



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**“Obtención del hidrógeno de la orina para la generación de
energías limpias mediante la electrólisis”**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:
Bachiller en Ingeniería Ambiental**

AUTORAS:

Saavedra Ruiz, Neri Soledad (ORCID: 0000-0002-7011-827X)

Tacanga Flores, Leydi Jemima (ORCID: 0000-0003-3342-0127)

Vega Palomino, Charlotte Dalila (ORCID: 0000-0003-1155-3965)

Verde Mendieta, Lucy (ORCID:0000-0003-2583-4194)

ASESOR:

Dr. Cruz Monzón, José Alfredo (ORCID: 0000-0001-9146-7615)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los Residuos

TRUJILLO – PERÚ

2020

Índice de contenidos

Índice de contenidos	ii
Índice de tablas	iii
Índice de figuras	iv
Resumen	v
Abstract	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. METODOLOGÍA	6
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	10
IV. CONCLUSIONES	24
V. RECOMENDACIONES	25
REFERENCIAS	26
ANEXOS	32

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Análisis Fisicoquímico de la orina</i>	10
Tabla 2. <i>Cantidad de Hidrógeno obtenido al agregar un voltaje de 12V y 2A</i>	11
Tabla 3. <i>Cantidad de Hidrógeno obtenido al agregar un voltaje de 24V y 4A</i>	13
Tabla 4. <i>Cantidad de Hidrógeno obtenido al agregar un voltaje de 32V y 5A</i>	15
Tabla 5. <i>Datos seleccionados, de la mejor eficiencia para el análisis ANOVA</i>	17
Tabla 6. <i>Prueba de normalidad para el voltaje</i>	18
Tabla 7. <i>Prueba de normalidad para el tiempo</i>	19
Tabla 8. <i>Prueba de efectos inter-sujetos</i>	19
Tabla 9. <i>Prueba Tukey de subconjuntos homogéneos para el voltaje</i>	20
Tabla 10. <i>Prueba Tukey de subconjuntos homogéneos para el tiempo</i>	20
Tabla 11. <i>Eficiencia del proceso de la electrólisis</i>	21

Índice de figuras

<i>Figura 1:</i> Se muestran datos de la conductividad y el pH medidos en las muestras de orina.	11
<i>Figura 2:</i> Mediciones en ppm de la cantidad de Hidrógeno obtenido al agregar un voltaje de 12V y 2A	13
<i>Figura 3:</i> Mediciones en ppm de la cantidad de Hidrógeno obtenido al agregar un voltaje de 24V y 4A	15
<i>Figura 4:</i> Mediciones en ppm de la cantidad de Hidrógeno obtenido al agregar un voltaje de 32V y 5A	17

Resumen

La presente investigación se realizó con el objetivo de obtener hidrógeno a partir de la orina humana para generar energías limpias mediante la electrólisis de la urea. Para dicho estudio se empleó 12 muestras de 5.3 litros de orina humana. Las muestras recolectadas pasaron por un análisis fisicoquímico donde se midieron los parámetros de pH, y conductividad. Mientras que para realizar el proceso de electrólisis fue necesario la construcción de una celda electrolítica, dicho dispositivo está construido a base de vidrio y consta de electrodos de acero inoxidable, el cual está conectado a un tanque de paso y un sensor de hidrógeno MQ-8, este último fue programado con el software ARDUINO. Asimismo, se realizaron 6 pruebas a temperatura ambiente, utilizando voltajes de 12, 24 y 32; donde se tuvo como resultado que el voltaje requerido para tener una mayor eficiencia en el proceso de electrólisis es de 24V - 4A, con una eficiencia de 39.69%. y una producción constante de 35 ppm de hidrógeno en un tiempo de 10 minutos.

Palabras clave:

Electrólisis, orina humana, hidrógeno, energías limpias y urea.

Abstract

This research was carried out with the aim of obtaining hydrogen from human urine to generate clean energy through the electrolysis of urea. For this study, 12 samples of 5.3 liters of human urine were used. The collected samples went through a physicochemical analysis where the parameters of pH and conductivity were measured. While to perform the electrolysis process was necessary to build an electrolytic cell, this device is constructed of glass and consists of stainless steel electrodes, which is connected to a flow tank and a hydrogen sensor MQ-8, the latter was programmed with ARDUINO software. Six tests were performed at room temperature, using voltages of 12, 24 and 32, which resulted in the voltage required for greater efficiency in the electrolysis process is 24V - 4A, with an efficiency of 39.69%. and a constant production of 35 ppm of hydrogen in a time of 10 minutes.

Keywords:

Electrolysis, human urine, hydrogen, clean energy and urea.

I. INTRODUCCIÓN

La generación de energía en la actualidad se ha convertido en un problema muy latente, ya que casi el noventa por ciento de la energía mundial se produce a partir del carbón, el petróleo y el gas natural, siendo estos, recursos provenientes de la naturaleza, que, por su inapropiada explotación por parte del hombre, están por agotarse (Baii, Guillén y Abreu, 2017, p.49). Así mismo, el petróleo es uno de los recursos que tiene gran demanda a nivel mundial, en el caso de Ecuador la producción de petróleo cumple un rol importante con respecto al crecimiento y desarrollo económico del país, sin embargo, estas actividades extractoras son un arma de doble filo ya que perjudican tanto al medio ambiente como a la población aledaña (Salvatierra, 2018, p.15). En el Perú la generación de electricidad tiene como fuente principal la energía hidráulica con un 45.8% y en base a combustibles fósiles un 46.3 % (Álvarez y Cabezas, 2017, p.22), siendo este porcentaje, un causante de la contaminación atmosférica y contribuyente al calentamiento global.

Se realizaron encuestas que demostraron que el 80.1% de los hogares en las áreas rurales de Perú cuentan con el servicio de energía eléctrica lo cual indica que el 19.9% de los hogares todavía no cuentan con este servicio, además, es preciso resaltar que el nivel de pobreza hasta el 2017 es de un valor porcentual del 20.5%, indicando que no cuentan con el dinero suficiente para poder pagar este servicio (INEI, 2018). Es así que se busca encontrar opciones viables que puedan sustituir a los combustibles fósiles, por lo que es necesario desarrollar fuentes renovables de energía, las más prometedoras son solar y eólico; sin embargo, esta tiene un problema de variabilidad ya que dependen de la hora del día, localización, condición climática lo que causa problemas de abastecimiento y hace necesario contar con plantas fósiles alternas (Baii, Guillén y Abreu, 2017, p.53).

La generación de energía a partir de residuos es un gran logro, debido a que afrontamos una escasez de recursos naturales, pues han sido explotados en gran magnitud llegando al punto de buscar diferentes alternativas para solucionar este

problema y a la vez satisfacer las necesidades de la sociedad (Clement, *et al.* 2018, p. 1). Uno de los residuos orgánicos no aprovechados, es la orina humana (Padgett, George. *et al.* 2016. p. 1), este residuo, es una sustancia rica en energía ya que posee gran conductividad eléctrica debido a la gran presencia de sales, siendo idóneo para la producción de corriente eléctrica y también para la recuperación de nutrientes (Gajda, Greenman y Leropoulos. 2020. p. 1), es por tal que se puede utilizar para la generación de energía, empleando la orina como fuente en las pilas de combustible microbianas (MFC), estas construcciones son un tipo de dispositivo que transforma la energía química en electricidad además son útiles ya que utilizan materia prima (desechos) (Padgett. *et al.* 2016. p. 1).

En el planeta habitan más de 7.000 millones de personas, lo que representa un promedio aproximado de 10.500 millones de litros de orina humana que se producen y se desechan diariamente, sin sacarle provecho alguno (Álvarez y Cabezas, 2017, p.21). La orina, por su naturaleza orgánica llega a ser sostenible para la gestión de aguas residuales, pues es concentrada y rica en nutrientes (Zamora, *et al.* 2017, p.492). Pues aporta alrededor del 75% de Nitrógeno y el 50% de Fosforo presentes en las aguas residuales (Barbosa, *et al.* 2019, p.938). La orina contiene urea, esto significa 2 moléculas de hidrógeno en el agua y 4 moléculas de hidrógeno en la urea; comparando la electrólisis del agua con la electrólisis de la orina, esta segunda es más eficiente ya que contiene 6 moléculas de hidrógeno, por consiguiente, se tiene más producción de energía limpia con menor cantidad de energía requerida por la reacción química (Sandoval, *et al.* 2014, p.2). Así mismo, que por las distintas reacciones que se producen por este método, es conveniente aprovechar la oxidación de toda la materia orgánica presente en la orina, para un mayor flujo de electrones productos de la oxidación, de tal manera que se incrementen las proporciones molares, encontrando el hidrógeno con altos valores de pureza (De La Cruz, 2018, p.35).

Las investigaciones plasmadas en este trabajo de investigación, se centran en el análisis de los electrodos de las celdas electroquímicas, con la finalidad de electrolizar la urea presente en la orina, pues se crea una tecnología de saneamiento que ofrezca la posibilidad de generar electricidad y recupera los nutrientes (Santoro, *et al.* 2019, p.

243). Los estudios científicos de México, EE.UU., etc. pretende utilizar el método de electrólisis pues es capaz de obtener la mayor cantidad de hidrógeno sin necesidad de agregar mucha cantidad de voltaje para el funcionamiento (Cortez, *et al.* 2014, p. 10) la cual presenta un enfoque atractivo de la energía renovable a partir de residuos (Jiménez, Greenman y Leropoulos, 2017, p.1792). Algunos son ricos en hidrógeno o nitrógeno y pueden ser utilizados como combustibles (Yang, *et al.* 2017, p. 1853), por lo que se utiliza el hidrógeno como una fuente de energía alternativa, ya que su combustión es considerada limpia, por lo cual, es una opción viable que contribuirá a disminuir los gases de efecto invernadero generada por los combustibles fósiles, siendo estos una de las principales causas de la contaminación ambiental.

A nivel nacional se han realizado investigaciones en el Perú sobre la obtención de Hidrógeno a partir de la urea de la orina, en Huancayo realizaron una investigación basada en la electrólisis de la urea para generar energías limpias, por el cual fue necesario la construcción de una celda de acrílico con electrodos de acero inoxidable el cual utilizo catalizadores de cloruro de sodio y 1.2 l. de una solución electrolítica para un mayor volumen de H₂, Así optimizando el proceso de electrólisis, siendo la cantidad de 0.15 M de NaCl la más óptima, agregando un voltaje de 12 V con 2 A. para obtener más hidrógeno (Álvarez y Cabezas, 2017, p.59).

Así mismo a nivel internacional en países como Colombia, EE.UU. México, entre otros, se enfocaron en encontrar nuevas alternativas para solucionar el problema energético, siendo la electrólisis de la urea presente en la orina un método efectivo para generar energía; aparte de ello, para romper la molécula de orina necesita tener menor cantidad de voltaje que para romper la molécula de hidrógeno en agua; del mismo modo, México haciendo uso de un sistema integrado mediante una celda electrolítica y un filtro de agua, realizo la obtención del hidrógeno con la utilización de 1.43 voltios (Himanshu, Santosh y Raviraj , 2017,p. 154; De La Cruz, 2018, p.89 ; Cortez, *et al*, 2014, p.12). Suiza, siguiendo con la investigación, aplico la electro-oxidación de sustancias orgánicas y amoníaco para la eliminación de los compuestos de la orina; por lo cual se realiza una variedad de experimentos electroquímicos con ánodos de diamante dopado con boro (BDD), película de óxido de iridio descompuesta

térmicamente (TDIROF) confirmando la capacidad del electrólisis como tratamiento (Hanspeter, 2015, p. 160). También se puede recuperar nutrientes como nitrógeno, fósforo mediante el proceso de obtención del hidrógeno (Kadarkarai, 2020).

Según la teoría, las energías limpias son un sistema de producción de energía que no produce contaminación ya que son aquellas que no generan residuos de alguna índole, así mismo estas energías limpias se caracterizan por la diversidad de sus fuentes de generación como son los recursos renovables como aire, sol, etc., (Hernández, 2018, p.138).

Uno de las energías limpias más conocidas es el hidrógeno es uno de los elementos más abundantes en el planeta, sin embargo, raramente se encuentra en estado libre a diferencia de otras sustancias, se puede decir que el hidrógeno es un portador de electricidad siempre y cuando alguna materia prima pase por un proceso de transformación (Linares y Moratilla, 2007, p. 35). La orina humana es el mejor recurso disponible para los macronutrientes como: Nitrógeno, fósforo, potación), también por su contenido de hidrógeno es se adquiere energía (Asfak, 2020).

La división del agua es una estrategia ecológica para la producción de hidrógeno, pero está muy obstaculizada (Huachuan, *et al.* 2021, p.2). Para la obtención de estas energías limpias se hace usos de diferentes técnicas para la generación de estas, según la teoría, la electrólisis se da mediante un proceso electroquímico, en el cual se da la separación de elementos que contiene un compuesto mediante el paso de energía continua a través de un electrolito o una disolución (Córdova, Díaz y Mejía, 2018, p. 20). es un proceso netamente que consiste en la ruptura de la molécula de agua en sus componentes como el Oxígeno e Hidrógeno, esto debido a la intervención de energía eléctrica de manera continua (Posso, 2007, p.208).

Así mismo, se emplea celdas electrolíticas en la cual se produce una reacción espontánea cuando se aplica energía eléctrica (Atienza, *et al.* 2016, p.6). Además, la celda electrolítica está constituida por la celda en sí, la cual está compuesta por un recipiente de vidrio que cumple ciertas características para cumplir con el proceso de electrólisis, el electrolito, solución acuosa que contiene iones que cumplen diferentes

funciones como permitir el paso de corriente. También se tiene los electrodos que están compuestos por el ánodo (conductor, que permite la liberación de electrones mediante el cual se da el proceso de oxidación) y el cátodo (conductor mediante el cual se da el proceso de reducción con los electrones provenientes del ánodo), (Cortez, *et al*, 2014, p.18).

Por otro lado, la sustancia que interviene en el proceso y la cual será esencial para la generación de hidrógeno es la orina, pues, es un líquido transparente de color ámbar-amarillo, esto es de acuerdo al grado de concentración de uro cromo, además cuenta con una composición de sodio, potasio, magnesio, cloruro, urea, creatinina, vitaminas, hormonas, ácido úrico y otros, con respecto a su olor amoniacal, es debido a la descomposición de la urea (Liji, 2019, p.2; Lozano, 2015, p. 172). La orina además cuenta con una composición rica en iones que actúan como electrolitos favoreciendo a la electrólisis, al ser esta una sustancia con múltiples componentes se generan diversos subproductos por este método, como gaseosos, sólidos precipitados capaces de incrementar el sobrepotencial de la celda electrolítica (De La Cruz, 2018, p. 16).

Se toma en cuenta las leyes de Faraday, el cual se utiliza para medir la eficiencia del proceso de electrólisis, Faraday descubrió en 1834 dos reglas importantes del comportamiento de un campo magnético al inducir una corriente eléctrica en un circuito, la primera ley de Faraday trata de la proporción en una reacción química con respecto a la cantidad de electricidad que interviene en el proceso de la electrólisis, y la segunda viene a ser la cantidad fija de electricidad en proporción a su peso químico equivalente (Álvarez y Cabezas, 2017, p.33).

Cabe resaltar, que por las distintas reacciones que se producen por este método, es conveniente aprovechar la oxidación de toda la materia orgánica presente en la orina, para un mayor flujo de electrones productos de la oxidación, de tal manera que se incrementen las proporciones molares, encontrando el hidrógeno con altos valores de pureza (De La Cruz, 2018, p. 16).

Sobre la base de realidad problemática presentada, se planteó el siguiente problema general de la investigación ¿Se podrá obtener hidrógeno de la orina humana para

generar energías limpias mediante la electrólisis de la urea? y los problemas específicos de la investigación fueron identificar ¿Cuáles son las características fisicoquímicas de la orina humana? ¿Cuál es la relación optima del voltaje requerido y el tiempo para la mayor producción de hidrógeno? Y ¿Cuál es el valor de la mejor eficiencia, mediante la construcción de una celda electrolítica?

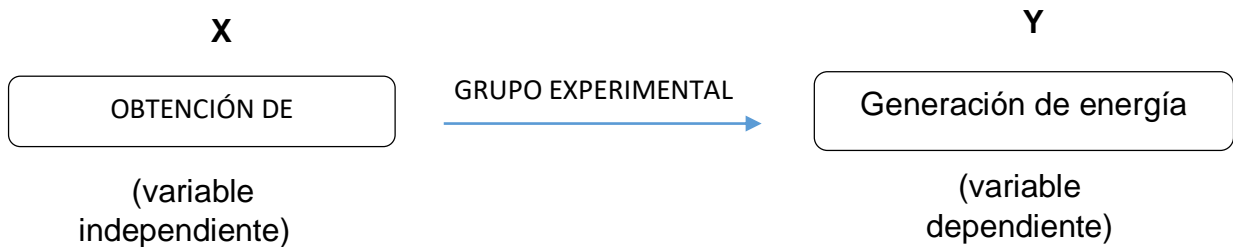
Es de resaltar que la utilización del hidrógeno como una fuente de energía alternativa es recomendable pues su combustión es considerada limpia, y es un recurso que actualmente no se explota (Federico, 2020), por lo cual, es una opción viable que contribuirá a disminuir los gases de efecto invernadero generada por los combustibles fósiles, siendo estos una de las principales causas de la contaminación ambiental.

Así mismo, se plantea como objetivo general, obtener hidrógeno a partir de la orina humana para generar energías limpias mediante la electrólisis de la urea y como los objetivos específicos, determinar las características fisicoquímicas de la orina humana, identificar la relación optima del voltaje requerido y el tiempo para la mayor producción de hidrógeno, finalmente hallar la mejor eficiencia, mediante la construcción de una celda electrolítica.

II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo y diseño de estudio

Es de tipo cuantitativo, pues recoge datos de naturaleza cuantitativa y se soporta en la estadística y para cumplir los objetivos planteados se utilizó un diseño de investigación experimental mediante experimentos puros, pues permito explicar el efecto que estas pueden causar en la variable de salida (Hernández, Fernández y Baptista, 2014. p. 92)



2.2. Variables y Operacionalización

Visualizar el Anexo 1

2.3. Población, muestra y muestreo

- Población: Todas las muestras de orina obtenidas de alumnas de la Universidad Nacional de Trujillo y Universidad Cesar Vallejo entre edades de 19 a 25 años.
- Muestra: 6 muestras de 5.3 L. de orina humana
- Muestreo: no probabilístico Por conveniencia.
- Unidad de análisis: 1 L. de orina humana

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se utilizó la técnica de la observación con la finalidad de reconocer los procesos de la electrólisis de la urea presentes en la orina, y el instrumento empleado fue la guía de observación de campo.

2.5. Procedimiento

El trabajo de investigación se realizó de la siguiente manera:

- a. Procedimiento para la prueba fisicoquímica de la orina humana.
 - En un vaso de precipitación de 250 ml se midió el pH de la orina usando el pH-metro.
 - En un vaso de precipitación de 250 ml se midió la conductividad de la orina usando el conductímetro.

- Se observó el color, olor y aspecto de la muestra de orina.

b. Procedimiento para la obtención de gas hidrógeno.

Se construyó el equipo generador de hidrógeno, el cual consta de las siguientes partes:

- Una Fuente de Alimentación regulable, ha sido ensamblada para una tensión regulable de 1 a 45 V (corriente directa) por intensidad de corriente de 8 A.
 - La Celda Electrolítica, ha sido construido con material vidrio de 3 mm de espesor, cuyas dimensiones son: 20 x 14 x 20 cm. Con una separación en medio de la celda y 2 cm de la base.
 - Así mismo esta celda contuvo dos electrodos (positivo y negativo). Cada uno de ellos consta de 5 placas de acero inoxidable de 10 x 15 cm y 1 mm de espesor. La separación por placa fue de 3 mm.
 - Tanque de paso del hidrógeno, compuesto de material de vidrio de 1.5 L de capacidad. En este se colocó el sensor para poder contabilizar la cantidad de hidrógeno se está produciendo.
 - El Sensor de Hidrógeno MQ-8, debido a que contiene SnO₂ es sensible al gas de hidrógeno, por ende, fue programado con una placa ARDUINO UNO, para las lecturas respectivas en ppm.
- c. Procedimiento para la obtención de gas hidrógeno a un voltaje de 12 V y 2A a un tiempo de 30 minutos a Temperatura Ambiente.
- Se midió 5 300 ml de muestra de orina en una probeta de 1000 ml.
 - Esta solución se vertió a la celda de vidrio donde se realizó la electrólisis, así mismo se tapó a presión.
 - Siguiendo se conectó los polos positivos y negativos, junto con el multímetro en los conductores de metal de la celda y conjuntamente con fuente de alimentación regulable.
 - Se encendió la fuente de alimentación y se reguló la tensión a 12 V y 2A.
 - El proceso de producción de hidrógeno se realizó durante 30 minutos.

- d. Procedimiento para la obtención de gas hidrógeno a un voltaje de 24 V y 4A a un tiempo de 30 minutos a Temperatura Ambiente.
- Se midió 5 300 ml de muestra de orina en una probeta de 1000 ml.
 - Esta solución se vertió a la celda de vidrio donde se realizó la electrólisis, así mismo se tapó a presión.
 - Siguiendo se conectó los polos positivos y negativos, junto con el multímetro en los conductores de metal de la celda y conjuntamente con fuente de alimentación regulable.
 - Se encendió la fuente de alimentación y se reguló la tensión a 24 V y 4A.
 - El proceso de producción de hidrógeno se realizó durante 30 minutos.
- e. Procedimiento para la obtención de gas hidrógeno a un voltaje de 32 V y 5A a un tiempo de 30 minutos a Temperatura Ambiente.
- Se midió 5 300 mL de muestra de orina en una probeta de 1000 mL.
 - Esta solución se vertió a la celda de vidrio donde se realizó la electrólisis, así mismo se tapó a presión.
 - Siguiendo se conectó los polos positivos y negativos, junto con el multímetro en los conductores de metal de la celda y conjuntamente con fuente de alimentación regulable.
 - Se encendió la fuente de alimentación y se reguló la tensión a 32 V y 5A.
 - El proceso de producción de hidrógeno se realizó durante 30 minutos.

2.6. Método de análisis de datos

Los datos fueron procesados utilizando el software Excel y el programa SPSS versión 25, utilizando la prueba de análisis de varianza (ANOVA).

2.7. Aspectos éticos

En esta investigación se demostró la veracidad de los datos consideración apropiadamente las normas de referencias internacionales ISO 690 Y 690-2, y también los códigos de ética. Así de esa manera respetar la autoría de las fuentes de información y corroborando con el software anti plagio Turnitin. De esa manera mostrar

el respeto al autor y en la metodología aplicada se demostró el respeto a la conservación de la biodiversidad y el medio ambiente, así como también se garantizará la no manipulación de la muestra. Por otro lado, se tuvo en consideración los lineamientos de investigación de la Universidad Cesar Vallejo así mismo la línea de investigación “tratamiento y gestión de los residuos” plasmados en la Resolución del consejo Universitario para la carrera de Ingeniería Ambiental N° 0200-2018/UCV (UCV, 2016).

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. RESULTADOS

3.1.1. Resultados de las pruebas fisicoquímicas de la muestra de orina humana.

Tabla 1. *Análisis Fisicoquímico de la orina*

Análisis fisicoquímico de la orina					
Repeticiones	pH	Conductividad (m/s)	Color	Olor	Aspecto
1	6.88	15.77	Amarillo	Ligeramente a amoniaco	Turbio
2	6.8	16.00			
3	6.88	16.07			
4	6.81	15.08			
5	6.80	15.90			
Promedio	6.83	15.76			

Fuente: elaboración Propia

Análisis del pH y Conductividad

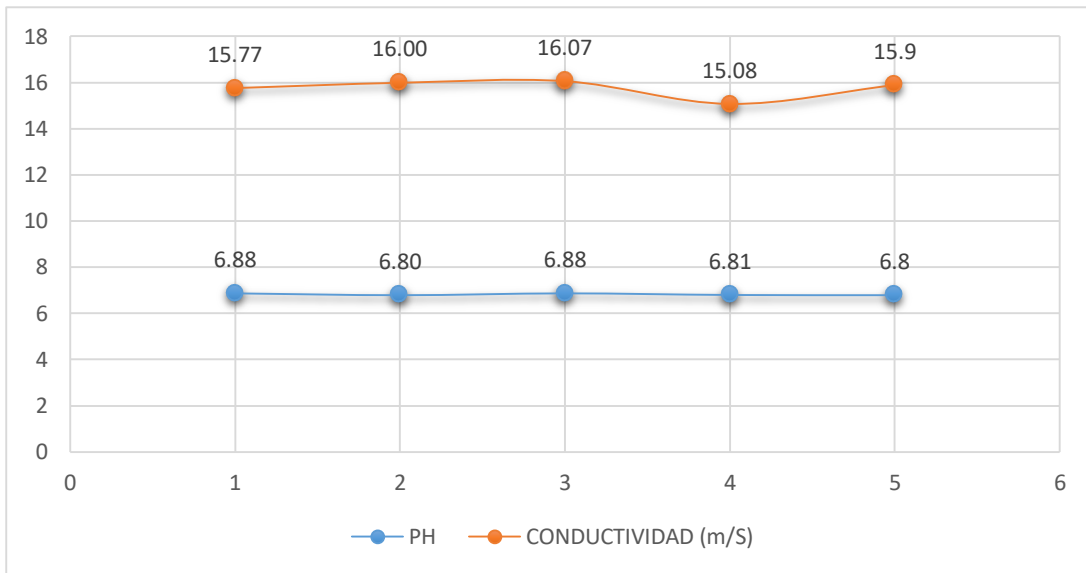


Figura 1: Se muestran datos de la conductividad y el pH medidos en las muestras de orina.

Fuente: elaboración Propia

Interpretación: Según la figura N°1 se observa que la muestra de orina, se encuentra en un medio ácido con un pH promedio de 6.83 como se muestra en la tabla N° 1 y con una conductividad de 15.76 ms.

3.1.2. Resultados obtenidos por las lecturas del Sensor MQ-8.

Los resultados fueron obtenidos con el programa Arduino en concentraciones de ppm, y tabulados utilizando el programa de Microsoft Excel.

Tabla 2. Cantidad de Hidrógeno obtenido al agregar un voltaje de 12V y 2A

Voltaje de 12v-2a		
Tiempo(s)	Prueba N°1	Prueba N°2
0	14.5	15.8
60	26.3	25.2
120	25.8	26.5

180	26.7	25.4
240	25.6	26.8
300	27.6	26.6
360	26.5	26.2
420	28.3	26.3
480	26.9	29.4
540	25.3	25.9
600	27.7	27.5
660	26.5	30.4
720	27.4	29.6
780	26.6	27.9
840	28.3	31.8
900	35.5	35.3
960	35.0	35.0
1020	35.0	35.0
1080	35.2	35.0
1140	34.8	35.2
1200	35.1	35
1260	35.2	35.1
1320	35.3	35.0
1380	36.0	35.0
1440	35.1	35.1
1500	35.0	35.1
1560	35.0	35.0
1620	35.0	35.2
1680	35.1	34.8
1740	35.0	35.2
1800	35.0	35.0

Fuente: elaboración propia

Hidrógeno a un voltaje de 12V y 2A

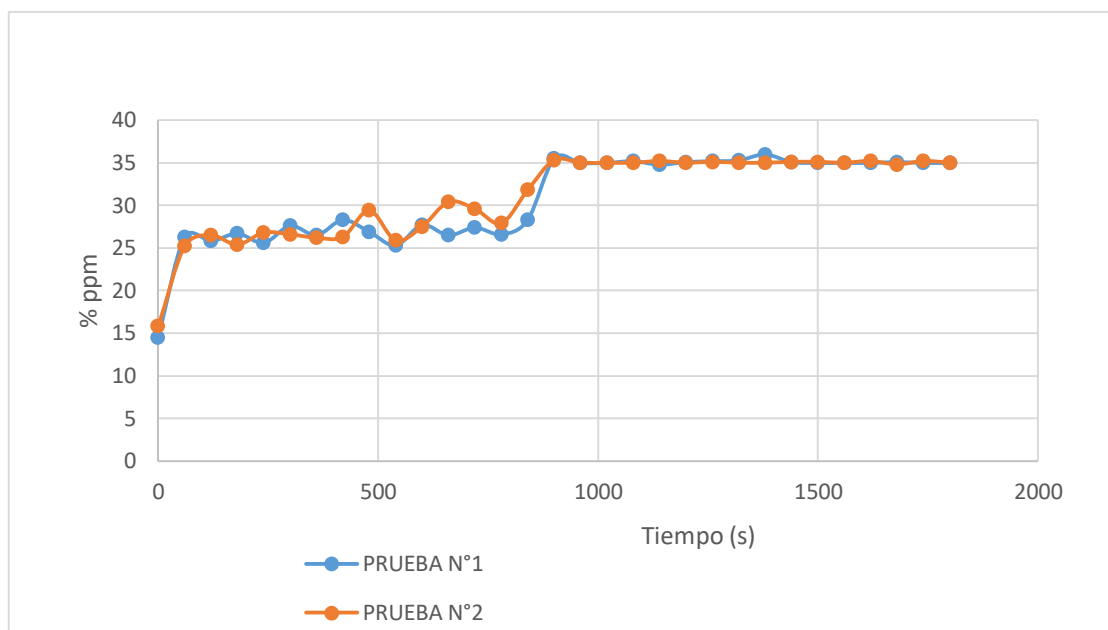


Figura 2: Mediciones en ppm de la cantidad de Hidrógeno obtenido al agregar un voltaje de 12V y 2A

Fuente: elaboración propia

Interpretación: En la figura N° 2 se observan las mediciones en ppm, por un periodo de 30 minutos, donde se denota que la generación de hidrógeno aplicando 12 v -2A empieza a ser constante a un tiempo de 900 s, con una concentración que varía entre 35.5 y 35.3 ppm.

Tabla 3. Cantidad de Hidrógeno obtenido al agregar un voltaje de 24V y 4A

Voltaje de 24v-4a		
Tiempo(S)	Prueba N°1	Prueba N°2
0	12.3	13.7
60	19.5	20.2
120	25.2	25.6
180	24.2	24.2
240	23.9	24.9

300	25.5	25.7
360	27.1	27.6
420	28.6	29.6
480	29.2	30.3
540	33.2	34.5
600	35.4	35.3
660	35.2	35.0
720	35.1	34.6
780	34.9	35.2
840	35.0	35.0
900	35.0	35.1
960	35.0	35.0
1020	35.0	35.0
1080	35.0	35.0
1140	35.0	35.0
1200	35.0	35.0
1260	35.0	35.0
1320	35.0	35.0
1380	35.0	35.0
1440	35.0	35.0
1500	35.0	35.0
1560	35.0	35.0
1620	35.0	35.0
1680	35.0	35.0
1740	35.0	35.0
1800	35.0	35.0

Fuente: elaboración propia

Hidrógeno a un voltaje de 24V y 4A

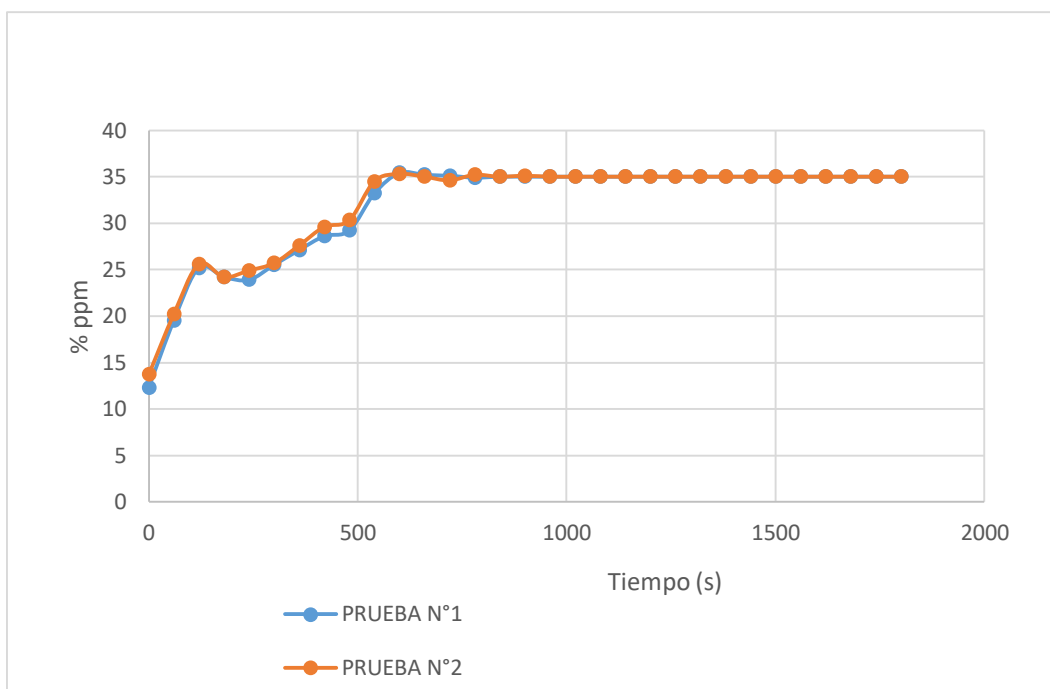


Figura 3: Mediciones en ppm de la cantidad de Hidrógeno obtenido al agregar un voltaje de 24V y 4A

Fuente: elaboración propia

Interpretación: En el grafico N°3 se observan las mediciones en ppm, por un periodo de 30 minutos, donde se observa que la generación de hidrógeno aplicando 24 v -4A empieza a ser constante a un tiempo de 600 s, con una concentración que varía entre 35.4 y 35.3 ppm.

Tabla 4. Cantidad de Hidrógeno obtenido al agregar un voltaje de 32V y 5A

Voltaje de 32v-5a		
Tiempo(S)	Prueba N°1	Prueba N°2
0	17.6	16.8
60	20.7	21.1
120	23.8	23.3
180	24.6	24.6

240	25.5	23.5
300	24.6	24.4
360	24.3	24.6
420	24.5	24.2
480	25.7	25.1
540	24.6	24.8
600	23.3	25.3
660	25.7	25.1
720	24.2	23.9
780	26.8	25.7
840	26.5	24.6
900	25.8	25.3
960	28.9	24.9
1020	25.6	29.2
1080	33.2	31.4
1140	30.8	31.6
1200	35.4	35.3
1260	34.7	35.2
1320	35.2	35.1
1380	35.3	35.1
1440	34.8	35.0
1500	35.1	35.2
1560	35.0	36.2
1620	35.2	35.2
1680	35.8	35.0
1740	35.0	35.0
1800	35.0	35.0

Fuente: elaboración propia

Hidrógeno a un voltaje de 32V y 5A

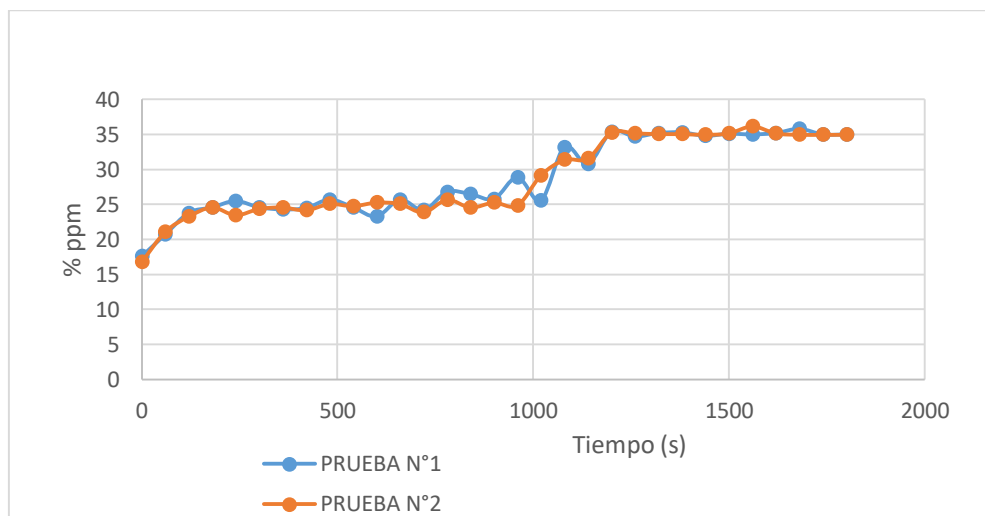


Figura 4: Mediciones en ppm de la cantidad de Hidrógeno obtenido al agregar un voltaje de 32V y 5A

Fuente: elaboración propia

Interpretación: En el grafico N°4 se observan las mediciones en ppm, por un periodo de 30 minutos, donde se observa que la generación de hidrógeno aplicando 32 v -5A empieza a ser constante a un tiempo de 1200 s, con una concentración que varía entre 35.4 y 35.3 ppm.

Tabla 5. Datos seleccionados, de la mejor eficiencia para el análisis ANOVA

		Tiempo (s)		
		10	15	20
Voltaje (v)	12	27.7	35.5	35.1
		27.5	35.3	35.0
	24	35.4	35.0	35.0
		35.3	35.1	35.0
	32	23.3	25.8	35.4
		25.3	25.3	35.3

Fuente: elaboración propia

En la tabla N°5 se muestra la relación de la influencia del voltaje aplicado a la muestra de orina en un determinado tiempo. Donde se evalúa la cantidad de hidrógeno obtenido del proceso, dando que a un voltaje de 24 v. en un tiempo de 10 minutos se la cantidad de hidrógeno se hace constante.

3.1.3. Prueba de Normalidad.

H0: Los datos analizados siguen una distribución normal con respecto a la concentración de hidrógeno producto del voltaje.

H1: Los datos analizados no siguen una distribución normal con respecto a la concentración de hidrógeno producto del voltaje.

Tabla 6. Prueba de normalidad para el voltaje

		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Hidrógeno (ppm)	voltaje menor (12)	,683	6	,004
	voltaje intermedio (24)	,800	6	,059
	voltaje mayor (34)	,761	6	,025

Fuente: elaboración propia

En la Tabla 6 este caso la significancia del voltaje intermedio (24) tiene una Sig. > 0.05 por la que se acepta H0 en el que se confirma que tienen una distribución normal. El voltaje menor (12) y voltaje mayor (34) no siguen una distribución normal porque su Sig. es < a 0.05.

H0: Los datos analizados siguen una distribución normal con respecto a la concentración de hidrógeno en el tiempo.

H1: Los datos analizados no siguen una distribución normal con respecto a la concentración de hidrógeno en el tiempo.

Tabla 7. Prueba de normalidad para el tiempo

		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Hidrógeno (ppm)	tiempo menor (10)	,860	6	,190
	tiempo intermedio (15)	,682	6	,004
	tiempo mayor (20)	,800	6	,059

Fuente: elaboración propia.

En la tabla N° 07 la significancia del tiempo menor (10) y mayor (20) es mayor a 0.05 por el cual los datos obtenidos siguen una distribución normal, mientras que el tiempo intermedio (15) no sigue una distribución normal.

3.1.4. Análisis Univariado de Varianzas.

H0: Todas las muestras sometidas a una variación de voltaje y tiempo tienen la misma obtención de hidrógeno de la orina.

H1: Al menos una de las muestras sometidas a una variación de voltaje y tiempo tienen una diferente obtención de hidrógeno de la orina.

Tabla 8. Prueba de efectos inter-sujetos

Pruebas de efectos inter-sujetos						
Variable dependiente: Hidrógeno (ppm)						
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.	
Voltaje	139.374	2	69.687	287.041	.000	
Tiempo	109.854	2	54.927	226.245	.000	
Voltaje * Tiempo	114.402	4	28.601	117.805	.000	
Error	2.185	9	.243			
Total	18881.110	18				

Fuente: elaboración propia

En la tabla 08 se observa que el nivel de significancia es menor a 0.05, por lo cual se rechaza H0, y se acepta H1, donde nos muestra que amenos una de las muestras sometidas a una variación de voltaje y tiempo tienen una diferente obtención de hidrógeno de la orina.

Tabla 9. Prueba Tukey de subconjuntos homogéneos para el voltaje.

Concentración del Hidrógeno (ppm)				
HSD Tukey				
Voltaje (v)	n	Subconjunto		
		1	2	3
voltaje mayor	6	28.4000		
voltaje menor	6		32.6833	
voltaje intermedio	6			35.1333

Fuente: elaboración propia

En la tabla N° 09 se revela que a una confiabilidad de 95% existe diferencias significativas, donde ($p < 0.05$) dando a conocer que todas las muestras sometidas a distintas varianzas de voltaje dan una generación de hidrógeno diferente.

Tabla 10. Prueba Tukey de subconjuntos homogéneos para el tiempo.

Hidrógeno (ppm)				
Tiempo (s)	N	Subconjunto		
		1	2	3
HSD Tukey ^{a,b} tiempo menor	6	29,0833		
tiempo intermedio	6		32,0000	
tiempo mayor	6			35,1333

Fuente: elaboración propia

En la tabla N° 10 se revela que a una confiabilidad de 95% existe diferencias significativas, donde ($p < 0.05$) dando a conocer que todas las muestras sometidas a distintas varianzas de tiempo dan una generación de hidrógeno diferente.

3.1.5. Resultados de la eficiencia del proceso.

Cálculos basados en la segunda ley de Faraday (ver Anexo 2).

Tabla 11. *Eficiencia del proceso de la electrólisis*

Eficiencia del proceso de la electrólisis		
Tiempo (s)	Corriente (amperios)	Eficiencia (%)
600	4	39.69
900	2	29.7
1200	5	99.20

Fuente: Elaboración propia

La tabla N°11 muestra el resumen del cálculo de la eficiencia en el uso de corriente eléctrica, siendo la mayor eficiencia a un tiempo de 1200 s con una corriente eléctrica de 5 amperios generando una eficiencia de 99.20%.

3.2. DISCUSIÓN

En la investigación se realizó la generación de hidrógeno por el método de la electrólisis de la orina humana, para ello se llevó a cabo inicialmente a un análisis fisicoquímico de la orina, presentando un pH 6.83, conductividad 15.76, color amarillo, olor ligeramente a amoníaco y aspecto turbio, que se observa en la tabla N°1. Esta puede ser comparado con el trabajo de investigación llevado a cabo por De La Cruz, (2018) donde al analizar la muestra de orina presento características ácidas pues la orina puede sufrir una variación entre 5 a 8.0, esto depende del tipo de dieta, cambios climáticos y actividad física como nos dice Duque Ramirez & Rubio Vanegas, (cita en De la Cruz Romo, 2018), y por haber estado por un tiempo expuesto al ambiente esta adquiere un olor a amoníaco producto de las bacterias., así mismo suele tener un

aspecto turbio, esto se debe al producto de la precipitación de uranos y fosfatos de la vejiga, pues las muestras obtenidas eran recolectadas de alumnos expuestos a más de 5 horas de clase sentados, así estos generan cambios en la acidez urinaria. Estas características fisicoquímicas que posee la orina humana ayudan a la generación de hidrógeno pues la cantidad de iones de sales, ácidos le permiten ser una fase líquida electrolítica eficiente para la electrólisis. Así mismo no se necesita aditivos electrolíticos cuando este es sometida a la reacción electroquímica, por tal motivo en este trabajo de investigación no se utilizó ninguno.

En el método de electrólisis, los componentes orgánicos tienen tendencia a electrolizarse, así, si se controla algunas condiciones, es posible obtener el producto deseado, mediante la aplicación de celdas voltaicas (Cartagena Ocampo, 2018). La urea al electrolizarse genera hidrógeno, nitrógeno y dióxido de carbono con un requerimiento energético menor que en la electrólisis del agua, para lo cual en trabajo de investigación se empleó otro conducto de salida de estos gases. Mostrándose en el Anexo 13. En el proceso de electrólisis de la orina humana este se expuso a 3 voltajes, 12 v-2A, 24V-4A, 32V-5A, en un tiempo de 1800s a temperatura ambiente de la ciudad de Trujillo, como se muestran en las tablas 2,3 y 4; donde se identificó que el proceso que generó más rápido hidrógeno, fue a un voltaje de 24v-4A en un tiempo de 600s mostrados en la tabla 2. Este resultado se puede comparar a los hallazgos obtenidos en la tesis de Alvarez, Kendy; Cabezas, Salustria, (2017) donde tuvo mayor producción de hidrógeno a 12V-2A, ya que ellos agregaron en su muestra el electrolito NaCl, convirtiendo a la muestra más ácida y con gran cantidad de sales (Álvarez, *et al.* 2017). Lo que no sucede en nuestros resultados con respecto al NaCl, no se agregó ninguna solución, la muestra fue pura sin ninguna modificación. Para la producción de hidrógeno se construyó de un material vidrio de 3mm de espesor, basándonos en las características de la celda electrolítica de orina de Alvarez, Kendy; Cabezas, Salustria, (2017) teniendo como componentes electrodos, un tanque de paso. Así mismo para realizar las mediciones se utilizó un sensor de hidrógeno MQ-8, siguiendo la recomendación de López Gordon, et al (2015) pues proponen dos tipos de sensores el Honeywell SPXCDULNG1, MQ – 2 y MQ– 8, siendo el MQ - 8 más sensible al

hidrógeno, además de esto posee un voltaje bajo de alimentación lo que se visualiza en la ficha técnica del Anexo N° 05.

Los resultados del estudio de la eficiencia del proceso fueron 39.69% para el primer tratamiento, 29.7 % para el segundo y 99.20% para el tercer tratamiento visualizados en la tabla N° 11, los que fueron semejantes a los estudios de Alvarez, Kendy; Cabezas, Salustria, (2017) quienes encontraron una eficiencia de 60.9 % empleando una corriente eléctrica de 12v y 4A a una temperatura de 15°C al comparar los resultados de la eficiencia se observa una diferencia de 21.21 % en la eficiencia del proceso, esto se deduce que intervinieron factores adicionales como la temperatura y la concentración del electrolito (NaCl) agregados orina humana. así también corroborando con las investigaciones de Vecitis, y Hoffmann (cita en De la Cruz Romo,2018) donde realizaron comparaciones de eficiencia mediante la electrólisis, entre ellos de la urea, donde concluyeron que la electrólisis de urea es más viable termodinámicamente que la del agua debido a que se produce a un potencial teórico menor, sin embargo se encuentra reportada una eficiencia energética significativamente menor (10%), las que se asemejan a las eficiencias encontradas en este trabajo de investigación.

IV. CONCLUSIONES

- Los análisis fisicoquímicos de la orina muestran un pH de 6.83, manteniéndose en un medio ácido tendiendo a neutro y con una conductividad de 15.76 ms mostrando la cantidad de iones presentes en la orina, así mismo en las características principales de la orina presenta un color amarillo, olor ligeramente a amoníaco por el almacenamiento y presenta un aspecto turbio. Según investigaciones realizadas se logró verificar y comprobar que el porcentaje de urea es mayor con respecto a los demás componentes de la orina, siendo este un factor importante en la generación de hidrogeno.
- Se determinó que el voltaje óptimo para un volumen de 5.3 L. de orina es de 24 V-4A, las que fueron reportadas por el programa Arduino, donde denotan una reacción instantánea en la producción de hidrógeno, Así mismo, se logró evaluar que existe una relación con el tiempo en la obtención de hidrógeno, siendo este 10 minuto.
- Finalmente se logró hallar la eficiencia del proceso de electrolisis aplicando la segunda ley de Faraday, donde se tuvo que la eficiencia del proceso es de 39.69% esto se logró mediante la construcción de una celda electrolítica.

V. RECOMENDACIONES

- Para una mejor obtención de hidrógeno de la orina se recomienda utilizar guantes de nitrilo para evitar el contacto directo de la piel con los materiales que será parte del prototipo (placas de acero inox), ya que esto puede intervenir en el proceso de electrólisis.
- Se recomienda filtrar la muestra de orina antes del proceso de electrólisis, para disminuir la espuma ya que este influye en la eficiencia del proceso; así mismo se podría reducir la formación de sólidos.
- Para optimizar la eficiencia en el proceso con respecto a la obtención del hidrógeno las placas deben cubrir la mayor área posible del prototipo.
- Para un mejor funcionamiento de electrólisis utilizar en su totalidad materiales de acero inoxidable, ya que, otro material como los tornillos zincados y galvanizados tiende a oxidarse por la presencia de sales en la muestra de orina.
- Cabe resaltar que se debe utilizar los implementos de protección (casco, lentes, mascarillas, etc), para prevenir cualquier accidente.

REFERENCIAS

ALVAREZ HUARI, Kendy Fiorela; CABEZAS SÁNCHEZ, Salustria. Optimización de la electrólisis de la orina humana para obtener hidrógeno como combustible usando como catalizador cloruro de sodio. Tesis para optar el título de ingeniera química ambiental e ingeniería química del gas natural y energía. Universidad Nacional del centro del Perú. Huancayo. 2017. Pg: 124.

ASFAK Patel, Alka A. Mungray, Arvind Kumar Mungray. Technologies for the recovery of nutrients, water and energy from human urine: A review, Chemosphere. [en línea]. Vol.259. p.127372. 2020.[Fecha de consulta: 15 de septiembre 2019]. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653520315654>
ISSN 0045-6535

ATIENZA BORONAT, M. Julia; Et al. Pilas Electrolíticas. 2016. Universitat Politècnica de Valencia. Departamento de Química. [fecha de consulta: 13 de septiembre 2019]. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/68342/Morais%3BAtienza%3BHerrero%20-%20Pilas%20electrol%C3%ADticas.pdf?sequence=1>

BAIL, M. H.; GUILLÉN, A.; ABREU, J. L. Sustentabilidad y petróleo. Revista Daena (International Journal of Good Conscience), 2017, vol. 12, no 3. Disponible (en línea): [http://www.spentamexico.org/v12-n3/A5.12\(3\)42-64.pdf](http://www.spentamexico.org/v12-n3/A5.12(3)42-64.pdf)

BARBOSA G, Sónia *et al.* Anaerobic biological fermentation of urine as a strategy to enhance the performance of a microbial electrolysis cell (MEC). [en línea] Portugal 2019, vol. 139. [Fecha de consulta: 15 de septiembre 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S096014811930285X>

CARTAGENA OCAMPO, Santiago, et al. Evaluación de la producción de hidrógeno en una celda PEC, utilizando urea como sustrato y óxidos de metales como semiconductores. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Colombia–Sede Medellín.

CÓRDOVA INFANTE, Ulises; DIAZ GODINES, María del Socorro; MEGÍA VERA, Héctor J. Obtención de hidrógeno mediante electrólisis del agua utilizando energías renovables para su empleo como alternativa energética. Cambio climático y su impacto en el territorio. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. 2018.p. 25. [fecha de consulta: 15 de septiembre 2019]. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Juan_Contreras64/publication/332211840_Cambio_climatico_y_su_impacto_en_el_territorio/links/5ca663a64585157bd322ddfb/Cambio-climatico-y-su-impacto-en-el-territorio.pdf#page=25

Clement A. Cid, et al. Urine microbial fuel cells in a semi-controlled environment for onsite urine pre-treatment and electricity [en línea]. production, Journal of Power Sources, 2018. [fecha de consulta: 28 de diciembre del 2020]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2018.08.051>

ISSN: 0378-7753.

DE LA CRUZ ROMO, Cristian Arlenson. Optimización De Las Condiciones Para La Generación De Hidrógeno Para Aplicaciones Vehiculares A Partir De La Electrólisis De La Orina Humana Usando Una Celda Electroquímica De Cátodo Y Ánodo Separados. Tesis para optar al título de Químico. Universidad de Nariño. San Juan de pasto, 2018.Pag:103.

Dr. Liji Thomas. Composición de la orina: [en línea]. India 27 febrero, 2019. Disponible en: [https://www.news-medical.net/health/Urine-Composition-Whate28099s-Normal-\(Spanish\).aspx](https://www.news-medical.net/health/Urine-Composition-Whate28099s-Normal-(Spanish).aspx)

Federico Volpin, Yun Chul Woo, Hanki Kim, Stefano Freguia, Namjo Jeong, June-Seok Choi, Jaeweon Cho, Sherub Phuntsho, Ho Kyong Shon. Energy recovery through reverse electrodialysis: Harnessing the salinity gradient from the flushing of human urine, Water Research. [en línea]. vol. 186. p. 116320. 2020..[Fecha de consulta: 15 de septiembre 2019]. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0043135420308563>

ISSN 0043-1354

Gajda Iwona, Greenman John, Ieropoulos Ioannis. Microbial Fuel Cell stack performance enhancement through carbon veil anode modification with activated carbon powder [en línea], Applied Energy, 2020. [fecha de consulta: 28 de diciembre del 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.114475>
ISSN: 0306-2619

HANSPETER ZÖLLIG. Electrolysis for the Treatment of Stored Source-Separated Urine. Trabajo de titulación (Doctor de ciencia de ETH ZURICH). Suiza: Universidad pública en Zúrich, 2015. 163 p.

HERNANDEZ Sampieri, Roberto; FERNÁNDEZ Collado, Carlos y BAPTISTA Lucio, Pilar. Metodologías de la Investigación. 6ta. ed. México. McGraw-Hill. 2014. 589 pp. ISBN: 978-1-4562-2396-0

Himanshu Raghav, Dr. Santosh Dalvi y Raviraj Ahire. Energy Potential Assessment Using Electrolysis from Animal Waste. *ICEMTE*, (5): 152-154, 2017

HUACHUAN Sun, Wei Zhang, Jian-Gang Li, Zhishan Li, Xiang Ao, Kan-Hao Xue, Kostya Ken Ostrikov, Jiang Tang, Chundong Wang. Applied Catalysis B: Environmental. Rh-engine [en línea]. vol. 284. 2021. [Fecha de consulta: 14 de septiembre 2019]. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926337320311577>
ISSN 0926-3373,

HUMBERTO HERNANDEZ, Luis. Crisis Civilizatoria, Energías Limpias y Gestión Local. *Ciencia Política*. 13(25). Colombia. 2018. p. 127-145

Instituto Nacional de Estadística e Informática. [en línea]. [Fecha de consulta 11 de septiembre 2019]. Disponible en: <https://www.inei.gob.pe/prensa/noticias/el-801-de-los-hogares-del-area-rural-cuentan-con-energia-electrica-por-red-publica-en-el-ultimo-trimestre-de-2017-10649/>.

JIMENEZ, Irene; GREENMAN, John y LEROPOULOS, Loannis. Electricity and catholyte production from ceramic MFCs treating urine. [en línea] Reino Unido 2017, vol. 42. [Fecha de consulta: 13 de septiembre 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360319916312095>

Kadarkarai Govindan, Sung-Ju Im, Velluchamy Muthuraj, Am Jang. Extraction of H₂ and Nutrients (N, P) Resource from Urine by Electrochemical Process, Chemosphere.[en línea]. p. 129361. 2020. [Fecha de consulta: 15 de septiembre 2019]. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653520335591>
ISSN 0045-65351

LINARES HURTADO, José Ignacio; MORATILLA SORIA, Beatriz Yolanda. Hidrógeno y la Energía. Madrid. *Asociación Nacional de Ingenieros del ICAI*, (90), p. 33-37, 2007 ISSN 0003-2506,

LAURA CORTEZ, Esteva Diana, et al. Meando y andando: hacia fuentes de energía más limpias. Tesis para optar el grado de Bachillerato “Cruz Azul” UNAM-SI, Oaxaca – México, 2014, Pg: 18.

LOZANO TRIANA, Carlos J. Urinalysis: a useful test in children diagnosis. Faculty of Medicine Journal. Universidad Nacional de Colombia. [consultado el 28 septiembre de 2019]. Sede Bogotá. 2015. Pg. 172. [en línea]. disponible en: <http://dx.doi.org/10.15446/revfacmed.v64n1.50634>

LUNA SANDOVAL, Gabriel;GIL URQUIDEZ, Cinthia; SANTACRUZ TIRADO,Martin; JIMENES LOPEZ, Eusebio;YAURIMA BASALDUA,Victor H;MACIEL MONTEON, Marco A. Aplicaciones del hidrógeno como biogás, producido en una celda de combustible de orina.[en línea].Mexico.2014. [fecha de consulta: 17 septiembre 2019]. Disponible en: <http://www.laccei.org/LACCEI2014-Guayaquil/RefereedPapers/RP169.pdf>

Padgett, George A. et al. Towards effective small scale microbial fuel cells for energy generation from urine [en línea]. *Electrochimica Acta*, 2016. [fecha de consulta: 28 de diciembre del 2020]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.electacta.2016.01.112> ISSN: 0013-4686.

POSSO, Fausto. Desarrollo en Venezuela de un sistema energético basado en el hidrógeno. Producción de hidrógeno electrolítico. *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Universidad del Zulia*, 2007, vol. 30, no 3, p. 201-208. [fecha de consulta: 09 septiembre 2019]. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0254-07702007000300001

RIVERA GUZMÁN, Edgar Fabián. Celda seca electrolítica para la obtención de Hidrógeno con aguas residuales de la Empresa Muebles León. 2015. Tesis de Licenciatura. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial. Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización.

SANTORO, Carlo *et al.* Self-stratified and self-powered micro-supercapacitor integrated into a microbial fuel cell operating in human urine. [en línea] *Reino Unido* 2019, vol. 101. [Fecha de consulta: 15 de septiembre 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013468619306267>

SALVATIERRA SÁCHEZ, Gabriela Liseth. Análisis de la explotación petrolera en Ecuador y su incidencia en el medio ambiente. Periodo 2012–2016. Caso: Lago Agrio. Tesis para la obtención del título de economista con mención en economía internacional y gestión de comercio exterior. Universidad de Guayaquil - Ecuador. Facultad de Ciencias Económicas. 2018. Pg: 66.

YANG, Xu et al. Energy Harvest from Contaminants via Coupled Redox Fuel Cells. [en línea] *China* 2017, vol. 105. [Fecha de consulta: 13 de septiembre 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610217305878>

ZAMORA, Patricia *et al.* Ammonia recovery from urine in a scaled-up Microbial Electrolysis Cell. [en línea] Leeuwarden 2017, vol. 356. [Fecha de consulta: 13 de septiembre 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378775317302732>

ANEXOS

Anexos 01.

Matriz de Operacionalización de variables:

Variables	Dimensiones	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Escala De Medición
Variable independiente Obtención de hidrógeno	Cantidad de voltaje	El hidrógeno es fundamental para toda la vida sobre nuestro planeta, además es uno de los recursos que permite un rendimiento energético notablemente mayor, ya que es visto como la forma no contaminante final de la energía (Álvarez Y Cabezas, 2017, p.44).	voltímetro	Voltios (v)	Cuantitativa de razón
	tiempo		cronómetro	Minutos (min)	Cuantitativa de razón
Variable dependiente Generación de energías limpias		Para la generación de energía, se hace necesario desarrollar fuentes renovables de energía, las más prometedoras son solar y eólico, sin embargo estas tiene un problema de variabilidad ya que dependen de la hora del día, localización, condición climática lo que causa problemas de abastecimiento y hace necesario contar con plantas fósiles alternas (Cortez, <i>et al.</i> 2014, p. 10).	Mediante el método de la electrólisis	Partes por millón (ppm)	Cuantitativa de razón

Anexos 02.

Guía de observación de campo:

Fecha	Voltaje (v)								
	V1			V2			V3		
	10 min	15 min	20 min	10 min	15 min	20 min	10 min	15 min	20 min

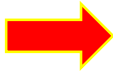
Fuente: Elaboración propia.

Anexos 03: Calculo de la eficiencia del proceso de electrólisis, empleando diferentes voltios y tiempos.

✚ Eficiencia del proceso

Formula del rendimiento N° 01

$$n = \frac{m_p}{m_t} \times 100$$



n = rendimiento de proceso

m_p = masa práctica (gr)

m_t = masa teórica (gr)

Calculo para encontrar la densidad del hidrógeno a condiciones de la ciudad de Trujillo

ρ_{H_2} = densidad del hidrogeno ($\frac{g}{l}$); 0.0899. (Según tablas).

$P_1 = 760.00 \text{ mmHg}$ (presion estandar)

$P_2 = 760.56 \text{ mmHg}$ (presion trujillo)

$T_1 = 273.15 \text{ K}^\circ$ de estandar

$T_2 = 294.15 \text{ K}^\circ$ de trujillo

Formula general

$$\frac{(P_1) \times (V_1)}{(P_2) \times (V_2)} = \frac{(n_1) \times (R_1) \times (T_1)}{(n_2) \times (R_2) \times (T_2)}$$

Formula resumida

$$P_2 = \frac{(\rho_1) \times (p_2) \times (T_1)}{(P_1) \times (T_2)}$$

$$P_2 = \frac{\left(0.0899 \frac{g}{l}\right) \times (760.56 \text{ mmHg}) \times (273.15 \text{ K}^\circ)}{(294.15 \text{ K}^\circ) \times (760 \text{ mmHg})}$$

$$P_2 = 0.08354 \text{ gr/l}$$

Determinación de la masa teórica a condiciones de la ciudad de Trujillo

$$m_t = (\rho_{H_2}) \times (V)$$

$$m_t = 0.08354 \left(\frac{gr}{l}\right) \times 1.5 \text{ l.}$$

$$m_t = 0.1253 \text{ gr.}$$

ρ_{H_2} = densidad del hidrogeno ($\frac{g}{l}$);
0.08354. (Según tablas).

V = volumen de tanque

1. Determinación del rendimiento del proceso 1 para un voltaje de 12v, y una intensidad de corriente de 2A.

Determinamos masa práctica

$$m_{H_2} = \frac{(1 \text{ eq} - g) \times (I) \times (t)}{(F)}$$

$$m_{H_2} = \frac{\left(\frac{1}{1}\right) \times (2A) \times (900 \text{ sg})}{(96500 \text{ A.S/mol})}$$

$$m_{H_2} = 0.01865 \text{ gr}$$

m_{H_2} = Cantidad de masa liberada o depositada (g)

I = Intensidad de corriente (A)

t = Tiempo que dura el proceso (s)

$m.A.$ = Masa atomica (g mol)

$E.O.$ = Estado de oxidación

F = constante de faraday 96500 A.S/mol

Debido a que el hidrógeno es diatómico, la masa se multiplica por 2, siendo mp = 0,0373 gr.

Determinación del rendimiento de proceso

Reemplazamos en la formula N° 01

$$n = \frac{m_p}{m_t} \times 100$$

$$n = \frac{0.0373 \text{ gr}}{0.1253 \text{ gr}} \times 100$$

$$n = 29.7 \%$$

2. Determinación del rendimiento del proceso 2 para un voltaje de 24v, y una intensidad de corriente de 4A.

Determinamos masa práctica

$$m_{H_2} = \frac{(1 \text{ eq} - g) \times (I) \times (t)}{(F)}$$

$$m_{H_2} = \frac{\left(\frac{1}{1}\right) \times (4A) \times (600 \text{ sg})}{(96500 \text{ A.S/mol})}$$

$$m_{H_2} = 0.02487 \text{ gr}$$

m_{H_2}

= Cantidad de masa liberada o depositada (g)

I = Intensidad de corriente (A)

t = Tiempo que dura el proceso (s)

$m.A.$ = Masa atómica (g mol)

$E.O.$ = Estado de oxidación

F = constante de faraday 96500 A.S/mol

Debido a que el hidrógeno es diatómico la masa se multiplica por 2, siendo $m_p = 0.04974 \text{ gr}$.

Determinación del rendimiento de proceso (Reemplazamos en la formula N°

01)

$$n = \frac{m_p}{m_t} \times 100$$

$$n = \frac{0.04974 \text{ gr}}{0.1253 \text{ gr}} \times 100$$

$$n = 39.69 \%$$

3. Determinamos el rendimiento del proceso para un voltaje de 32v, y una intensidad de corriente de 5A.

Determinamos masa práctica

$$m_{H_2} = \frac{(1 \text{ eq} - g) \times (I) \times (t)}{(F)}$$

$$m_{H_2} = \frac{\left(\frac{1}{1}\right) \times (5A) \times (1200 \text{ sg})}{(96500 \text{ A, S/mol})}$$

$$m_{H_2} = 0.6218 \text{ gr}$$

m_{H_2} = Cantidad de masa liberada o depositada (g)

I = Intensidad de corriente (A)

t = Tiempo que dura el proceso (s)

$m.A.$ = Masa atomica (g mol)

$E.O.$ = Estado de oxidación

F = constante de faraday 96500 A.S/mol

Debido a que el hidrógeno es diatómico, la masa se multiplica por 2, siendo m_p = 0.1243gr.

Determinación del rendimiento de proceso (Reemplazamos en la formula N°

01)

$$n = \frac{m_p}{m_t} \times 100$$

$$n = \frac{0.1243 \text{ gr}}{0.1253 \text{ gr}} \times 100$$

$$n = 99.20 \%$$

Anexo 04.

Cuadro de presupuestos

Materiales utilizados para la construcción del prototipo						
Código	Nombre	Descripción	Material	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
2.3.16.199	Abrazaderas	3/8	zincado	4	S/0.50	S/2.00
2.3.16.199	Angulo x 1	Para fijar las placas a la tapa de la celda	zincado	2	S/1.50	S/3.00
2.3.16.199	Anillos	1/2	zincado	4	S/0.20	S/0.80
		2.5 diametro	zincado	2	S/0.20	S/0.40
2.3.16.199	Válvula de aire	1/4NPT*1/4 pulg pa	bronce	2	S/5.30	S/10.60
2.3.16.199	Bencina	1.30 l		1	S/8.50	S/8.50
2.3.16.199	Jebe	1m	jebe	1	S/6.00	S/6.00
2.3.16.199	Manguera	3/8	plastico	2	S/1.00	S/2.00
2.3.16.199	Pecera	22x16cm	vidrio	1	S/48.00	S/48.00
2.3.16.199	Perno	3pulg de largo	zincado	4	S/0.20	S/0.80
		2.5pulg largo		2	S/0.20	S/0.40
2.3.16.199	Placa	10x15 cmx 1mm de espesor	acero inoxidable	10	S/6.90	S/69.00
2.3.16.199	Tapa	-	vidrio	1	S/20.00	S/20.00
2.3.16.199	Tuerca	3.16 diametro	zincado	4	S/0.20	S/0.80
		2.5 diametro		40	S/0.20	S/8.00
		3.0 diametro	bronce	4	S/4.00	S/16.00
2.3.16.199	Goma laca	formador de embaquetadura	-	1	S/5.00	S/5.00
2.3.16.199	Teflón		fratelli	1	S/1.00	S/1.00

2.3.16.199	Válvula de aire	1/4NPT*1/4 pulg pa	bronce	1	S/5.30	S/5.30
2.3.16.199	Válvula tesh		bronce	1	S/35.00	S/35.00
2.3.16.199	Recipiente	2000ml	vidrio	1	S/12.50	S/12.50

Fuente de Energía

2.3.1.5.4.1	Cocodrilos	-	Metal	2	S/0.50	S/1.00
2.3.1.5.4.2	Censor	-	-	1	S/10.00	S/10.00
2.3.1.5.4.1	Regulador de voltaje		Metal	1	S/15.00	S/15.00

Materiales De Escritorio

2.3.15.11	Silicona	en barra	-	5	S/0.50	S/2.50
2.3.15.11	Triz	-	-	1	S/0.50	S/0.50
2.3.15.11	Uhu	-	-	1	S/3.00	S/3.00

ACCESORIOS DE SEGURIDAD

2.3.1.8.2	Guardapolvo	-	Tela	4	-	-
2.3.1.8.2	Guantes	Quirurgicos	Latex	4	S/ 1.00	S/ 4.00

Fuente: elaboración propia

Equipo

2.3.1 6.1	Balanza analítica	Equipos brindados por el laboratorio de la universidad CESAR VALLEJO Y UNT.				1 Und
2.3.16.1	Cocina eléctrica	Equipos brindados por el laboratorio de la universidad CESAR VALLEJO Y UNT.				1 Und
2. 3. 1 6. 1	Multímetro	Equipos brindados por el laboratorio de la universidad CESAR VALLEJO Y UNT.				1 Und

Fuente: elaboración propia

Anexo 05.

Ficha técnica del sensor de hidrógeno MQ-8

TECHNICAL DATA MQ-8 GAS SENSOR

FEATURES

- * High sensitivity to Hydrogen (H₂)
- * Small sensitivity to alcohol, LPG, cooking fumes
- * Stable and long life

APPLICATION

They are used in gas leakage detecting equipments in family and industry, are suitable for detecting of Hydrogen (H₂), avoid the noise of alcohol and cooking fumes, LPG, CO.

SPECIFICATIONS

A. Standard work condition

Symbol	Parameter name	Technical condition	Remarks
V _c	Circuit voltage	5V±0.1	AC OR DC
V _H	Heating voltage	5V±0.1	AC OR DC
P _L	Load resistance	10KΩ	
R _H	Heater resistance	31±5%	Room Tem
P _H	Heating consumption	less than 800mW	

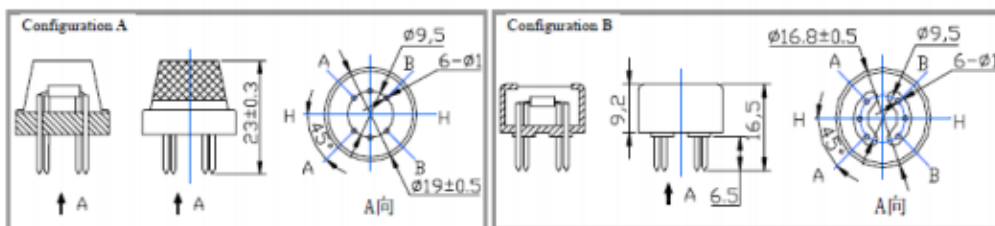
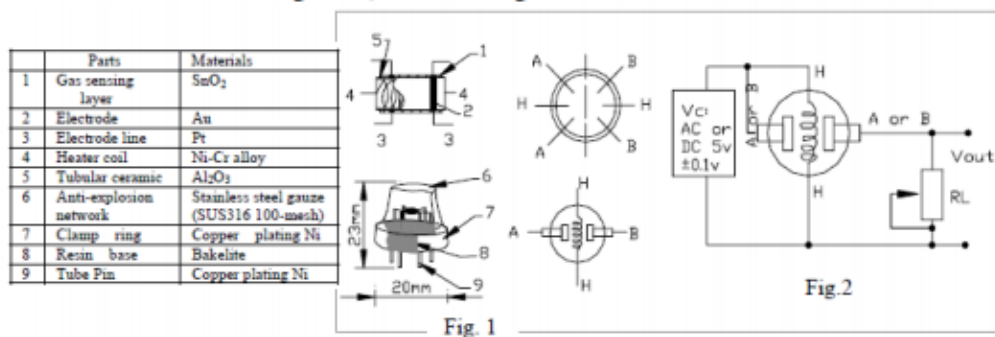
B. Environment condition

Symbol	Parameter name	Technical condition	Remarks
T _{ao}	Using Tem	-10°C-50°C	
T _{as}	Storage Tem	-20°C-70°C	
R _H	Related humidity	less than 95%Rh	
O ₂	Oxygen concentration	21%(standard condition)Oxygen concentration can affect sensitivity	minimum value is over 2%

C. Sensitivity characteristic

Symbol	Parameter name	Technical parameter	Remark 2
R _s	Sensing Resistance	10KΩ - 60KΩ (1000ppm H ₂)	Detecting concentration scope: 100-10000ppm Hydrogen (H ₂)
α (1000ppm/ 500ppmH ₂)	Concentration slope rate	≤0.6	
Standard detecting condition	Temp: 20°C ± 2°C Humidity: 65%±5%	V _c : 5V±0.1 V _H : 5V±0.1	
Preheat time	Over 24 hour		

D. Structure and configuration, basic measuring circuit



Structure and configuration of MQ-8 gas sensor is shown as Fig. 1 (Configuration A or B), sensor composed by micro Al_2O_3 ceramic tube, Tin Dioxide (SnO_2) sensitive layer, measuring electrode and heater are fixed into a crust made by plastic and stainless steel net. The heater provides necessary work conditions for work of sensitive components. The enveloped MQ-8 have 6 pin, 4 of them are used to fetch signals, and other 2 are used for providing heating current.

Electric parameter measurement circuit is shown as Fig.2
 E. Sensitivity characteristic curve

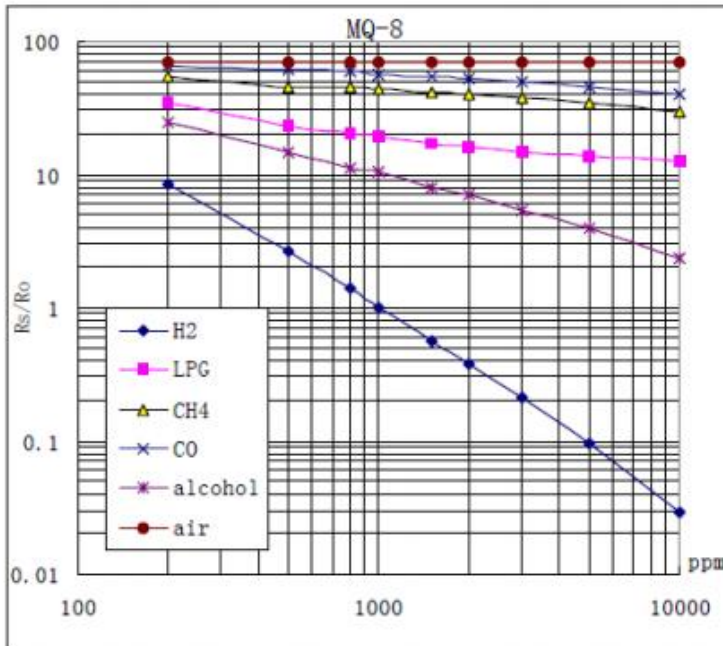


Fig.3 is shows the typical sensitivity characteristics of the MQ-8 for several gases. in their: Temp: 20°C, Humidity: 65%, O_2 concentration 21% $R_L=10k\ \Omega$
 R_o : sensor resistance at 1000ppm H_2 in the clean air.
 R_s : sensor resistance at various concentrations of gases.

Fig.2 sensitivity characteristics of the MQ-8

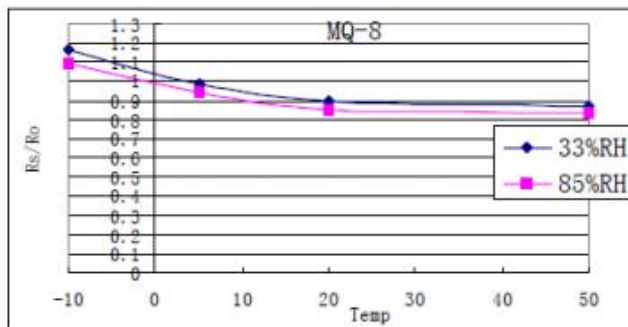


Fig.4 is shows the typical dependence of the MQ-8 on temperature and humidity. R_o : sensor resistance at 1000ppm of H_2 in air at 33%RH and 20 degree.
 R_s : sensor resistance at 1000ppm of H_2 in air at different temperatures and humidities.

SENSITIVITY ADJUSTMENT

Resistance value of MQ-8 is difference to various kinds and various concentration gases. So, When using this components, sensitivity adjustment is very necessary. we recommend that you calibrate the detector for 1000ppm H_2 concentration in air and use value of Load resistance (R_L) about 10 K Ω (5K Ω to 33 K Ω).

When accurately measuring, the proper alarm point for the gas detector should be determined after considering the temperature and humidity influence.

Anexo 06.

Programación del Sensor MQ-8 en el programa ARDUINO.

HydrogenSensor Arduino 1.8.9 (Windows Store 1.8.21.0)

Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

```
HydrogenSensor
|*****Hardware Related Macros*****|
#define      MQ_PIN          (0)    //define which analog input channel you are going to use
#define      RL_VALUE        (10)   //define the load resistance on the board, in kilo ohms
#define      RO_CLEAN_AIR_FACTOR    (9.21) //RO_CLEAN_AIR_FACTOR=(Sensor resistance in clean air)/RO,
                                           //which is derived from the chart in datasheet

/*****Software Related Macros*****/
#define      CALIBRATION_SAMPLE_TIMES    (50) //define how many samples you are going to take in the calibration phase
#define      CALIBRATION_SAMPLE_INTERVAL (500) //define the time interval(in milisecond) between each samples in the
                                                //calibration phase

#define      READ_SAMPLE_INTERVAL    (50) //define how many samples you are going to take in normal operation
#define      READ_SAMPLE_TIMES       (5)  //define the time interval(in milisecond) between each samples in
                                                //normal operation

/*****Application Related Macros*****/
#define      GAS_H2            (0)

/*****Globals*****/
float      H2Curve[3] = {2.3, 0.93,-1.44}; //two points are taken from the curve in datasheet.
                                                //with these two points, a line is formed which is "approximately equivalent"
                                                //to the original curve.
                                                //data format:{ x, y, slope}; point1: (lg200, lg8.5), point2: (lg10000, lg0.03)

float      Ro          = 10; //Ro is initialized to 10 kilo ohms

void setup() {
  Serial.begin(9600); //UART setup, baudrate = 9600bps
  Serial.print("Calibrating...\n");
  Ro = MQCalibration(MQ_PIN); //Calibrating the sensor. Please make sure the sensor is in clean air
```

Fuente: elaboración propia

Anexo n° 07.

Registro Fotográfico

Cocina Eléctrica



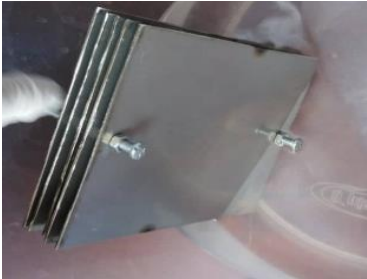
Multímetro



Válvula tesh



Placas de acero inoxidable



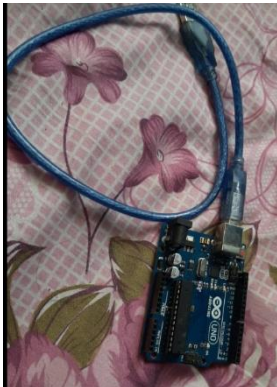
Bencina



pernos y tuercas



Arduino UNO



Sensor MQ 8



Ph-metro

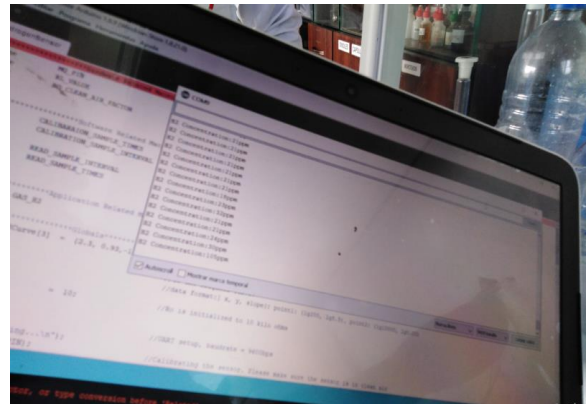
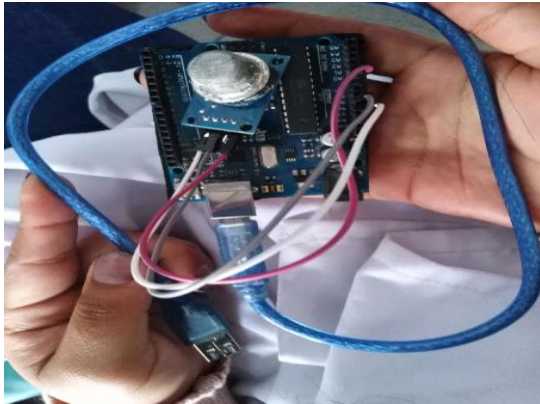


Conductímetro



Materiales y equipos empleados para la obtención del hidrógeno

Fuente: elaboración propia



Programación del Censor MQ-8 de hidrógeno en el programa Arduino

Fuente: elaboración propia



Armado de los electrodos, con material acero inoxidable

Fuente: elaboración propia



Prueba de continuidad de los electrodos.

Fuente: elaboración propia



Ensamblaje de la las válvulas y la manguera al recipiente receptor del hidrógeno

Fuente: elaboración propia



Homogenización de la muestra de orina (mujer).

Fuente: elaboración propia



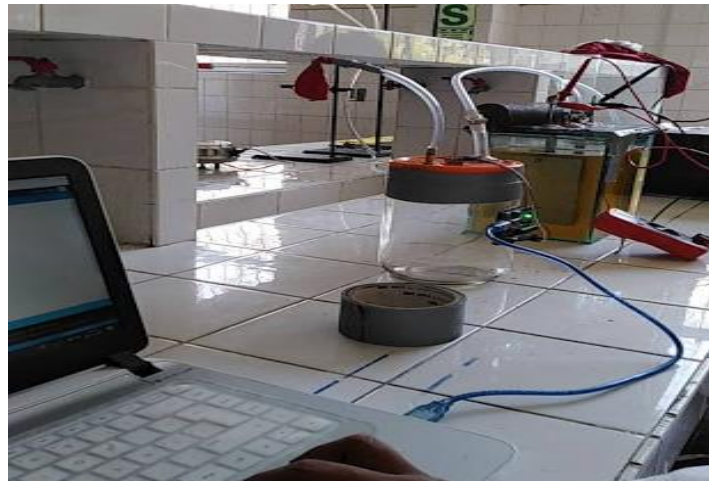
Medición del volumen de la muestra de orina empleada.

Fuente: elaboración propia



Colocación de los electrodos dentro de la muestra de orina.

Fuente: elaboración propia



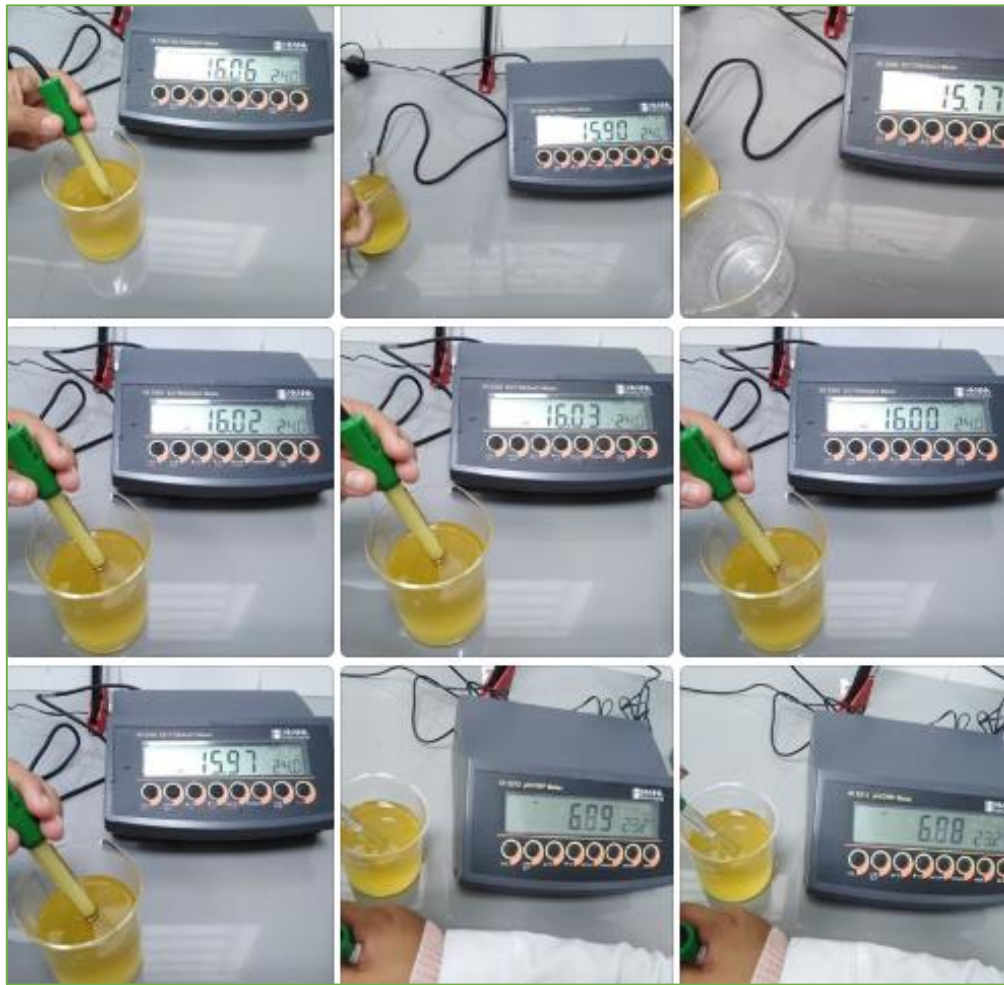
Pruebas de la obtención de Hidrógeno.

Fuente: elaboración propia



Prueba de combustión de gas H₂

Fuente: elaboración propia



Pruebas fisicoquímicas de PH Y conductividad de las muestras de orina

Fuente: elaboración propia

Anexo 08:

Declaratoria de originalidad de las autoras.



Declaratoria de Originalidad de las Autoras

Nosotras, **Saavedra Ruiz Neri Soledad, Tacanga Flores Leydi Jemima, Vega Palomino Charlotte Dalila y Verde Mendieta Lucy**, estudiantes de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo (Trujillo), declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación titulado:

“Obtención del hidrógeno de la orina para la generación de energías limpias mediante la electrólisis”, es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que el Proyecto de Investigación:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Trujillo, 30 de noviembre del 2020,

Apellidos y Nombres de la Autora: Saavedra Ruiz Neri Soledad	
DNI: 74552167	Firma 
ORCID: 0000-0002-7011-827X	
Apellidos y Nombres de la Autora: Tacanga Flores Leydi Jemima	
DNI: 71289685	Firma 
ORCID: 0000-0003-3342-0127	
Apellidos y Nombres de la Autora: Vega Palomino Charlotte Dalila	
DNI: 77129658	Firma 
ORCID:0000-0003-1155-3965	
Apellidos y Nombres de la Autora: Verde Mendieta Lucy	
DNI:74464579	Firma 
ORCID:0000-0003-2583-4194	

Anexo 09:

Declaratoria de autenticidad del asesor.



Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, Cruz Monzón, José Alfredo, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo (Trujillo), asesor del Trabajo de Investigación titulado:

"Obtención del hidrógeno de la orina para la generación de energías limpias mediante la electrólisis." de las autoras **Saavedra Ruiz Neri Soledad, Tacanga Flores Leydi Jemima, Vega Palomino Charlotte Dalila y Verde Mendieta Lucy**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender el trabajo de investigación cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Trujillo, 28 de noviembre del 2020

Cruz Monzón, José Alfredo	
DNI: 18887838	
ORCID: 0000-0001-9146-7615	

Anexo 10:

Acta de sustentación del Trabajo de Investigación



Acta de Sustentación del Trabajo de Investigación

Trujillo, 28 de noviembre del 2020

Siendo las 11.30 horas del día 28 del mes noviembre del 2020, el jurado evaluador se reunió para presenciar el acto de sustentación del Trabajo de Investigación titulado:

"Obtención del hidrógeno de la orina para la generación de energías limpias mediante la electrólisis." Presentado por las autoras Saavedra Ruiz Neri Soledad, Tacanga Flores Leydi Jemima, Vega Palomino Charlotte Dalila y Verde Mendieta Lucy alumnas de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental.

Concluido el acto de exposición y defensa del Trabajo de Investigación, el jurado luego de la deliberación sobre la sustentación, dictaminó:

Autora	Dictamen(**)
Saavedra Ruiz Neri Soledad	Aprobado por unanimidad
Tacanga Flores Leydi Jemima	Aprobado por unanimidad
Vega Palomino Charlotte Dalila	Aprobado por unanimidad
Verde Mendieta Lucy	Aprobado por unanimidad

Se firma la presente para dejar constancia de lo mencionado:

Dr. Medardo Alberto Quezada Álvarez
PRESIDENTE

Dra. Magaly De La Cruz Noriega
SECRETARIA

Dr. Cruz Monzón, José Alfredo
VOCAL

Anexo 11:

Autorización de Publicación en Repositorio Institucional



Autorización de Publicación en Repositorio Institucional


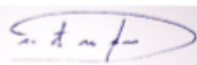

Nosotras, **Saavedra Ruiz Neri Soledad, Tacanga Flores Leydi Jemima, Vega Palomino Charlotte Dalila y Verde Mendieta Lucy**, identificadas con DNI N° 74552167, DNI N° 71289685, DNI N° 77129658 y DNI N°74464579 (respectivamente), estudiantes de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo, autorizo (X), no autorizo (autorizamos) () la divulgación y comunicación pública de nuestro Trabajo de Investigación: **“Obtención del hidrógeno de la orina para la generación de energías limpias mediante la electrólisis”**.

En el Repositorio Institucional de la Universidad César Vallejo (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulada en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33.

Fundamentos en caso de **NO** autorización:

.....
.....

Trujillo, 30 de noviembre del 2020.

Apellidos y Nombres de la Autora: Saavedra Ruiz Neri Soledad	
DNI: 74552167	Firma 
ORCID: 0000-0002-7011-827X	
Apellidos y Nombres de la Autora: Tacanga Flores Leydi Jemima	
DNI: 71289685	Firma 
ORCID: 0000-0003-3342-0127	
Apellidos y Nombres de la Autora: Vega Palomino Charlotte Dalila	
DNI: 77129658	Firma 
ORCID:0000-0003-1155-3965	
Apellidos y Nombres de la Autora: Verde Mendieta Lucy	
DNI: 74464579	Firma 
ORCID:0000-0003-2583-4194	

Anexo 12:
Reporte Turnitin

INFORME DE ORIGINALIDAD

17% INDICE DE SIMILITUD	17% FUENTES DE INTERNET	0% PUBLICACIONES	7% TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
-----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------	--------------------------------------

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	7%
2	sired.udenar.edu.co Fuente de Internet	3%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	1%
5	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
7	www.bioline.org.br Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.uchile.cl Fuente de Internet	<1%
