grafeno de gran calidad, pero con tamaños reducidos (García, 2019, pp. 40). Para la caracterizar al grafeno se utilizan diferentes métodos como la difracción de rayos X, espectroscopia Raman, microscopía electrónica de barrido y espectroscopia infrarroja con transformada de Fourier. Así mismo, los hidrogeles son redes poliméricas que poseen características hidrofílicas, insolubles en agua, elásticos y en presencia de agua se hinchan aumentando su volumen (Bejarano, 2012, p. 9); agregando que el hidrogel tiene aplicaciones en la agricultura, reservorios de agua, absorbentes de agua como también tecnologías de separación (Kabiri & Omidian, 2010, pp. 280).

La destilación solar es un proceso similar a una parte del ciclo hidrológico; en donde el agua de mar es calentada por los rayos del sol para producir vapor de agua, ésta se condensa en una superficie fría y al mismo tiempo es recogido como agua de producto (Kawaji & Kutubkhanah, 2008, pp. 53); así mismo, una de las características más importantes del destilador escalonado es su mayor acumulación de energía térmica (Huezo & Morán, 2012, pp. 22); de esta manera, el destilador de tipo escalera persigue aumentar el rendimiento a base de incrementar la energía solar disponible y disminuir la pérdida térmica (Zarza, 1997, p. 213). Del mismo modo, la destilación solar es viable para las poblaciones de bajos recursos, ya que es posible obtener agua apta para el consumo humano; con prototipos tecnológicamente simples con un bajo costo de operación, mantenimiento y de un uso sencillo (Saettone, 2015, pp. 10).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

La investigación del presente trabajo de investigación fue de tipo aplicada, ya que es de carácter práctico y tuvo como objetivo resolver el problema de la escasez de agua en las zonas costeras del Perú, exactamente en la Playa Conchán en Lurín, reduciendo la salinidad de agua de mar mediante la aplicación de un hidrogel de grafeno y destilación solar, solucionando los problemas que conllevan a ello, un desabastecimiento de agua para su uso en las diferentes actividades, en la zona de estudio. Para definir la investigación es conocida también como investigación práctica o empírica, que se diferencia debido a la aplicación de los conocimientos previos que generan otros, después de implementar y sistematizar la práctica basada en la investigación (Murillo, 2010, p. 33); asimismo, la investigación aplicada, tiene como objetivo la generación del conocimiento mediante una aplicación directa utilizando el conocimiento que proviene de la investigación básica (Lozada, 2014, p. 35).

El tipo de diseño del trabajo investigación fue pre-experimental, porque se hizo una división de los grupos de experimentación, por lo tanto se consideró un grupo de control referente al agua de mar extraída de la Playa Conchán en Lurín y otros grupos que se manipularon de manera aleatoria, aplicando diferentes concentraciones de hidrogeles de grafeno, según el procedimiento metodológico estadístico requerido, todo ello sistematizado en un destilador solar híbrido de una sola ala diseñado con cuatro compartimientos; el diseño experimental se emplean intencionalmente uno o más variables independientes como supuestas causas para entender los efectos y consecuencias de la manipulación sobre las variables dependientes, en una situación de control en el investigador (Hernández, y otros, 2010, p. 121). Por lo tanto, un diseño experimental puro hace referencia a un estudio en el que se manipulan intencionalmente una o más variables independientes, para analizar sus consecuencias que tiene sobre una o más variables dependientes, dentro de una situación de control (Hernández, y otros, 2014, p. 150).

3.2. Variables y operacionalización

En el presente trabajo la variable dependiente fue la reducción de la salinidad de agua de mar en la Playa Conchán en Lurín a nivel laboratorio; así mismo este es un proceso que consiste en separar y reducir las sales del agua salina o de mar con la aplicación de medios físicos y químicos (Jamil & Huhammad, 2019, p. 815), del mismo modo la variable dependiente es definida como la variable que no se manipula, sino como la que es medible para ver los efectos de la manipulación de las variables independientes aplicadas en ella (Hernández, y otros, 2014 p. 131); el enfoque de la variable dependiente es cuantitativo, ya que se midió la reducción de las sales mediante parámetros físicos y químicos, de manera secuencial y ordenada para probar el efecto de la variable independiente en la reducción de la salinidad de agua de mar, del mismo modo el enfoque de la variable dependiente representa un conjunto de procesos de manera secuencial, de manera probatoria y no se puede saltar o eludir pasos, asimismo el enfoque cuantitativo tiene la siguiente característica, refleja la necesidad de medir y estimar magnitudes de los fenómenos o problemas de investigación, y se pregunta ¿cada cuánto ocurren y con qué magnitud? (Hernández, y otros, 2014, p. 4). El enfoque de la variable dependiente es cuantitativo puesto a que se medirá la reducción de las sales mediante parámetros físicos y químicos, de manera secuencial y ordenada para probar el efecto de la variable independiente en la reducción de la salinidad de agua de mar.

Y como variable independiente se tiene al *hidrogel de grafeno y destilación solar*. Para empezar los hidrogeles son redes poliméricas y poseen propiedades solubles al agua (Bejarano, 2012, p. 9), así mismo se señala que el óxido de grafeno es un derivado del grafeno en forma oxidada, teniendo consigo una alta conductividad térmica y eléctrica (Cortinez, 2018, p. 9); seguidamente el destilador solar que se va implementar utiliza la energía del sol para desalinizar mediante el ciclo de evaporación (Kawaji & Kutubkhanah, 2008 p. 53). A continuación, la variable independiente es definida como la variable que no se manipula, sino como la que es medible para ver los efectos de la manipulación de las variables dependientes aplicadas en ella (Hernández, y otros, 2014 p. 131).

Esta variable independiente será medida por sus características y las dosis óptimas en relación a la desalinización del agua de mar, cuantificando la reducción de la salinidad de las aguas en estudio. La variable independiente traslada el concepto teórico a un estímulo experimental manipulando a la variable dependiente (Hernández, y otros, 2014, p. 133). Esta variable tiene un enfoque cuantitativo porque se plantean preguntas, objetivos, hipótesis y conclusiones, proponiendo un diseño para poder probarlas

(Hernández, y otros, 2014, p. 4). Ambas variables están más a detalle en la matriz de operacionalización. (ANEXO N ° 3).

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

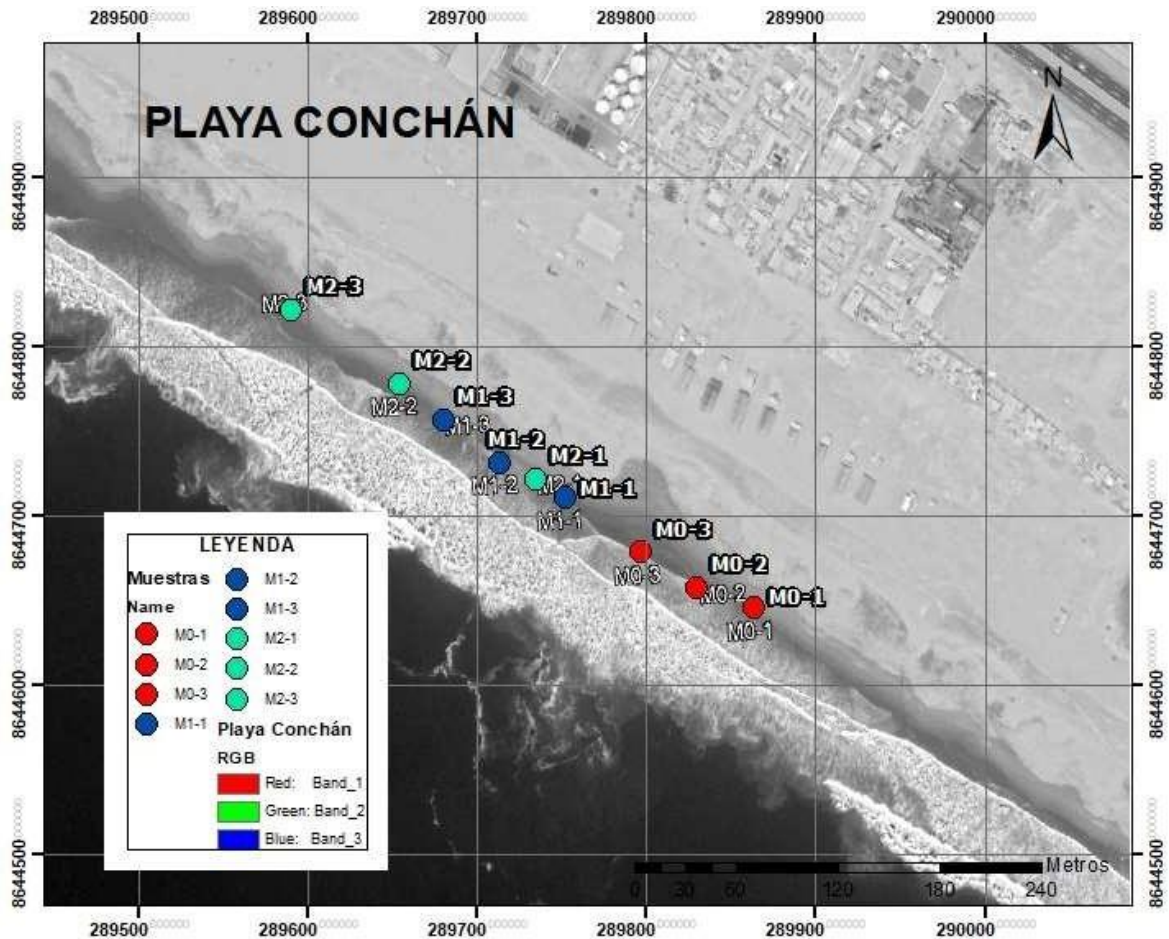
La población del presente trabajo de investigación estuvo representada por las aguas que circulan en la playa Conchán en el distrito de Lurín. Así mismo la salinidad de las aguas en mención son de 35.1 partes por millón debido a las aguas costeras frías (ACF), que son excepcionalmente ricas en nutrientes por efecto de los afloramientos (Zuta & Guillén, 1970, pp. 194-195). La población es un conjunto de casos que son definidos, limitados y accesibles, formando el referente para la elección de la muestra, y cumpliendo con una serie de criterios predeterminados como la homogeneidad, temporalidad y los límites espaciales (Gómez *et al.*, 2016, pp. 202).

Para la elección de las muestras de agua, se tomaron tres puntos representativos para cada una de las muestras en distintos periodos de tiempo: M0, M1, M2. Seguidamente, las selecciones de los puntos fueron tomadas de manera equidistante entre los puntos mencionados, la cantidad de volumen de las muestras fueron 2 litros por cada punto seleccionado. La muestra se define como un subconjunto de población; un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características denominados población. (Hernández, y otros, 2014, pp. 175); otra definición indica que la muestra consiste en un grupo reducido de elementos de dicha población, al cual se evaluarán características particulares [...], con el fin de inferir dichas características en toda la población (Ramírez, 2014, pp. 55).

El muestreo del presente trabajo fue no probabilístico pues las muestras no probabilísticas también se conocen como dirigidas o determinísticas y siguen un procedimiento orientado a las características de la investigación más que por un criterio estadístico en sí. Las técnicas de muestreo probabilísticas, permiten conocer la probabilidad que cada individuo a estudio tiene de ser incluido en la muestra a través de una selección al azar. En cambio, en las técnicas de muestreo de tipo no probabilísticas, la selección de los sujetos a estudio dependerá de ciertas características, criterios, etc. (Otzen & Manterola, 2017, pp. 229). La ventaja de una muestra dirigida desde el punto cuantitativo es la utilidad para ciertos diseños de estudio que no requieren tanto una "representatividad" de los elementos de la población, si no prioriza un cuidado y control en la selección de casos con ciertas características específicas planteados en el problema de investigación. (Hernández *et al.*, 2014, p.189-190). El diseño del muestreo será de tipo no

Probabilístico por conveniencia (o elección de expertos). Las selecciones de las muestras serán homogéneas pues poseerán una misma características o rasgos similares, el propósito es centrarse en el tema de estudio, la reducción de la salinidad en aguas de mar. La unidad de análisis del presente trabajo serán las aguas de la playa Conchán en Lurín.

Figura 1. Puntos de muestreo en la Playa Conchán.



Elaboración: Propia, 2020.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Tabla 1. Para la recolección de los datos se aplicarán los siguientes instrumentos.

Etapa	Fuente	Técnica	Instrumento	Resultado
1. Diagnóstico de la zona de estudio.	Playa Conchán	Observación.	Registro de datos de campo	Delimitación de la zona de estudio para el recojo de muestras.
2. Análisis inicial de las muestras.	Aguas provenientes de la Playa Conchán.	Experimentación	Cadena de custodia inicial	Parámetros físicos y químicos de las muestras.
3. Aplicación del tratamiento de hidrogel de grafeno y destilación solar.	A nivel laboratorio.	Experimentación.	Registro de características y dosis óptima del hidrogel de grafeno y destilación solar.	Determinación de eficiencia del hidrogel de grafeno y destilación solar.
4. Análisis final de las muestras.	Aguas de provenientes de la playa Conchán. Analizadas en el laboratorio.	Experimentación.	Cadena de custodia final.	Parámetros físicos y químicos de las muestras. Después del tratamiento.
5. Comparación de resultados.	Gabinete.	Observación.	Formato de comparación del análisis inicial y final de la muestra en estudio.	Reducción de salinidad del agua de mar.

3.5. Procedimientos

Los procedimientos del trabajo de investigación se describirán a continuación:

Etapa N° 1: Diagnóstico de la zona de estudio.

Se diagnosticó la ubicación y delimitación de la zona marino-costera de la playa Conchán - Lurín, georreferenciando los puntos de toma de las muestras mediante el programa ArcGIS 10.8, asimismo para tener un mayor alcance de acuerdo a las coordenadas se utilizó el GPS de la marca GARMIN modelo 64st para esclarecer los puntos en la zona de estudio. Se establecieron tres puntos de monitoreo para cada muestra, teniendo en cuenta que no debería existir actividad antropogénica para que las muestras no sean alteradas. Para determinar la variación de los parámetros físicos y químicos del agua de mar se realizó el reconocimiento del entorno, cuya información se registró en el instrumento de recolección de datos de campo.

Etapa N° 2: Análisis inicial de las muestras.

Para la determinación inicial de los parámetros *in-situ* de los puntos de las muestras marino-costera de la playa Conchán – Lurín, se utilizó un multiparámetro de la marca Milwaukee MW 102 para la medición de pH y temperatura, la medición de la conductividad eléctrica se utilizó un conductímetro de la marca HM-Digital. Una vez establecido los puntos y coordenadas para la toma de muestras, se procedió a recolectar un litro de agua de mar por cada punto de monitoreo en cada frasco lavándolo tres veces, retirado la tapa y contratapa, sin tocar la superficie del interior, se procedió al rotulado respectivo y fueron almacenadas en un cooler para su conservación y posterior análisis de laboratorio. Las muestras M0, M1 y M2 fueron tomadas en tres fechas distintas y en un balde se recolectó 6 litros de agua de mar por cada muestra respectivamente. Se tuvo como referencia el Protocolo Nacional para el monitoreo de Calidad de agua de los Recursos Hídricos superficiales N° 010-2016-ANA.

Etapa N° 3: Aplicación del tratamiento de hidrogel de grafeno y destilación solar.

Las muestras representativas del presente trabajo de investigación, fueron llevadas al domicilio de uno de los investigadores para la aplicación de los estímulos, tales como el destilador solar y el hidrogel de grafeno. El diseño y construcción del destilador solar que se aplicó, fue una combinación de diferentes destiladores teniendo en cuenta antecedentes de trabajos ya realizado para su elaboración. El destilador fue hecho a partir de una plancha

de acrílico de 3mm de grosor, generando 4 compartimientos y dividido en dos etapas, la primera etapa fue construida para la conservación de 1L de agua de mar con una inclinación del 45° en dirección al sol y la segunda etapa para la recolección del agua después del proceso de destilación. Luego de la construcción del destilador solar se aplicó diferentes dosis de hidrogel de grafeno en cada uno de los compartimientos, las concentraciones son las siguientes: 2ml de hidrogel puro PVA + 1g de rOG (fragmentado), 5ml de hidrogel puro PVA + 0.5gr de rOG y 5ml de hidrogel puro PVA + 1gr de rOG, y en la última casilla no se aplicó el nanocompuesto, para ver el efecto del destilado sin este estímulo. Para finalizar la duración de los tratamientos en el agua de mar de la playa Conchán, fueron aplicadas por 2 semanas.

Imagen 1. Destilador solar de una vertiente con cuatro compartimientos.



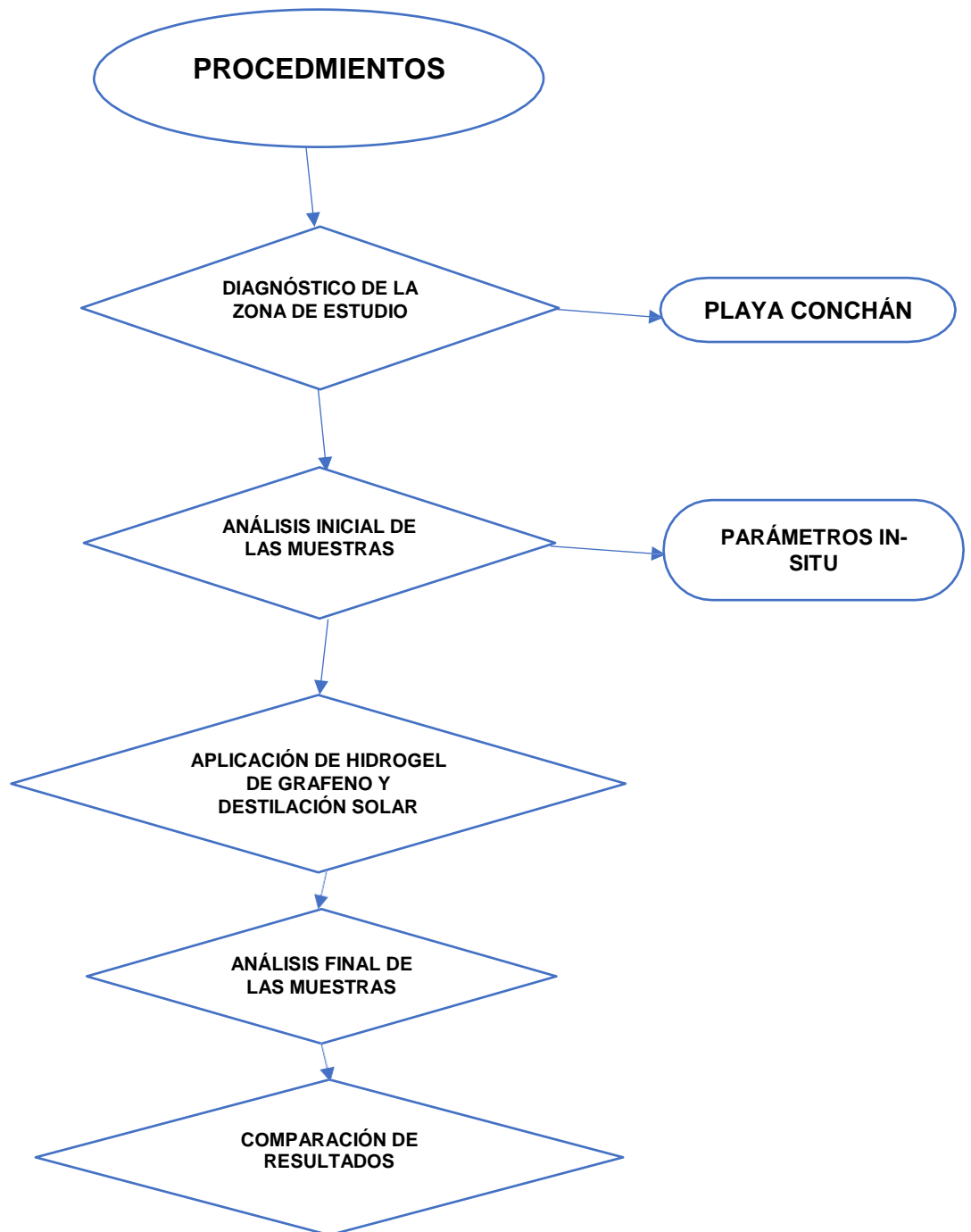
Fuente: Propia, 2020

Etapas N° 4: Análisis final de las muestras.

Para el análisis final de las muestras de agua recogido y enfocado en reducir la salinidad de las aguas de mar de la playa Conchán – Lurín, fueron analizadas en un laboratorio externo para el análisis de los parámetros físicos y químicos, luego de aplicarse por 2 semanas el proceso de destilación solar y el hidrogel de grafeno.

Etapa N° 5: Comparación de resultados.

En esta etapa se debatirá los resultados de las muestras en relación a los parámetros físicos y químicos tanto de la muestra final como la inicial. Se comprobará la eficiencia del tratamiento de destilación solar e hidrogel de grafeno de acuerdo a la reducción de salinidad. De la misma manera se los parámetros realizados se basaron en los Estándares de Calidad de Agua (ECA) DS. N° 004-2017-MINAM.



3.6. Validez

La validez del presente trabajo de investigación fue dada por un juicio de expertos, teniendo en cuenta la relevancia, congruencia y veracidad del contenido, cumpliendo con los lineamientos establecidos por el presente trabajo. Los instrumentos validados se mencionan a continuación:

- Registro de datos de campo.
- Cadena de custodia inicial.
- Registro de características del grafeno.
- Registro de características del destilador solar.
- Cadena de custodia final.
- Comparación del análisis inicial y final de las muestras en estudio.

Los especialistas que constataron la validez de los instrumentos en mención son los siguientes:

Especialista 1:

Apellidos y Nombres: Benites Alfado, Elmer Gonzales

Grado académico: Doctor

CIP: 71998

Especialista 2:

Apellidos y Nombres: Cabrera Carranza, Carlos Francisco

Grado académico: Doctor

CIP: 46572

Especialista 3:

Apellidos y Nombres: Castañeda Olivera, Carlos Alberto

Grado académico: Doctor

CIP: 130267

Especialista 4:

Apellidos y Nombres: Ordoñez Gálvez, Juan Julio

Grado académico: Doctor

CIP: 89972

3.7. Método de análisis de datos

Para el análisis descriptivo de los datos de la presente investigación se procesaron por el programa Microsoft Excel y para el análisis inferencial mediante el programa IBM SPSS statistics V.24, 2020, posteriormente interpretar los resultados obtenidos.

3.8. Aspectos éticos

El presente proyecto “Reducción de salinidad del agua de mar mediante hidrogel de grafeno y destilación solar, en Lurín, 2020” se realizó en base a referencias anteriores, como fuente de enriquecimiento científico e intelectual para la carrera de ingeniería ambiental, aportando soluciones sostenibles a los problemas del contexto actual y que mediante el método científico se pretende resolver, así mismo se cumplieron los de códigos de ética y los derechos de cada uno de los autores que hemos citado, respetando la propiedad intelectual de los mismos, completando los criterios de la norma ISO-690. Para corroborar la originalidad de este trabajo de investigación fue validado mediante el programa Turnitin.

IV. RESULTADOS

En este capítulo se describen los resultados obtenidos durante el proceso de aplicación del hidrogel de grafeno y destilación solar. Los resultados obtenidos seguirán la secuencia de los objetivos de investigación, como también de los parámetros físicos y químicos de las muestras de agua de mar obtenidas de la playa Conchán.

A partir de los resultados obtenidos del laboratorio donde mandaron analizar las muestras, los resultados se detallan a continuación:

Tabla 2. Aplicación del tratamiento en las muestras.

Muestras	Grupo	Subgrupos	Fecha con tratamiento
M0	G0	G0-INICIAL	INICIO: 30-11-20
		G0-FINAL	FINAL: 01-12-20
M1	G1	G1- INICIAL	INICIO: 02-12-20
		G1-A	
		G1-B	FINAL: 07-12-20
		G1-C	
		G1-D	
M2	G2	G2-INICIAL	INICIO: 07-12-20
		G2-A	FINAL: 13-12-20
		G2-B	
		G2-C	
		G2-D	

Fuente: Propia, 2020

Tabla 2. Concertaciones de grafeno en las muestras.

Grupo	Subgrupos	Estímulo	Concentración	Código de sensores de T°
G0	G0-INICIAL	Sin hidrogel de grafeno	-	-
	G0-FINAL	Sin hidrogel de grafeno	-	-
G1	G1- INICIAL	Sin hidrogel de grafeno	-	-
	G1-A	Hidrogel de grafeno	1gr de óxido de grafeno (fragmentado)	Sensor 6A
	G1-B	Hidrogel de grafeno	0.5 g de óxido de grafeno	Sensor 5B
	G1-C	Hidrogel de grafeno	1 g de óxido de grafeno	Sensor 2C
	G1-D	Sin hidrogel de grafeno	-	Sensor 1D
G2	G2-INICIAL	Sin hidrogel de grafeno	-	-
	G2-A	Hidrogel de grafeno	1gr de óxido de grafeno (fragmentado)	Sensor 6A
	G2-B	Hidrogel de grafeno	0.5 g de óxido de grafeno	Sensor 5B
	G2-C	Hidrogel de grafeno	1 g de óxido de grafeno	Sensor 2C
	G2-D	Sin hidrogel de grafeno	-	Sensor 1D

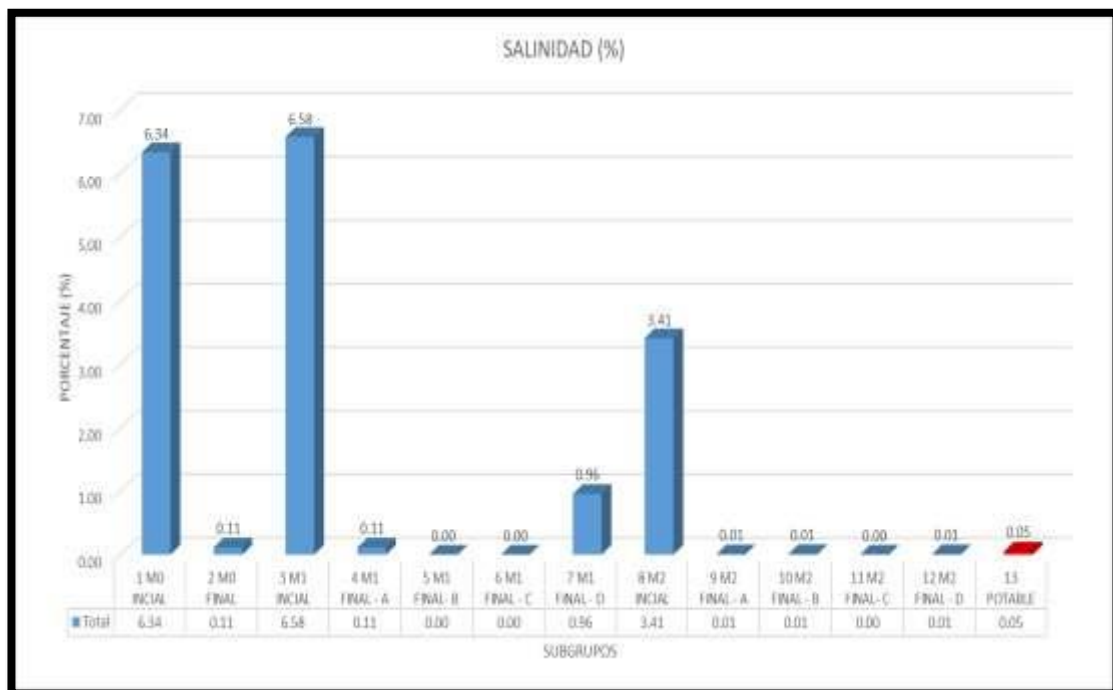
Fuente: Propia, 2020

4.1. Resultados iniciales y finales de la reducción de la salinidad aplicando hidrogel de grafeno y destilación solar

4.1.1. Resultados de salinidad

En la Figura N° 3, se muestra que los valores de salinidad del agua de mar para los grupos iniciales M0, M1 y M2 son: 6.34%, 6.58% y 3.41% respectivamente. En cuanto a los resultados más resaltantes de salinidad después de la aplicación del hidrogel de grafeno y destilación solar de las muestras analizadas M1-B, M1-C y M2-C son valores promedios de 0.005% tratadas con 5 ml de PVA + 0.5 g de OG y las dos últimas con 5 ml de PVA + 1 g de OG respectivamente.

Figura 3. Resultados de Salinidad.



Fuente: Propia, 2020.

Tabla 3. Variación de salinidad después de la aplicación del estímulo.

Grupo	Subgrupos	Estímulo	Salinidad (%)	Variación de salinidad ($\Delta\%$)
G0	G0-INICIAL	Sin hidrogel de grafeno	6.34	6.23
	G0-FINAL	Sin hidrogel de grafeno	0.11	
G1	G1- INICIAL	Sin hidrogel de grafeno	6.58	-
	G1-A	Hidrogel de grafeno	0.113	6.467
	G1-B	Hidrogel de grafeno	0.0025	6.577
	G1-C	Hidrogel de grafeno	0.0026	6.57
	G1-D	Sin hidrogel de grafeno	0.958	5.622
G2	G2-INICIAL	Sin hidrogel de grafeno	3.41	-
	G2-A	Hidrogel de grafeno	0.008	3.402
	G2-B	Hidrogel de grafeno	0.0114	3.398
	G2-C	Hidrogel de grafeno	0.0038	3.406
	G2-D	Sin hidrogel de grafeno	0.0093	3.4007

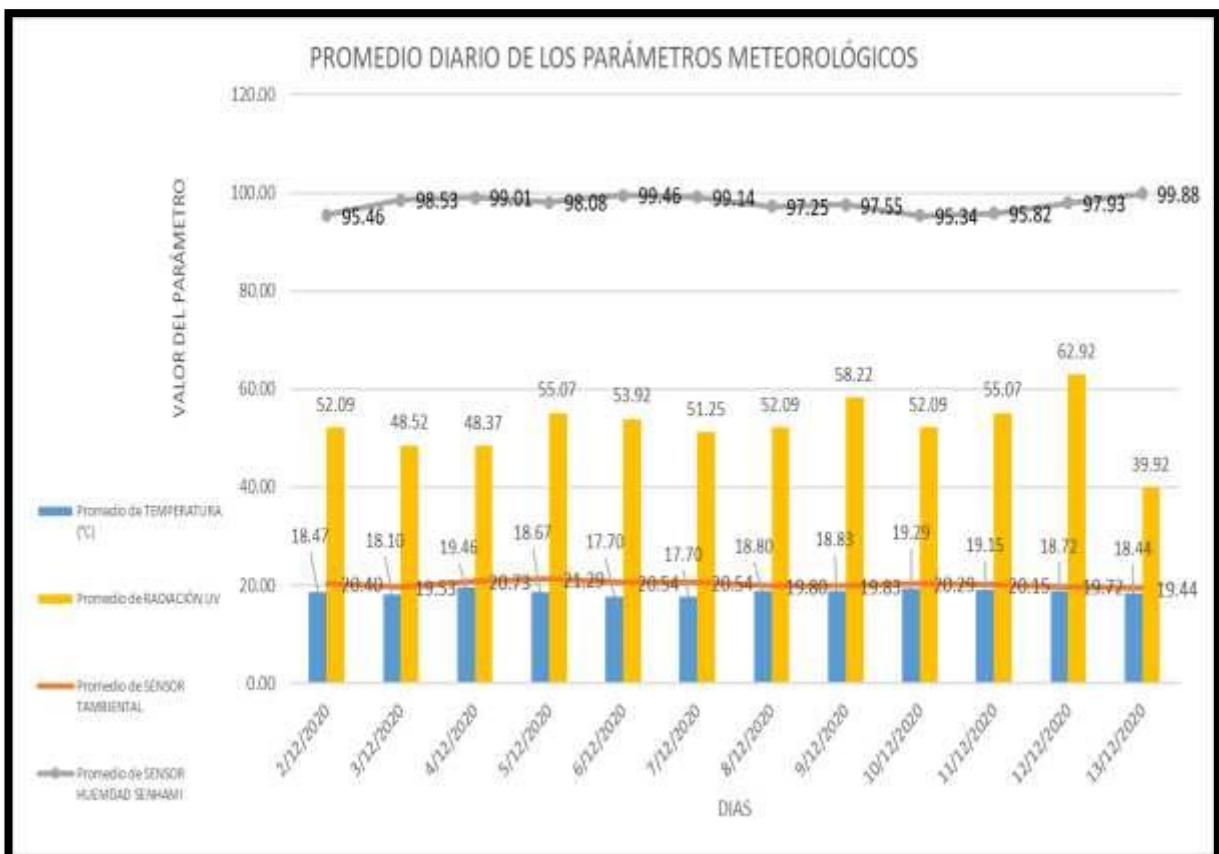
Fuente: Propia, 2020.

4.2. Resultados de la Evaluación de la relación de las variaciones de los parámetros meteorológicos y el volumen de agua aplicando hidrogel de grafeno y destilación solar.

4.2.1. Promedios diarios de los parámetros meteorológicos

En la Figura N° 3, se muestra el promedio diario de los parámetros meteorológicos por días, durante la aplicación de los tratamientos de hidrogel de grafeno y destilación solar del día 02 de diciembre al 13 de diciembre del 2020. Los valores máximos registrados de acuerdo a los parámetros meteorológicos por día, hacen referencia a la radiación UV con: 62.92 mW/cm² registrado el día 12 de diciembre del 2020. Por otro lado, el valor máximo de humedad registrado por el SENAHLMI es de 99.88% que se alcanzó el día 13 de diciembre. Así mismo, la T° ambiental del sensor instalado en el destilador solar registró un promedio por día de monitoreo de 19.44°C a 21.29 °C. Para terminar la T° ambiental registrada por el SENAMHI tuvo una variación del 17.70°C a 19.46 °C.

Figura 2. Promedio diario de los parámetros meteorológicos.

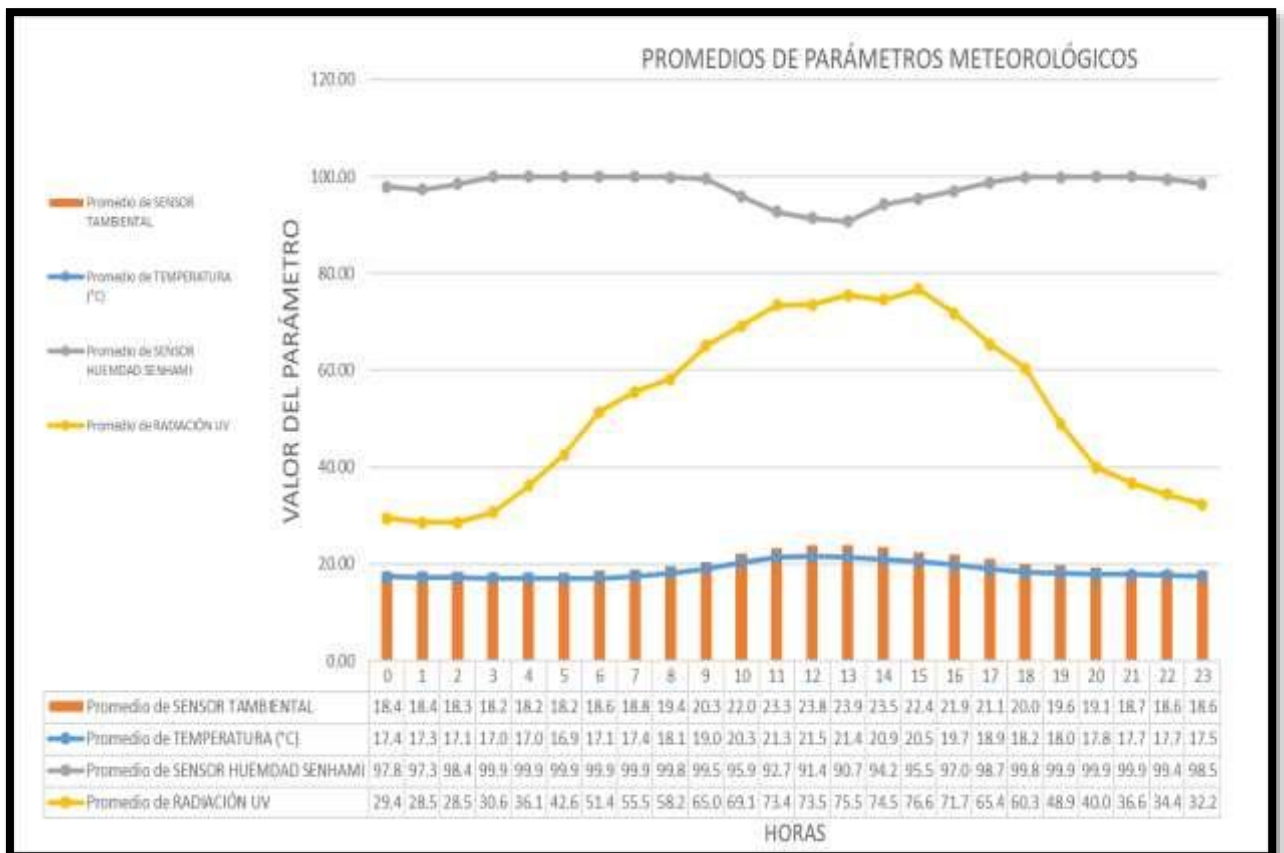


Fuente: Propia, 2020.

4.2.2. Promedio de los parámetros meteorológicos por horas

En la Figura N° 4, se muestra los promedios diarios de los parámetros meteorológicos durante la aplicación de los tratamientos de hidrogel de grafeno y destilación solar iniciado el día 02 de diciembre al 13 de diciembre del 2020. Los valores máximos registrados de acuerdo a los parámetros meteorológicos por hora, hacen referencia a la radiación UV, están desde las 11:00 am a 16:00 pm, así mismo se puede apreciar una disminución del parámetro de humedad de las 09:00 am a 17:00 pm, y se puede relacionar debido al aumento de la radicación solar que contribuye a un porcentaje de humedad que es evidenciado con mayor notoriedad entre las 09:00 am a 17:00 pm del día. Por otro lado, la T° ambiental monitoreada por el termo higrómetro instalado en el destilador solar durante el proceso de la aplicación de los estímulos tienen una tendencia a aumentar entre las 09:00 am a 12:00 con temperaturas promedios registradas que varían de 19 a 21.5 °C respectivamente donde alcanza su pico durante el día.

Figura 3. Promedio de los parámetros meteorológicos por día.



Fuente: Propia, 2020.

4.2.3. Promedio de volumen de destilación por hora en relación a la temperatura (T°)

En la Figura N° 5, se evidenció el promedio del volumen de destilación por hora en relación a la temperatura, durante la aplicación de los tratamientos de hidrogel de grafeno y destilación solar del día 02 de diciembre al 13 de diciembre del 2020. Se observó inicialmente que la T° ambiental va aumenta de manera gradual en las primeras horas de la mañana, con punto referencial las 9:00 am a 13:00 pm como dato referencial. Seguidamente se observa que a partir de las 10: 00 am una hora después del aumento significativo de la temperatura ambiental un aumento en la variación del volumen destilado de los subgrupos A, B, C y D.

Figura 4. Promedio de volumen de destilación por hora en relación a la temperatura.



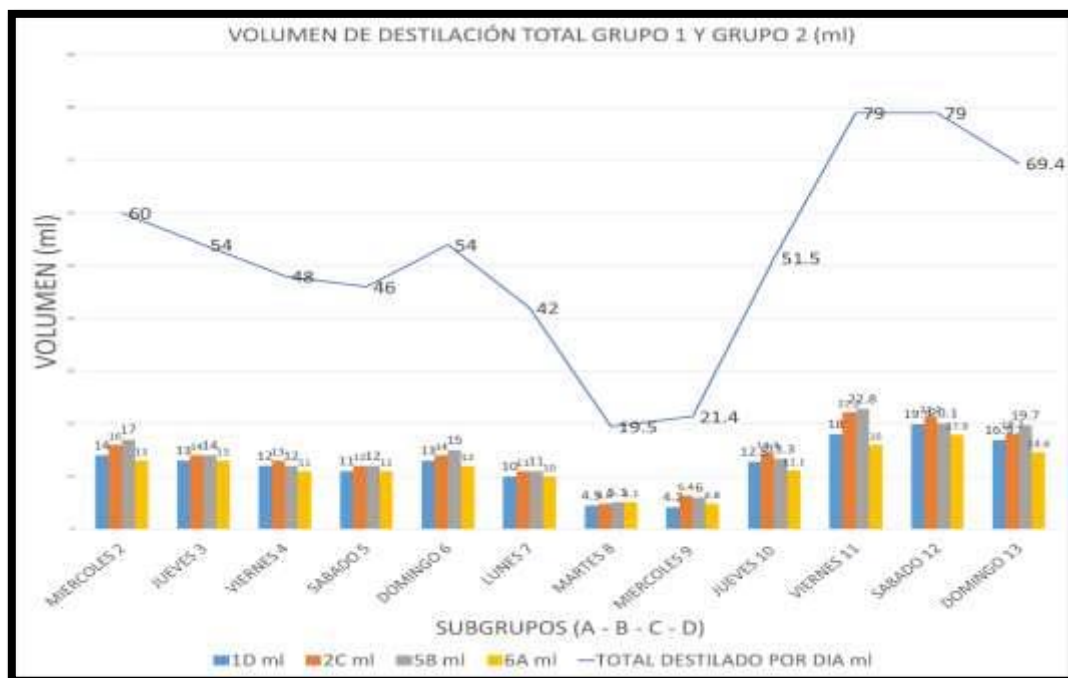
Fuente: Propia, 2020.

4.3. Resultados de la dosis óptima de hidrogel de grafeno y destilación solar en función al volumen de agua destilada

4.3.1. Volumen de destilación promedio por día del Grupo 1 y 2

En la Figura N° 6, se verifica que el volumen de destilación total por día del grupo 1 y 2 durante la aplicación de los tratamientos de hidrogel de grafeno y destilación solar del día 02 de diciembre al 13 de diciembre del 2020. En cuanto al grupo uno, se observa que el volumen máximo, fue registrado el día miércoles 2 de diciembre con 60 ml y el mínimo el día lunes 7 de diciembre con 42 ml. Referente a los volúmenes promedio de agua recogidos por día de los diferentes subgrupos A, B, C y D del grupo uno fue: 12 ml, 13 ml, 13.5 ml y 11 ml respectivamente. Del mismo modo, los volúmenes promedio de agua recogidos por día de los subgrupos A, B, C y D del grupo dos fueron: 12.35 ml, 13.7 ml, 13.55 ml y 11.6 ml respectivamente. Seguidamente el volumen mínimo registrado correspondiente al grupo dos fue al día 8 de diciembre del 2020 con 19.5 ml y los volúmenes máximos que se registraron fueron los días viernes 11 y sábado 12 con 79 ml respectivamente.

Figura 5. Volumen de destilación total del grupo 1 y 2.

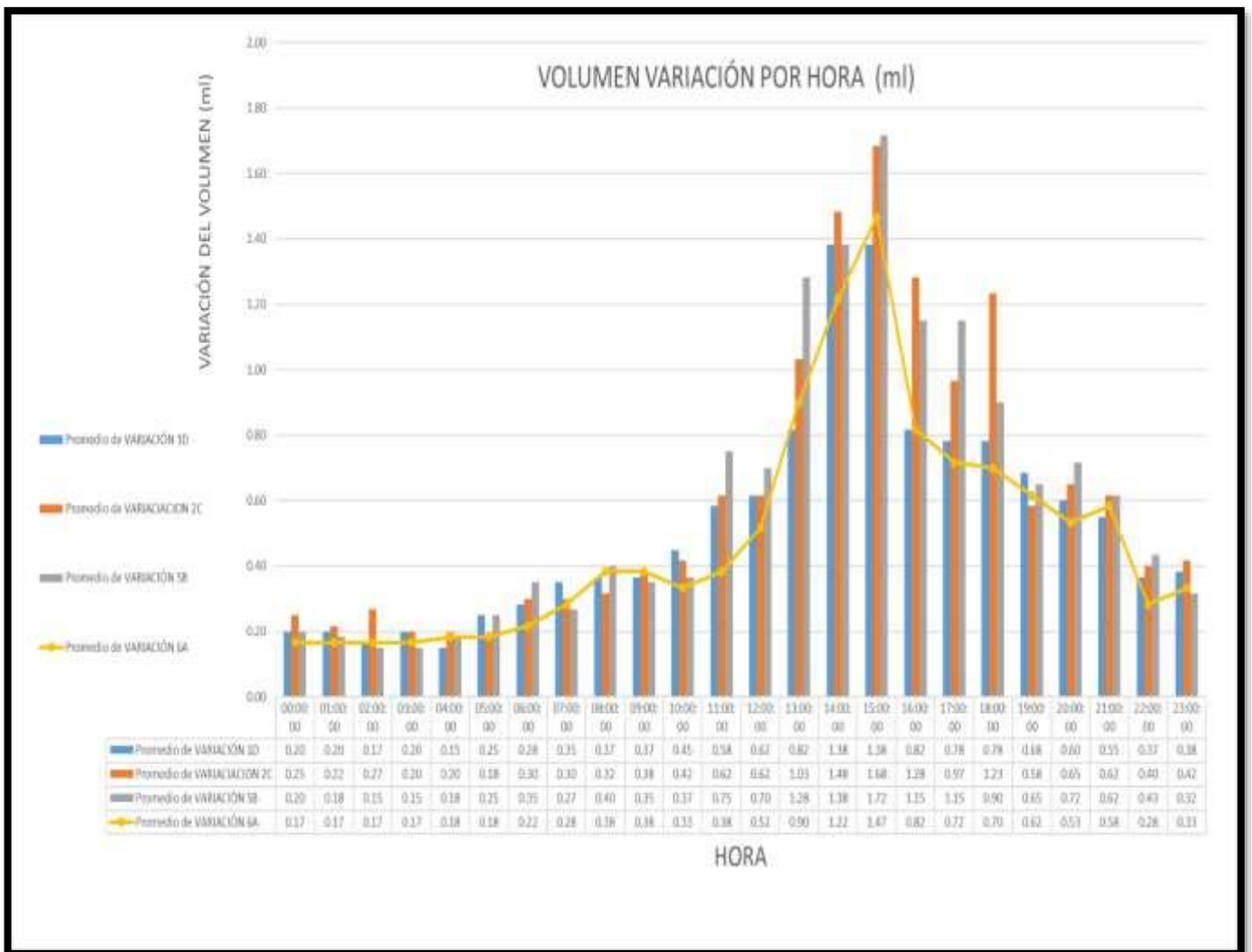


Fuente: Propia, 2020.

4.3.2. Volumen de destilación promedio por hora

En la Figura N° 7, se verifica que el volumen promedio de destilación total por hora durante la aplicación de los tratamientos de hidrogel de grafeno y destilación solar del día 02 de diciembre al 13 de diciembre del 2020. Se observa que el pico más alto fue a las 15:00 pm en los sensores 5B y 2C: 1.72 ml y 1.68 ml respectivamente. Así mismo se puede apreciar que el aumento del volumen destilado empieza de 11:00 am hasta las 16:00 pm.

Figura 6. Volumen de variación por hora.



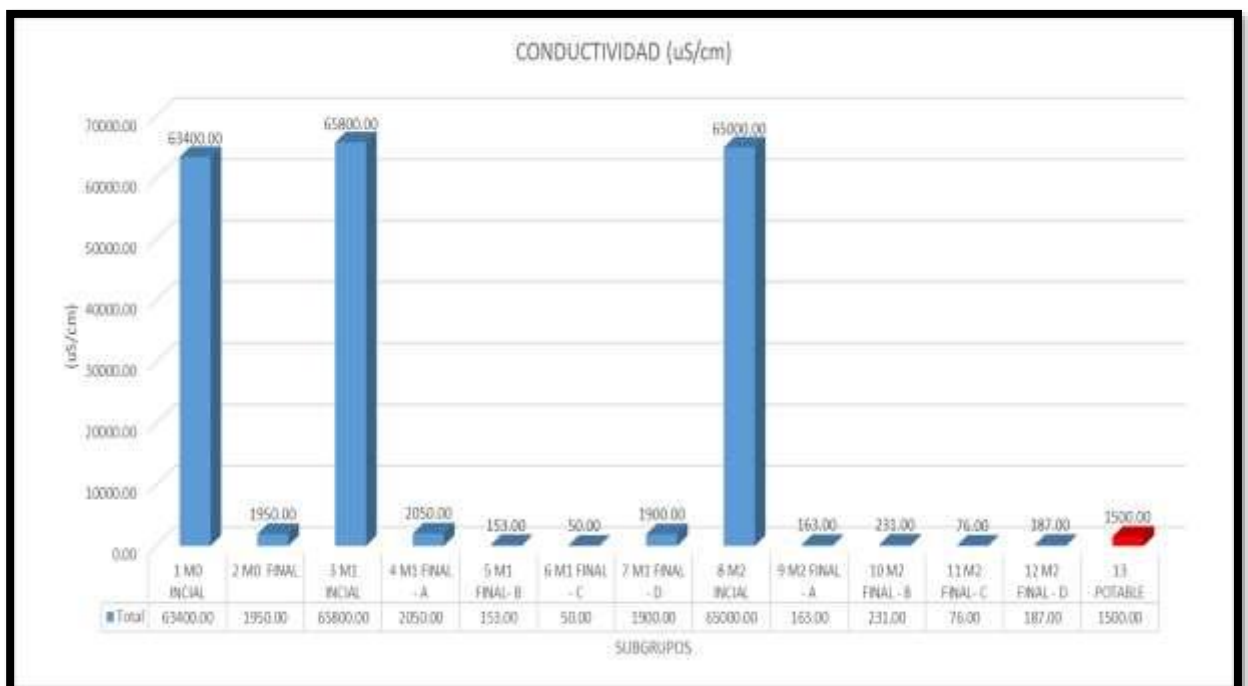
Fuente: Propia, 2020.

4.4. Resultados de los parámetros físicos y químicos aplicando hidrogel de grafeno y destilación solar

4.4.1. Resultados de Conductividad eléctrica:

En la Figura N° 8, se puede observar que los valores de conductividad para los grupos iniciales M0, M1 y M2 son: 63400 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 65800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 65000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ respectivamente. Por otro lado, los valores mínimos después de la aplicación de los tratamientos de las muestras analizadas M1-C y M2-C son: 50 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 76 $\mu\text{S}/\text{cm}$ tratados con 5ml de PVA + 1g de OG y 5 ml + 0.5 g de OG respectivamente.

Figura 7. Resultados de Conductividad.

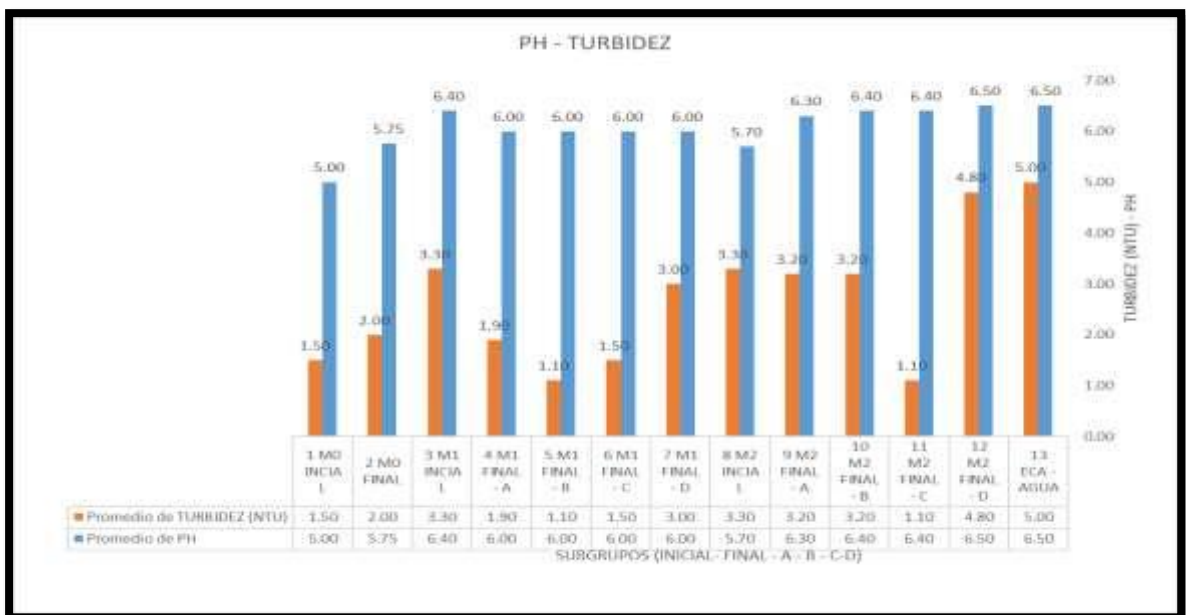


Fuente: Propia, 2020.

4.4.2. Resultados de pH y Turbidez

En la Figura N° 9, se aprecia que los valores promedio de pH para los grupos iniciales de las muestras de agua de mar M0, M1 y M2 son: 5.00, 6.40 y 5.70 respectivamente. Así mismo, haciendo una comparación de pH luego del tratamiento con los Estándares de Calidad de Agua (ECA) en los grupos M0, M1 y M2 sus valores oscilan entre: 5.75 a 6.50. Concluyendo que los valores de pH de los tres grupos se encuentran dentro de los Estándares de Calidad. Por otro lado, en la misma Figura N° 3, se puede observar que los valores promedio de Turbidez para los grupos iniciales M0, M1 y M2 son: 1.5 NTU, 3.30 NTU y 3.30 NTU respectivamente. Mientras que los valores más bajos de turbidez para las muestras M1-B y M2-C son: 1.10 NTU, muestras que fueron tratadas con 5 ml de PVA + 0.5 g de OG y 5 ml de PVA +1 g de OG respectivamente.

Figura 8. Resultados de pH y turbidez.

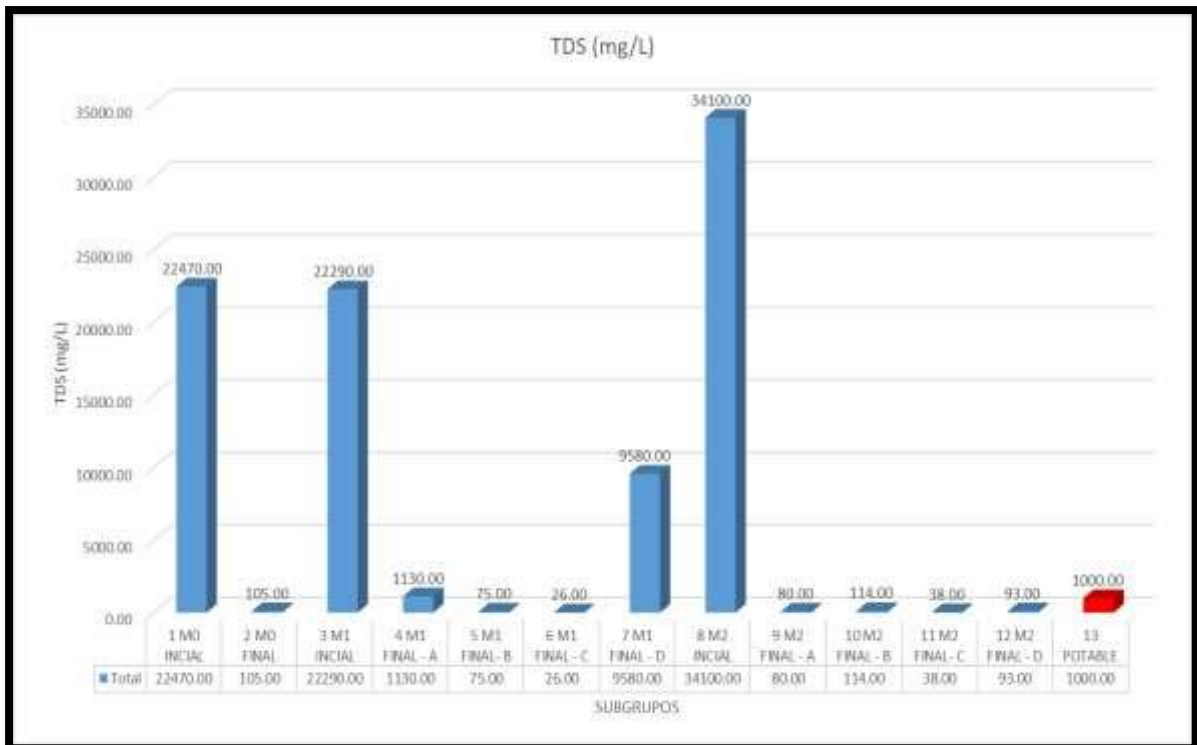


Fuente: Propia, 2020.

4.4.3. Resultados de TDS

En la Figura N° 10, se visualiza que los valores de TDS para los grupos iniciales de las muestras de agua de mar M0, M1 y M2 son: 22470.0 mg/L, 22290.0 mg/L y 34100.0 mg/L respectivamente. Por otro lado, los valores mínimos luego de la aplicación de los estímulos para las muestras M1-C, M1-B, M2-C y M2-D son: 26 mg/L, 75 mg/L y 93 mg/L respectivamente, muestras que fueron tratadas con 5 ml de PVA + 1 g de OG, 5 ml de PVA + 0.5 g de OG, 5 ml de PVA + 1 g de OG y solamente el destilador solar sin aplicación del hidrogel de grafeno.

Figura 9. Resultados de TDS.

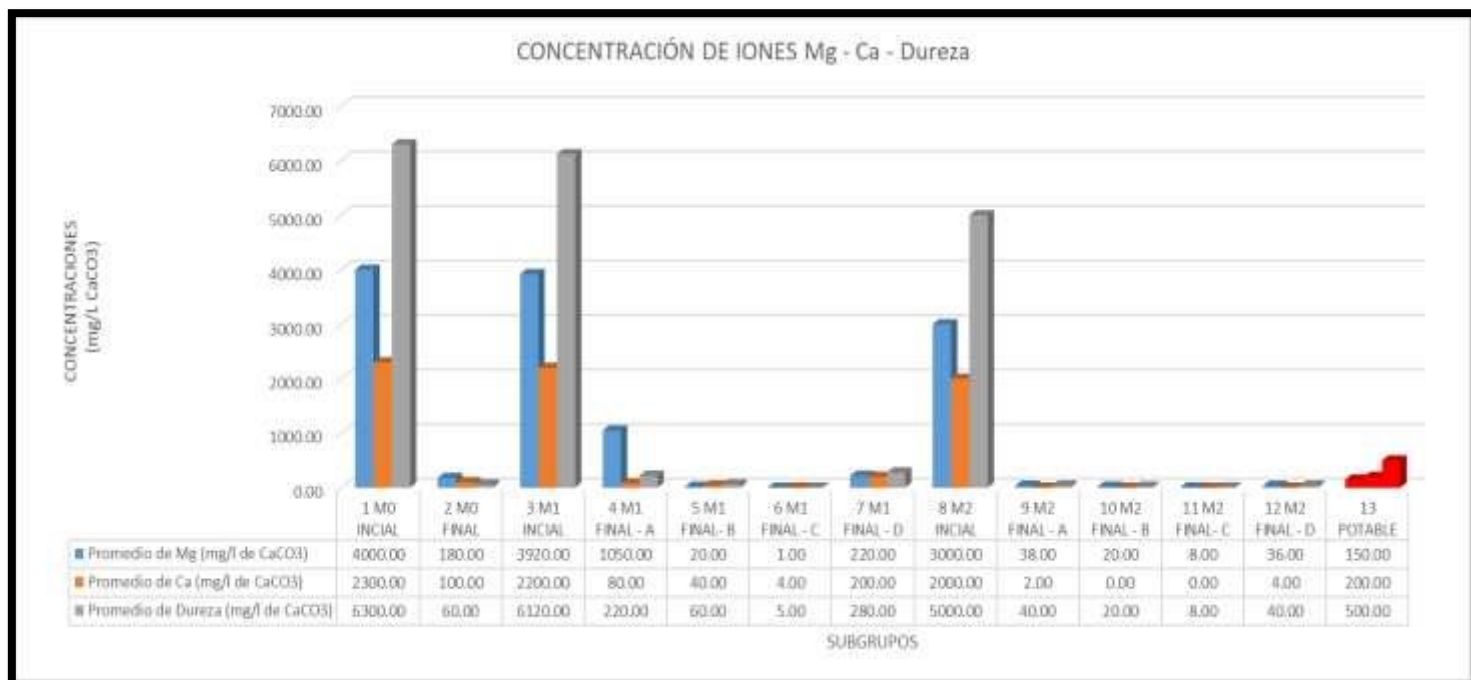


Fuente: Propia, 2020.

4.4.4. Resultados de iones Mg^{+2} , Ca^{+2} y Dureza

En la Figura N° 5, se aprecia que los valores promedio del ion Mg^{+2} para los grupos iniciales M0, M1 y M2 son: 4000 mg/L de $CaCO_3$, 3920 mg/L de $CaCO_3$ y 3000 mg/L de $CaCO_3$ respectivamente. Mientras que los valores mínimos del ion Mg^{+2} , después del tratamiento en las muestras M1-C y M2-C son: 1 mg/L de $CaCO_3$ y 8 mg/L de $CaCO_3$ muestras que fueron tratadas con 5 ml de PVA + 1 g de OG cada una y el valor máximo encontrado corresponde a la muestra M1-A: 1050 mg/L de $CaCO_3$ tratada con 2.5 ml de PVA + 1 g de OG. Por otro lado, en la misma Figura N° 5, se observa los valores promedio del ion Ca^{+2} en los grupos iniciales M0, M1 y M2 son: 2300 mg/L de $CaCO_3$, 2200 mg/L de $CaCO_3$ y 2000 mg/L de $CaCO_3$ cada uno de ellos. Así mismo los valores mínimos de Ca^{+2} después de la aplicación de los estímulos en las muestras M2-B y M2-C son: 0 mg/L de $CaCO_3$ correspondiente a la utilización de 5 ml de PVA + 0.5 g de OG y 5 ml de PV + 1 g de OG respectivamente. Por último, los valores promedio de Dureza para los grupos iniciales M0, M1 y M2 son: 6300 mg/L de $CaCO_3$, 6120 mg/L de $CaCO_3$ y 5000 mg/L de $CaCO_3$ respectivamente. Mientras que los valores mínimos luego de aplicar los estímulos de las muestras M1-C y M2-C son: 5 mg/L de $CaCO_3$ y 8 mg/L de $CaCO_3$ correspondientemente.

Figura 10. Resultados de iones Mg^{+2} , Ca^{+2} y Dureza.

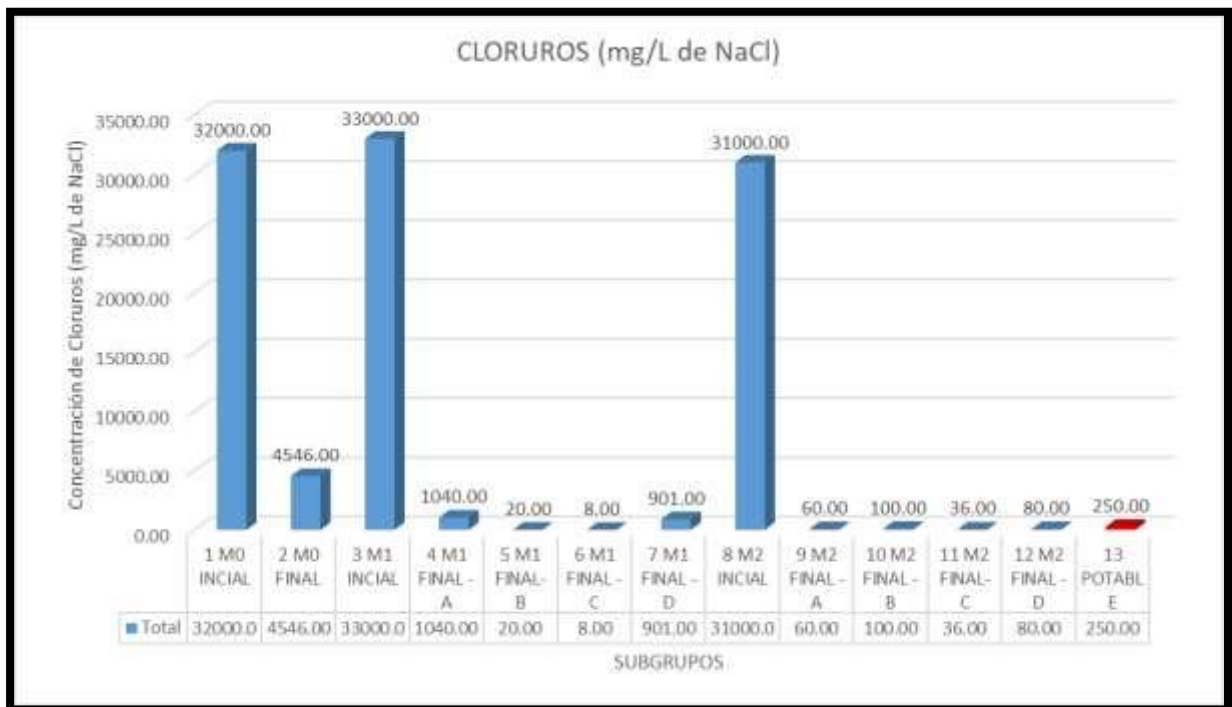


Fuente: Propia, 2020.

4.4.5. Resultados de Cloruros

En la Figura N° 12, se observa que los valores promedio de Cloruros para las muestras iniciales M0, M1 y M2 son: 32000 mg/L de NaCl, 33000 mg/L de NaCl y 31000 mg/L de NaCl. Mientras que los valores más bajos de Cloruros después de la aplicación de los estímulos en las muestras M1-C y M1-B son: 8 mg/L de NaCl y 20 mg/L de NaCl que correspondiente a la utilización de 5 ml de PV + 1 g de OG y 5 ml de PV + 0.5 g de OG respectivamente, siendo los valores máximos encontrados en la muestra M1-A: 1040 mg/L de NaCl, muestra que fue tratada con 2.5 ml de PVA + 1 g de OG.

Figura 11. Resultados de Cloruros

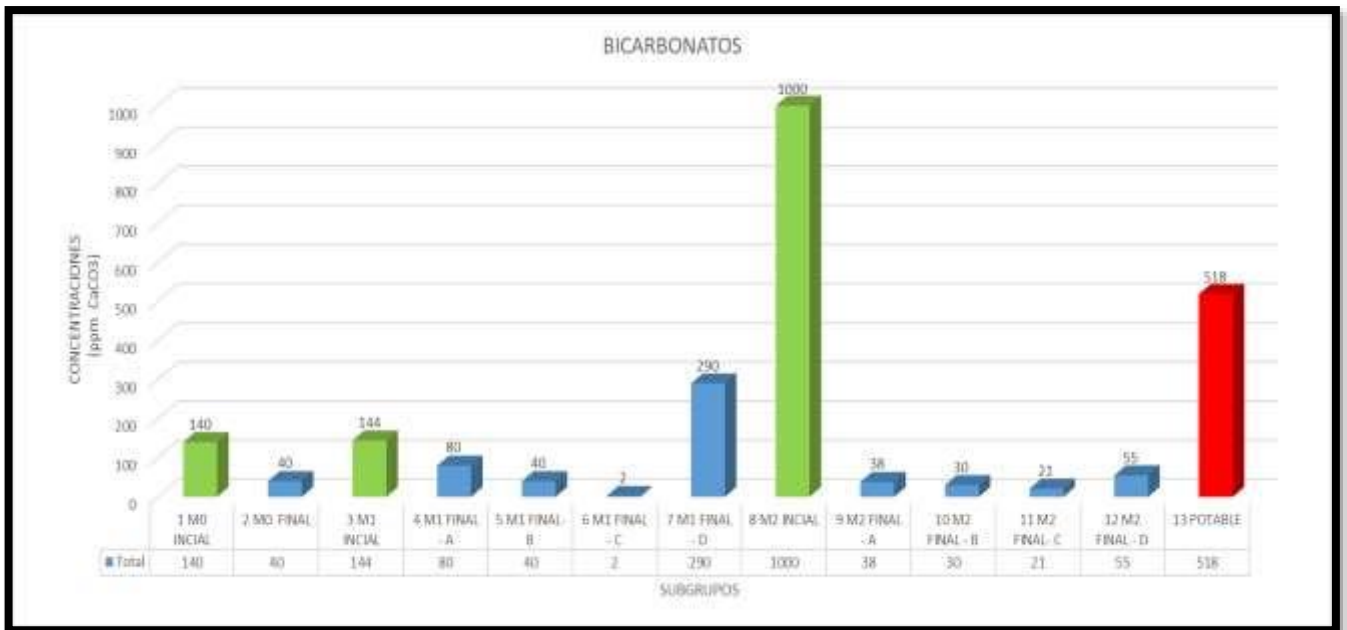


Fuente: Propia, 2020.

4.4.6. Resultados de Bicarbonatos

En la Figura N° 7, se aprecia que los valores promedio de Bicarbonatos en los grupos iniciales M0, M1 y M2 son: 140 ppm de CaCO_3 , 144 ppm de CaCO_3 y 1000 ppm de CaCO_3 . Por otro lado, los valores mínimos luego de aplicar el tratamiento en las muestras M1-C y M2-C fueron: 2 ppm de CaCO_3 y 21 ppm de CaCO_3 , estas fueron tratadas con 5 ml de PVA y 1 g de OG cada una, mientras que los valores máximos encontrados fue en la muestra M1-D: 290 ppm de CaCO_3 , tratada con destilador solar sin ampliación de hidrogel de grafeno, así mismo fueron comparadas con los valores establecidos en muestras de agua potable con resultado: 518 ppm de CaCO_3 , estando dentro de los estándares.

Figura 12. Resultados de Bicarbonatos.



Fuente: Propia, 2020.

4.5. Prueba de Hipótesis:

Para el desarrollo de la prueba de hipótesis se utilizó el siguiente cuadro para la toma de decisiones e interpretación de los resultados de la prueba de normalidad y la prueba de hipótesis del análisis de varianza estadística.

Tabla 4. *Contrastación de hipótesis y normalidad.*

Prueba de Normalidad
<ul style="list-style-type: none">• H0: Se acepta la distribución normal en los datos.
<ul style="list-style-type: none">• H1: Se rechaza la distribución normal de los datos.
<ul style="list-style-type: none">• $p < 0.05$ se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.
<ul style="list-style-type: none">• $p > 0.05$ se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna.
Prueba de Hipótesis
<ul style="list-style-type: none">• H0: No existe variación significativa entre los grupos seleccionados de la investigación. (Hipótesis del trabajo)
<ul style="list-style-type: none">• H1: Existe variación significativa entre los grupos seleccionados de los grupos de la investigación. (Hipótesis del investigador)
<ul style="list-style-type: none">• $p < 0.05$ se rechaza la hipótesis del trabajo y se acepta la hipótesis del investigador.
<ul style="list-style-type: none">• $p > 0.05$ se acepta la hipótesis del trabajo y se rechaza la hipótesis del investigador.

Fuente: *Propia, 2020.*

4.5.1. Hipótesis General

H0: La aplicación de hidrogel de grafeno y destilación solar a nivel laboratorio no mejora la reducción de salinidad del agua de mar a nivel laboratorio, Lurín, 2020.

H1: La aplicación de hidrogel de grafeno y destilación solar a nivel laboratorio mejora la reducción de salinidad del agua de mar a nivel laboratorio, Lurín, 2020.

Prueba de normalidad: El valor obtenido de “p” es de 0.00 que es menor al nivel de significancia de 0.05, rechazando la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alterna que indica que no tiene una distribución normal.

Tabla 5. Prueba de normalidad de la hipótesis general.

PRUEBAS DE NORMALIDAD						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PORCENTAJE DE SALINIDAD	,371	12	,000	,631	12	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2020.

Prueba de Hipótesis: Se aplicó el estadístico de prueba de hipótesis para datos no paramétricos “Kruskal Wallis” para muestras independientes.

Tabla 6. Estadístico de prueba de la hipótesis general.

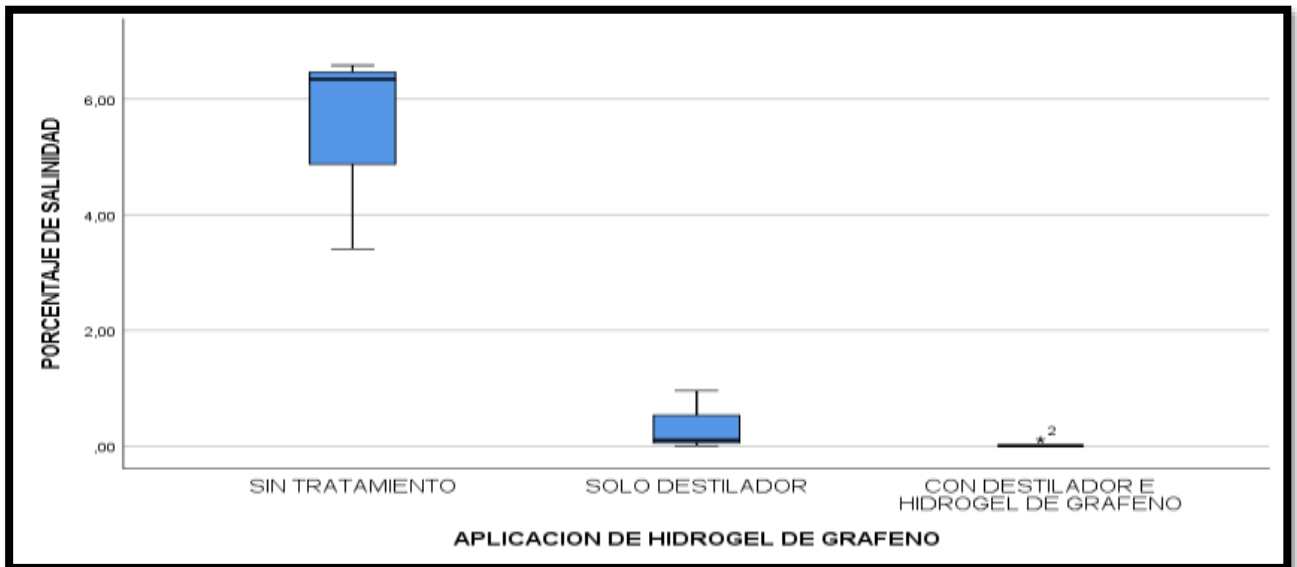
ESTADÍSTICOS DE PRUEBA	
	PORCENTAJE DE SALINIDAD
H de Kruskal-Wallis	8,228
gl	2
Sig. asintótica	,016
a. Prueba de Kruskal Wallis	
b. Variable de agrupación: APLICACION DE HIDROGEL DE GRAFENO	

Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2020.

Resultado: Con un “p” valor estimado en 0.016 menor a 0.05 del nivel de significancia se acepta la hipótesis del investigador que indica que si existe variación entre los grupos comparados.

Interpretación: Se afirma que si existe diferencia significativa entre los grupos aplicados en la muestra; y una mejora significativa en la reducción del porcentaje de salinidad.

Figura 13. Gráfico de porcentaje de salinidad aplicando el hidrogel de OG.



Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2020.

4.5.2. Hipótesis Específica 1:

H0: La aplicación del hidrogel de grafeno y destilación solar no aumenta la temperatura de agua de mar destilada a nivel, Lurín, 2020.

H1: La aplicación del hidrogel de grafeno y destilación solar aumenta la temperatura de agua de mar destilada a nivel, Lurín, 2020.

Prueba de normalidad: Se aplica la prueba de Kolmogorov-Smirnov (mayor de 50 datos). Se verifica el valor de “p” en 0.000 que es menor al nivel de significancia a 0.05, rechazando la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alterna que indica que no tiene una distribución normal.

Tabla 7. Prueba de normalidad de la hipótesis específica 1.

PRUEBAS DE NORMALIDAD						
			Kolmogorov-Smirnov ^a		Shapiro-Wilk	
			Estadístico	gl	Sig.	Sig.
PROMEDIO SENSOR DE TEMPERATURA		DE	,167	96	,00	,00
				0		,867
						96
						0
a. Corrección de significación de Lilliefors						

Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2020.

Prueba de Hipótesis: Se aplica el estadístico para la prueba de hipótesis para datos no paramétricos “Kruskal Wallis” para muestras independientes.

Tabla 8. Estadístico de prueba de la hipótesis específica 1.

ESTADÍSTICOS DE PRUEBA	
	PROMEDIO SENSOR DE TEMPERATURA
H de Kruskal-Wallis	,550
gl	3
Sig. asintótica	,908
a. Prueba de Kruskal Wallis	
b. Variable de agrupación: SUBGRUPO	

Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2020.

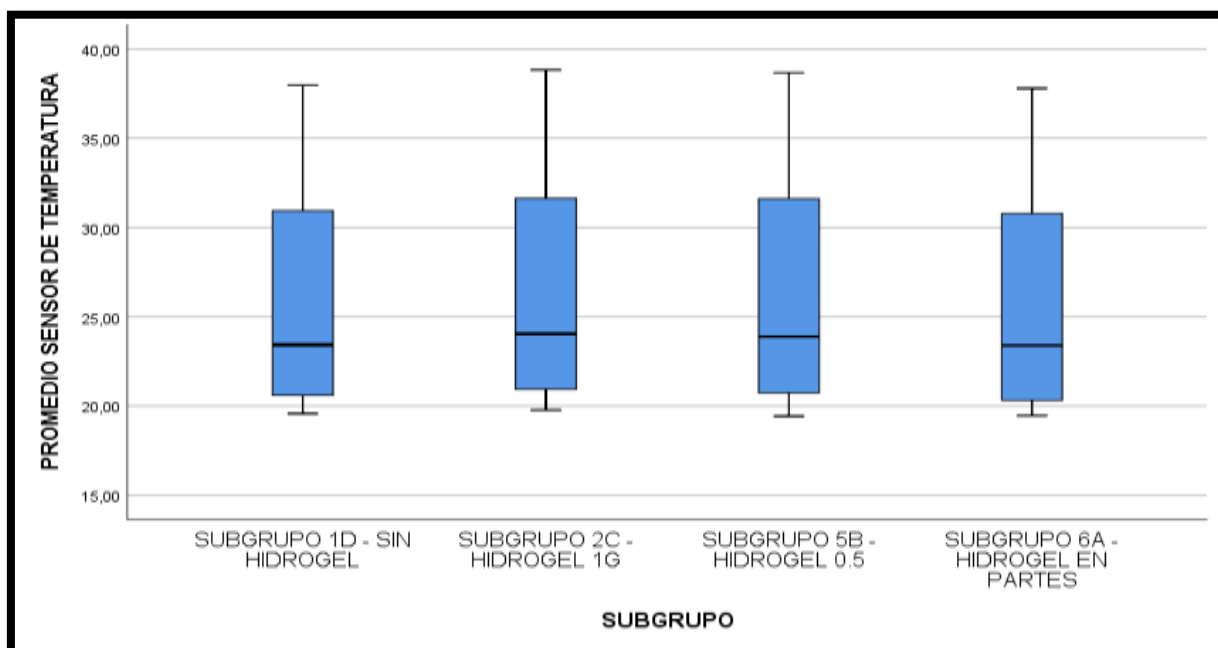
Resultado:

Con un “p” valor estimado en 0.908 mayor al nivel de significancia de 0.05 se acepta la hipótesis del trabajo que indica que no existe variación significativa entre los grupos comparados y se rechaza la hipótesis del investigador.

Interpretación:

Se afirma que no existe diferencia significativa entre los grupos aplicados en la muestra.

Figura 14. Gráfico de sensor de temperatura.



Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2020.

4.5.3. Hipótesis Específica 2:

H0: La aplicación de la dosis óptima de hidrogel de grafeno y destilación solar no mejora la variación del volumen del agua de mar destilada a nivel laboratorio, Lurín, 2020.

H1: La aplicación de la dosis óptima de hidrogel de grafeno y destilación solar mejora la variación del volumen del agua de mar destilada a nivel laboratorio, Lurín, 2020.

Prueba de normalidad: Se aplica la prueba de Kolmogorov-Smirnov (mayor de 50 datos). Se verifica el valor de "p" en 0.000 que es menor al nivel de significancia a 0.05, rechazando la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alterna que indica que no tiene una distribución normal.

Tabla 9. Prueba de normalidad de la hipótesis específica 2.

PRUEBAS DE NORMALIDAD						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PROMEDIO DE VARIACIÓN DEL VOLUMEN DESTILADO	,177	96	,000	,858	96	,000
a. Corrección de significación de Lilliefors						

Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2020.

Prueba de Hipótesis: Se aplica el estadístico para la prueba de hipótesis para datos no paramétricos “Kruskal Wallis” para muestras independientes.

Tabla 10. Estadístico de prueba de la hipótesis específica 2.

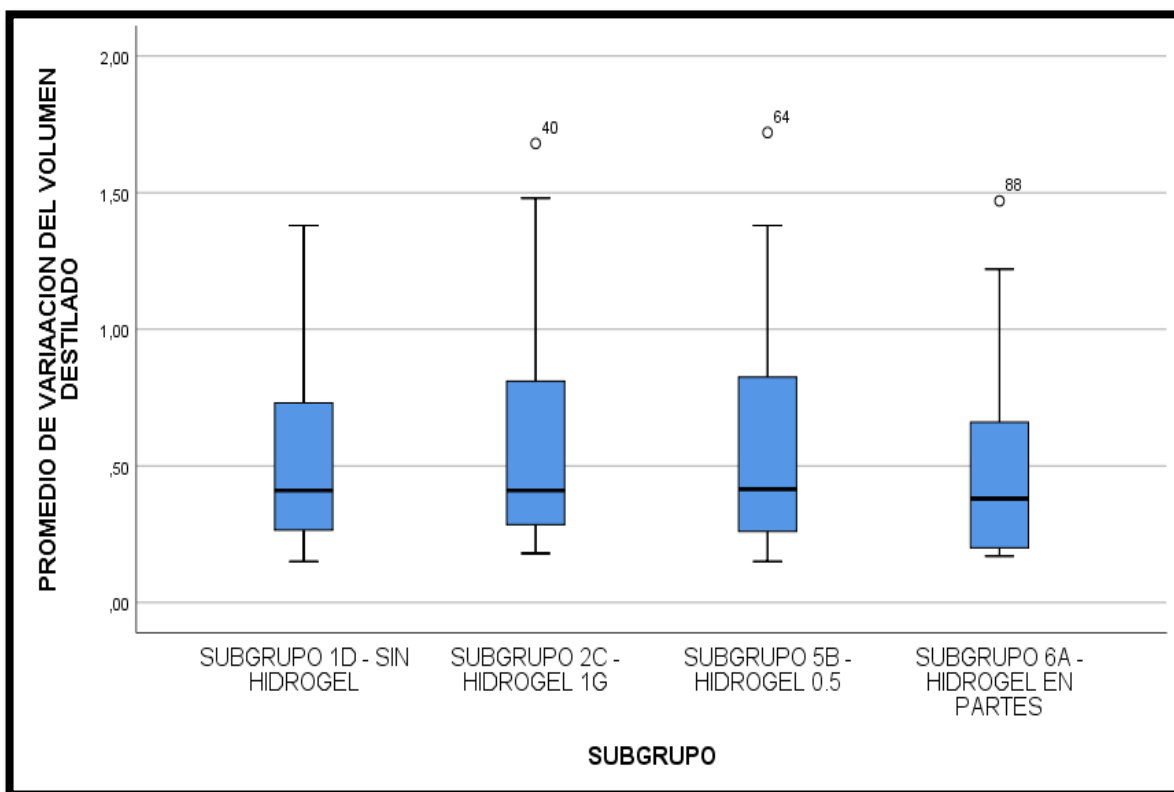
ESTADÍSTICOS DE PRUEBA	
	PROMEDIO DE VARIACIÓN DEL VOLUMEN DESTILADO
H de Kruskal-Wallis	1,332
gl	3
Sig. asintótica	,721
a. Prueba de Kruskal Wallis	
b. Variable de agrupación: SUBGRUPO	

Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2020.

Resultado: Con un “p” valor estimado en 0.721 mayor a 0.05 con respecto al nivel de significancia, se rechaza la hipótesis del investigador y se acepta la hipótesis del trabajo que indica que no existe variación entre los grupos comparados.

Interpretación: Se afirma que no existe variación significativa entre los grupos aplicados en la muestra.

Figura 15. Variación de volumen destilado en los subgrupos.



Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2020.

4.5.4. Hipótesis Específica 3:

H0: La aplicación del hidrogel de grafeno y destilación solar no mejora los niveles de los parámetros físicos y químicos del agua de mar a nivel laboratorio, Lurín, 2020.

H1: La aplicación del hidrogel de grafeno y destilación solar mejora los niveles de los parámetros físicos y químicos del agua de mar a nivel laboratorio, Lurín, 2020.

Prueba de normalidad: Se aplica la prueba de normalidad ejecutado la herramienta de Shapiro–Wilk (menor de 30 datos). Pero eligió utilizar una prueba de hipótesis no paramétrica por el tamaño de la muestra.

Tabla 11. Prueba de normalidad de la hipótesis específica 3.

PRUEBAS DE NORMALIDAD						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CLORUROS	,369	12	,000	,611	12	,000
PH	,215	12	,133	,861	12	,050
CONDUCTIVIDAD	,444	12	,000	,577	12	,000
TDS	,369	12	,000	,686	12	,001
Mg	,362	12	,000	,670	12	,000
Ca	,403	12	,000	,614	12	,000
DUREZA	,432	12	,000	,600	12	,000
BICARBONATOS	,352	12	,000	,552	12	,000
Na	,441	12	,000	,576	12	,000
TURBIDEZ	,172	12	,200 [*]	,904	12	,181

Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2020.

Prueba de Hipótesis: Se aplica el estadístico de prueba de hipótesis para datos no paramétricos “Kruskal Wallis” para muestras independientes.

Tabla 12. Estadístico de prueba de la hipótesis específica 3.

ESTADÍSTICOS DE PRUEBA										
	Cloruros	Ph	Conductividad	Tds	Mg	Ca	Dureza	Bicarbonatos	Na	Turbidez
H de Kruskal-Wallis	7,615	1,574	7,192	7,192	7,218	7,911	7,243	6,906	7,192	2,870
gl	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Sig. asintótica	,022	,455	,027	,027	,027	,019	,027	,032	,027	,238
a. Prueba de Kruskal Wallis										
b. Variable de agrupación: APLICACION DE HIDROGEL DE GRAFENO										

Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2020.

Resultado: Los parámetros cloruros, conductividad, TDS, Mg, Ca, Dureza, Bicarbonatos, Na, presentan un “p” valor menor al nivel de significancia 0.05, aceptando la hipótesis del investigador que indica que si existe variación significativa entre la comparación de los grupos. Con la excepción de los parámetros pH y turbidez en el cual tiene un “p” valor mayor al nivel de significancia 0.05, rechazando la hipótesis del investigador que indica que si existe variación significativa entre la comparación de los grupos.

Interpretación: Se afirma que, si existe diferencia significativa en los grupos analizados en los parámetros de cloruros, conductividad, TDS, Mg, Ca, Dureza, Bicarbonatos, Na con excepción del pH y turbidez que indica que no existe variación significativa.

V. DISCUSIÓN

Con referencia a la investigación de Zhou *et al.* (2018), donde se evidenció que los canales capilares del hidrogel de OG mantiene un suministro continuo de agua de alta velocidad, y su prometedora propiedad anti incrustante que permite la desalinización del agua durante mucho tiempo sin reciclarla. Los resultados más relevantes de la presente investigación fue la reducción de la salinidad del agua de mar de las muestras iniciales M0, M1 y M2 que inicialmente fueron de: 6.34%, 6.58% y 3.41% respectivamente, y se redujeron con picos mínimos de 0.001% en los subgrupos B y C en promedio después de ser tratadas, teniendo los valores mínimos después de la aplicación de los estímulos de los subgrupos que contenían el hidrogel de grafeno de OG con 1g y 0.5g respectivamente, evidenciando la mejora del proceso desalinizador de la aplicación de manera simultánea del Hidrogel de OG y destilación solar para la reducción de salinidad.

Así mismo, los resultados del trabajo de Zhou *et al.* (2018), resalta como prometedor el método de desalinización solar para la purificación de agua a gran escala aplicando energía solar pero afirma la dependencia de la concentración óptica debido a la difusión de la luz solar natural que conduce a un suministro irregular de la energía en el proceso; en su desarrollo experimental demostró que un evaporador solar a base de hidrogel de OG es capaz de generar vapor a una alta tasa de $\sim 2.5 \text{ kg /m}^2 \text{ h}$ bajo una irradiación solar (1 kW m^2), entre los mejores valores reportados en los antecedentes utilizados. También se remarca que la evaporación solar es altamente eficiente mediante la aplicación de un hidrogel híbrido compuesto por una estructura de polímero hidrófilo (alcohol polivinílico, PVA) y un absorbente solar (rGO). El PVA ayuda a la evaporación del agua debido a la entalpía de evapotranspiración del agua reducida en la red de hidrogel; en donde rGO logra penetrar en la red polimérica que permite una mayor eficiencia de la energía solar convertida en térmica. En comparación a los resultados de la Figura N° 4, donde se observó que a partir de las 10:00 am empezó el aumento de temperatura registrado por los sensores en cada subgrupo (1D, 2C, 5B, 6A); el sensor de Temperatura ambiental ($T^{\circ}\text{C}$) registró un aumento de un grado con relación a los sensores de las subdivisiones, manteniéndose constante hasta las 13:00 pm y con un descenso progresivo hasta las 18:00 pm, en donde el aumento de energía térmica se dio entre las 10:00 am a 18:00 pm, del mismo modo se interpreta que ese grado de diferencia ayudó a mantener la energía interna dentro de la estructura de las subdivisiones del destilador, evidenciándose en los datos registrados por los sensores de temperatura que estaban instalados en cada subdivisión con referencia a cada subgrupo, llegando a verificarse que las subdivisiones que contenían hidrogel de OG mantenían la temperatura interna durante mayor tiempo y

con niveles máximos entre las 13: 00 pm y 16:00 pm, asimismo se observó que los subgrupos con hidrogel de OG con 1g y 0.5g (subgrupo C y B) mantenían una diferencia promedio de un grado de temperatura con respecto a los sensores instalados en los otros subgrupos (A y D) destilador solar.

En comparación al trabajo desarrollado por Seattone (2015) donde realizó una comparación entre distintos tipos de destiladores con el objetivo de buscar el más eficiente con respecto al promedio del volumen de agua destilada; y obtuvo una alta eficiencia con los destiladores solares DCP y DFL (aprox. 40%); y el DBEm mostró una producción de casi 6 veces más agua desalada por m^2 a pesar de tener la décima parte de eficiencia de los primeros (aprox. 4%); en su trabajo se demostró que el destilador más simple es el que presenta mayor producción por metro cuadrado. Realizando la aplicación de las experiencias anteriores se realizó el análisis de los distintos destiladores, evaluando previamente por los factores construcción, producción y costo se decidió por la elección del modelo de una vertiente con cuatro compartimientos internos, cada uno sellado herméticamente para la posterior comparación del proceso de destilación solar construido a nivel laboratorio; mencionar que en el desarrollo del destilador se tuvo una serie de contrariedades en la elección de los materiales empleados en la elaboración y desarrollo del mismo, teniendo en cuenta que se utilizó una plancha de acrílico y silicona como pegamento unificador de estructuras, después reemplazando la parte interna por compartimientos de vidrios unidos con silicona para evitar la pérdida de vapor al exterior, teniendo muy buenos resultados finales del destilador solar. El resultado obtenido por promedio diario fue de 13 ml de agua destilada por subgrupo del 1 Litro inicialmente, resultando un valor promedio de 1,37% de volumen destilado por día. Cumpliendo con uno de los objetivos específicos del trabajo.

En el trabajo de Chiroque (2018) se realizó una comparación de los distintos tipos de destiladores solares (destilador solar de dos vertientes, destilador solar a dos vertientes modificado y destilador solar de cascada), verificando el costo y eficiencia de producción de volumen de agua, en donde indica que el destilador de doble vertiente modificado logra un mayor volumen de agua destilada con promedios de $1651 \text{ cc}/m^2/\text{día}$; donde tiene en cuenta los factores climatológicos y volumen de agua destilada; obteniendo resultados mayores entre el mes de noviembre y diciembre aplicando el destilador modificado de dos vertientes con promedios de 1823 y $1806 \text{ cc}/m^2/\text{día}$ respectivamente en comparación a los promedios ligeramente inferiores con el destilador de cascada o en terrazas y el destilador solar de dos vertientes modificado, cuyos promedios son de 1729 y $1738 \text{ cc}/m^2/\text{día}$. Los resultados obtenidos entre los distintos subgrupos (A, B, C y D); y el uso de la aplicación

de distintos tipos de concentraciones de hidrogeles de OG y destilación solar de manera simultánea en el sistema de destilación de un solo vértice modificado con cuatro compartimientos, se desarrolló entre el periodo del dos de diciembre al trece de diciembre, y la realización de un tratamiento previo en blanco (Grupo 0), sin hidrogel de OG y solo destilación solar, en comparación a los otros tratamientos (Grupos 1 y 2) en donde se empleó el uso de hidrogel de OG en diferentes concentraciones (1g y 0.5g). Se evidenció en el grupo uno un volumen máximo registrado el día miércoles 2 de diciembre con 60 ml y el mínimo el día lunes 7 de diciembre con 42 ml. Referente a los volúmenes promedio de agua recogidos por día de los diferentes compartimientos (subgrupos) A, B, C y D del grupo uno fue de 12 ml, 13 ml, 13.5 ml y 11 ml respectivamente. Del mismo modo los volúmenes promedio de agua recogidos por día de los diferentes compartimientos A, B, C y D del grupo dos fue de 12.35 ml, 13.7 ml, 13.55 ml y 11.6 ml respectivamente; el volumen mínimo registrado al grupo dos se dio en el día 8 de diciembre del 2020, con 19.5 ml total; y los volúmenes máximos que se registraron se dio en los días viernes 11 y sábado 12 con 79 ml respectivamente que tienen relación con los valores máximos registrados por el Termo higrómetro de la temperatura ambiental.

En referencia a la comparación de los subgrupos, se afirma que el subgrupo que contiene el hidrogel de grafeno mostraron un “p” valor estimado en 0.016 menor a 0.05 del nivel de significancia aceptando la variación entre los subgrupos comparados con respecto al subgrupo que no se aplicó hidrogel de grafeno en la reducción de la salinidad, teniendo valores promedios de hasta 0.001%; pero en contraposición se verificó que no existe una diferencia significativa entre los grupos comparados con respecto al volumen de agua destilada obtenida entre los cuatro subgrupos comparados, aunque tengan una media mayor los subgrupos con hidrogel de grafeno con respecto a los subgrupos que no contiene el estímulo, queda pendiente mayor números de repeticiones para corroborar los resultados obtenidos. En la evaluación de los parámetros de cloruros, conductividad, TDS, Mg, Ca, Dureza, Bicarbonatos, Na, presentan un “p” valor menor al nivel de significancia 0.05, aceptando la hipótesis del investigador que indica que si existe variación significativa entre la comparación de los grupos. Con la excepción de los parámetros pH y turbidez en el cual tiene un “p” valor mayor al nivel de significancia 0.05, interpretándose que no existe una variación significativa entre los grupos previamente evaluados.

VI. CONCLUSIONES

— Se determinó la reducción de salinidad de agua de mar destilada, obteniendo un porcentaje promedio inicial de muestras sin tratamiento de 5.44% en comparación 0.0010% de los resultados post tratamiento en los subgrupos C y B, que contenían hidrogel de OG de 1g y 0.5g respectivamente y destilación solar; mejorando la reducción de salinidad en 0.3541% en comparación al subgrupo D que obtuvo una salinidad promedio de 0.3591%.

— Se evaluó la relación de las variaciones entre los parámetros meteorológicos y el volumen de agua de mar destilada aplicando hidrogel de OG y destilación solar, en donde se verifica que existe una relación en el aumento de temperatura ambiental registrado por el termo higrómetro con respecto al aumento del volumen de agua destilada en los subgrupos A, B, C y D; en donde se evidencia que inicia una hora posterior al aumento de la temperatura ambiental, desde las 10:00 am hasta las 18:00 pm, con picos máximos de volumen destilado de 1.68 ml y 1.72 ml perteneciente a los subgrupos C y B respectivamente, y se dio entre las 14:00 pm y 15:00 pm.

— Se determinó la dosis óptima de hidrogel de OG se dio en los subgrupos C y B que contenían hidrogel de OG de 1g y 0.5g respectivamente, con un promedio diario de volumen destilado de 13.92 ml y 14 ml respectivamente y un acumulado de 181 ml y 182 ml, en comparación al subgrupo D (sin hidrogel de OG) que obtuvo un promedio diario de 12.44 ml y un acumulado de 161.75 ml.

— Se evaluó los parámetros físicos y químicos, en donde se verificó una reducción en los parámetros de conductividad, cloruros, TDS, Mg, Ca, Dureza, Bicarbonatos, Na entre los valores iniciales y pos tratamientos; asimismo se verificó una mayor reducción en la variación de los resultados de los subgrupos B y C en comparación al subgrupo D, validado con la prueba de hipótesis. Con excepción del pH y turbidez el cual no se visualiza una variación significativa con respecto a los otros subgrupos comparados.

VII. RECOMENDACIONES

- Realizar una mayor cantidad de repeticiones de los grupos muestreados, en diferentes lugares, con distintas características meteorológicas para realizar una evaluación a detalle de las diferencias entre volúmenes y temperaturas registradas por los sensores.
- Añadir mayor variedad de concentraciones de hidrogeles a base de PVA, rOG, OG y óxido de grafito.
- Calcular la eficiencia de los distintos tipos de destiladores con respecto a sus dimensiones estructurales para determinar un modelo óptimo en conjunto con los hidrogeles de grafito.
- Realizar distintas estructuras del hidrogel de OG para determinar la forma más adecuada en el proceso de destilación solar.
- Tomar en cuenta propiedades de los materiales, como la Conductividad térmica y eléctrica de los distintos tipos de hidrogeles de grafito elaborados.
- Realizar una modelación matemática aplicando métodos predictivos de regresión lineal simple con las variables de temperatura ambiental y volumen destilado previa evaluación de la dispersión de los datos registrados.
- Realizar un análisis microbiológico de las muestras de agua destilada para ver su calidad y posterior potabilización.

REFERENCIAS

- ALSOLAMI, Mazen. Use of Polyacrylic Acid Hydrogel in The Desalination of Seawater of Haql Coast of Saudi Arabia. *Egyptian Journal of Chemistry* [en línea]. Junio 2020, vol. 63, no. 7. [Fecha de consulta: 23 de octubre de 2020]. Disponible en: https://ejchem.journals.ekb.eg/article_80997.html.
doi:10.21608/ejchem.2020.22897.2366.
- ARREGUÍN, Felipe y MARTÍN, Alejandra. Desalinización del agua. *Revista interdisciplinaria de ciencia y tecnología del agua* [en línea]. Enero-abril 2000, vol. 15, no. 1. [Fecha de consulta: 11 de marzo de 2020]. pp. 27-49. Disponible en: <http://revistatyca.org.mx/ojs/index.php/tyca/article/view/848/841>.
ISSN: 0186-4076
- ARENS, Lucas [et. al]. Energy Consumption for the Desalination of Salt Water Using Polyelectrolyte Hydrogels as the Separation Agent. *Macromolecular Chemistry and Physics* [en línea]. Noviembre 2017, vol. 218, no. 24. [Fecha de consulta: 01 de agosto de 2020]. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/macp.201700237>.
doi:10.1002/macp.201700237
- ARENAS Blanco, Brayan. Obtención de membranas a partir de óxido de grafeno para la desalinización de agua de producción [en línea]. Tesis (Magíster en Física). Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. 2017. Disponible en: <http://noesis.uis.edu.co/handle/123456789/34148>
- BALADIN, Alexander [et. al]. Superior Thermal Conductivity of Single-Layer Graphene. *Nano Letters* [en línea]. Marzo 2008, vol. 8, no. 3. [Fecha de consulta: 13 de junio de 2020]. pp. 902-907. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18284217/>.
doi.org/10.1021/nl0731872
- BEJARANO, Jiménez, Areli. Síntesis y evaluación electroquímica de compositos con base en óxido de grafeno y poli (ácido acrílico) para la remoción y/o detección de contaminantes en agua [en línea]. Tesis (Magíster en Ciencias ambientales). San Luis Potosí: Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnología. 2012. Disponible en: <https://repositorio.ipicyt.edu.mx/handle/11627/93>
- CALLEJA, Parra, Fernando. Síntesis de grafeno de pocas capas empleando extractos de plantas y sonicación [en línea]. Tesis (Magister en Química). Sonora: Universidad de Sonora. 2018. Disponible en: <http://www.repositorioinstitucional.uson.mx/handle/unison/1462>

- CASTRO, Andrés. Obtaining graphene from chemical reduction of graphite oxide. *Research Center for Exotic NanoCarbon* [en línea]. Julio-septiembre 2011, vol. 14, no. 52. [Fecha de consulta: 15 de junio de 2020]. pp. 34-42. Disponible en: <https://www.virtualpro.co/biblioteca/obtencion-de-grafeno-mediante-la-reduccion-quimica-del-oxido-de-grafito>
- CHIROQUE, Lujan. Comparación de destiladores solares para la obtención de agua dulce en pozos de agua salobre en la Comunidad Campesina San Juan Bautista de Catacaos - Piura. *Revista Aporte Santiaguino* [en línea]. Julio-diciembre, 2018, vol. 11, no. 2. [Fecha de consulta: 15 de abril de 2020]. pp. 275-286. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7178708> doi:10.32911/as.2018.v11.n2.581.
- COMPTON, Owen [et. al]. Additive-free hydrogelation of graphene oxide by ultrasonication. *Carbon* [en línea]. Agosto 2012, vol. 50, no. 10. [Fecha de consulta: 21 de junio de 2020]. pp. 3399-3406. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0008622312000929>
doi.org/10.1016/j.carbon.2012.01.061
- CORTÍNEZ, Villalobos, Diego. Preparación de papel de óxido de grafeno para aplicaciones en tratamiento de aguas [en línea]. Tesis (Título de Ingeniero civil químico). Santiago de Chile: Universidad de Chile. 2018. Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/167865/Preparaci%C3%B3n-de-papel-de-%C3%B3xido-de-grafeno-para-aplicaciones-en-tratamiento-de-aguas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- DE HEER, Walt [et. al]. Large area and structured epitaxial graphene produced by confinement controlled. *Proceedings of the National Academy of Sciences* [en línea]. Octubre, 2011, vol. 108, no. 4. [Fecha de consulta: 21 de junio de 2020]. pp. 16900-16905. Disponible en: <https://www.pnas.org/content/108/41/16900>
doi.org/10.1073/pnas.1105113108
- DENG, Daosheng [et. al]. Water purification by shock electro dialysis: Deionization, filtration, separation, and disinfection. *Desalination* [en línea]. Febrero 2015, vol. 35. [Fecha de consulta: 25 de junio de 2020]. pp. 77-83. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S001191641400602X>
doi.org/10.1016/j.desal.2014.11.011
- El agua en cifras. Autoridad Nacional Del Agua (ANA) [en línea]. 20 de mayo de 2020. Disponible en: <https://www.ana.gob.pe/contenido/el-agua-en-cifras>

- FRANEK, Alice [et. al]. Agua para un mundo sostenible: Datos y cifras. UNESCO. 28 de marzo de 2016. Recuperado de: <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2016/03/Agua-para-un-mundo-Sostenible-UNWater2015.pdf>
- GARCÍA, Fernández, Tomás. Obtención de grafeno por métodos fisicoquímicos [en línea]. Tesis (Licenciatura en Física). Tucumán: Universidad de Tucumán. 2019. Disponible en: <https://www.facet.unt.edu.ar/licfisica/wpcontent/uploads/sites/57/2019/06/Tom%C3%A1s-Eugenio-Garc%C3%ADa-Fern%C3%A1ndez.pdf>
- GIRISH, More. The seawater desalination. *International Journal of advance research in science an engineering* [en línea]. Marzo 2016, vol. 5, no. 2. [Fecha de consulta: 23 de mayo de 2020]. pp. 226-230. Disponible en: www.ijarse.com
[ISSN: 23219-8354](http://www.ijarse.com)
- GLEICK, Peter. Water in crisis: A guide to the world's fresh water resources [en línea]. Oxford University Press. [Fecha de consulta: 18 de junio de 2020]. Disponible en: <https://global.oup.com/ushe/product/water-in-crisis>
[%209780195076288?cc=pe&lang=en&](https://global.oup.com/ushe/product/water-in-crisis)
ISBN: 9780195076288
- KJELLÉN, Marianne y MCGRANAHAN, Gordon. Comprehensive Assessment of the Freshwater Resources of the World [en línea]. Suecia: Stockholm Environment Institute, 1997. [Fecha de consulta: 14 de marzo de 2020]. Disponible en: https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=6336
- MORALES, Gomero, J. & García, Segura, S. Estudio de materiales carbonosos modificados con arcillas tipo bentonita para su aplicación en la desalinización de agua de mar mediante la técnica de desionización capacitiva (CDI) [en línea]. Tesis. Lima: Universidad de Lima. 2019. Disponible en: <https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/9862>
- GOMEZ, Jesús, VILLASÍS, Miguel y MIRANDA, María. El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Revista Alergia México* [en línea]. Abril-junio 2016. vol. 63, no. 2. [Fecha de consulta: 18 de junio de 2020]. Disponible en: <https://revistaalergia.mx/ojs/index.php/ram/article/view/181/309>
[doi.org/10.29262/ram.v63i2.181](https://revistaalergia.mx/ojs/index.php/ram/article/view/181/309)
- GOU, Youhong [et. al]. Synergistic Energy Nanoconfinement and Water Activation in Hydrogels for Efficient Solar Water Desalination. *ACS Nano* [en línea]. Junio 2019. vol. 13, no. 7. [Fecha de consulta: 18 de marzo de 2020]. Disponible en: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsnano.9b02301>

doi:10.1021/acsnano.9b02301

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la Investigación. 6ta ed. México D.F: Mcgraw-Hill Education, 2014. 634 pp. Disponible en: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf> ISBN: 978-1-4562-2396-0

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la Investigación. 5ta ed. México D.F: Mcgraw-Hill Education, 2010. 634 pp. Disponible en: https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf ISBN: 978-607-15-0291-9

HETAL, Trivedi & BHATT, D. Renewable resources used for seawater desalination. *International journal of advanced engineering research and Studies* [en línea]. Octubre-diciembre 2011, vol. 1, no. 1. [Fecha de consulta: 15 de marzo de 2020]. Disponible en: <http://www.technicaljournalsonline.com/ijaers/VOL%20I/IJAERS%20VOL%20I%20ISSUE%20I%20OCTBER%20DECEMBER%202011/8%20IJAERS.pdf> ISSN: 2249-8974

HETAL, Trivedi, UPADHYAY, D & RANA, A. Seawater desalination processes. *International journal of engineering sciences & research technology* [en línea]. Febrero 2014, vol. 3, no. 2. [Fecha de consulta: 16 de marzo de 2020]. Disponible en: <http://www.ijesrt.com> ISSN: 2277-9655

HUEZO, Bautista, Francisco & MORÁN, Urrutia, Jazmin. Diseño, construcción y validación de un destilador solar para uso en los laboratorios de la planta piloto de la escuela de ingeniería química [en línea]. Tesis (Titulación en Ingeniería química). San salvador: Universidad de el Salvador. 2012. Disponible en: http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/2066/1/Dise%C3%B1o%20C_construcci%C3%B3n_y_validaci%C3%B3n_de_un_destilador_solar_para_uso_en_los_laboratorios_de_la_planta_piloto_de_la_escuela_de_ingenier%C3%ADa_qu%C3%ADmica.pdf

JAMIL, Furqad, & HUHAMMAD, Hafiz. Sustainable desalination using portable devices: A concise review. *Solar Energy* [en línea]. Julio 2019, vol. 194, no. 1. [Fecha de consulta: 21 de marzo de 2020]. pp. 815-839. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0038092X19310813> doi: 10.1016/j.solener.2019.10.085.

- KABIRI, K. [et. al]. Superabsorbent hydrogel composites and nanocomposites: A review. *Polymer Composites. Society of Plastics Engineers* [en línea]. 2011, vol. 32, no. 2 [Fecha de consulta: 21 de agosto de 2020]. pp. 277-289. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/pc.21046> doi:10.1002/pc.21046.
- KAWAJI, Akili, KUTUBKHANAH, Ibrahim y MIHN, Jong. Advances in seawater desalination technologies. *Desalination* [en línea]. Marzo 2008, vol. 221, no. 1-3. [Fecha de consulta: 21 de agosto de 2020]. pp. 47-69. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0011916407006789> doi.org/10.1016/j.desal.2007.01.067
- LEE, Changgu [et. al]. Measurement of the Elastic Properties and Intrinsic Strength of Monolayer Graphene. *Science* [en línea]. Julio 2008, vol. 321, no. 5887. [Fecha de consulta: 03 de agosto de 2020]. pp. 385-388. Disponible en: <https://science.sciencemag.org/content/321/5887/385> doi:10.1126/science.1157996.
- LIU, Yangkaixi [et. al]. Multilayer graphite nano- sheecomposite hydrogel for solar desalination systems with floatability and recyclability. *New Journal of Chemistry* [en línea]. Octubre 2020, vol. 44. [Fecha de consulta: 15 de noviembre de 2020]. pp. 20181-20191. Disponible en: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2020/nj/d0nj04409a/unauth#!divAbstract> <https://doi.org/10.1039/D0NJ04409A>
- LOPEZ, Ismael [et. al]. Síntesis y caracterización del grafeno, a partir del Método de Hummers y reducción térmica con ácido ascórbico. *Centro de investigaciones en óptica A.C* [en línea]. Febrero 2016. [Fecha de consulta: 13 de diciembre de 2020]. pp. 1-4. Disponible en: http://congresos.cio.mx/memorias_congreso_mujer/archivos/extensos/sesion1/S1-BYQ03.pdf ISSN: 2448-5063
- LOZADA, José. Investigación aplicada: Definición, propiedad intelectual e industrial. *Revista CienciaAmérica* [en línea]. Diciembre 2014, vol. 3, no. 1. [Fecha de consulta: 13 de junio de 2020]. pp. 47-50. Disponible en: <http://cienciamerica.uti.edu.ec/openjournal/index.php/uti/article/view/30> ISSN 1390-9592

- MARTÍNEZ, G., & SALAVAGIONE, H. Nanocompuestos poliméricos de grafeno: preparación y propiedades. *Revista Iberoamericana de Polímeros* [en línea]. Enero 2011, vol. 12, no. 1. [Fecha de consulta: 13 de agosto de 2020]. pp. 53-63. Disponible en: <http://www.ehu.es/reviberpol/pdf/ENE11/martinez.pdf>
- MARTINEZ, Orosco, Reinaldo. Funcionalización de óxido de grafeno con nanopartículas de paladio y su aplicación en la detección de hidrógeno [en línea]. Tesis (Doctor en Nanociencia y Materiales). San Luis Potosí: Instituto Potosino de Investigación A.C. 2015. Disponible en: <https://repositorio.ipicyt.edu.mx/handle/11627/3044>
- MURILLO, W. La Investigación Científica [en línea]. Ed Semphis: Madrid, 2007. [Fecha de consulta: 06 de junio de 2020]. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos15/invest-científica/investcientífica.shtm>
- NASIMUL, Syed, SHARMA, Nidhi & KUMAR, Lailesh. Synthesis of Graphene Oxide (GO) by Modified Hummers Method and Its Thermal Reduction to Obtain Reduced Graphene Oxide (rGO). *Scientific Research Publishing* [en línea]. Enero 2017, vol.6, no. 1. [Fecha de consulta: 27 de junio de 2020]. pp. 1-18. Disponible en: <https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=73348>
doi:10.4236/graphene.2017.61001
- OTZEN, Tamara & MANTEROLA, Carlos. Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology* [en línea]. Marzo 2017, vol. 35, no. 1. [Fecha de consulta: 27 de junio de 2020]. pp. 227-232. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S071795022017000100037
doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037
- Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales. (Marzo 2016). Autoridad Nacional del Agua (ANA) [en línea]. Disponible en: https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/protocolo_nacional_para_el_monitoreo_de_la_calidad_de_los_recursos_hidricos_superficiales.pdf
- RAMÍREZ, Alberto. Metodología de la investigación científica. 2014. [Fecha de consulta: 12 de junio de 2020]. Disponible en: <https://www.postgradoune.edu.pe/pdf/documentos-academicos/ciencias-de-la-educacion/1.pdf>
- RITCHER, Tobias [et. al]. On the efficiency of a hydrogel-based desalination cycle. *Desalination* [en línea]. Julio 2017, vol. 414. [Fecha de consulta: 26 de junio de 2020]. pp. 28-34. Disponible en: 57

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S001191641730139X>
doi.org/10.1016/j.desal.2017.03.027

SAETTONE, Erich. Análisis comparativo entre diferentes destiladores solares de agua marina. *XXII Simposio Peruano de Energía Solar y del Ambiente (XXII SPES)* [en línea]. Noviembre 2015. [Fecha de consulta: 28 de junio de 2020]. Disponible en: <http://www.perusolar.org/wp-contem/uploads/2016/07/Analisis-Comparativo-entre-diferentes-Destiladores-Erich-Saettone.pdf>

SCHNEIRDER, C. [et. al]. How will climate change modify river flow regimes in Europe? *Hydrology and Earth System Sciences* [en línea]. Enero 2013, vol. 17. [Fecha de consulta: 26 de marzo de 2020]. pp. 325–339. Disponible en: <https://hess.copernicus.org/articles/17/325/2013/>
doi.org/10.5194/hess-17-325-2013

SINGH, Virendra [et. al]. Graphene based materials: Past, present and future. *Progress in materials science* [en línea]. Octubre 2011, vol. 56, no. 8. [Fecha de consulta: 26 de marzo de 2020]. pp. 1178-1271. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0079642511000442>
doi.org/10.1016/j.pmatsci.2011.03.003

TOUR, James. Top-Down versus Bottom-Up Fabrication of Graphene-Based Electronics. *Chemistry of Materials* [en línea]. Enero 2014, vol. 26. [Fecha de consulta: 28 de marzo de 2020]. pp. 163-171. Disponible en: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/cm402179h>
[doi:10.1021/cm402179h](https://doi.org/10.1021/cm402179h)

XU, Zhenyuan [et. al]. Ultrahigh-efficiency desalination via a thermally- localized multistage solar still. *Energy & Environmental Science* [en línea]. Enero 2020, vol.13. [Fecha de consulta: 15 de marzo de 2020]. pp. 830-839. Disponible en: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2020/ee/c9ee04122b#!divAbstract>
[doi:10.1039/c9ee04122b](https://doi.org/10.1039/c9ee04122b)

ZARZA, Eduardo. Desalinización de agua del mar mediante energías renovables. *Dialnet* [en línea]. 1993. [Fecha de consulta: 25 de marzo de 2020]. pp. 199-225. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=566687>

ZHANG, Yi, ZHANG, Luyao & Zhou, Chongwu. Review of chemical vapor deposition of graphene and related applications. *Accounts of Chemical Research* [en línea]. Marzo 2013, vol. 46, no. 10. [Fecha de consulta: 25 de junio de 2020]. pp. 2329-2339. Disponible en: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/ar300203n>
doi.org/10.1021/ar300203n

ZHOU, Xingyi [et. al]. A hydrogel-based antifouling solar evaporator for highly efficient water. *Energy & Environmental Science* [en línea]. Febrero 2018, vol. 11, no. 8. [Fecha de consulta: 25 de junio de 2020]. pp. 1985- 1992.

Disponible en:
<https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2018/ee/c8ee00567b/unauth#!divAbstract>
doi.org/10.1039/C8EE00567B

ZUTA, S. & GUILLEN, O. Oceanografía de las aguas costeras del Perú. *Boletín del Instituto del mar del Perú* [en línea]. Enero 1970, vol. 2, no. 5. [Fecha de consulta: 28 de junio de 2020]. pp. 157-324. Disponible en:

<https://revistas.imarpe.gob.pe/index.php/boletin/article/view/249>

ISSN: 0458-7766

V Foro Mundial del Agua: Informe país, tendiendo puentes hacia el trabajo conjunto en torno al Agua: La Experiencia Peruana. Autoridad Nacional del agua (ANA) [en línea]. Septiembre 2009. Disponible en: <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/v-foro-mundial-agua-informe-pais-tendiendo-puentes-hacia-trabajo>

ANEXOS

ANEXO N° 1. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	Unidad de medición
VARIABLE DEPENDIENTE: Reducción de la salinidad del agua de mar.	Es un proceso que consiste en separar y reducir las sales del agua salina o de mar, (Jamil & Huhammad, 2019). Del mismo modo la desalinización de agua de mar reduciría la salinidad convirtiéndolo en su recurso aprovechable para el consumo de diversas actividades.	La reducción de la salinidad del agua de mar será medida por los parámetros físicos y químicos.	Parámetros Físicos	Salinidad	%
				Masa	g
				Volumen	mL
				Densidad	g/ml
				Temperatura	°C
				Turbidez	NTU
				TDS	ppm
				CE	μS/cm
			Parámetros Químicos	Cationes y aniones (Mg, Ca, Na, Cl)	mg CaCO ₃ /L
				Bicarbonatos	ppm CaCO ₃
				Cloruros	mg/l de NaCl
				pH	0-14
Dureza del agua	mg CaCO ₃ /L				

<p>VARIABLE INDEPENDIENTE:</p> <p>Hidrogel de grafeno y destilación solar.</p>	<p>Los hidrogeles son redes poliméricas y poseen propiedades insolubles en agua, elásticos y en presencia de este se hinchan aumentando su volumen (Bejarano, 2012), así mismo el óxido de grafeno es un derivado del grafeno en su forma oxidada, tiene una alta conductividad térmica y eléctrica (Cortínez, 2018). Es un prototipo que utiliza la energía del sol para desalinizar, mediante el ciclo de evaporación el agua salina o de mar (Kawajil & Kutubkhanah, 2008) (Jamil & Huhammad, 2019). Del mismo modo la desalinización de agua de mar reduciría la salinidad convirtiéndolo en su recurso aprovechable para el consumo de diversas actividades.</p>	<p>El uso de los hidrogeles de grafeno y destilador solar serán medidos por sus características y la dosis óptima, durante el proceso de reducción de la salinidad del agua de mar.</p>	<p>Caracterización del hidrogel de grafeno</p>	<p>Capacidad de hinchamiento</p>	<p>% de Hinchamiento</p>
				<p>Capacidad de retención de agua</p>	<p>mL/g</p>
				<p>Longitud de onda de extensión</p>	<p>nm</p>
				<p>Conductividad eléctrica</p>	<p>Ω</p>
			<p>Caracterización del destilador solar</p>	<p>Materiales, dimensiones (Alto, ancho, largo) y modelo</p>	<p>Materiales de construcción</p>
			<p>Parámetros meteorológicos</p>	<p>Radiación solar UV</p>	<p>mw/cm²</p>
				<p>Temperatura ambiental</p>	<p>°C</p>
			<p>Dosis de hidrogel de grafeno</p>	<p>Concentración de dosis</p>	<p>gramos (g)</p>
				<p>Duración de cada tratamiento</p>	<p>día/frecuencia</p>

ANEXO N° 2. MATRIZ DE CONSISTENCIA

Reducción de salinidad del agua de mar mediante hidrogel de grafeno y destilación solar, en Lurín, 2020.				
PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN	HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN	VARIABLES DE ESTUDIO	MÉTODO
<p>Problema General:</p> <p>¿En qué medida se reduce la salinidad del agua de mar aplicando hidrogel de grafeno y destilación solar a nivel laboratorio, Lurín, 2020?</p>	<p>Objetivo General:</p> <p>Determinar la reducción de la salinidad aplicando hidrogel de grafeno y destilación solar en agua de mar a nivel laboratorio, Lurín, 2020.</p>	<p>Hipótesis General:</p> <p>La aplicación de hidrogel de grafeno y destilación solar a nivel laboratorio mejora la reducción de salinidad del agua de mar a nivel laboratorio, Lurín, 2020.</p>	<p>VARIABLE DEPENDIENTE:</p> <p>Reducción de la salinidad del agua de mar</p>	<p>TIPO: Aplicada</p> <p>NIVEL: Explicativo</p> <p>ENFOQUE: Cuantitativo</p> <p>DISEÑO: Pre-experimental</p> <p>POBLACIÓN: Agua de mar y/o costeras de la playa Conchán - Lurín</p>

Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas		
<p>Problema específico 1:</p> <p>¿Cuál será la relación de los parámetros meteorológicos y el volumen de agua de mar destilada aplicando hidrogel de grafeno y destilación solar, Lurín, 2020?</p>	<p>Objetivo específico 1:</p> <p>Evaluar la relación de las variaciones de los parámetros meteorológicos y el volumen de agua de mar destilada aplicando hidrogel de grafeno y destilación solar, Lurín, 2020.</p>	<p>Hipótesis específica 1:</p> <p>La aplicación del hidrogel de grafeno y destilación solar aumenta la variación de temperatura de agua de mar destilada a nivel, Lurín, 2020.</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE:</p> <p>Hidrogel de óxido de grafeno y destilación solar</p>	
<p>Problema específico 2:</p> <p>¿Cuál será la dosis óptima de hidrogel de grafeno y destilación solar, en función al volumen de agua de mar destilada, Lurín, 2020?</p>	<p>Objetivo específico 2:</p> <p>Determinar la dosis óptima de hidrogel de grafeno y destilación solar, en función al volumen de agua de mar destilada, Lurín, 2020.</p>	<p>Hipótesis específica 2:</p> <p>La aplicación de la dosis óptima de hidrogel de grafeno y destilación solar mejora la variación del volumen del agua de mar destilada a nivel laboratorio, Lurín, 2020.</p>		
<p>Problema específico 3:</p> <p>¿Cuáles serán los parámetros físicos y químicos de las aguas tratadas con hidrogel de grafeno y destilación solar, Lurín, 2020?</p>	<p>Objetivo específico 3:</p> <p>Evaluar los parámetros físicos y químicos de las aguas de mar tratadas con hidrogel de grafeno y destilación solar, Lurín, 2020.</p>	<p>Hipótesis específica 3:</p> <p>La aplicación del hidrogel de grafeno y destilación solar mejora los niveles de los parámetros físicos y químicos del agua de mar a nivel laboratorio, Lurín, 2020.</p>		

ANEXO N° 3. SÍNTESIS DEL GRAFENO (OG)

Para la obtención de grafeno, se utilizó grafito extraído de la pila marca PANASONIC de zinc-carbono, este es un grafito “suave” de una pila de 18 g de masa, así mismo la barra de grafito extraído equivale a 1.05 g del total del componente de la pila. El método empleado para la oxidación del grafito fue el de exfoliación y reducción química o también llamado el método de Hummers. La síntesis se detalla a continuación:

PROCESO DE ÓXIDO DE GRAFITO:

Para el siguiente proceso se tomó como referencia a López, I. *et al* (2018).

1. En un matraz redondo se disolvió 20 g de grafito suave comercial de alta pureza extraído de pilas zinc-carbono en 150 ml de ácido sulfúrico (H_2SO_4) al 10%. (Solución A).
2. En otro matraz se adicionó 20 g de permanganato de potasio ($KMnO_4$) en una disolución de 500 ml de agua destilada al 0.235M, en la Solución A, luego de ello se aumentó la temperatura a ± 35 °C en el agitador magnético a 1000 rpm durante 2 horas.
3. Posteriormente se le adiciona gota a gota 500 ml de agua destilada aumentando la temperatura de manera gradual hasta llegar a una temperatura a 84°C. (Solución B).
4. Luego del calentamiento, se siguió agitando por 15 min más.
5. Se añadió 80 ml de una solución de peróxido de hidrógeno (H_2O_2) al 30% en la Solución B, y se dejó en reposo durante 40 min, terminado el tiempo se lavó con agua destilada.

OXIDACIÓN DEL GRAFENO (OG):

El producto obtenido luego de oxidar al grafito, se procedió lo siguiente:

1. Luego del reposo se añadió 1 L de solución 1:10 de HCl en agua a 1500 rpm durante 5 min.
2. El precipitado se secó a temperatura ambiente por 24 horas.
3. El producto seco obtenido, fue agregado 1L de agua destilada y se sometió a un baño de ultrasonido a 250MHz durante 1 hora y 15 minutos.
4. Al terminar el tiempo se retiró el agua destilada y se dejó secar por 24 horas.



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

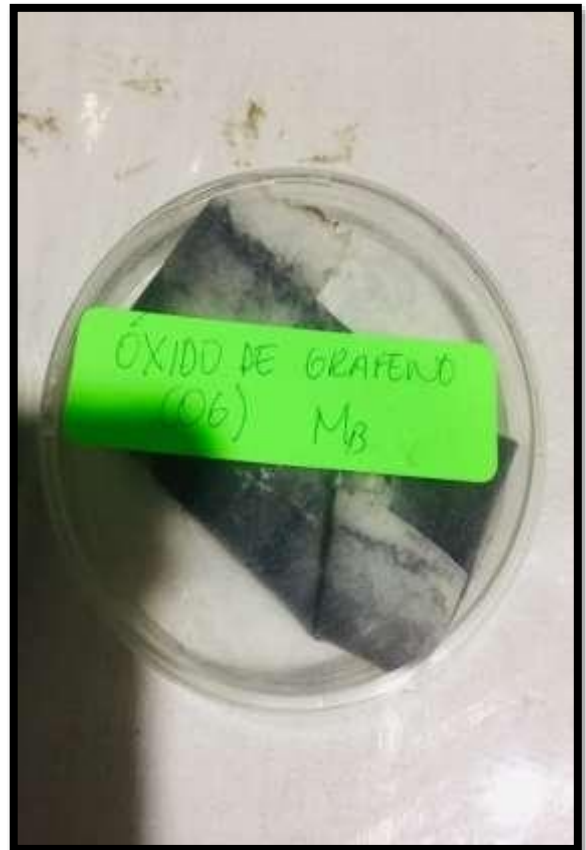


Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

REDUCCIÓN DE ÓXIDO DE GRAFENO (rOG)

- Para la reducción se pesó 6 g de OG y se adicionó 6 g de ácido ascórbico, disolviéndose en 400 ml de agua destilada.
- Posterior a ello se realizó un baño de ultrasonido por 2 horas a 250 MHz. El producto obtenido se lavó y se dejó secar por 24 horas.



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

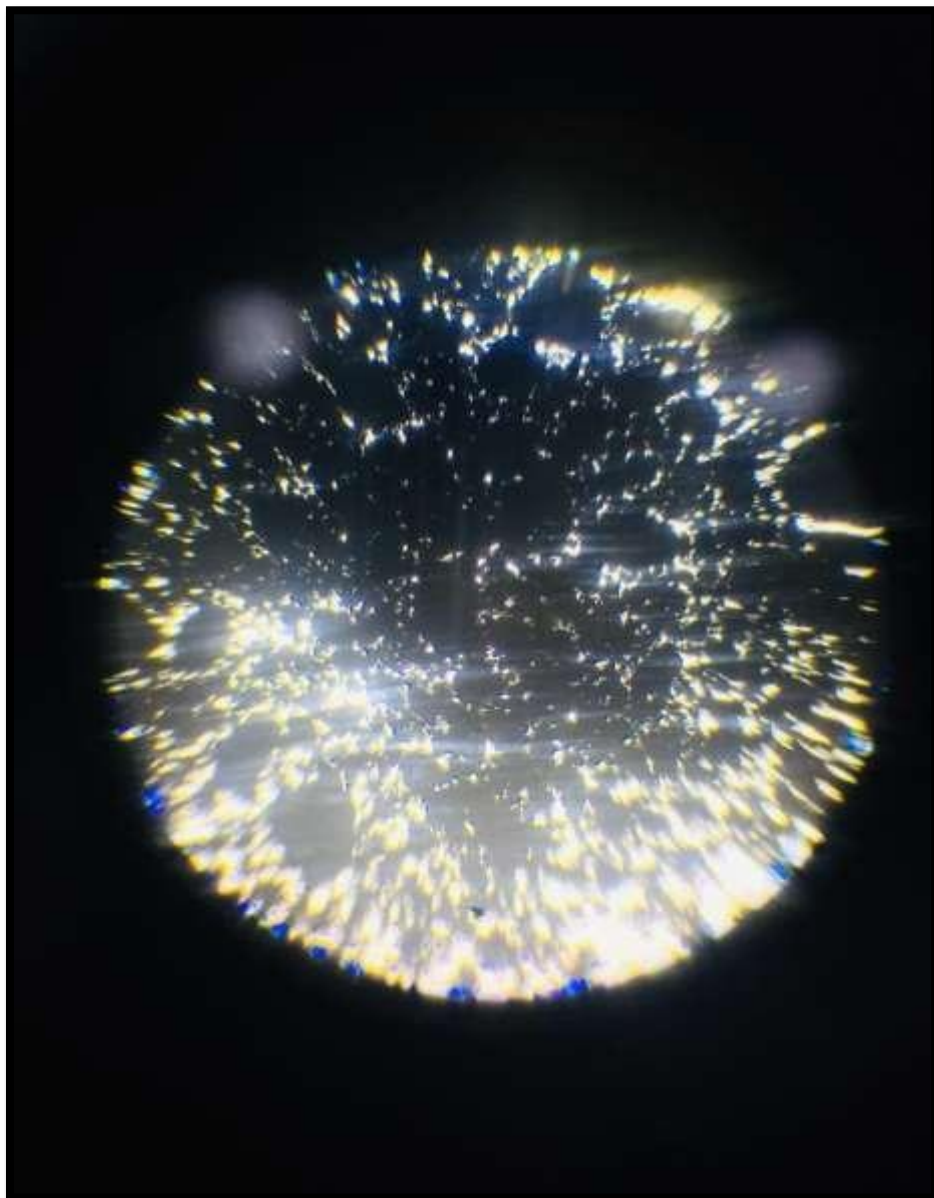


Fuente: Elaboración propia

Del mismo modo se procedió a medir la conductividad eléctrica, evidenciándose que en la síntesis de grafeno (OG) aumentaron los valores.

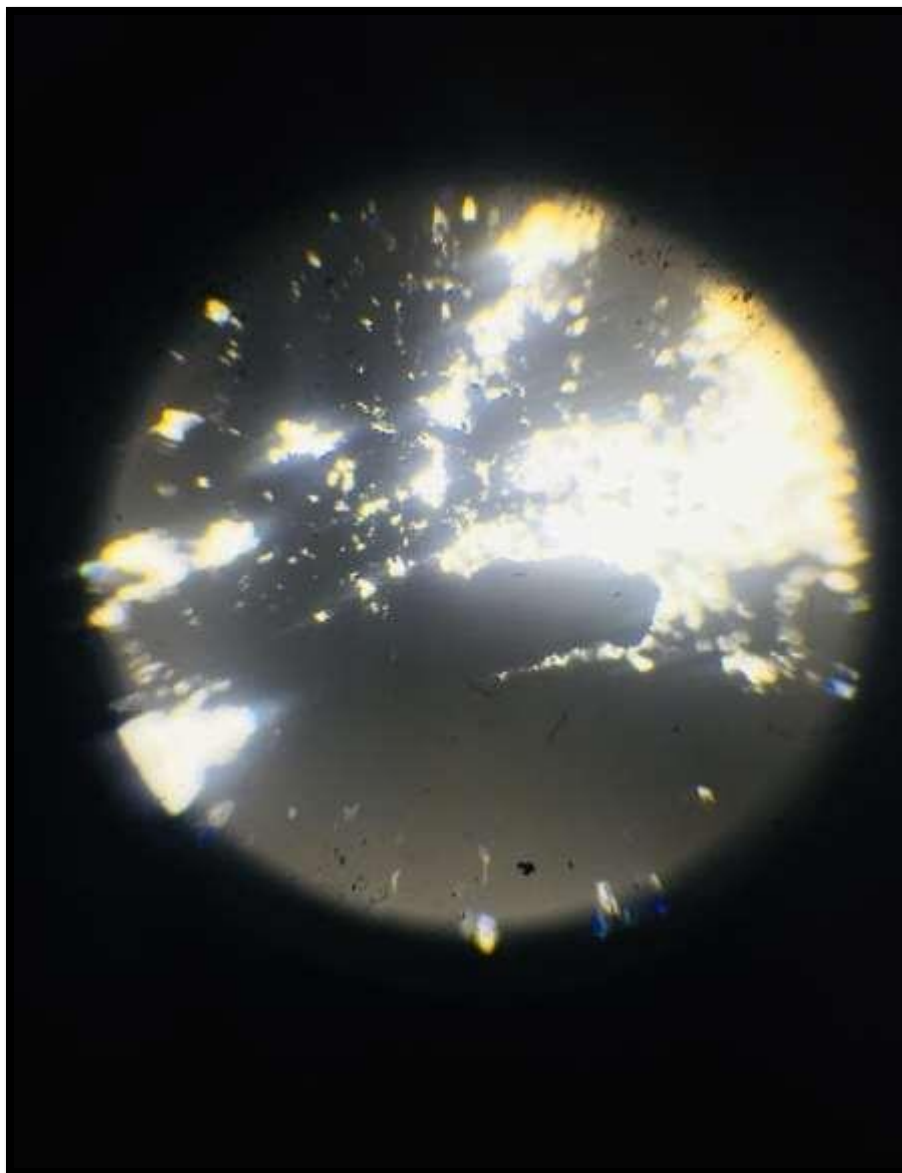
MATERIAL	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (Ω)
Grafeno	446.3
Grafito	151.4

Imagen microscópica del Grafeno (OG)



Fuente: Propia, 2020.

Imagen microscópica del Grafito



Fuente: Propia, 2020.

ANEXO N° 4. SÍNTESIS DEL HIDROGEL DE GRAFENO

Para el siguiente proceso se tomó como referencia a ZHOU, X. [et. al] (2020):

1. En un vaso precipitado de 500 ml se añadieron 3 g de Alcohol polivinílico (PVA), 10 ml de glutaraldehído y 10 ml de agua destilada, luego fueron mezclados por 15 minutos en agitador magnético.
2. Posterior al proceso anterior se sometió a un baño de ultrasonido por 15 minutos, para obtener un hidrogel puro (Solución A).
3. En dos vasos precipitados de 250 ml se añadieron 0.5 g y 1 g de óxido de grafeno (OG), disueltos en una solución de 20 ml de agua destilada y 2 ml de HCl a 1.2M, respectivamente.
4. Luego se añadieron 10 ml de la solución A, en cada uno de los vasos respectivamente (Solución B).
5. El proceso de gelificación fue realizado en un envase de Tecnopor, generando una solución frigorífica con hielo triturado y 500 g de sal, midiendo la temperatura hasta que baje a los -10 °C, colocando los dos vasos precipitados de la solución B, por aproximadamente 2 horas.
6. Los hidrogeles obtenidos luego del proceso de gelificación, fueron sumergidos en agua destilada por 24 horas.
7. Para el proceso de liofilización y después de haberse sumergido por 24 horas los hidrogeles, fueron congelados con nitrógeno líquido y descongelados con agua destilada, se repitió 5 veces.
8. Después de la liofilización, la muestra se hinchó con agua destilada y luego se redujo con 1 g de ácido ascórbico a una temperatura de 80 °C.
9. Finalmente, el hidrogel de grafeno reducido, se lavó con agua destilada para eliminar el ácido ascórbico sobrante.



Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

ANEXO N° 5. CONSTRUCCIÓN DEL DESTILADOR SOLAR

Para del diseño y construcción del destilador solar se tomó como referencia a CHIROQUE y SEATTONE.

MATERIALES:

- 1 plancha de acrílico de 3 mm de grosor. Medidas: 3.0 x 4.0 m.
- 1 cortador de acrílico
- 1 vidrio cuadrado. Medidas: 0.55 x 0.45 m.
- 1 pistola silicona
- 20 barras de silicona
- 2 siliconas para vidrio
- 4 jeringas de 20 ml
- 1 plancha de poliestireno expandido. Medidas: 1.20 x 2.40 m.
- 4 peceras de vidrio. Medidas: 0.25 x 0.10 m.
- 1 pintura Spray
- 1 pegamento UHU

ELABORACIÓN DEL DESTILADOR:

Para la construcción se utilizó una plancha de Acrílico de una dimensión 3m x 4m y un espesor de 3mm, seguidamente para la primera etapa se realizaron 5 cortes laterales de 35cm de ancho por 0.45 m de largo para el lado derecho y un desnivel de 0.10 m para el lado izquierdo con una inclinación de 0.50 m, adicionalmente se cortaron ocho piezas de 0.25 x 0.10 m que fueron pegados a los laterales antes mencionados, para la parte frontal se cortó 0.45 x 0.15 m, y para la segunda etapa se cortaron cuatro cuadrados de 0.10 x 0.11 m, de inmediato para la base se recortó 45cm x 35cm, y finalmente para el espaldar se recortó 0.45 x 0.50m, poco después todos estos pedazos fueron pegados con silicona líquida para su formación. Simultáneamente se mandaron a construir 4 peceras de vidrio de 1.5 mm de espesor con una dimensión de 0.25 x 0.10 m, fueron colocados en cada uno de los compartimientos y pintadas de color negro con pintura en Spray respectivamente, además cada casilla fue recubierta internamente con poliéster expandido de 2 mm de espesor como aislante térmico, sobre la cual descansan en la base de acrílico. Los detalles de la segunda etapa en la sección de la base se realizaron 4 hoyos de 0.25 m de diámetro respectivamente, y en la parte externa a altura de los hoyos antes mencionados se colocaron jeringas de 20ml para la recolección del agua durante el proceso de destilación.

La parte superior se cubrió con vidrio de 4mm de espesor en todo el prototipo, finalmente diseño realizado se mantuvo desde la base una inclinación superior de 45° en dirección al sol.

UBICACIÓN DEL DESTILADOR:

Departamento: Lima

Provincia: Lima

Distrito: Villa María del Triunfo

Dirección: Comité 4 Norte Mz. F7 Lt. 13, AA. HH Virgen De Lourdes

Tabla 13. *Ubicación del destilador.*

Latitud:	12° 9' 52.55112"
Longitud:	76° 55' 17.24396'
Altura:	315 msnm

Ubicación del destilador



Fuente: Google Earth

UBICACIÓN DE REFERENCIA:

Se trabajó con datos de la estación automática de Villa María del Triunfo del SENAMHI.

Tabla 14. Ubicación de referencia – SENAMHI.

Departamento:	Lima
Provincia:	Lima
Distrito:	Villa María del Triunfo
Latitud:	12°9'59"
Longitud:	76°55'12"
Altitud:	292 msnm
Tipo:	Automática
Código:	112233



Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.



Fuente: *Elaboración propia.*



Fuente: *Elaboración propia.*



Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

ANEXO N° 6. CARACTERIZACION DEL HIDROGEL DE GRAFENO

Para la caracterización se tomó como referencia a BEJARANO.

CAPACIDAD DE HINCHAMIENTO (%)

Para realizar las pruebas se utilizaron muestras de cada material con un peso aproximado a 1.9 g. Seguidamente cada muestra obtenida se sumergió en agua desionizada a temperatura ambiente por 2 horas. Se determinó en peso inicial (W_i) y el peso del polímero a diferentes tiempos (W_t) para poder observar el proceso de absorción. Con los datos obtenidos el porcentaje de hinchamiento (capacidad de absorción de agua) se puede calcular con la siguiente ecuación:

$$s (\%) = \frac{W_t - W_i}{W_i} * 100$$

CAPACIDAD DE RETENCION DE AGUA

Se muestra los resultados del porcentaje de hinchamiento en una solución de con pH 7 en los nanocompuestos de 5ml de PVA + 0.5 g de OG y 5ml de PVA + 1 g de OG, respectivamente, tomando como referencia el pH del agua destilada, para tener una mejor apreciación del efecto del pH en la capacidad de absorción de agua, por parte de estos hidrogeles. Los resultados obtenidos se realizaron de acuerdo a tres tiempos, en el minuto 30, 60 y 120.

pH	Tiempo (min)	5ml de PVA + 0.5 g de OG	5ml de PVA + 1 g de OG
7	30	36.31	43.15
	60	48.94	55.78
	120	63.68	62.63

ANEXO N° 7. TOMA DE MUESTRAS DE AGUAS EN LA PLAYA CONCHÁN.



Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

Fuente: Elaboración propia.



ANEXO N° 8. INSTRUMENTOS VALIDADOS POR EXPERTOS.

ETAPA 1: REGISTRO DE DATOS DE CAMPO					
Título:	Reducción de salinidad del agua de mar mediante Hidrogel de grafeno y destilación solar a nivel laboratorio, en Lurín, 2020.				
Línea de investigación:	Gestión de Riesgo y adaptación al cambio climático.				
Responsable:	Linares Nima, Luis Miguel; Rodríguez Paredes, Erik Paolo.				
Asesor:	Dr. Cabrera Carranza, Carlos Francisco.				
Lugar de estudio:	Playa Conchán	Fecha:		Hora:	

UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO PARA EL RECOJO DE MUESTRAS					
DISTRITO:		PROVINCIA:		DEPARTAMENTO:	
NOMBRE DE PLAYA:		DISTANCIA:			
FECHA:		HORA:		LOCALIDAD:	
ZONA:			ALTITUD:		
COORDENADAS (WGS84):	NORTE/LATITUD:		COORDENADAS (UTM)	NORTE/LATITUD:	
	ESTE/LONGITUD:			ESTE/LONGITUD:	


 Firma experto 1
 DNI: 17492754
 CIP: 46572
 TELEFONO 945509179



 Dr. Elmer G. Benites Alfaro,
 CIP: 71958
 ORCID: 0000-0003-7544-2089
 Scopus ID de autor: 57116176765
 Web of Science Researcher ID: AAI 8614 2629


 Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Ojeda
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275


 Dr. José Luis Rodríguez Paredes
 DNI: 6647308

ETAPA 2: CADENA DE CUSTODIA INICIAL					
Título:	Reducción de salinidad del agua de mar mediante Hidrogel de grafeno y destilación solar a nivel laboratorio, en Lurin, 2020.				
Línea de investigación:	Gestión de Riesgo y adaptación al cambio climático.				
Responsable:	Linares Nima, Luis Miguel; Rodriguez Paredes, Erik Paolo.				
Asesor:	Dr. Cabrera Carranza, Carlos Francisco.				
Lugar de estudio:	Playa Conchán	Fecha:		Hora:	

Punto de monitoreo	Cantidad	Coordenadas		Fecha	Hora	PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS										
		Norte/latitud:	Este/longitud:			Salinidad (%)	Temperatura C°	pH	Turbidez (NTU)	CE (µS/cm)	Dureza (mg CaCO ₃ /L)	Cationes y Aniones (mg CaCO ₃ /L)	Bicarbonatos (ppm CaCO ₃)	Cloruros (mg/L de NaCl)	STD (ppm)	
M0																
M1																
M2																



Firma experto 1
DNI: 17402764
CIP: 40572
TELÉFONO: 945509170



Dr. Benito C. Benito Alfaro
CIP: 71998
ORCID ID: 0009-0008-3304-1393
Scopus ID de autor: 5721676765
Web of Science Researcher ID: 441-9044-0100



Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olvera
DOCENTE E INVESTIGADOR
CIP: 130267
RENACYT: P0078275



Firma experto 2
CIP: 130267
RENACYT: P0078275

ETAPA 3: REGISTRO DE CARACTERÍSTICAS Y DOSIS ÓPTIMA DEL HIDROGEL DE GRAFENO Y DESTILACION SOLAR.			
Título:	Reducción de salinidad del agua de mar mediante Hidrogel de grafeno y destilación solar a nivel laboratorio, en Lurin, 2020.		
Línea de investigación:	Gestión de Riesgo y adaptación al cambio climático.		
Responsable:	Linares Nima, Luis Miguel; Rodríguez Paredes, Erik Paolo.		
Asesor:	Dr. Cabrera Carranza, Carlos Francisco.		
Lugar de estudio:	Playa Conchán	Fecha:	Hora:

	Indicadores	Muestra 1	Muestra 2
Características	Capacidad de hinchamiento (% de Hinchamiento)		
	Capacidad de retención de agua (mL/g)		
	Longitud de onda de extensión (nm)		
	Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)		
Dosis óptima	Radiación solar (mW/cm^2)		
	Temperatura ambiental ($^{\circ}\text{C}$)		
	Concentración de dosis gramos (g)		
	Duración de tratamiento (min/frecuencia)		


 Firma experto 1
 DN: 17432734
 CIP: 46572
 TELEFONO 945500170


 Dr. Elinor G. Berritos Allard,
 CIP: 71998
 DADO ID: 0500-0803-7504-2089
 Scopus ID de autor: 57114176716
 Web of Science Researcher ID: A49-9514-2820


 Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivares
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275


 Dr. Julio Cesar Torres
 DN: 08447308

ETAPA 4: CADENA DE CUSTODIA FINAL:					
Título:	Reducción de salinidad del agua de mar mediante Hidrogel de grafeno y destilación solar a nivel laboratorio, en Lurín, 2020.				
Línea de investigación:	Gestión de Riesgo y adaptación al cambio climático.				
Responsable:	Linares Nima, Luis Miguel; Rodríguez Paredes, Erik Paolo.				
Asesor:	Dr. Cabrera Carranza, Carlos Francisco.				
Lugar de estudio:	Playa Conchán	Fecha:		Hora:	

Punto de monitoreo	Cantidad	Coordenadas		Fecha	Hora	Parámetros Físicos Y Químicos										
		Norte/latitud:	Este/longitud:			Salinidad (%)	Temperatura C°	pH	Turbidez (NTU)	CE (µS/cm)	Dureza (mg CaCO3/L)	Cationes y Aniones (mg CaCO3/L)	Bicarbonatos (ppm CaCO3)	Cloruros (mg/L de NaCl)	STD (ppm)	
M0																
M1																
M2																


 Firma experto 1
 DN: 17432734
 CIP: 48572
 TELEFONO: 945509179


 Dr. Fernando C. Berites Alfaro,
 CIP: 71998
 ORCID ID: 0000-0001-7504-2181
 Scopus ID de autor: 57114376265
 Web of Science Researcher ID: AAJ-8014-2020


 Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olvera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275


 Dr. Julio C. Dominguez
 DN: 06447338

ETAPA 5: COMPARACIÓN DEL ANALISIS INICIAL Y FINAL DE LA MUESTRA EN ESTUDIO.

Título:	Reducción de salinidad del agua de mar mediante Hidrogel de grafeno y destilación solar a nivel laboratorio, en Lurin, 2020.		
Línea de investigación:	Gestión de Riesgo y adaptación al cambio climático.		
Responsable:	Linares Nima, Luis Miguel; Rodríguez Paredes, Erik Paolo.		
Asesor:	Dr. Cabrera Carranza, Carlos Francisco.		
Lugar de estudio:	Playa Conchán	Fecha:	Hora:

Muestras Parámetros	Muestra 0		Muestra 2		Muestra 3	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Salinidad (%)						
Temperatura C°						
pH						
CE (µS/cm)						
Turbidez (NTU)						
Cationes y Aniones (mg CaCO3/L)						
Dureza (mg CaCO3/L)						
Bicarbonatos (ppm CaCO)						
Cloruros (mg/L de NaCl)						
STD ppm						



Firma experto 1
DNI: 17452784
CIP: 46572
TELÉFONO 945509179



Dr. César G. Benites Alfaro,
CP: 71998
ORCID: 0000-0001-7504-2684
Scopus ID de autor: 57114176765
Web of Science Researcher ID: ARI-9614-2039



Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Oivera
DOCENTE E INVESTIGADOR
CIP: 130267
RENACYT: P0074275



Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Oivera
CIP: 130267
RENACYT: P0074275

SSSS

ANEXO N° 9. RESULTADOS DE PARÁMETROS FÍSICO Y QUÍMICOS DE LABORATORIO EXTERNO.



Ruc: 20566325051
 Jr. Alberto Aberdi 1081 Cond. Pasco San Martín
 Torre 1 Depto 1004 San Martín de Porres
ventas@setradai.com
 tel: 983430791 - 4919949

**INFORME DE ANALISIS
 LABSET N° 009-10-2020**

SOLICITANTE	ERIK PAGOLO RODRIGUEZ PAREDES
MUESTRA	M0
FECHA DE MUESTREO	25/11/2020
FECHA DE INGRESO	25/11/2020
FECHA DE ANALISIS	26/11/2020
MUESTRA RECIBIDA	EN LABORATORIO

I. REPORTE DE RESULTADOS /ANALISIS FISICOQUIMICO

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO MUESTRA M0	METODO
Masa	g	50.904	-Balanza analítica
Volumen	ml	50	-Volumetría
Densidad	g/ml	1.01803	-p/v
Temperatura	°C	23.1	-Termómetro digital
Turbidez	NTU	1.5	-ASTM D 1889 - 06
pH	-	5	-ASTM D 1293 - 99
Conductividad	µS/cm	63400	-ASTM D 1125 - 97 (Reapproved 1999)
Sefiridad	%	6.34	-Flotación
TDS	mg/l	22470	-Análisis digital
Dureza magnésica	mg/l de CaCO3	4000	ASTM D 1126-02 (7)
Dureza cálcica	mg/l de CaCO3	2300	ASTM D 1126-02 (7)
Na ⁺	ppm	12581	APHA 4500-Cl-B, Argentometric Method -ASTM D-512
Cloruro	mg/l de NaCl	32000	APHA 4500-Cl-B, Argentometric Method -ASTM D-512
Dureza total	mg/l de CaCO3	6300	APHA 2540-C, EDTA Edition 2005, EDTA Titrimetric Method ASTM-D-514
Carbonato	ppm CaCO3	0	-ASTM-D-514
Bicarbonato	ppm CaCO3	140	-ASTM-D-514

Ing. Mónica Arrunátegui T.
 LABORATORIO SETRADAI

Toda la información contenida en este documento es de carácter confidencial.
 SETRADAI
 Jr. Alberto Aberdi 1081, Torre 01 Opto. 1004 San Martín de Porres Tel: 4929949-983430791
 e-mail: marrunategui@setradai.com; ventas@setradai.com; abalcero@setradai.com

**INFORME DE ANALISIS
LABSET N° 009-10-2020**

SOLICITANTE	ERIK PAOLO RODRIGUEZ PAREDES
MUESTRA	M1
FECHA DE MUESTREO	01/02/2020
FECHA DE INGRESO	01/02/2020
FECHA DE ANALISIS	02/11/2020
MUESTRA RECIBIDA	EN LABORATORIO

I. REPORTE DE RESULTADOS /ANALISIS FISICOQUIMICO

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO MUESTRA M1	METODO
Masa	g	50.976	-Balanza analítica
Volumen	ml	50	-Volumetría
Densidad	g/ml	1.01952	-env
Temperatura	°C	23.1	-Termómetro digital
Turbidez	NTU	3.3	-ASTM D 1899-00
pH	--	6.4	-ASTM D 1293-99
Conductividad	µS/cm	65800	-ASTM D 1125-01 (Reapproved 1996)
Salinidad	‰	6.58	-Porcentaje
TDS	mg/l	22290	-Analizador digital
Dureza magnésica	mg/l de CaCO ₃	3920	-ASTM, D1126-02(7)
Dureza cálcica	mg/l de CaCO ₃	2200	-ASTM, D1126-02(7)
Na ⁺	ppm	12974	-APWA 4500-CF-B, Argentometric Method -ASTM D 512
Cloruro	mg/l de NaCl	33000	-APWA 4500-CF-B, Argentometric Method -ASTM D 512
Dureza total	mg/l de CaCO ₃	6120	-APWA 2440-C, EDTA Titrimetric Method -ASTM D 512
Carbonatos	ppm CaCO ₃	0	-ASTM D 514
Bicarbonatos	ppm CaCO ₃	144	-ASTM D 514



Ing. Mónica Arrunátegui T.
LABORATORIO SETRADAI

Toda la información contenida en este documento es de carácter confidencial

SETRADAI

Jr. Alberto Aberó 1081, Torre 01 Depto. 1004 San Martín de Porres Tel: 4939949-963430793

e-mail: marrunategui@setradai.com; ventas@setradai.com; abalarzo@setradai.com

**INFORME DE ANALISIS
 LABSET N° 011-10-2020**

SOLICITANTE	ERIK PAOLO RODRIGUEZ PARDES
MUESTRA	M1
FECHA DE MUESTREO	01/12/2020
FECHA DE INGRESO	08/12/2020
FECHA DE ANALISIS	08/12/2020
MUESTRA RECIBIDA	EN LABORATORIO

I REPORTE DE RESULTADOS /ANALISIS FISICOQUIMICO

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO MI-A	RESULTADO MI-B	RESULTADO MI-C	RESULTADO MI-D	MÉTODO
Masa	g	49.113	49.821	49.855	50.117	Balanceo
Volúmen	ml	49.9	50	50	50	Volumen
Densidad	g/ml	0.984	0.99022	0.9971	1.00214	API
Temperatura	°C	23.4	23.4	23.4	23.4	Termómetro digital
Turbidez	NTU	0	4.1	1.5	6.5	ASTM D 100 - 09
pH	—	5	5	5	5	ASTM D 100 - 09
Conductividad	µS/cm	2050	159	50	18060	ASTM D 1131 - 07 (Agua pura AW)
Salinidad	‰	1.113	0.0025	0.0029	0.958	Permapip
TDS	mg/l	1130	75	28	8580	Directo digital
Dureza magnésica	mg/l de CaCO ₃	1050	20	1	3200	APHA 2106-A (1)
Dureza cálcica	mg/l de CaCO ₃	80	40	4	600	APHA 2106-A (1)
Na+	ppm	408	7.4	3.2	1543	APHA 2000-C (1) Agente reactivo titular ASTM D 11
Cloruro	mg/l de NaCl	1060	20	0	901.2	APHA 2000-C (1) Agente reactivo titular ASTM D 11
Dureza total	mg/l de CaCO ₃	220	60	5	2800	APHA 2000-C (1) 2000-000-000 2000 Titulante titular ASTM D 11
Carbonato	ppm CaCO ₃	0	0	0	0	ASTM D 11
Bicarbonato	ppm CaCO ₃	80	60	5	290	ASTM D 11



Ing. Monica Arunategui T.
 LABORATORIO SETRADAI

**INFORME DE ANALISIS
LABSET N° 009-10.2020**

SOLICITANTE	ERIK PACHEO RODRIGUEZ PAREDES
MUESTRA	M-2
FECHA DE MUESTREO	05/12/2020
FECHA DE INGRESO	05/12/2020
FECHA DE ANALISIS	07/12/2020
MUESTRA RECIBIDA	EN LABORATORIO

I. REPORTE DE RESULTADOS /ANALISIS FISICOQUIMICO

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO MUESTRA M-2	METODO
Mass	g	50.709	-Balanza analítica
Volumen	ml	50	-Volumetría
Densidad	g/ml	1.01418	-m V
Temperatura	°C	25.7	-Termómetro digital
Turbidez	NTU	0.5	-ASTM D 1899 - 09
ph	--	5.7	-ASTM D 1261 - 99
Conductividad	µS/cm	65000	-ASTM D 1125 - 95 (Reapproved 1999)
Sólidad	%	3.41	-Porcentaje
TDS	mg/l	34100	-Análisis digital
Dureza magnésica	mg/l de CaCO ₃	3000	ASTM D1126-02 (7)
Dureza cálcica	mg/l de CaCO ₃	2000	-ASTM D1126-02 (7)
Na ⁺	ppm	12293	APHA 4500-Cl ₂ -B Argentometric Method -ASTM D 512
Cloruro	mg/l de NaCl	31000	APHA 4500-Cl ₂ -B Argentometric Method -ASTM D 512
Dureza total	mg/l de CaCO ₃	5000	APHA 2140 C, 2179 Edición 2005 EDTA Titrimetric Method ASTM D-511
Carbonatos	ppm CaCO ₃	0	-ASTM-D-514
Bicarbonatos	ppm CaCO ₃	1000	-ASTM-D-514



Ing. Mónica Arrunategui T.
LABORATORIO SETRADAI

Toda la información contenida en este documento es de carácter confidencial

SETRADAI

Jr. Alberto Abard 1081, Torre 01 Dpto. 1004 San Martín de Porres Tel: 4035949-983430791


e-mail: masmccasas@setradai.com; ventas@setradai.com; abard@setradai.com

**INFORME DE ANALISIS
LABSET N° 009-10.2020**

SOLICITANTE	ERIK PAOLO RODRIGUEZ PAREDES
MUESTRA	M2
FECHA DE MUESTREO	05/12/2020
FECHA DE INGRESO	13/12/2020
FECHA DE ANALISIS	13/12/2020
MUESTRA RECIBIDA	EN LABORATORIO

I REPORTE DE RESULTADOS (ANALISIS FISICOQUIMICO)

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO M2-A	RESULTADO M2-B	RESULTADO M2-C	RESULTADO M2-D	METODO
Masa	g	10.003	10.003	10.003	10.003	-Balanza analítica
Volumen	ml	10	10	10	10	-Volumetría
Densidad	g/ml	1.0003	1.0005	1.0007	1.0002	-D
Temperatura	°C	24.3	23.2	23.3	23.7	-Termómetro digital
Turbidez	NTU	3.2	3.2	1.1	4.8	-ASTM D 1889 - 00
pH	-	6.3	6.4	6.4	6.5	-ASTM D 1291 - 99
Conductividad	µS/cm	163	231	76	187	-ASTM D 1129 - 85 (Reapproved 1995)
Salinidad	‰	0.008	0.0114	0.0038	0.0093	-Porcentaje
TDS	mg/l	80	114	38	93	-Método digital
Dureza magnésica	mg/l de CaCO ₃	38	20	8	36	ASTM D 1126-02 (7)
Dureza cálcica	mg/l de CaCO ₃	2	0	0	4	-ASTM D 1126-02 (7)
Na ⁺	ppm	23.58	39.3	14.15	31.45	APHA 4500-CI - B, Aggravimetric Method, -ASTM D 512
Cloruro	mg/l de NaCl	60	100	36	80	APHA 4500-Cl - B, Aggravimetric Method, -ASTM D 512
Dureza total	mg/l de CaCO ₃	40	20	8	40	APHA 2140 C, 2179 Colorimetric Method, EDTA Titrimetric Method, -ASTM D 511
Carbonatos	ppm CaCO ₃	0	0	0	0	-ASTM D 514
Bicarbonatos	ppm CaCO ₃	38	30	21	55	-ASTM D 514


Ing. Monica Arrunategui T.
LABORATORIO SETRADAI

Toda la información contenida en este documento es de carácter confidencial

SETRADAI

Jr. Alberto Aberd 1081, Torre 01 Depto. 1004 San Martín de Porres Tel: 4909949-983430791

e-mail: ventas@setradai.com; ventas@setradai.com; ventas@setradai.com

ANEXO N° 10. CERTIFICADO DE CALIBRACION DEL TERMOHIGRÓMETRO.

CITEMET SAC
 RUC: 29800455215
 www.citemet.com
 Mail: ventas@citemet.com
 Central Telefónica: (01) 6248371 | 958785032
 Oficina administrativa: Calle: 10 Mo. H Lote 23 Urb. El Álamo

Pagina 1 de 2

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

0494 - CT - 2020

1. SOLICITANTE : INEFARMA E.I.R.L

DIRECCIÓN : MZ. H LOTE 1 INT. A-1 BARRIO 2 SECTOR 1 4TA ETAPA PACHACAMAC - LIMA - LIMA - VILLA EL SALVADOR.

2. EQUIPO DE MEDICIÓN : TERMOHIGROMETRO DE INDICACION DIGITAL

Marca : NO INDICA

Modelo : HC520

Número de serie : NO INDICA

Procedencia : CHINA

Identificación : C - 953

Ubicación : AREA DE ALMACENAMIENTO

DESCRIPCIÓN	SENSOR DE HUMEDAD	SENSOR DE TEMPERATURA
ALCANCE DE INDICACIÓN	10 %RH a 99 %RH	-10 °C a 50 °C
RESOLUCIÓN	1 %RH	0,1 °C

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2020-08-24

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k = 2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

CITEMET S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN
 La calibración de temperatura se efectuó por comparación directa con un termómetro patrón calibrado.
 La calibración de humedad se efectuó por comparación directa con un termohigrómetro patrón calibrado.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN
 LABORATORIO DE TEMPERATURA de CITEMET S.A.C
 Cat. 28 de Julio Mza. L Lote 07 A.H. Collique - Comas.

Sello



Fecha de emisión

2020-08-25

Laboratorio de Metrología

Firmado digitalmente por Oswaldo Avalos Quispe
 Fecha: 2020.08.25 10:48:04 -05'00'



Lic. Oswaldo Avalos Quispe
 Jefe de Metrología
 N° CFP0566

RTO-TH-01

Edición: 01. Aprobado por : OAG

Fecha: 2015-08-24

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura °C	22,5	22,4
Humedad Relativa %HR	68	67

6. TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia INACAL	Termómetro Patrón indicación Digital.	LT - 058 - 2019
	Higrómetro Patrón indicación Digital.	LH - 123 - 2019

7. OBSERVACIONES

FECHA DE PROXIMA CALIBRACION: 2021-08.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".

La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

8. RESULTADOS

RESULTADOS MEDICIONES DE TEMPERATURA (SENSOR INTERNO - IN)			
INDICACIÓN DEL TERMOMETRO (°C)	CORRECCIÓN (°C)	TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA (°C)	INCERTIDUMBRE (°C)
10,0	-0,59	9,41	0,35
20,0	-0,63	19,37	0,35
30,0	-0,48	29,52	0,35

Temperatura Convencionalmente Verdadera = Indicación del Termómetro + corrección

RESULTADOS MEDICIONES DE HUMEDAD			
INDICACIÓN DEL HIGRÓMETRO (%HR)	CORRECCIÓN (%HR)	HUMEDAD CONVENCIONALMENTE VERDADERA (%HR)	INCERTIDUMBRE (%HR)
40	-3,5	36,5	2,3
60	-3,2	56,8	2,5
80	-3,0	77,0	2,6

Humedad Convencionalmente Verdadera = Indicación del Higrómetro + corrección





INACAL
 Instituto Nacional
 de Calidad
 Metrología

Certificado de Calibración

LH - 123 - 2019

Laboratorio de Higrometría

Página 1 de 4

Expediente	1034544	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)</p> <p>La Dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metrológicas a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la metrología en el país y contribuye a la difusión del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú. (SLUMP).</p> <p>La Dirección de Metrología es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y participa activamente en las intercomparaciones que éste realiza en la región.</p> <p>Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.</p>
Solicitante	CIENCIA Y TECNOLOGIA EN METROLOGIA S.A.C	
Dirección	Cal. 28 Julio Mz. L Lt. 07 A.h. Collique - Comas - Lima.	
Instrumento de Medición	HIGROMETRO	
Indicación	DIGITAL	
Intervalo de Indicación	0 %hr a 100 %hr (*)	
Resolución	0,1 %hr	
Marca	DELTA OHM	
Modelo	HD 2101.1R (para el indicador) HP 472AC R (para el sensor)	
Procedencia	ITALIA	
Número de Serie	15001928 (para el indicador) 15017333 (para el sensor)	
Fecha de Calibración	2019-08-27 al 2019-08-28	

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL. Certificados sin firma digital y sello carecen de validez.

Responsable del área

Responsable del laboratorio



Firmado digitalmente por
 CLAUDIA BOLA BARRIA FAY
 DIRECCIÓN DE METROLOGÍA
 Fecha: 2019.08.28 13:13:40



Firmado digitalmente por
 CALISTO GONZALEZ SOTO MARQUEZ
 LABORATORIO DE METROLOGIA
 Fecha: 2019.08.28 17:11:28

Dirección de Metrología

Dirección de Metrología

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
 Dirección de Metrología
 Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima - Perú
 Telf: (01) 640-8820 Anexo 1501
 Email: dm@inacal.gob.pe
 Web: www.inacal.gob.pe

Puede verificar el número de certificado en la página:
<https://aplicaciones.inacal.gob.pe/metrologia/>