

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERIA CIVIL**



**Remoción de plomo del agua del rio Santa – tramo Ticapampa -Recuay  
mediante un biofiltro utilizando ceniza de cáscara de arroz (Oryza sativa).**

**Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero  
civil**

**Autor**

Silva Castillo, Yesica Lucia

**Asesor**

Flores Reyes, Gumercindo

CÓDIGO ORCID: 0000-0002-2305-7339

Chimbote – Perú

**2021**

**PALABRAS CLAVE:**

<b>Tema</b>	Remoción con biofiltro
<b>Especialidad</b>	Hidráulica

**KEY WORDS:**

<b>Topic</b>	Biofilter removal
<b>Speciality</b>	Hydraulics

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Según OCDE

<b>Línea de investigación</b>	Hidráulica
<b>Área</b>	Ingeniería y Tecnología
<b>Sub área</b>	Ingeniería Civil
<b>Disciplina</b>	Ingeniería de la Construcción

**REMOCIÓN DE PLOMO DEL AGUA DEL RIO SANTA –  
TRAMO TICAPAMPA -RECUAY MEDIANTE UN  
BIOFILTRO UTILIZANDO CENIZA DE CÁSCARA DE  
ARROZ (*ORYZA SATIVA*).**

## RESUMEN

El propósito del proyecto fue establecer la remoción de plomo la ceniza de la cáscara de arroz activado térmicamente a una temperatura de 430° C a 45 min, para irrigación en el río Santa - tramo Ticapampa – Recuay.

Es una investigación experimental ya que se elaboró con ceniza de cáscara de arroz dosificación de 15gr y 20 gr. con un pH alcalino de 9.96, se tomó muestras de agua a partir de un punto del río Santa donde se sometieron

El prototipo biofiltro se realizó en tres fases, la cual comienza con la captación que va conectado directamente hacia el biofiltro que al llenarse comienza luego se procedió a mover a las partículas de la ceniza de la cascara de arroz mecánicamente durante 5 minutos y con un reposo de 60 minutos, para que luego pase al tanque de almacenaje.

El uso de la ceniza de la cáscara de arroz mediante adsorción se obtuvieron los resultado favorables de remoción de Parámetros Físico y Químico del agua: pH alcalino de 7.35, solidos totales disueltos de 24.5 mg/L, conductividad 524 uS/cm, plomo de < 0.005 mg/L, que según el Reglamento de Calidad del Agua para consumo humano, nos dice que estos resultados está dentro del límite máximo permisible para el consumo humano.

Finalmente, se concluye que el uso de ceniza de cascarilla de arroz a través del prototipo de biofiltro ha logrado los mejores resultados en la remoción de plomo del tramo de agua Río Santa-Ticapampa. Cuando la dosis es de 15 gr / L y 20 gr / L, la tasa de remoción de plomo es 92% de su patrón, respectivamente.

## **Abstract**

The purpose of the project was to establish the removal of lead from the ash from the thermally activated rice husk at a temperature of 430° C at 45 min, for irrigation in the Santa River - Ticapampa - Recuay section.

It is an experimental investigation since it was made with rice husk ash, dosages of 15gr and 20 gr. With an alkaline pH of 9.96, water samples were taken from a point on the Santa River where they were subjected to

The biofilter prototype was carried out in three phases, which begins with the capture that is connected directly to the biofilter, which when filling begins, then proceeds to move the particles of the ash from the rice husk mechanically for 5 minutes and with a rest 60 minutes, to then go to the storage tank.

The use of rice husk ash by adsorption obtained favorable results for the removal of Physical and Chemical Parameters from the water: alkaline pH of 7.35, total dissolved solids of 24.5 mg / L, conductivity 524 uS / cm, lead of < 0.005 mg / L, which according to the Water Quality Regulation for human consumption, tells us that these results are within the maximum permissible limit for human consumption.

Finally, it is concluded that the use of rice husk ash through the biofilter prototype has achieved the best results in the removal of lead from the Río Santa-Ticapampa stretch of water. When the dose is 15 gr / L and 20 gr / L, the lead removal rate is 92% of its standard, respectively.

## INDICE

Contenido	
Palabras Clave – Key words – Linea de investigacion .....	i
Titulo .....	ii
Resumen .....	iii
Abstract .....	iv
Indice .....	v
Introduccion .....	1
Metodologia .....	34
Resultados .....	41
Analisis y discusion.....	54
Conclusiones .....	56
Recomendaciones.....	58
Agradecimiento .....	59
Referencias bibliograficas .....	60
Apendices y anexos .....	62

## Índice de tablas

Tabla 1: Variables dependientes.....	34
Tabla 2: Variable independienteo.....	35
Tabla 3: Técnica de recolección de información .....	40
Tabla 4: Resultados de los parámetros hidráulicos para el dimensionamiento del biofiltro .....	44
Tabla 5: Resultados de las medidas del prototipo biofiltro .....	44
Tabla 6: Calcinación de la ceniza de la cáscara de arroz .....	45
Tabla 7: Ensayo del pH de la ceniza de cáscara de arroz.....	45
Tabla 8: Resultados del análisis de composición de química elemental de la ceniza de cáscara de arroz a través del ensayo de fluorescencia de Rayos X .....	47
Tabla 9: Resultados del análisis de composición de química expresado en óxidos de la ceniza de cáscara de arroz a través del ensayo de fluorescencia de Rayos X .....	48
Tabla 10: Barrido de metales.....	50
Tabla 11: Resultados del análisis de pH del rio Santa .....	51
Tabla 12: Resultados del análisis de Plomo del rio Santa .....	52
Tabla 13: Resultados del análisis de turbidez del rio Santa .....	53
Tabla 14: Resultados del análisis de conductividad Eléctrica del rio Santa .....	54

Tabla 15: Análisis del Solidos Suspendidos Totales del agua del rio	
Santa. ....	55

## Lista de Figuras

Figura 1: límites máximo permisibles de parámetros de pH y conductividad del agua .....	08
Figura 2: límites máximo permisibles de parámetros de plomo del agua .....	12
Figura 3: Cascara de arroz en molino.....	13
Figura 4: Composición Química de la Cascarilla de Arroz y de las Cenizas de la Cascarilla de Arroz.....	15
Figura 5: Fotografías obtenidas con MEB de la cascarilla de arroz, sin ningún tratamiento, tanto en la parte externa de su superficie y como la interna.....	16
Figura 6: Cultivando el arroz en Perú .....	17
Figura 7: Estudios sobre alternativas de uso de cascarilla de arroz ..	18
Figura 8: Superficie cosechada y producción de la cáscara de arroz, 2001-2015.....	19
Figura 9: Principales regiones productoras de arroz .....	20
Figura 10: . Rendimiento promedio de arroz, por región .....	20
Figura 11: Configuración esquemática de la doble capa eléctrica. ....	27
Figura 12: Mapa de la cuenca Del Río Santa .....	30
Figura 13: Ubicación del Río Santa .....	31
Figura 14: Curva de pérdida de masa.....	45

Figura 15: Curva calorimétrica ATD ..... 46

## I.INTRODUCCION

Este trabajo es el resultado de una investigación que intenta utilizar biofiltros de ceniza de cáscara de arroz (*Oryza sativa*) en las aguas portadoras de plomo del río Santa - tramo Ticapampa – Recuay. para aplicar nuevas técnicas de remoción. Para poder evitar enfermedades; al mismo tiempo es posible evitar enfermedades; al mismo tiempo es posible el consumo de las personas, lo cual se puede destacar

El agua del río Santa proviene de las lluvias en los tramos altos del río, además del deshielo de la Cordillera Blanca es incluso en la época seca se mantiene una cantidad considerable de vertidos, lo que convierte al río Santa en uno de los ríos más convencionales de la costa del Perú, pero estas aguas se ven afectadas por las actividades mineras, que son las iniciadoras del proceso de contaminación.

Los relaves mineros que se encuentran en la zona de Ticapamapa - Recuay son relaves de los cuales se dispone una mezcla de residuos en las aguas del río Santa, la mayoría de los residuos contienen metales como el plomo, que es una fuente muy alta de contaminación para la salud. Los que beben agua. Dado que el agua de alta calidad en las comunidades rurales y urbanas es una parte esencial para mejorar las condiciones de vida, el propósito de este estudio es comprender si la ceniza en la cáscara del arroz absorbe el plomo en el agua en el tiempo de contacto

Dentro de los antecedentes y fundamentación científica tenemos:

**Nurul G. (2017) Departamento químico de materiales de la facultad de ingeniería y en centros de preservación ambiental, Universidad de Mie-Japon, y el departamento de zoología de la universidad de Dhaka – baglandesh en su artículo: “La eliminación de plomo en soluciones acuosas mediante adsorción sobre residuos de la cáscara de arroz”.**

Este nivel de investigación es experimental, estudia la posibilidad de utilizar tecnología de adsorción de cáscara de arroz sin ningún pretratamiento para eliminar el plomo del medio acuoso. El propósito es evitar el uso de cáscaras de arroz sin un tratamiento previo con adsorbentes alternativos para eliminar el plomo. La conclusión es que se trata de un método eficaz, adecuado para una amplia gama de concentraciones (es decir, 50-50  $\mu\text{g} /$

1), con una concentración inicial de 100  $\mu\text{g} / \text{l}$  (100 ppb por litro de agua, 0,01  $\text{mg} / \text{l}$ ); la dosis de cáscara de

arroz es de 6 g. El tamaño de partícula es de 780 y 510  $\mu\text{m}$ , el caudal es de 6,7 y 1,7  $\text{ml} / \text{min}$  y el pH es de 6,5 y 6, respectivamente. La eficiencia de absorción del plomo es del 71% al 96%.

Nharingo, T. (2016), **Departamento de química tecnología en la Universidad de Midlands Senka Road, Zimbabwe: “Aplicación de la cáscara de arroz en bio remoción de aguas residuales.**

El nivel de investigación es experimental, y se extraen las siguientes conclusiones: Los principales resultados obtenidos mediante el uso de cáscaras de arroz para descomponer diversas aguas residuales contaminadas muestran un alto daño, y la capacidad máxima de adsorción y porcentaje de remoción de contaminantes es de 125,4-100  $\text{mg} / \text{g}$ - 2,251.56  $\text{mg} / \text{g}$  El rango de porcentaje de biosorción y eliminación de pigmentos y sustancias metálicas removidas por coagulación es 50% a 98.7%, 11% a 93.62% y 17 de turbidez, demanda química de oxígeno y metales pesados, respectivamente. -100% - Proceso de floculación.

Asif, CH. (2018), **Ingeniería ambiental, la facultad de ingeniería y ciencias de la computación de la universidad Consordia - Canadá en su artículo: “La eliminación de arsénico de agua potable usando cáscara de arroz**

El nivel de investigación es experimental, y se extraen las siguientes conclusiones, que es explorar el potencial de la cáscara de arroz cruda para la eliminación del arsénico (v) del agua potable por su fácil disponibilidad y bajo costo. Este método mostró que a una concentración de arsénico de 15 ppb (0.015  $\text{mg} / \text{l}$ ), As se eliminó de un lecho de 28 cm en la mayor medida, es decir, 90.7% de la cáscara de arroz. La conclusión es que este método puede expandir efectivamente el rango de concentración de arsénico (es decir, de 15 a 70 ppb) [0.025 a 0.070  $\text{mg} / \text{l}$ ].

Sharma P. & Kaur R. (2019) **departamento de ingeniería ambiental y biotecnología de la universidad de Myongji, República de Corea. “La eliminación de azul de metileno a partir de residuos acuosos usando cascara de arroz y ceniza de cascara de arroz”**

Este nivel de investigación es experimental, lo que lleva al siguiente objetivo de este trabajo de estudiar el potencial de absorción de biosorbentes de bajo costo, cáscaras de arroz y cenizas de cáscara de arroz a colorantes de azul de metileno nocivos en aguas residuales. Utilice una concentración inicial de 500 mg L-MB-1 en una solución de 25 mg y una concentración absorbente de 40 mg mL<sup>-1</sup>. La conclusión es que la investigación muestra que RH y RHA pueden usarse eficazmente para tratar tintes que contienen tintes de azul de metileno. Existe una gran cantidad de desechos y la humedad relativa de RHA en el norte de la India, por lo que se espera económicamente su uso en el tratamiento de aguas residuales de impresión y teñido.

Miguel S. (2018), **Universidad Nacional de Ingeniería: “Tratamiento y de remoción de solidos suspendidos y metales con la cáscara de arroz en la cuenca del Rio Cañete.”**

El nivel de esta investigación es experimental, el propósito de esta investigación es remediar la contaminación de aguas y sedimentos en la cuenca del río Cañete mediante el monitoreo. En este caso no se reduce el tiempo de colmatación de la presa de sólidos suspendidos que será de 639 días, además la cantidad de cascarilla de arroz requerida es de 400 gramos y la cantidad de floculante es de 500 ml de floculante / m<sup>3</sup> de agua. En las conclusiones alcanzadas se determinó que el agua del río Cañete contenía altas concentraciones de iones metálicos, como cobre, plomo, cadmio, arsénico y mercurio, además de pH ácido y gran cantidad de sólidos en suspensión. , compárelo con estándares como ECAS y FAO.

### **Agua.**

Según Madrid V., (2016), El concepto agua principalmente tiene relación con una sustancia que es líquida, aun cuando se puede descubrir en forma sólida (llamada hielo) y en forma gaseosa (llamada vapor). El agua cubre el 71% de el área de la corteza terrestre. Está primordialmente en el mar, donde el contenido total de agua se centra en

el 96,5%, los glaciares y los casquetes polares representan el 1,74%, los sedimentos subterráneos (acuíferos), el permafrost y los glaciares continentales representan el 1,72% y el 0,04% restante es Forma de repartición decreciente.

### **Composición química del agua**

El agua es una sustancia formulada químicamente como H<sub>2</sub>O, es decir, una molécula de agua está compuesta por dos átomos de hidrógeno unidos covalentemente a un átomo de oxígeno

De hecho, tienen una cierta cantidad de sales disueltas, que son necesarias para el soporte vital, como el potasio y el sodio, así como pequeñas cantidades de otros elementos disueltos (Madrid V., 2016)

### **Tipos de agua**

Según Sawyer Q. 2016

- Agua potable: El agua potable o el agua para consumo humano se denomina agua potable sin restricciones porque no presenta un riesgo para la salud a través del proceso de depuración. El pH del agua potable debe estar entre 6,5 y 8,5.
- Aguas superficiales: son los que están en la superficie del suelo. Esto es causado por la escorrentía causada por la lluvia o el aumento de las aguas subterráneas. Pueden ocurrir en forma fluida, como en corrientes oceánicas, ríos y arroyos, o en lagos, embalses, embalses, lagunas, humedales, estuarios y océanos.

### **Contaminación de aguas superficiales**

Los ríos al ser corrientes fluviales se recuperan rápidamente del exceso de calor y los desechos degradados. Siempre que no haya sobrecarga de contaminantes o sequía, la construcción de presas, etc. no reducirá el flujo de contaminantes, este método funcionará

### **Control por contaminación microbiológica**

Si se detecta la presencia de bacterias totales y / o bacterias coliformes resistentes al calor en las muestras obtenidas de la red de distribución, el proveedor investigará

inmediatamente la causa para tomar medidas correctivas para eliminar los riesgos de saneamiento y asegurarse de que el agua en ese punto sea no menos de 0.5 mgL<sup>-1</sup> de cloro residual libre. Además, se deben recolectar muestras diarias el día en que se descubre el problema, hasta que al menos dos muestras consecutivas no muestren coliformes totales o resistentes al calor.

### **Aumento de las temperaturas**

Aunque no lo parezca, el calentamiento global igualmente ha afectado mucho la contaminación del agua. ¿Cómo puede ser? La concreción es simple: cuando la temperatura del ecosistema es más adhesión de lo normal, la fuente de agua reducirá su cabida de oxígeno, lo que hará que el agua cambie de composición

### **Uso de pesticidas en la agricultura**

La gran colectividad de los procesos agrícolas de nuestro tiempo utiliza fertilizantes y mercancías químicos para la siembra y la elaboración de alimentos. Pues bien, estos caracteres se filtran por canales subterráneos, y en la universalismo de los casos, estos canales eventualmente ingresarán a nuestra red de líquido para su consumo. Esta agua es arduo de eliminar, por lo que vuelve a un canal para beber.

### **Deforestación**

La tala excesiva puede adornar que los ríos, lagos y otras fuentes de agua se agoten. Además, la deforestación no incluye en todos los casos la enfrentamiento de las raíces de los árboles de ribera, lo que puede portear la manifestación de sedimentos y bacterias debajo del suelo, y por tanto pervertir estos apreciados recursos

### **Potabilización del agua**

El agua potable debe cumplir con los parámetros sensoriales, fisicoquímicos y microbiológicos especificados en la normativa. El agua cruda natural siempre contiene partículas e impurezas de diversas fuentes. La superficie cargada negativamente evita que se acerquen entre sí, por lo que son estables y pueden permanecer en el medio acuático de forma indefinida. Para poder eliminar estas impurezas, es necesario utilizar sustancias capaces de destruir la estabilidad negativa de las partículas existentes en el agua.

Para lograr la purificación del agua, es necesario combinar varios métodos de tratamiento alcalino con métodos físicos, químicos o biológicos.

El propósito de la purificación es eliminar partículas en suspensión, sustancias coloidales y sustancias disueltas. En general, este tratamiento se denomina aclaración, incluida la coagulación-floculación. Posteriormente, se llevan a cabo procesos unitarios de precipitación, filtración y desinfección. Como resultado, se obtuvo agua potable. (Rodríguez S. 2018)

**Parámetro a evaluar:** El agua y plomo

### **Calidad del agua.**

(SENASSA, Perú. Calidad del Agua. Ministerio de Salud, 2016). Ya sea en el suelo o bajo tierra, la calidad de cualquier cuerpo de agua depende de factores naturales y actividades humanas. Sin la intervención humana, la calidad del agua dependerá de la erosión de los sustratos minerales, la evapotranspiración y la deposición atmosférica de lodo y sal, el proceso de lixiviación natural de materia orgánica y nutriente del suelo por factores hidrológicos y estos procesos. Generalmente, la calidad del agua se determina comparando las propiedades físicas y químicas de las muestras de agua con las pautas o estándares de calidad del agua. Con el crecimiento de la población, la expansión de las actividades industriales y agrícolas y la amenaza del cambio climático, el deterioro de la calidad del agua se ha convertido en una preocupación mundial y los cambios importantes en el ciclo hidrológico son la amenaza del cambio

### **El pH en el agua potable**

El agua potable de alta calidad no debe ser corrosiva ni ensuciada. Además, el pH del agua debe equilibrarse con la dureza.

La dureza es la calidad natural del agua, que se atribuye a los iones de calcio y magnesio que contiene. Aunque un cierto grado de dureza es saludable, debido a que el agua contiene ciertos minerales y previene la corrosión, un exceso de calcio puede ser perjudicial para algunos consumidores. Cuando esto sucede, los electrodomésticos que calientan el agua deben descalcificarse con frecuencia.

Por lo tanto, el agua de dureza media se considera la mejor opción para el agua potable. Si el agua es muy blanda, siempre será necesario endurecerla para evitar la corrosión de la tubería.

**Límite máximo permisible:** Son los valores máximos admisibles de los parámetros representativos de la calidad del agua.

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE CALIDAD ORGANOLÉPTICA		
Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Olor	---	Aceptable
2. Sabor	---	Aceptable
3. Color	UCV escala Pt/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. pH	Valor de pH	6.5 a 8.5
6. Conductividad (25°C)	µmho/cm	1 500
7. Sólidos totales disueltos	mgL <sup>-1</sup>	1 000
8. Cloruros	mg Cl <sup>-</sup> L <sup>-1</sup>	250
9. Sulfatos	mg SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> L <sup>-1</sup>	250
10. Dureza total	mg CaCO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>	500
11. Amoniaco	mg N L <sup>-1</sup>	1,5
12. Hierro	mg Fe L <sup>-1</sup>	0,3
13. Manganeseo	mg Mn L <sup>-1</sup>	0,4
14. Aluminio	mg Al L <sup>-1</sup>	0,2
15. Cobre	mg Cu L <sup>-1</sup>	2,0
16. Zinc	mg Zn L <sup>-1</sup>	3,0
17. Sodio	mg Na L <sup>-1</sup>	200

*Figura 1: límites máximo permisibles de parámetros de pH y conductividad del agua*

*Fuente: Estudio de Calidad Del Agua Para El Consumo Humano*

### Plomo:

Según. Mohan & Pittman (2015):

El plomo es un elemento químico de la tabla periódica, según la tabla actual, el símbolo es Pb (de la palabra latina plomo) y su número atómico es 82 porque no forma parte de la tabla periódica de Mendeleev. Debido a su fuerte elasticidad molecular, los químicos aún no se han dado cuenta de que es un elemento metálico común. Cabe señalar que la elasticidad de este elemento depende de la temperatura ambiente en la que se difunden sus átomos.

### Propiedades atómicas

Según M.I. Litler, M.A. Armienta y S.S. Farias, (2018) :

- Electronegatividad de 2,33 (pauling).
- Radio Atómico (calc) 154pm (radio de Bohr)

- Radio covalente 147 pm
- Radio de van der Waals 202 pm
- Estados de oxidación 4, 2 (anfótero)
- Oxido levemente ácido.

### **Propiedades físicas**

Según M.I. Litler, M. y S.S. Farias, (2018) :

- Estados ordinario sólido
- Densidad 11340 kg/m<sup>3</sup>
- Punto de fusión 600,61 K (327 °C)
- Punto de ebullición 2022 K (1749 °C)
- Entalpia de evaporización 177,7 kJ/mol
- Entalpia de fusión 4,799 kJ/mol

### **Efecto del plomo**

Según Enciclopedia de salud (2015): El plomo es un compuesto muy peligroso (Merck, 2019). Esto puede provocar problemas de salud graves, como cáncer, principalmente cáncer de pulmón, alergias cutáneas, etc. Esto es igualmente importante.

### **Efecto del plomo sobre la salud**

Según Nordberg M. (2013): En el agua potable, el contenido de plomo suele ser menor que el del agua de pozo, pero el agua de pozo contaminada puede contener cromo peligroso, que es la principal vía de entrada del plomo, porque el plomo está presente de forma natural en muchas verduras, frutas, carnes, verduras y cereales.

Las personas pueden estar expuestas al plomo al respirar, comer o beber, y el contacto de la piel con el plomo. Varios métodos de preparación y almacenamiento de alimentos pueden cambiar el contenido de plomo en los alimentos. Las personas pueden

estar expuestas al plomo al respirar, comer o beber, y el contacto de la piel con el plomo. Varios métodos de preparación y almacenamiento de alimentos pueden cambiar el contenido de plomo en los alimentos. Cuando los alimentos se almacenan en latas o latas de acero, aumenta la concentración de plomo

El plomo es perjudicial para la salud humana, principalmente para las personas de las industrias del acero y textiles. Las personas que fuman también pueden tener altos niveles de exposición al plomo. Conocido por causar una variedad de efectos sobre la salud. Cuando es un compuesto en los productos para la piel, puede causar reacciones alérgicas. Cuando se produce la erupción de la piel, después de la inhalación, el plomo puede causar irritación y hemorragia nasal.

La concentración prolongada y la exposición al plomo exacerbarán todas estas condiciones y eventualmente pueden conducir a la muerte.

### **Efectos ambientales del plomo**

Según Clarkson K. (2013): Existen varios tipos diferentes de efectos del plomo en los seres vivos: El plomo entra en el aire, el agua y el suelo como plomo a través de procesos naturales y actividades humanas. A través de la combustión del carbón, el plomo también se liberará en el agua y eventualmente se disolverá.

Los cultivos contienen un sistema para controlar la ingesta de plomo, por lo que la ingesta de plomo es lo suficientemente baja como para no causar cáncer, pero cuando aumenta el contenido de plomo en el suelo, aumentará el contenido de plomo en el cultivo..

No se sabe si el plomo se acumulará en los peces, pero las concentraciones altas excederán un cierto valor, lo que puede tener efectos negativos.

Se desconoce que el plomo se acumulará en los peces, pero debido a la presencia de metales en el agua superficial, los niveles altos de plomo pueden dañar a los peces que nadan cerca del punto de descarga. El plomo puede causar enfermedades respiratorias en los animales y la falta de plomo puede provocar enfermedades, defectos de nacimiento, infertilidad y formación de tumores.

### **Contaminación en el agua por plomo.**

Según Mohan & Pittman (2018): Generalmente, la concentración total de plomo en el agua potable es menos de 2 ug / L. Sin embargo, la concentración de agua en el pozo puede ser alta. Pueden estar contaminados con plomo de fuentes industriales, o hay una gran cantidad de depósitos de cromo en la zona. Industrias que utilizan plomo, como curtidos, protección de la madera, textiles, etc., también pueden causar contaminación. Cantidades relativamente grandes de plomo pueden causar agua superficial. Si los desechos sólidos de las industrias que procesan o usan plomo no se tratan adecuadamente, pueden ser la principal fuente de contaminación del nivel del agua subterránea y el cromo puede persistir durante mucho tiempo.

Teóricamente, el plomo puede seguir existiendo en este estado en agua con bajo contenido orgánico, y al pH natural del agua, a menos que se forme un complejo, el plomo (III) formará un compuesto insoluble.

El contenido de plomo en el agua es muy bajo y el contenido de concentrado de plomo en el río varía de 0.1 a 5ug / L. En el océano, las actividades industriales y las aguas residuales son los principales contaminantes en los cursos de agua donde la concentración es inferior a 5ug / L y la concentración de plomo supera los 25ug / L

Según EPA (2011): El nivel actual de contaminación de diversas formas de plomo en el agua potable es de 10 partes por mil millones, incluido el cromo. La EPA reevaluará periódicamente los estándares del agua potable y, basándose en la nueva ciencia y tecnología, la agencia ha realizado una revisión rigurosa y completa del impacto del plomo en la salud humana.

**Límite máximo permisible:** Son los valores máximos admisibles de los parámetros químicos orgánicos del plomo.

**LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE  
PARÁMETROS QUÍMICOS INORGÁNICOS Y ORGÁNICOS**

Parámetros Inorgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Antimonio	mg Sb L <sup>-1</sup>	0,020
2. Arsénico (nota 1)	mg As L <sup>-1</sup>	0,010
3. Bario	mg Ba L <sup>-1</sup>	0,700
4. Boro	mg B L <sup>-1</sup>	1,500
5. Cadmio	mg Cd L <sup>-1</sup>	0,003
6. Cianuro	mg CN <sup>-</sup> L <sup>-1</sup>	0,070
7. Cloro (nota 2)	mg L <sup>-1</sup>	5
8. Clorito	mg L <sup>-1</sup>	0,7
9. Clorato	mg L <sup>-1</sup>	0,7
10. Cromo total	mg Cr L <sup>-1</sup>	0,050
11. Flúor	mg F L <sup>-1</sup>	1,000
12. Mercurio	mg Hg L <sup>-1</sup>	0,001
13. Níquel	mg Ni L <sup>-1</sup>	0,020
14. Nitratos	mg NO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>	50,00
15. Nitritos	mg NO <sub>2</sub> L <sup>-1</sup>	3,00 Exposición corta 0,20 Exposición larga
16. Plomo	mg Pb L <sup>-1</sup>	0,010
17. Selenio	mg Se L <sup>-1</sup>	0,010

*Figura 2: límites máximo permisibles de parámetros de plomo del agua*

*Fuente: Estudio de Calidad Del Agua Para El Consumo Humano*

### Cáscara de arroz

Según La Universidad Tecnológica de Pereira (2011): El uso de cáscara de arroz como combustible ha contribuido de manera significativa a la protección de los recursos naturales, y también ha promovido el desarrollo de la producción de arroz limpio y la tecnología económica.. La cáscara de arroz tiene una variedad de propiedades físicas y químicas y debe estudiarse de acuerdo con la aplicación proporcionada. El contenido de humedad, composición química y poder calorífico de las incrustaciones son los aspectos que deben entenderse en la construcción y operación de hornos y hogares mecánicos más adecuados para quemar e incinerar este subproducto agrícola.

Según Cindy C. (2013): En el proceso de producción de arroz, la cáscara de arroz se desecha y se convierte en residuo, equivalente al 20% del peso total. Por lo tanto, solo el 30% de la HR se utiliza para pisos de producción de compost y transporte de ganado, así como galones de combustible de horno para arroz seco en la industria avícola. Por tanto, es importante estudiar otros posibles usos de la cáscara de arroz como materia prima.



*Figura 3. Cascara de arroz en molino*

### **Morfología de arroz**

Según Gómez T. (2013): El grano de arroz (arroz con cascara) consiste en una estructura de cubierta protectora externa, cáscara de arroz y cariósido o fruto de arroz (arroz integral o arroz integral, también llamado arroz integral). Está compuesto por una capa de aleurona y el propio endospermo está compuesto por una capa de neuronas inferiores y un endospermo interno o con almidón. La capa de aleurona contiene embriones. El pigmento marrón del arroz integral está contenido en la cáscara, que es la capa más externa del grano.

Según Juliano H. (2013): La capa de aleurona tiene un espesor de 1 a 5 capas de células, que es más gruesa en la parte dorsal que en la ventral y más gruesa en el arroz de grano corto que en el arroz de grano largo. Las células de la aleurona y los embriones son ricas en compuestos proteicos, incluidos el ácido fólico y los compuestos grasos.

Las células del endospermo tienen paredes delgadas y están encapsuladas en gránulos de almidón compuesto que contienen almidón. Las dos capas de células más externas (capas subneuronales) son ricas en proteínas y lípidos, y tienen pasta de almidón y gránulos de almidón, compuestos más pequeños que el endospermo interno.

### **Composición química de la ceniza de la cascarilla de arroz**

Según Andrea A. (2012): El porcentaje más relevante de la composición química de la cascarilla de arroz es la ceniza, siendo la sílice el principal componente que no se disocia durante la combustión, lo que dificulta la combustión continua y completa

Aunque la cáscara de arroz se ha utilizado ampliamente como fuente de calor en la actualidad, requiere un mecanismo de aceleración para lograr una combustión óptima, incluidos dispositivos mecánicos que pueden reducir el porcentaje de no quemado. El contenido más alto de SiO<sub>2</sub> existe en la piel de la piel, mientras que el contenido de CO<sub>2</sub> es mayor en la piel de la piel. la superficie exterior de la cascarilla de óxido y la función protectora de la sílice, la superficie exterior de la cascarilla de óxido y la función de la matriz o plantilla de la parte orgánica, que es donde se nuclea la fase inorgánica. Hay algunos agregados en su interior, estos agregados contienen impurezas, principalmente aluminio.

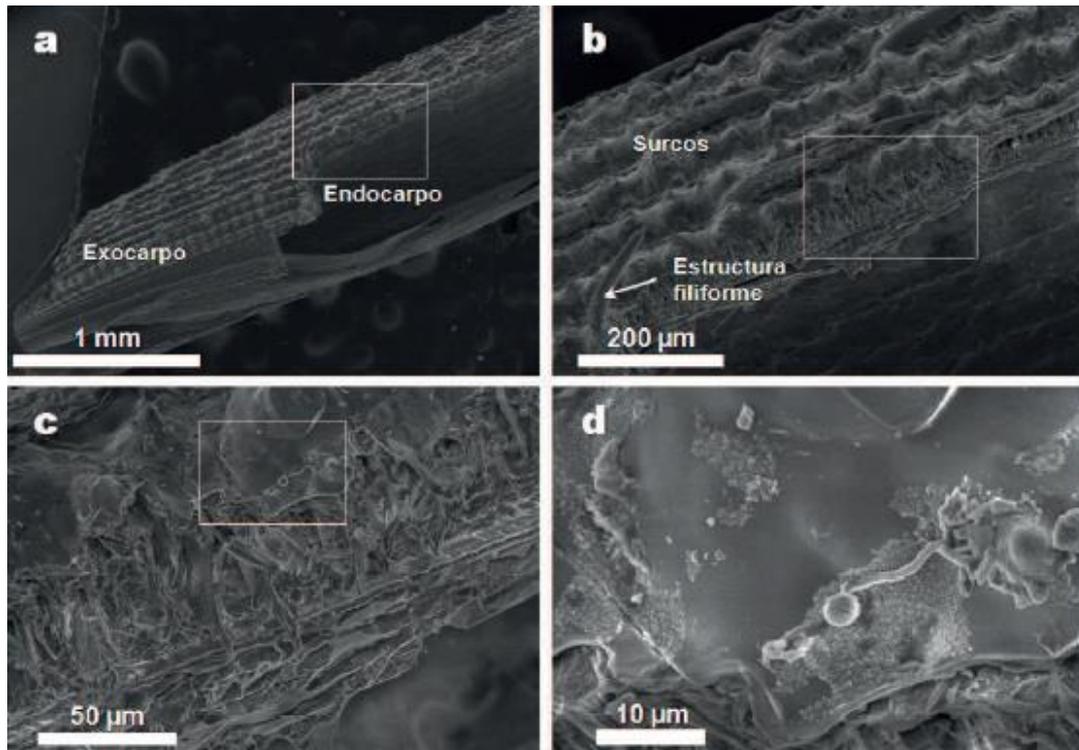
CASCARILLA DE ARROZ		CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ	
Componente	%	Componente	%
Carbono	39,1	Ceniza de Sílice( SiO <sub>2</sub> )	94,1
Hidrógeno	5,2	Oxido de Calcio ( CaO)	0,55
Nitrógeno	0,6	Oxido de magnesio ( MgO)	0,95
Oxígeno	37,2	Oxido de Potasio (K <sub>2</sub> O)	2,10
Azufre	0,1	Oxido de Sodio( Na <sub>2</sub> O)	0,11
Cenizas	17,8	Sulfato	0,06
		Cloro	0,05
		Oxido de titanio (TiO <sub>2</sub> )	0,05
		Oxido de Aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0,12
		Otros componentes (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , F <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	1,82
Total	100,0	Total	100,0

**Figura 4.** Composición Química de la Cascarilla de Arroz y de las Cenizas de la Cascarilla de Arroz

*Fuente:* Varón CJ. Y Peña S, Zambrano (2001)

### Caracterización de la cáscara de arroz

Según Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia (2014): Por lo general, la superficie posterior o externa de la cáscara de arroz se llama exocarpio, que se caracteriza por una estructura simétrica compuesta de células elevadas (con papilas simples), y toda la superficie está cubierta por ranuras y compuestos de silicio. El tamaño del microfilm (cuerpo de silicona) varía de 2,2 a 7,5 micrones, y el tamaño medio de la superficie circular y las ranuras está entre 50x45,64 y 21,52 micrones, respectivamente La superficie paraxial o endocarpio (endocarpio) de la muestra de caparazón sin tratar (c) mostró células cóncavas con una distancia promedio de 56,98 µm.



**Figura 5.** Fotografías obtenidas con MEB de la cascarilla de arroz, sin ningún tratamiento, tanto en la parte externa de su superficie y como la interna.

**Fuente:** Arcos, Maciaz y Rodríguez (2007)

## Arroz en el Perú

Según El Ministerio de Agricultura del Perú (2016): Las principales zonas productoras de arroz son las zonas costeras, destacando las regiones de Piura, Lambayeque, La Libertad y Ancash. A menudo en las terrazas de poblaciones rurales y urbanas. En las últimas cinco temporadas agrícolas, el área de siembra de arroz nacional alcanzó el nivel más alto de siembra en la temporada agrícola 2008-2015, con 406.134 hectáreas, un 10,2% más que la temporada agrícola anterior. La mayor concentración de siembra ocurrió de noviembre a marzo, representando alrededor del 54,8% de la siembra total en el país, lo que se debió principalmente a la mayor disponibilidad de recursos hídricos en las regiones centro y norte durante este período. De los países, el área de plantación ha aumentado durante este período. La superficie sembrada en la temporada agrícola más reciente fue de 387.677 hectáreas, un aumento del 5,6% sobre la superficie sembrada en la temporada agrícola secundaria.



*Figura 6. Cultivando el arroz en Perú*

*Fuente: Elaboración propia*

## **Principales zonas de cultivo del Perú**

### Costa

- Clima predominantemente seco.
- Suministro de agua depende de lluvias en la sierra
- Tumbes, Piura, Lambayeque, La Libertad, Arequipa.

### Selva alta

- Clima tropical.
- Jaén, Amazonas, San Martín.

## **Uso de la cascara de arroz**

Según Departamento de Ingeniería Agrícola Sincelejo (2011): La cáscara de arroz es diferente al trigo o al salvado, su fibra es saludable para el sistema digestivo, no es comestible, no existe y no tiene propiedades nutricionales significativas. Cuando se fusiona con otros óxidos metálicos, produce diferentes tipos de vidrio y se utiliza para fabricar cemento y materiales cerámicos. El arroz es uno de los alimentos más populares e importantes del mundo, por lo que su producción anual es muy alta.

Según Salgado F. (2014): Por ejemplo, las propiedades fisicoquímicas de China son la materia orgánica, que se utiliza para regenerar tierras agrícolas mediante el cultivo de compostaje (compostaje); en México, por sus propiedades físicas, lo utilizan en granjas avícolas y agregan grasa a los pollos. Cama. Dado que la cáscara de arroz se utiliza raras veces y no se le ha dado un valor añadido adecuado, aunque algunos países han utilizado

la cáscara de arroz para determinadas aplicaciones, todavía no se ha utilizado como un uso final beneficioso. Es importante mencionar que ninguno de los métodos alternativos utilizados anteriormente requiere la producción total de cáscara de arroz en todo el mundo.

Según Prada A. & E. Carol (2012): Ante la gran cantidad de acumulación y acumulación de arroz, se han realizado algunos experimentos para aprovechar los arrozales en diferentes campos y adoptar diferentes métodos para obtener materiales que se puedan utilizar directamente, o mediante materiales utilizados en etapas anteriores donde el uso es factible.

A. Obtención de etanol por vía fermentativa.
B. Tostado para su uso como sustrato en el cultivo de flores.
C. Generación de energía (ladrilleras, secado de arroz y cereales).
D. Combustión controlada para uso como sustrato en cultivos hidropónicos.
E. Obtención de concreto, cemento y cerámicas.
F. Aprovechamiento de la cascarilla de arroz en compostaje y como lecho filtrante para aguas residuales.
G. Obtención de materiales adsorbentes.
H. Fuente de sustancias químicas (carboximetilcelulosa de sodio; dióxido de SiO <sub>2</sub> , Nitruro de silicio; furfural)
I. Producción de aglomerados (tableros).
J. Material aislante en construcción.
K. Cama en avicultura, porcicultura y en transporte de ganado.
I. Cenizas en cultivos ( Frutas)

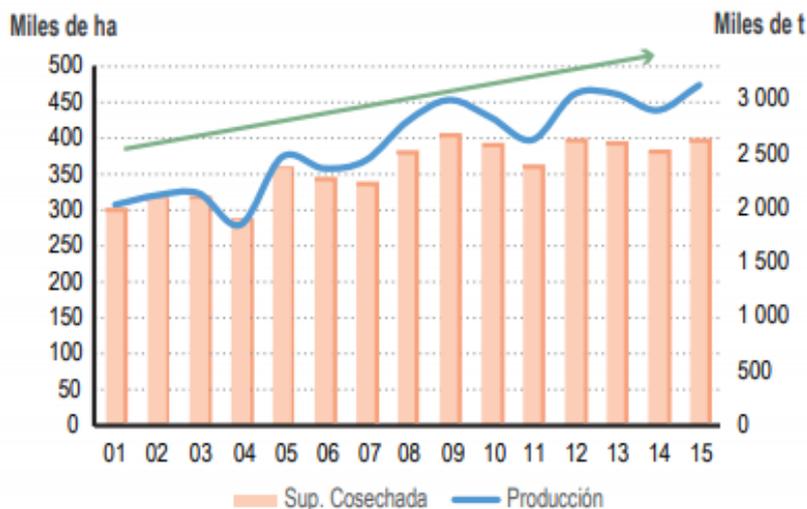
*Figura 7. Estudios sobre alternativas de uso de cascarilla de arroz*

*Fuente: Piñeros Y, Otálvaro A. (2009)*

Según Chuah K. (2015): La cáscara de arroz tiene una fuerte capacidad de adsorción y es famosa por sus componentes de celulosa, hemicelulosa, lignina y ciertas proteínas. Permite la remoción de metales en la solución con un porcentaje de hasta el 80%.

### **La producción de cascara de arroz en el Perú**

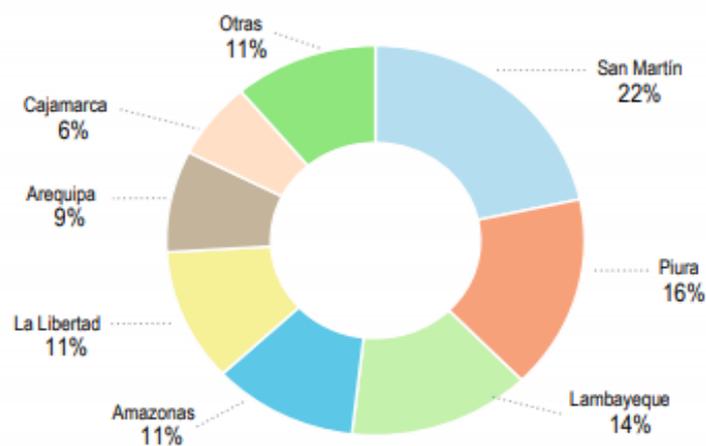
De 2001 a 2015 El rendimiento aumentó un 1,1%. Las principales regiones que contribuyen a este crecimiento son San Martín, Amazonas, Piura y Arequipa, con tasas de crecimiento del 5,8%, 5,8%, 4,8% y 3,4%, respectivamente. (Ministerio de Agricultura y Riego)



**Figura 8.** Superficie cosechada y producción de la cáscara de arroz, 2001-2015

**Fuente:** Series históricas de producción Agrícola (MINAG, 2016)

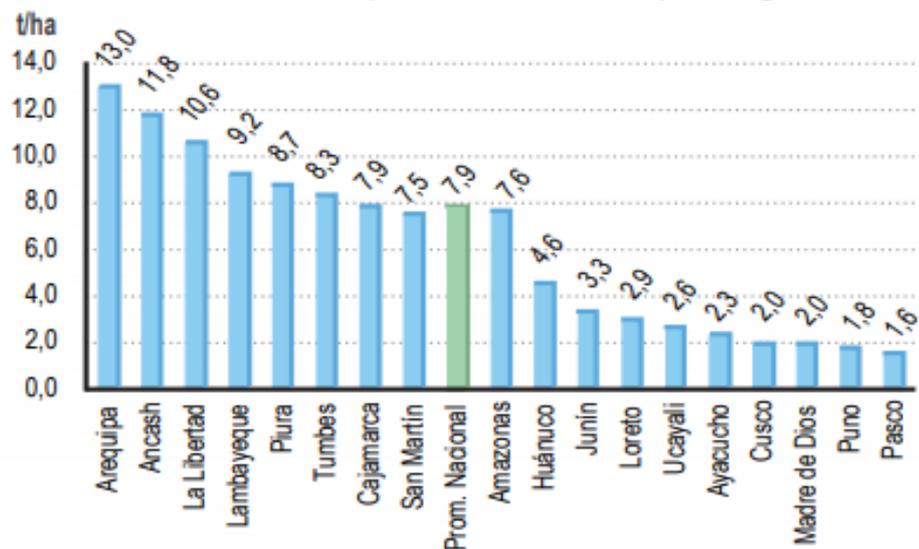
La principal zona productora en 2015 fue San Martín, que representó el 21,6% de la producción nacional, seguida de Piura (16,1%), Lambayeque (14,1%), Amazonas (11,2%) y La Libertad (11,0%). Le siguen Arequipa (8,4%) y Cajamarca (6,4%).



**Figura 9.** Principales regiones productoras de arroz (2015 = 3 128 448 T)

**Fuente:** Series históricas de producción Agrícola (MINAG, 2016)

La principal zona productora en 2015 fue San Martín, que representó el 21,6% de la producción nacional, seguida de Piura (16,1%), Lambayeque (14,1%), Amazonas (11,2%) y La Libertad (11,0%). Le siguen Arequipa (8,4%) y Cajamarca (6,4%).



*Figura 10. Rendimiento promedio de arroz, por región*

*Fuente: Series históricas de producción Agrícola (MINAG, 2016)*

### **Carbón activado de cascara de arroz.**

Según Carrillo C. (2013): El carbón activado se usa ampliamente como transportador adsorbente y catalítico debido a su alta porosidad y área superficial. También se puede utilizar para eliminar el olor y el sabor en las aguas residuales y para eliminar diversos contaminantes orgánicos e inorgánicos disueltos en medios acuosos o gaseosos (como soportes catalíticos, columnas de cromatografía). También tiene una excelente conductividad eléctrica, por lo que se utiliza como materia prima para la producción de baterías y electrodos de condensadores.

Según Ingeniera de tratamiento y acondicionamiento de aguas (2011): El carbón activado es una especie de carburo como su nombre indica, puede ser vegetal o mineral. Se le llama activado porque todos los carburos tienen características de adsorción, pero el estado activado de este tipo especial de carbón hace que tenga características especiales, por lo que tiene una gran capacidad para adsorber ciertas sustancias.

Según Carrillo C. (2013): Tradicionalmente, se han desarrollado dos métodos mediante los cuales se puede obtener carbón activado. En el primero se realiza la activación física, que implica un calentamiento intenso del material precursor, teniendo en cuenta que no se supera su temperatura de vaporización. Por otro lado, la activación química, que incluye calentar a menor temperatura y agregar un agente deshidratante, como  $H_3PO_4$ ,  $ZnCl_2$ ,  $NaOH$ , etc.

Según Cindy A. et. Al., (2013): También se puede utilizar para eliminar olores y sabores en aguas residuales, eliminar diversos contaminantes orgánicos e inorgánicos disueltos en agua o medios gaseosos, como adsorbente industrial para procesos de recuperación, purificación y separación, y como vehículo catalizador para cromatografía en columna. También tiene una excelente conductividad eléctrica, por lo que se utiliza como materia prima para la producción de baterías y electrodos de condensadores.

Según Cespedes & Valencia (2011): En segundo lugar, en lo que respecta al carbón activado, se obtiene a partir de materias primas vegetales (residuos agrícolas, madera, algas, semillas, cortezas), carbón, lignito, turba y residuos de polímeros (caucho, plástico, textiles) Materiales reciclados.

### **Turbidez**

Según Barrenechea (2011) : La turbidez es la expresión de propiedades ópticas o efectos provocados por la dispersión de la luz que atraviesa una muestra de agua. El método más utilizado para medir la turbidez es el método de turbidez, que mide la turbidez de un turbímetro. Cuanto mayor sea la intensidad de la luz dispersa, mayor será la turbidez. El valor de turbidez se usa para determinar el grado de tratamiento requerido para la fuente de aguas residuales.

### **Color:**

La causa más común de decoloración del agua es la presencia de agua en coloides o soluciones de hierro y manganeso, el contacto entre agua y desperdicios orgánicos, hojas, madera, raíces, etc.

### **Sabor y olor**

Hay muchas causas para el olor y el sabor del agua, las más frecuentes son: materia orgánica en solución, sulfuro de hidrógeno, cloruro de sodio, sulfato de sodio y magnesio, hierro y manganeso, fenol, aceite, productos clorados, diversos tipos de algas, hongos. Aguardar La medición del olor y el sabor del agua se puede usar para evaluar su calidad

y su aprobación por los clientes, para el control del procesamiento de las plantas y, en varios casos, para detectar probables fuentes de contaminación.

### **Potencial de hidrogeno (pH)**

La equivalencia del pH sugiere que puede ser la acidez de una sustancia, que es una de las propiedades más relevantes del agua. La equivalencia de pH inferior a 7 sugiere acidez y un costo de pH mayor a 7 sugiere un rango alcalino.

Se cree que el valor de pH del agua cruda y del agua tratada debe estar entre 6,5 y 8,5. Generalmente, esta gama le permite controlar su impacto en otros comportamientos hidratantes. El pH tiene una gran influencia en la coagulación sanguínea. Los valores de pH más altos o más bajos producirán resultados deficientes.

### **Tratamiento para la eliminación de plomo y turbidez**

Por medio de este proceso, las partículas en el agua se fusionarán para conformar pequeños pedazos, representando una gravedad específica más grande que el agua, por lo cual las partículas se asentarán y harán que el agua tenga propiedades idóneas para el ser consumo huma

### **Coagulación/Floculación**

Arboleada (2010) La Coagulación / floculación se denomina proceso, a través de este proceso, las partículas se condensan en pedazos pequeños y la gravedad específica mayor que el agua se llama floculación.

Dicho proceso se usa para:

- Remoción de turbiedad orgánica o inorgánica que no puede sedimentarse velozmente.
- Remoción de color verdadero y aparente.
- Elimina bacterias, virus y patógenos que pueden separarse por condensación.
- Generalmente destruye las algas y el plancton.

- Eliminación de sustancias que producen sabor y olor en algunos casos, y en otros casos la suspensión de compuestos químicos u orgánicos.

Si no es simple, no es económico utilizar ningún otro método (como la precipitación simple) para eliminar partículas muy finas. La coagulación / floculación del agua debe distinguir dos aspectos básicos

- Cesa la inestabilidad de las partículas, es decir, se elimina la fuerza que las separa.
- Su transporte en el líquido los pone en contacto entre sí, por lo general construyendo puentes entre ellos y formando una rejilla tridimensional de coágulos porosos.

### **Coagulación**

Está formado primordialmente de una secuencia de actitudes físicas y químicas entre el coagulante, el área de las partículas, la alcalinidad del agua y el agua misma. (Arboleda 1992)

### **Floculación**

En el primer fenómeno, puede haber 3 mecanismos funcionando: adsorción-desestabilización basada en fuerzas electrostáticas de atracción y repulsión, puentes químicos que establecen una dependencia entre fuerzas químicas y áreas coloidales y saturación de concentración de coagulante en el agua.

En el segundo aspecto, se necesita diferenciar: floculación motriz y floculación peristáltica, o la escala de turbulencia es más grande o menor que la microescala de Kolmogoroff. (Arboleda 1992)

### **Sedimentación**

Arboleda (1992): Se infiere que las partículas suspendidas en el fluido sedimentan para caer por efecto de la gravedad de las partículas, las cuales tienen una gravedad específica mayor que la del fluido. No todas las partículas en suspensión tienen el mismo

intervalo de tiempo para asentarse. Los que se asientan dentro de un cierto intervalo de tiempo se denominan "sólidos en sedimentación".

Una vez que se genera la precipitación de la suspensión de partículas, el producto final va a ser inevitablemente un líquido transparente y una suspensión más aglomerada.

## **Coloides**

Principalmente, son partículas sólidas bastante pequeñas que no sedimentan por la sencilla acción de la gravedad, sin embargo que tienen la posibilidad de ser removidas del agua por procedimientos como la coagulación, filtración o acción biológica. Cada una de las partículas coloidales en una dispersión acuosa precisa poseen la misma carga neta, ya sean positivas o negativas. Según Arboleda (1992)

### **Estabilidad e inestabilidad de los coloides**

Según Arboleda (1992) Las suspensiones coloidales tienden a ser estables e inestables.

En cuanto a estabilidad o repulsión, podemos mencionar lo siguiente:

### **La carga de las partículas**

La hidratación suele ser importante para los coloides hidrófilos, aunque en este caso son menos importantes.

Los factores de atracción o desestabilización son los siguientes:

- **La gravedad:** No tiene nada que ver con la inestabilidad de las partículas coloidales. Movimiento browniano: provoca interacciones de partículas, un requisito previo para la inestabilidad.
- **La fuerza de Van der Waals:** Los recursos potenciales son escasos. Este es un factor muy importante porque constituye la principal atracción entre partículas coloidales. Debido a la interacción de dipolos permanentes o inducidos en las partículas, estas fuerzas de atracción totales disminuyen rápidamente a medida que aumenta la distancia.

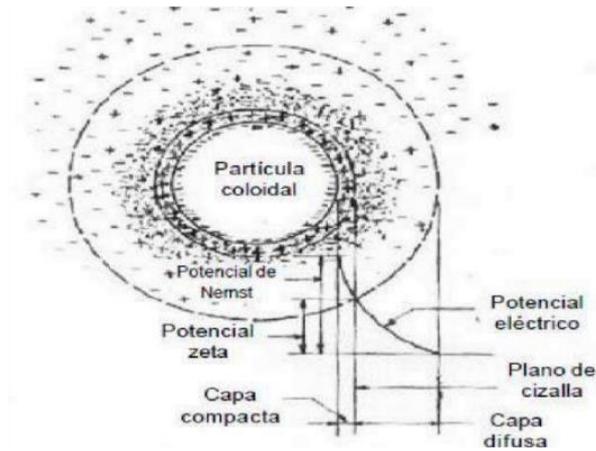
La eliminación de partículas coloidales está estrechamente relacionada con la coagulación completa porque la efectividad de los pasos de coagulación, deposición y filtración depende de ello. Las partículas coloidales en el agua tienen típicamente de 1 a 1000 nm de diámetro y su comportamiento depende del tipo y origen. Arboleda (1992)

### **Afinidad de las partículas coloidales por el agua**

Las partículas coloidales se caracterizan tanto por su hidrofobicidad (vulnerabilidad al agua) como por su hidrofobicidad (es decir, su capacidad para repeler el agua). La primera sustancia es naturalmente soluble en agua y está rodeada de moléculas de agua, lo que evita el contacto posterior entre estas partículas. Dado que las partículas hidrófobas no están rodeadas por moléculas de agua y no se distribuyen naturalmente en el agua, requieren la ayuda de medios químicos y físicos. Las partículas hidrófobas suelen ser partículas minerales y las partículas hidrófilas son sustancias orgánicas. De hecho, solo unas pocas partículas son completamente hidrófilas o hidrófobas. Obtén grandes cantidades de partículas hidratadas. El agua que rodea la capa de relleno y las partículas hidrófilas mueve las partículas juntas, proporcionando estabilidad a la solución. Arboleda (1992).

### **Doble capa eléctrica de los coloides**

Según Arboleda (1992): os sistemas coloidales no representan cargas «líquidas». Dado que la superficie de la partícula es negativa, sobre una superficie normal existe una masa de cationes que, junto con la carga negativa de la partícula, forman una doble capa eléctrica, también llamada capa densa. De esta forma, la capa de difusión consta de la primera capa.



**Figura 11.** Configuración esquemática de la doble capa eléctrica.  
(Arboleda Valencia, 1992)

### **Métodos de eliminación de metales pasados**

Las tecnologías más destacadas para la eliminación de iones metálicos de aguas residuales o aguas contaminadas con sustancias tóxicas son la precipitación química, redox, intercambio iónico, tratamiento electroquímico, tecnología de membranas, extracción con disolventes, adsorción y adsorción de carbón activado. (Castro, 2015).

### **Adsorción**

Ciertas sustancias naturales y sintéticas tienen la propiedad de fijar o adherir determinadas moléculas compuestas (incluidos los iones de metales pesados) a su estructura. La adsorción se usa ampliamente para la recuperación de productos orgánicos, aunque se usa más comúnmente para la purificación de aguas residuales y purificación de gases. (Castells, 2012).

La adsorción es un método físico-químico efectivo y económico basado en la interacción entre moléculas o iones de elementos llamados adsorbentes en fase líquida o gaseosa y superficies sólidas llamadas adsorbentes. Esta tecnología se utiliza para el tratamiento del agua. Lugares donde la cantidad de contaminantes es muy pequeña y difícil de quitar. (Kurniawan, 2006).

Este proceso dependerá de tal manera del pH, temperatura, concentración de metales, tiempo de contacto y presencia de sustancias extrañas en el medio. (Izquierdo, 2010).

Uno de los adsorbentes más destacados utilizados en el tratamiento de aguas residuales es el carbón activado, debido a su gran superficie no polar, forma irregular, alta capacidad de adsorción y gran cantidad de poros. (Rubio, 2015).

El carbón activado también tiene una larga vida. Una vez saturado con iones metálicos, se generará mediante un proceso llamado desorción, recuperando algo el metal y la propiedad adsorbente del carbón activado; por otro lado, el inconveniente de este material es su falta de selectividad y alto costo debido a su escasez comercial. (Viera, 2012). Por lo tanto, la búsqueda de adsorbentes de bajo costo y fáciles de obtener se convirtió en el punto clave para la investigación de bioadsorbentes producidos a partir de residuos agrícolas, subproductos industriales y residuos naturales. (Wang, 2011).

### **Análisis térmico diferencial**

En el análisis térmico diferencial (DTA), En el análisis térmico diferencial, las muestras y los materiales de referencia están expuestos a cambios de temperatura que son térmica, física y químicamente inertes. ATD mide la diferencia de temperatura entre una muestra y un material de referencia en función del tiempo o la temperatura alcanzada en un momento dado. En general, este es un método cualitativo que permite determinar si se está produciendo un proceso exotérmico o exotérmico en una muestra y la temperatura a la que se produce esta diferencia de actividad. (Andía Cárdenas, 2000)

### **Ensayo de fluorescencia**

Esta técnica FRXDE permite detectar la presencia de elementos químicos con un número atómico  $Z$  igual o superior a 13 detectando las características de los rayos X emitidos por los átomos. Las energías de estos rayos X característicos aumentan con el valor de  $Z$  y pueden detectarse siempre que tengan suficiente energía para penetrar la ventana del detector. Debido a esta limitación, los picos de Mg ( $Z = 12$ ) no se pueden registrar en el espectro. La fuente de rayos X utilizada emite rayos X en dos componentes: un espectro con una distribución continua de 0 a 30 KeV y el otro que contiene rayos X

característicos del tipo oro L y M que son producidos por el bombardeo del ánodo por electrones energéticos.

Como consecuencia de esto, los espectros FRXDE tienen tres componentes principales: un componente continuo que es consecuencia de la dispersión por la muestra de los rayos X del componente continuo de la fuente, un espectro discreto producido por la dispersión en la muestra de los rayos X característicos de otro de la fuente, y el espectro discreto de los rayos X característicos emitidos por la muestra según los elementos que contiene. (Andía Cárdenas, 2000).

### **Biofiltro**

Según Rodríguez, T. (2002) El Biofiltro es un reactor que cuenta con el proceso de filtración y biodegradación de contaminantes que tienen las aguas en una sola etapa de tratamiento, es una alternativa económica y más válida para el tratamiento de aguas superficiales y es más eficiente que otras alternativas técnicas.

### **Rio Santa - tramo Ticapampa - Recuay**

La Cuenca del Río Santa es parte de la Cuenca del Océano Pacífico. De acuerdo con las regulaciones de la Administración Nacional de Asuntos Hídricos (ANA), pertenece a la Región Hidrológica del Pacífico y es parte del Departamento Hidrológico 137 (Autoridad Nacional del Agua, 2008).

### **Ubicación del Río Santa:**

Se encuentra entre  $-7.967620$  y  $-10.226387$ , y entre  $-78.645365$  y  $-77.169280$ . Incluye alturas desde el nivel del mar hasta los 6.768 metros sobre el nivel del mar, correspondientes a Nevado Huascarán,

Limites:

- Norte: ALA - Santa Lacramarca – Nepeña (AAA Huarmey – Chicama) y la ALA Pomabamba (AAA Marañón).
- Este: ALA Pomabamba y Huari ambas pertenecientes a la (AAA Marañón).
- Sur: ALA Barranca (AAA Cañete – Fortaleza).
- Oeste: ALA Casma – Huarmey y Santa – Lacramarca – Nepeña ambas pertenecen la AAA Huarmey – Chicama.



*Figura 12. Mapa de la cuenca Del Río Santa*  
*Fuente: Elaboración por PGRH- Ancash 2010*

## Ticapampa – Recuay

Ubicación geográfica:

- Distrito : Ticapampa
- Provincia : Santa
- Región : Ancash

La población promedio de Ticapampa es 1,501, con una densidad de población de 5 – 7 hab. / viv.



*Figura 13. Ubicación del Rio Santa.*

*Fuente: Elaboración por Google Maps.*

## **Justificación de la investigación**

El propósito de esta investigación es utilizar la ceniza de cáscara de arroz como un método innovador y de bajo costo para eliminar el plomo que se encuentra en el río Santa-Ticapampa-Recuay.

La ceniza de la cáscara de arroz se puede utilizar como un buen adsorbente del plomo a través del filtro biológico. Debido a que esta forma inorgánica de metal es altamente tóxica, beneficiará a los residentes del área de Ticapampa y sus alrededores y regenerará el agua contaminada. Esta sustancia química (pb) tiene un precio razonable y puede ser utilizado por cualquiera que desee utilizarlo.

El Departamento de Gestión de la Calidad de los Recursos Hídricos (DGCRH) y la Agencia Nacional del Agua (ANA) realizaron un estudio en colaboración con el instituto de investigación que realizó el monitoreo participativo de la calidad del agua del Río Santa cerca de la Minería Ambiental Pasiva de Ticapampa, Provincia de Recuay, el propósito es evaluar el estado actual del agua. Se analizaron 1 puntos de monitoreo a lo largo del río Santa, estos puntos de monitoreo también están compuestos por tres (03) objetivos (objetivo viajero, objetivo de muestreo y objetivo de lago), y se analiza la concentración de metales relevante de cada punto. La concentración de plomo es de 0,6402 mg / L, que es superior al límite máximo permitido establecido por el "Estándar Nacional para la Calidad Ambiental del Agua" del Ministerio del Medio Ambiente. El estudio verificó que parte de la contaminación del río Santa es provocada principalmente por los residuos mineros que se descargan a lo largo de todo el cauce del río (en el tramo Ticapampa - Recuay) porque utilizan el río Santa como medio para eliminar su río desperdicio. En cuanto al análisis de sedimentos, se encuentra que la concentración de metales pesados se encuentra en un nivel de concentración que presenta diferentes grados de toxicidad según el límite permisible

Los hechos han demostrado que la contaminación por plomo proviene de la minería, porque estas descargas en el agua de los ríos son la principal fuente de contaminación por metales pesados. Se ha determinado que el agua del río Santa Claus está contaminada y no es apta para uso y consumo humano.

## **Problema**

### **A nivel internacional**

Según Steenland, K. (2015): En América Latina, alrededor de 4,8 millones de residentes están expuestos al plomo a través del agua potable. Como resultado, su salud se ve afectada, y en países como México y Argentina, consideran que esto es un problema de salud pública. La concentración de plomo en el agua, especialmente el agua subterránea, alcanza 1 mg / L en algunos casos.

Los grupos de mayor riesgo son los trabajadores de las industrias minera y metalúrgica. La población más afectada es la población de las zonas rurales, porque consume agua sin ningún tratamiento y no conoce los riesgos a los que se enfrenta.

### **A nivel nacional**

Según Zevallos, A (2014): Un equipo de la Organización Mundial de la Salud realizó un estudio sobre el consumo de agua con plomo en Perú porque estima que hay 1,6 millones de personas. Investigaron muestras de agua de 151 fuentes de agua (superficiales y subterráneas) ubicadas en 12 regiones.

Con respecto al río Remark, dijo: "Una encuesta realizada en 2014 mostró que el contenido de plomo cerca de los relaves mineros en los tramos superiores de la cuenca del río Remark era tan alto como 31 mg / L". El contenido de cromo es causado por la descarga de aguas residuales en los ríos, diversas fuentes de minerales (plomo) y los frascos de las plantas de tratamiento de agua.

### **A nivel local**

La problemática en el Rio Santa – Ticapampa según estudios realizados es un rio muy contaminado por metales pesados, en esta investigación partiremos con una investigación buscando remover el plomo de las aguas del Rio Santa – Ticapampa. (Autoridad Nacional del Agua, 2020)

- Por lo cual formulamos la siguiente pregunta Específica:

¿En qué medida el uso del biofiltro con ceniza de la cáscara de arroz removería el Plomo en el agua en el río Santa- tramo Ticapampa - Recuay?

### Conceptuación y operacionalización de las variables

**Tabla 1.**

Variable dependiente.

<b>VARIABLE</b>	<b>DEFINICION CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICION OPERACIONAL</b>	<b>INDICADOR</b>
Niveles de remoción plomo	Es la cantidad que se remueve de plomo a aquellas aguas superficiales que contiene este elemento químico. Pb (plomo)	Remoción máxima de plomo en una muestra de agua después del tratamiento.	ltrs

*Fuente: Elaboración propia.*

**Tabla 2**

Variable independiente

<b>VARIABLE</b>	<b>DEFINICION CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICION OPERACIONAL</b>	<b>INDICADOR</b>
Dosificación en mg/l de ceniza de cáscara de arroz	Es un material activado	Adición de cenizas de cáscara de arroz en un prototipo biofiltro.	15 gr de ceniza de cáscara de arroz.
			20 gr. de ceniza de cáscara de arroz.

*Fuente: Elaboración propia.*

### **Hipótesis**

El dióxido de silicio obtenido de la activación térmica de la cáscara de arroz mediante un biofiltro removería el plomo del agua de río Santa – tramo Ticapampa – Recuay.

### **Objetivos**

#### **Objetivo General:**

Determinar el nivel de remoción de plomo en el río Santa- tramo Ticapampa - Recuay usando un biofiltro con cenizas de cáscara de arroz con dosis de 15 gr y 20gr.

### **Objetivos Específicos:**

- Ubicación y descripción de la zona de estudio
- Determinar la caracterización del agua: barrido de metales, parámetros físicos y químicos.
- Realizar el análisis térmico diferencial a la cáscara de arroz para determinar la temperatura de calcinación (ATD).
- Realizar el ensayo de Fluorescencia de Rayos X (EFRX) a la ceniza de cáscara de arroz para determinar su composición química.
- Determinar el nivel de pH de la cáscara de arroz
- Diseño hidráulico del prototipo de un biofiltro.
- Realizar el análisis físico – químico y contenido de plomo antes y después del tratamiento.
- Comparar, analizar e interpretar los resultados y pruebas estadísticas.

## **II.METODOLOGIA**

El método experimental, debido a que es necesario descubrir nuevos conocimientos analizando dos muestras, el resultado de la cantidad de plomo (muestra de control) a realizar (muestra de control) se compara con la muestra de campo sin agregar ningún otro ingrediente y algunos resultados utilizan la ceniza en la cáscara de arroz (muestra experimental) Para determinar el contenido de plomo, el plomo de esta muestra se elaborará junto con la muestra in situ, y se agregará un ingrediente, es decir, la ceniza en la cáscara de arroz.

Los métodos experimentales están respaldados por pruebas de laboratorio especializadas, ensayos y repeticiones. La mayor parte de la investigación se llevará a cabo en el laboratorio, observando y discutiendo los resultados obtenidos.

Por tanto, se puede decir que la muestra de investigación está orientada al nivel "experimental". Porque intentaremos encontrar un material que pueda proporcionar más remoción de cromo al realizar pruebas de plomo después de inspeccionar la ceniza de cáscara de arroz, reduciendo así los costos.

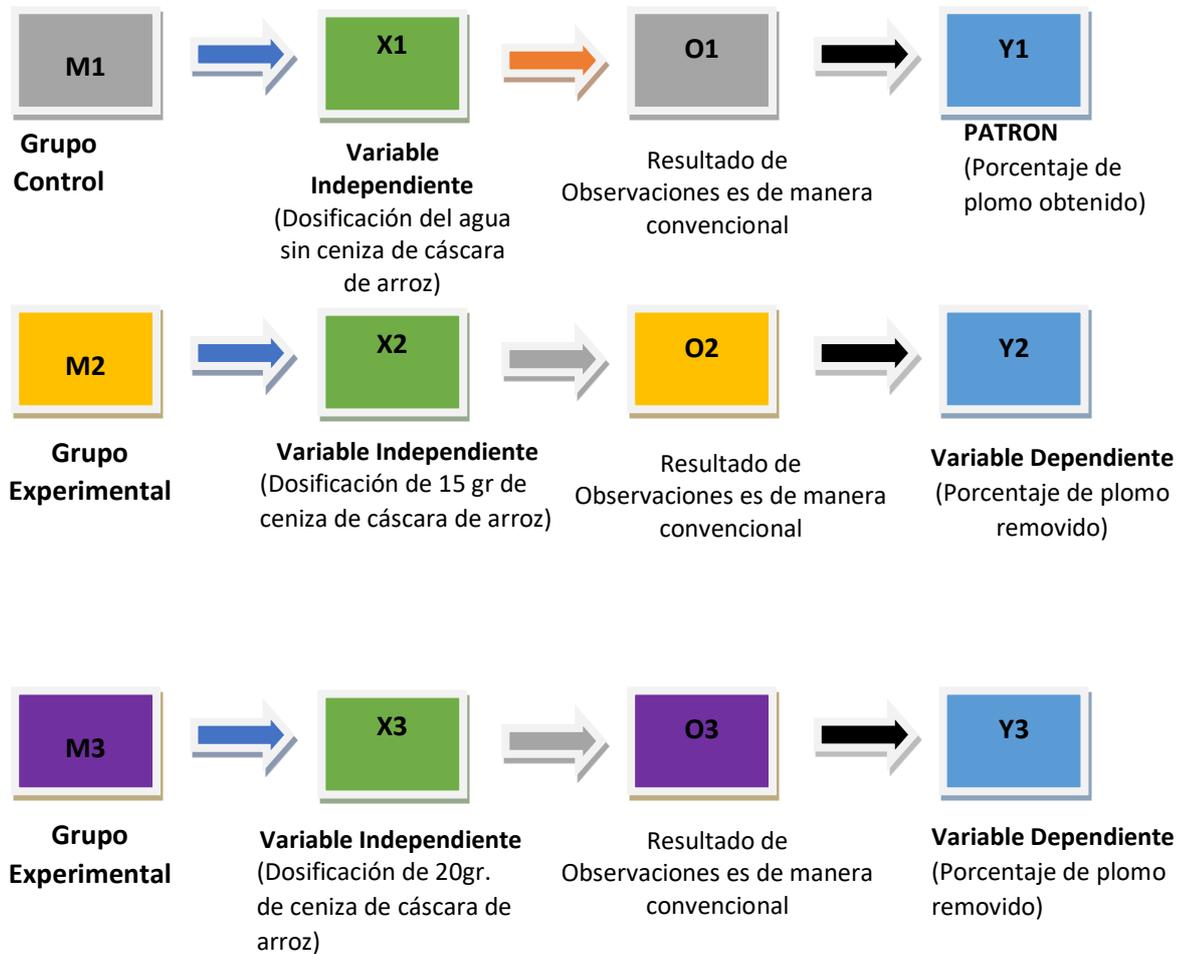
### **Tipo de investigación**

La razón del tipo de averiguación es que los resultados encontrados a lo largo de el proceso de indagación se usarán para solucionar inconvenientes involucrados con el campo hidráulico, y la agregación de 15 y 20 gr de ceniza de cáscara de arroz ha desarrollado otra elección para remover el plomo.

### **Diseño de investigación**

El diseño correspondiente a esta investigación llevará a cabo experimentos a nivel cuasi-experimental, ya que las dos muestras mencionadas serán evaluadas a través de pruebas, los resultados se obtendrán sin agregar ningún otro ingrediente, y se realizará un grupo experimental con el fin de reducir el plomo. El contenido, en comparación con el grupo de control, agregar ceniza de cáscara de arroz puede reducir el contenido de plomo porque se mejorará la calidad del agua.

La mayor parte de la investigación se concentrará en mi domicilio, como investigador, me pondré en contacto con los próximos experimentos de acuerdo a la normativa en las metas establecidas.



**Dónde:**

**M1:** Muestra 1, Grupo Control (Soluciones de agua del río Santa – tramo Ticapampa-Recuay contaminada con plomo).

**M2:** Muestra 2, Elementos en Grupo Experimental (Soluciones de agua del río Santa – Tramo Ticapampa- Recuay como consecuencia de manipular la variable Independiente: Adicionar 15 mg/L de ceniza de cáscara de arroz método de adsorción)

**M3:** Muestra 3, Elementos en Grupo Experimental (Soluciones de agua del Río Santa – Tramo Ticapampa- Recuay como consecuencia de manipular la variable Independiente: Adicionar 20 mg/L de ceniza de cáscara de arroz utilizando el método de adsorción).

**X1:** Variable Independiente (Dosificación del agua sin ceniza de cáscara de arroz)

**X2:** Variable Independiente (Dosificación de 15 gr. de ceniza de cáscara de arroz)

**X3:** Variable Independiente (Dosificación de 20 gr. De ceniza de cáscara de arroz)

**O1:** Observaciones obtenidas por dicha muestra del Grupo Control, resultados anotados en la guía de observación concreta.

**O2:** Observaciones tenidas por dicha muestra del Grupo Control, resultados anotados en la guía de observación con adición de 15 gr de ceniza de cáscara de arroz

**O3:** Observaciones tenidas por dicha muestra del Grupo Control, resultados anotados en la guía de observación con adición de 20gr de ceniza de cáscara de arroz.

**Y1:** Variable Dependiente (Porcentaje de plomo obtener)

**Y2:** Variable Dependiente (Porcentaje de plomo remover)

**Y3:** Variable Dependiente (Porcentaje de plomo remover)

## **Población**

Comprendida por toda el agua del rio Santa, tramo Ticapampa- Recuay en estado natural.

## **Muestra**

Estuvieron conformados por 3 muestras: 2 de un litro para corroborar si realmente el agua contiene plomo por encima de los límites permisibles según la ECA, 2litro para realizar el barrido de metales como prueba patrón y 1 depósito de 18 litros para poder aplicar la ceniza de cáscara de arroz.

## **Técnicas e instrumento**

<b>Técnicas de recolección de información</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Ámbito de la investigación</b>
Observación científica	Guía de observación (fichas técnicas de pruebas de laboratorio)	Grupo control y grupo experimental

**Tabla 3.** Técnicas de Recolección de Información

**Fuente:** Elaboración propia.

Los procedimientos estadísticos además se usan en la etapa de explicación y la etapa de inferencia para clasificar, procesar y resumir la información. Llevar a cabo tablas y gráficos estadísticos para examinar y visualizar la conducta de las cambiantes estudiadas.

Por otro lado, para mostrar y comparar las hipótesis de trabajo propuestas, se utilizan métodos estadísticos inferenciales y pruebas de hipótesis sobre muestras relevantes

La recolección, proceso y análisis de esta investigación fue:

### **Recolección de la cáscara de arroz del molino del “El Castillo”**

Primero se ubicó las coordenadas de ubicación mediante GPS de un móvil: Ver figura 11

- Lat. Long. :-8.945985, -78.57873
- UTM: 766246 E, 9010244N 17L
- EPSG: -78.579, -8.946
- ELEVACION: 77.3m
- Elev (mls): 62.02m asl

La cáscara de arroz fue recolectada en bolsas limpias de manera muy delicada en la molino El Castilla en el centro poblado del Alto Perú, Distrito de la Santa, Provincia de Ancash, en noviembre de 2020, con la ayuda de trinche. **Ver la figura 12**

### **Limpieza de la cáscara de arroz.**

Se limpió la cáscara de arroz utilizando una malla, para eliminar todo residuo de impureza presentes en ellas durante la recolección. Luego se procedió a lavarlo la cáscara de arroz y ponerlo a secar a 4 días a temperatura ambiente. **Ver la figura 13**

### **Pulverización de la cáscara de arroz**

Luego se procedió a moler la cascara de arroz con la ayuda de un mortero de madera hasta conseguir un polvo muy fino y se procedió a tamizar con la ayuda de un colador. Luego se procedió a pasar para por la tela organza para obtener la fineza de la cáscara de arroz. El polvo de la cáscara de arroz, se guardó en un taper a fin de evitar la humedad. **Ver la figura 14**

### **Activación térmica de la cáscara de arroz y tiempo de activación**

Se llegó a pesar en una balanza su peso inicial de la cáscara de arroz 510 gr y se calcinó en el horno de la Universidad Privada San Pedro a una temperatura de 430° C según al análisis térmico diferencial (ATD) .**Ver figura 15**

El tiempo de activación de 45 minutos según el antecedente de Agrafioti (2014) y se llegó a pesar su peso final a 290.5 gr.

### **Recolección del agua del rio Santa tramo Ticapampa – Recuay**

Se ubicaron un punto exacto con un GPS de un móvil en las cuales sus coordenadas fueron E: 766246.73, N: 9010244.36 y se almacenaron en un bidón de 18 L. esterilizado para su posterior traslado ensayo a laboratorio de SEDALIB. El traslado de la muestra fue en un culer cubierto con bolsas de hielo para su respectivo análisis. **Ver figura 16**

### **Elaboración del biofiltro (prototipo) para remover el plomo**

Esta ocasión se elaboró un biofiltro de carácter domiciliario, este dispositivo es de fácil elaboración y está hecho con material accesible, en toda su estructura cuenta con 3 secciones claramente identificadas. **Ver figura 17.**

#### **Materiales usados:**

- 5 baldes (1 balde de 20 L, 4 BALDES DE 10 L)
- 3 válvulas de bola de 1/2"
- 1 de PVC transparente de 1/2"
- 1 tee de 1/2"
- 1 cinta teflón
- 6 empaquetaduras
- 3 uniones de 1/2"
- Tela organza
- 6 ligas
- Piedra chancada de 1", 1/2" y grava de 5 - 7 mm

#### **Secciones de biofiltro**

##### **Primera sección**

En esta primera sección se encuentra un balde de 20 L, el cual tiene en su interior un estrato de 9 cm de piedra chancada de diferentes pulgadas (1", 1/2" y grava de 5 - 7 mm) (ver figura), en la cual se procedió a echar del bidón al balde 20 litros de agua del río Santa en la cual se dejó reposar por 30 minutos con el fin de que estas piedras chancadas sirvan para la retención de los sólidos suspendidos totales que tiene el agua del río Santa. La cantidad de agua depositada en esta sección fue de 18L.

### **Segunda sección**

La segunda sección está formada por dos baldes de 10 L, dentro de los cuales se depositó las dos dosificaciones de ceniza de cáscara de arroz 15 gr y 20 gr (ver figura.) en esta sección donde el agua entra en contacto con la ceniza de cáscara de arroz produciéndose la remoción de plomo. Luego se procedió a mover con la ayuda de una espátula de madera para mover las partículas de la ceniza de la cáscara de arroz durante 5 minutos y luego se dejó a reposar durante 60 minutos. La cantidad de agua para cada dosis fue de 4 litros.

### **Tercera sección**

Esta última está conformada por dos baldes de 10 L, los cuales son los encargados de recibir toda el agua luego del proceso de remoción de ambas dosificaciones, es importante indicar que las entradas y salidas de los tubos de nuestro biofiltro están forradas con tela orgánica, esto con la finalidad de ayudar a la retención de sólidos, tanto para los sólidos suspendidos totales del agua del río Santa, así como para la propia retención de la ceniza de la cáscara de arroz luego de la remoción.

Finalmente, almacenada la muestra patrón y las muestras experimentales en unas botellas de PVC de 2 litros, se procedió a llevar dichas muestras a un laboratorio para realizar los ensayos de contenido de plomo, sólidos totales disueltos, turbidez, conductividad eléctrica y pH.

### III.RESULTADOS

*Resultados de los parámetros hidráulicos para el dimensionamiento del biofiltro*

**Tabla 4**

<b>CANTIDAD DE HABITANTES</b>	<b>DOTACION</b>	<b>POBLACION FUTURA</b>	<b>CAUDAL DE DISEÑO</b>
120 habitantes	60 lt/hab/día	436.8 habitantes	16.73 lt/s

*Fuente: Elaboración propia*

*Resultados de las medidas del prototipo biofiltro*

**Tabla 5**

	<b>Balde captación (20 Lt)</b>	<b>Balde biofiltro (10 Lt)</b>	<b>Balde almacenamiento (10 Lt)</b>
<b>Diámetro</b>	0.20 m	0.20 m	0.20 m
<b>Altura</b>	0.25 m	0.25 m	0.25 m

*Fuente: Elaboración propia*

Se desarrolló un prototipo de biofiltro para definir la eficiencia de la ceniza de cáscara de arroz, el balde de captación de 20 litros, los 2 baldes de tratamiento de 10 litros (biofiltro) y los otros 2 baldes de almacenamiento de 10 L. los cuatros baldes tuvieron la misma dimensiones de tratamiento y de almacenamiento y de captación otra dimensión.

*Calcinación de la ceniza de la cáscara de arroz*

**Tabla 6**

MUESTRA	TEMPERATURA	TIEMPO	PESO INICIAL ( gr)	PESO FINAL (gr)
Cáscara de arroz	430° C	45 min	510.2	290.5

*Fuente: laboratorio de mecánica de suelos – Universidad Privada San Pedro*

*Ensayo del pH de la ceniza de cáscara de arroz*

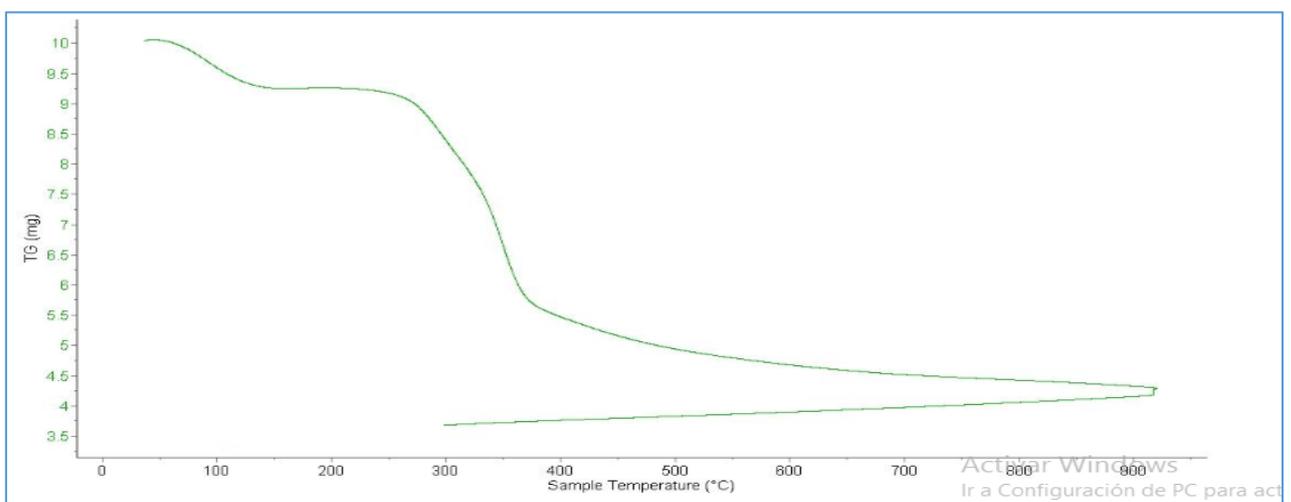
**Tabla 7**

ENSAYO	MUESTRA
pH	9.96

*Fuente: Análisis del pH de la cáscara de arroz - laboratorio de ensayos SEDALIB*

*Análisis Térmico Diferencial*

*Curva de pérdida de masa – Análisis Termo Gravimetría*

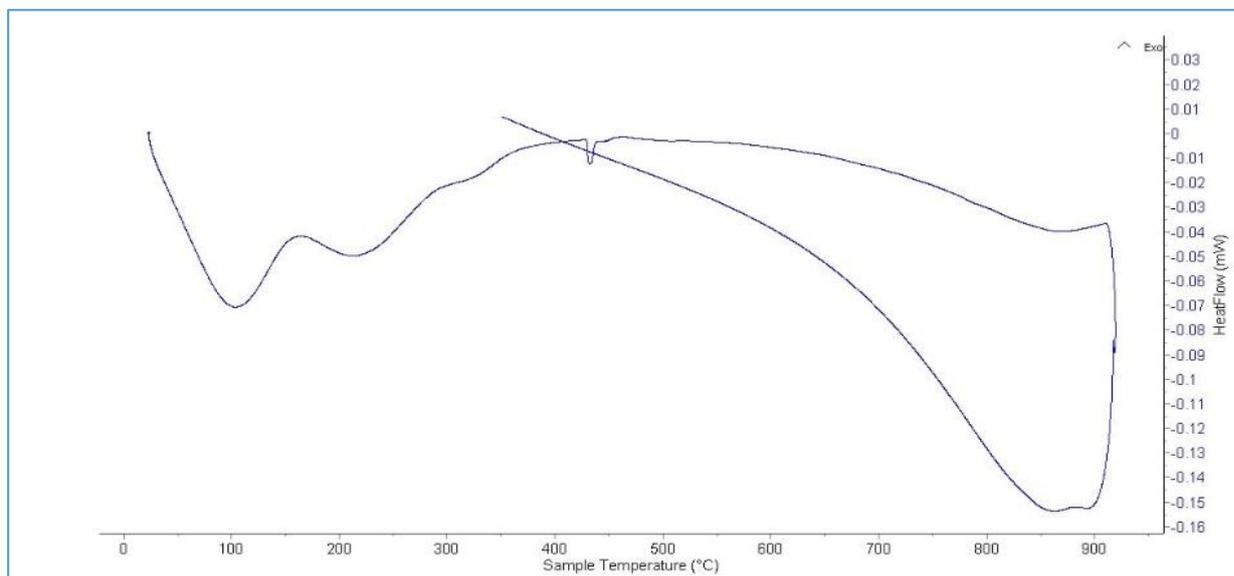


**Figura 14.** Curva de pérdida de masa

*Fuente: laboratorio de polímeros – Escuela de Ingeniería de Materiales – UNT*

Según el análisis Termo gravimétrico se muestra dos caídas de la mas, la primera se da en un rango entre 80° y 130° C y la más importante, la segunda, se da entre 270° y 350° C, posteriormente la caída es lenta, hasta llegar a perder un total de 54% de su masa inicial aproximadamente cuando se ha alcanzado su máxima temperatura.

#### *Curva calorimétrica ATD*



**Figura 15.** Curva calorimétrica ATD

**Fuente:** laboratorio de polímeros – Escuela de Ingeniería de Materiales – UNT

De acuerdo al análisis calorimétrico, se puede mostrar picos endotérmicos en 100 ° C y 210 ° C posteriormente, más adelante, se muestra un ligero pico de absorción térmica de 430° C que es la temperatura de cambio estructural y de las características del material.

**Tabla 8**

*Resultados del análisis de composición de química elemental de la ceniza de cáscara de arroz a través del ensayo de fluorescencia de Rayos X*

COMPOSICIÓN QUÍMICA	SIMBOLO	RESULTADOS %
Silicio	Si	77.774
Potasio	K	12.166
Calcio	Ca	2.503
Aluminio	Al	1.74
Fósforo	P	1.694
Manganeso	Mg	1.541
Azufre	S	1.327
Manganeso	Mn	0.598
Hierro	Fe	0.547
Zinc	Zn	0.050
Rubidio	Rb	0.032
Cobre	Cu	0.030

**Fuente:** Laboratorio de Análisis Química consultoría e investigación, Universidad Nacional de Ingeniería (2021)

De la tabla 6, Las pruebas de rayos X fluorescentes en una muestra de ceniza de cáscara de arroz con picos correspondientes a los pasos clave realiza dos en el Instituto Nacional de Tecnología (UNI) arrojaron 0.03, lo que indica materia orgánica. También contiene potasio y silicio, por lo que puede obtener buenos resultados mezclando metales pesados como el plomo con agua.

**Tabla 9**

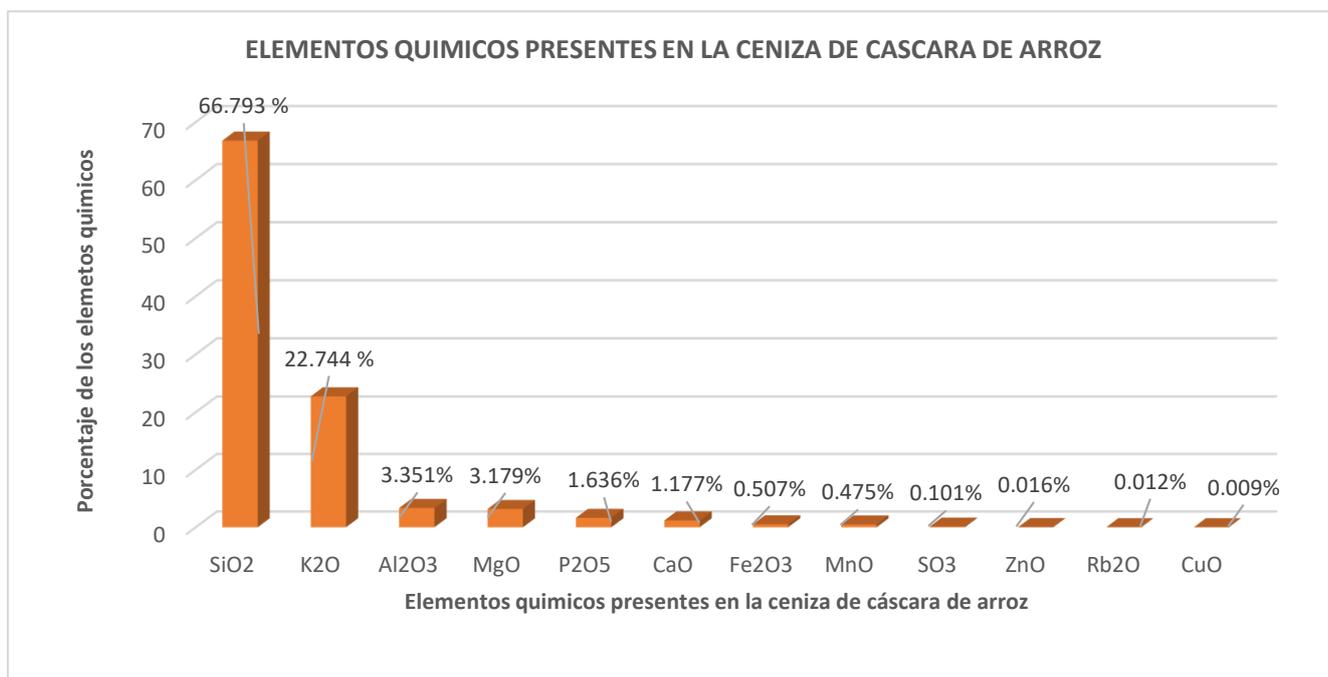
*Resultados del análisis de composición de química expresado en óxidos de la ceniza de cáscara de arroz a través del ensayo de fluorescencia de Rayos X*

COMPOSICIÓN QUÍMICA	SIMBOLO	RESULTADOS, %
Óxido de silicio	SiO <sub>2</sub>	66.793
Óxido de potasio	K <sub>2</sub> O	22.744
Óxido de aluminio	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.351
Óxido de magnesio	MgO	3.179
Óxido de fósforo	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1.636
Óxido de calcio	CaO	1.177
Óxido de hierro	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.507
Óxido de manganeso	MnO	0.475
Óxido de azufre	SO <sub>3</sub>	0.101
Óxido de zinc	ZnO	0.016
Óxido de rubidio	Rb <sub>2</sub> O	0.012
Óxido de cobre	CuO	0.009

**Fuente:** Laboratorio de Análisis Química consultoría e investigación, Universidad Nacional de Ingeniería (2021)

De la tabla 7, Como resultado del examen de rayos X de fluorescencia de la muestra de cáscara de arroz, el óxido de silicio (SiO<sub>2</sub>) fue el componente químico más común con 66,793%, seguido por el óxido de potasio (K<sub>2</sub>O) con 22,744%.

**Gráfico N°1** Porcentaje de los elementos químicos de la ceniza de la cáscara de arroz



**Fuente:** Elaboración propia.

Barrido de metales

Tabla 10

METALES PESADOS	UNIDAD	RIO SANTA - TICAPAMAPA	AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO MINISTERIO DE SALUD DSN°031-2010-5A	ESTADARES DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA) DSN°0.04-2017	LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES
PLATA (Ag)	mg/l	<0,002	0.05	**	-
ALUMINIO (Al)	mg/l	11,84	0.20	0.90	SUPERA LIMITE PERMISIBLE
ARSENICO (As)	mg/l	3.143	0.01	0.01	SUPERA LIMITE PERMISIBLE
BORO (B)	mg/l	1,575	1.50	2.40	ESTA LIMITE PERMISIBLE
BARIO (Ba)	mg/l	0,086	0.70	0.70	ESTA LIMITE PERMISIBLE
BERILIO (Be)	mg/l	<0,0002	0.01	0.01	ESTA LIMITE PERMISIBLE
CALCIO (Ca)	mg/l	108,10	**	**	-
CADMIO (Cd)	mg/l	0,0264	0.003	0.003	SUPERA LIMITE PERMISIBLE
CERIO (Ce)	mg/l	<0,009	**	**	-
COBALTO (Co)	mg/l	0,0097	**	**	-
CROMO (Cr)	mg/l	0,0046	0.05	0.05	ESTA LIMITE PERMISIBLE
COBRE (Cu)	mg/l	0,120	2.00	2.00	ESTA LIMITE PERMISIBLE
NIERRO (Fe)	mg/l	33,610	0.30	0.30	SUPERA LIMITE PERMISIBLE
MERCURIO (Hg)	mg/l	<0,001	0.001	0.001	ESTA LIMITE PERMISIBLE
POTASIO (K)	mg/l	8,6	**	**	-
LITIO (Li)	mg/l	0,454	**	**	-
MAGNESIO (Mg)	mg/l	11,47	**	**	-
MANGANESO (Mn)	mg/l	52,832	0.40	0.40	SUPERA LIMITE PERMISIBLE
MOLIBDENO (Mo)	mg/l	<0,002	0.07	0.07	ESTA LIMITE PERMISIBLE
SODIO (Na)	mg/l	42,52	**	**	-
NIQUEL (Ni)	mg/l	0,0057	0.02	0.02	ESTA LIMITE PERMISIBLE
FOSFORO (P)	mg/l	0,53	**	**	-
PLOMO (Pb)	mg/l	0,192	0.01	0.01	SUPERA LIMITE PERMISIBLE
ANTIMONIO (Sb)	mg/l	0,043	**	0.02	SUPERA LIMITE PERMISIBLE
SELENIO (Se)	mg/l	<0,005	**	0.04	ESTA LIMITE PERMISIBLE
SILICE (SiO <sub>2</sub> )	mg/l	60,89	**	**	-
ESTAÑO (Sn)	mg/l	<0,003	**	**	-
ESTRONCIO (Sr)	mg/l	0,6811	**	**	-
TITANIO (Ti)	mg/l	0,3084	**	**	-
TALIO (Tl)	mg/l	0,007	**	**	-
VANADIO (V)	mg/l	0,019	**	**	-
ZINC (Zn)	mg/l	7,146	3.00	3.00	SUPERA LIMITE PERMISIBLE

*Fuente: Corporación de laboratorios de ensayos clínicos, biológicos e industriales, "COLECBI"*

***Análisis del pH del agua del rio Santa.***

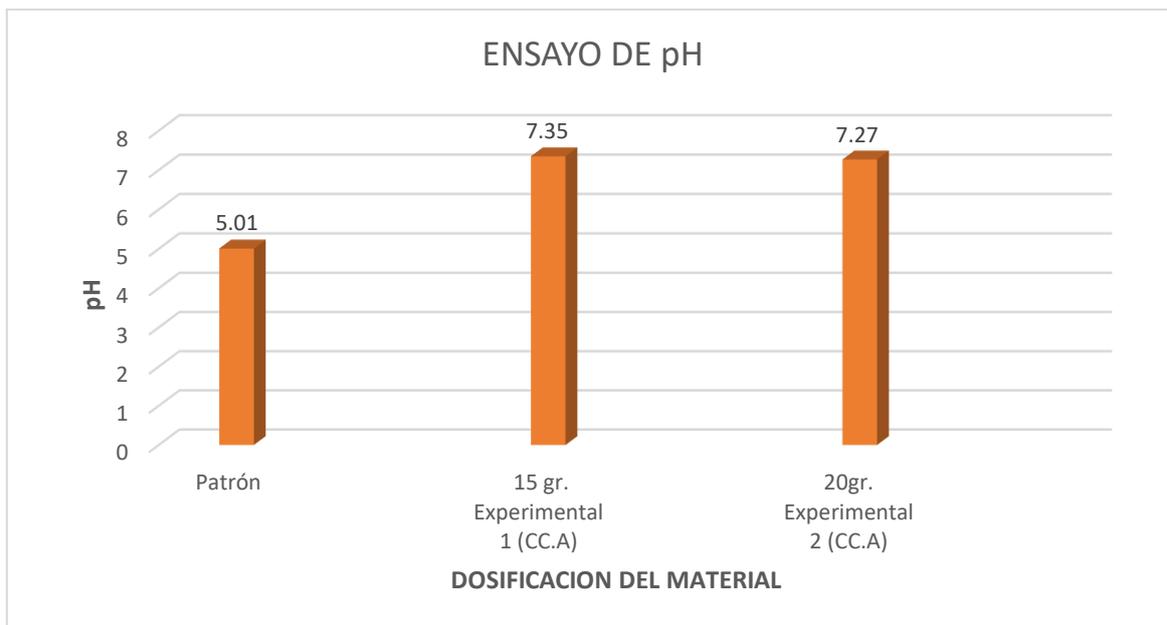
***Tabla N° 11***

*Resultados del análisis de pH del rio Santa de la muestra patrón y muestras experimentales según su dosificación*

MUESTRA	MATERIAL	DOSIS (gr)	pH
1	Patrón		5.01
2	Experimental 1 (CC.A)	15 gr	7.35
3	Experimental 2 (CC.A)	20 gr	7.27
4	ECA		6.5 - 8.5

*Fuente: Análisis del pH del rio Santa- laboratorio de ensayos SEDALIB (25/01/2021)*

***Comparación del pH patrón y experimental***



**Gráfico N°2:** pH del agua del rio Santa –Tramo Ticapampa - Recuay antes y después del ensayo.

### **Análisis del Plomo del agua del rio Santa.**

**Tabla N° 12**

*Resultados del análisis de Plomo del rio Santa de la muestra patrón y muestras experimentales según su dosificación*

MUESTRA	MATERIAL	DOSIS (gr)	PLOMO (mg Pb/L)	Porcentaje de Remoción %
1	Patrón	-	0.0615	-
7	Experimental 1 (CC.A)	15 gr	< 0.005	92
3	Experimental 2 (CC.A)	20 gr	< 0.005	92
4	ECA		0.01	

**Fuente:** Análisis del plomo del rio Santa- laboratorio de ensayos SEDALIB (25/01/2021)

### Comparación del plomo patrón y experimental

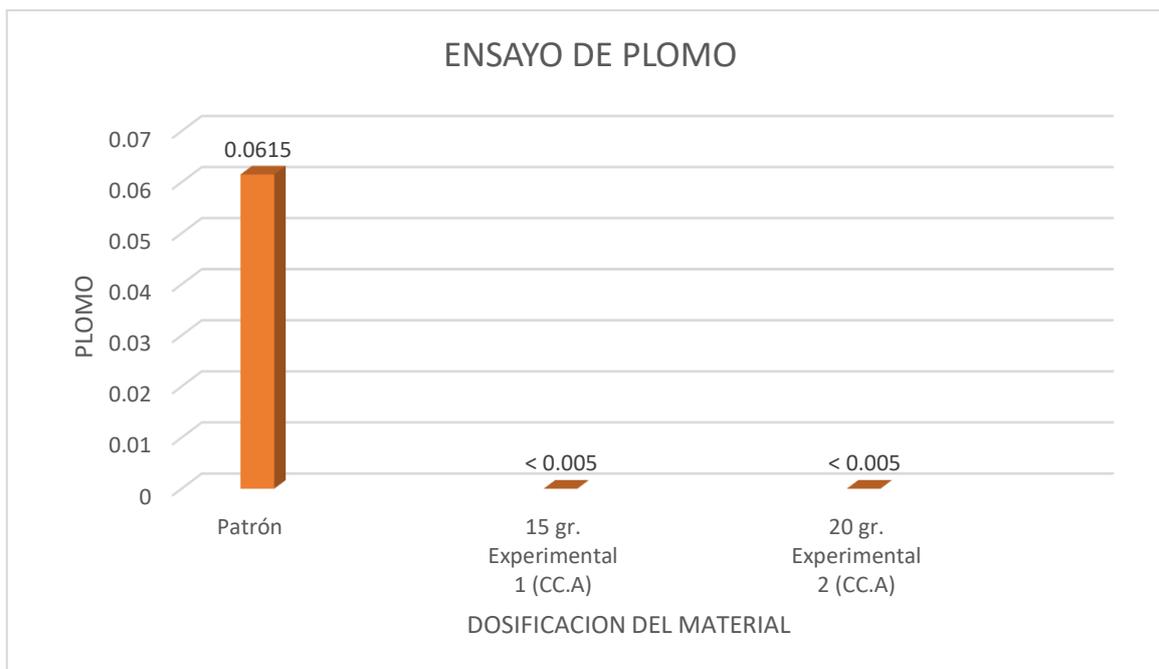


Gráfico N°3: plomo del agua del rio Santa –Tramo Ticapampa - Recuay antes y después del ensayo.

### Análisis del Turbidez del agua del rio Santa.

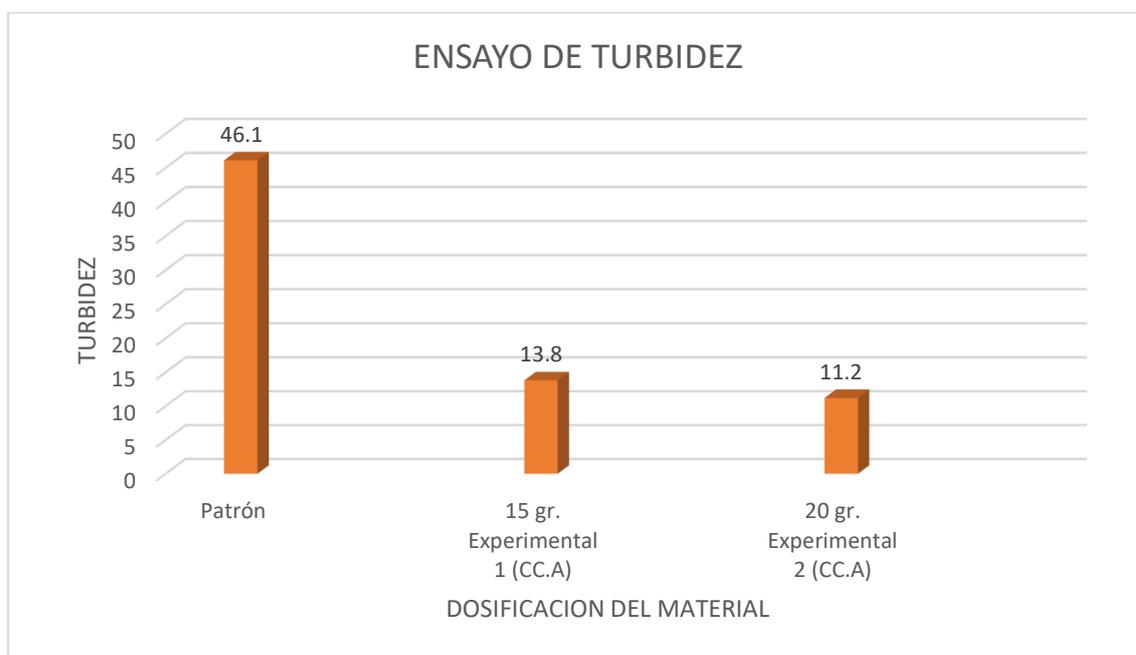
#### Tabla N° 13

Resultados del análisis de turbidez del rio Santa de la muestra patrón y muestras experimentales según su dosificación

MUESTRA	MATERIAL	DOSIS (gr)	TURBIDEZ (NTU)	Porcentaje de Remoción %
1	Patrón		46.1	
2	Experimental 1 (CC.A)	15 gr	13.8	70
3	Experimental 2 (CC.A)	20 gr	11.2	76
4	ECA		100	

Fuente: Análisis del Turbidez del rio Santa- laboratorio de ensayos SEDALIB (25/01/2021)

**Comparación del turbidez patrón y experimental**



**Gráfico N°4:** Turbidez del agua del rio Santa –Tramo Ticapampa - Recuay antes y después del ensayo.

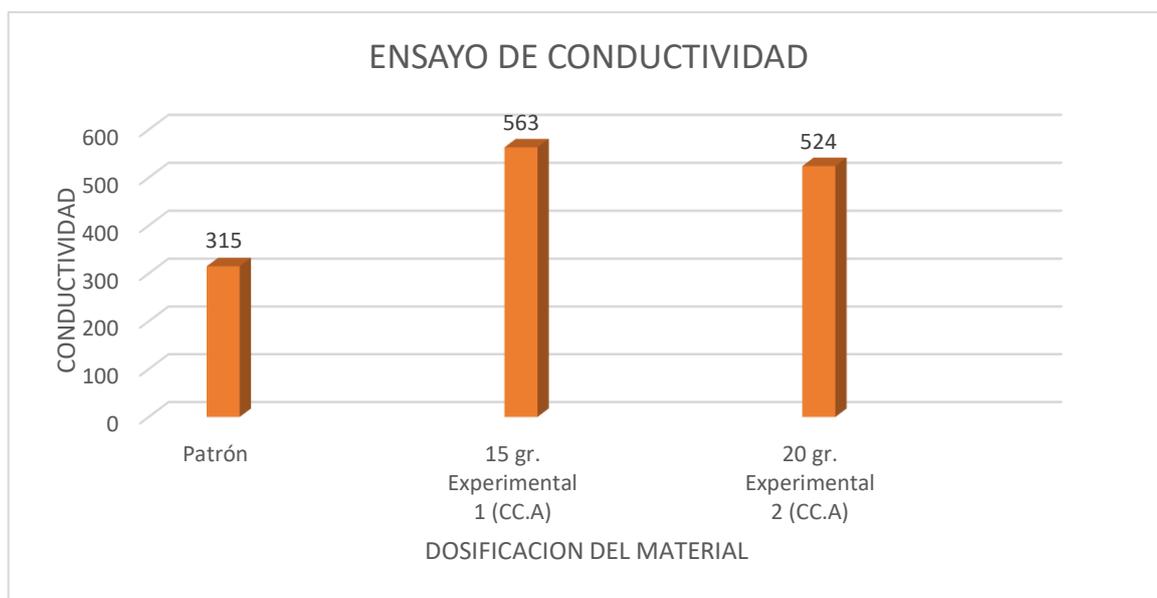
**Análisis de conductividad eléctrica del agua del rio Santa.**

**Tabla N° 14**

*Resultados del análisis de conductividad Eléctrica del rio Santa de la muestra patrón y muestras experimentales según su dosificación*

MUESTRA	MATERIAL	DOSIS (gr)	CONDUCTIVIDAD (uS/cm)
1	Patrón		315
2	Experimental 1 (CC.A)	15 gr	563
3	Experimental 2 (CC.A)	20 gr	524
	ECA		1500

**Comparación de conductividad eléctrica del patrón y experimental**



**Gráfico N°5:** Conductividad eléctrica del agua del río Santa –Tramo Ticapampa - Recuay antes y después del ensayo.

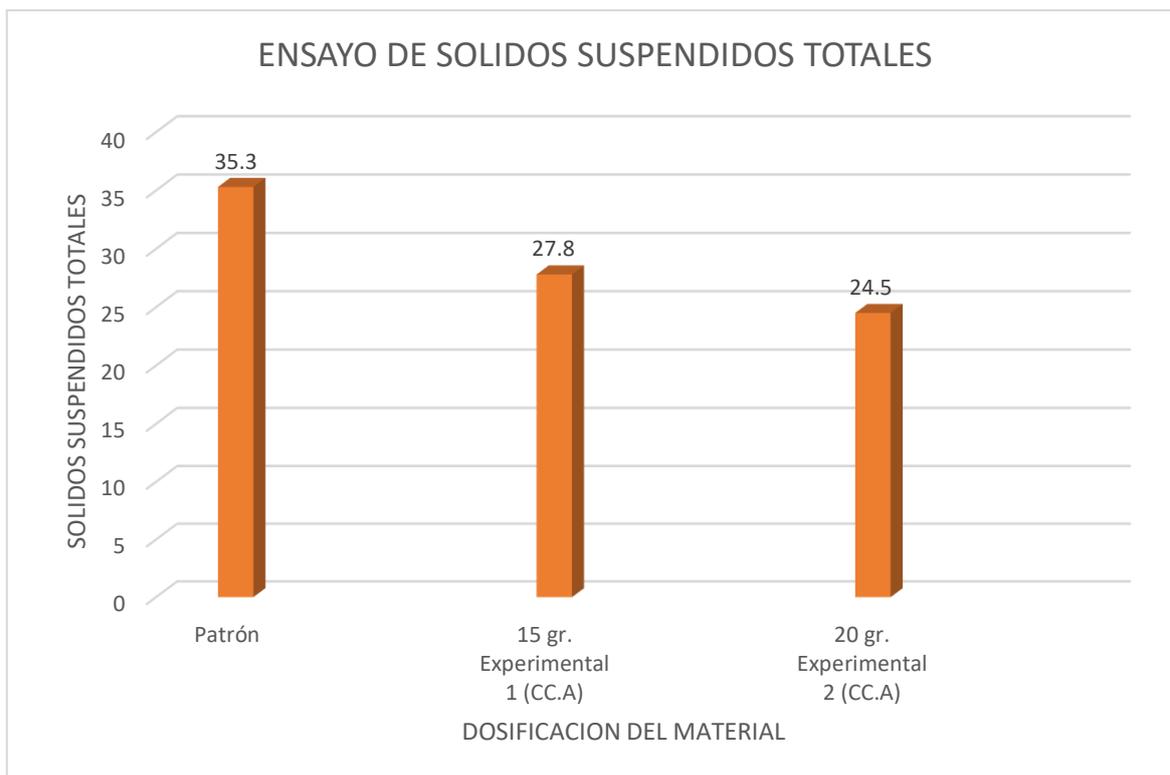
**Análisis del Sólidos Suspendedos Totales del agua del río Santa.**

**Tabla N° 15**

*Resultados del análisis de Sólidos Suspendedos Totales del río Santa de la muestra patrón y muestras experimentales según su dosificación*

MUESTRA	MATERIAL	DOSIS (gr)	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (mg/l)	Porcentaje de Remoción %
1	Patrón		35.3	
7	Experimental 1 (CC.A)	15 gr	27.8	22
3	Experimental 2 (CC.A)	20 gr	24.5	31
4	ECA		100	

**Comparación solidos suspendidos totales del patrón y experimental**



**Gráfico N°6:** Solidos suspendidos totales del agua del rio Santa –Tramo Ticapampa - Recuay antes y después del ensayo.

#### IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

La temperatura y tiempo de activación de la cenizas de la cáscara de arroz fue a 430° C a tiempo de 45 minutos siguiendo el antecedente de Agrafioti E. (2014)

La composición química de la ceniza de la cáscara de arroz que se mostró en la tabla N°7, el porcentaje fue de 66.793% de dióxido de Silicio (SiO<sub>2</sub>), se sostiene que la cascara de arroz posee porcentaje de (SiO<sub>2</sub>), siendo su mayor constituyente.

Se analizó el pH de la cáscara de arroz que indica es de 9.96 lo cual indica que es pH alcalino.

Se analizó el pH del agua, para ver el grado de acidez o alcalinidad del agua antes y después de ensayo de remoción el primer ensayo de la muestra el cual es el patrón indica que es: 5.01 pero después del ensayo el experimental N°1 tiene un pH de 7.35, experimental N°2 tiene un pH de 7.27. Estos resultados refleja un pH neutro y que cumple con los parámetros de la MINAN de que debería estar en el rango de 6.5-8.5 la cual no tendría ningún efecto en la salud de los seres vivos, porque cuando hay un desequilibrio en el pH, aparecen enfermedades y cuando se pierde este equilibrio, nuestro cuerpo no puede seguir trabajando, pudiendo llegar hasta la muerte.

La remoción de plomo la muestra patrón contiene 0.0615 mg /L de plomo, que superó el 615% a la ECA y después de realizar el ensayo de remoción el experimental N°1 contiene < 0.005 mg /L de plomo, el experimental N°2 tiene <0.005 mg /L de plomo. La remoción de plomo del experimental N°1 y N°2 (92% del patrón) si obtuvieron mejores resultados que quiere decir que esta por lo debajo de los límites máximos permisibles.

Luego se analizó la remoción de la conductividad del agua dando como muestra patrón contiene 315 uS/cm y dado que después del ensayo de remoción que en el experimental 01 en la que se empleó 15 gr/L de ceniza de cáscara de arroz se obtuvo un aumento a 563 uS/cm; y en la muestra experimental 02 en la que se empleó 20 gr/L de ceniza de cáscara de arroz se obtuvo a 524 uS/cm de conductividad, con lo podemos observar es una gran

variación de ambas muestras experimentales con respecto a la muestra patrón que significa que si esta por lo debajo de los límites máximos permisibles.

Después se realizó el ensayo de turbidez obteniendo resultados favorables debido que el patrón india que es de 46.1 UNT, mientras que el experimental N°1 tiene 13.8 UNT, el experimental N°2 tiene 11.2 UNT. Esto nos quiere decir que la remoción más baja es del experimental N°2 es de 76 % respecto al patrón. Esto se debe a que las cenizas de cascara de arroz referencialmente rompe la doble capa de los coloides, de manera que estos se atraen entre ellos a lo que hacen con el dióxido de silicio que contiene las cenizas, para posteriormente una vez formado el coagulo estos caigan en el proceso de floculación, para dejar reposar 30 minutos y obtener el agua superficial.

La remoción de Solidos Totales Suspendidos la muestra patrón contiene 35.8mg/L de solidos totales, mientras que la muestra Experimental 01 en la que se empleó 15 gr/L de ceniza de cáscara de arroz hubo una disminución de 27.8 gr/L de solidos totales; la muestra experimental 02 en la que se empleó 20 gr/L de ceniza de cáscara de arroz hubo una disminución también a 24.5 gr/L. La remoción de Solidos Totales Suspendidos del experimental N°1 y N°2 (22% del patrón y 31% del patrón) si está por encima de los límites máximos permisibles.

## V.CONCLUSIONES

1. En esta investigación se determinó que el agua del rio Santa (Ticapampa – Recuay) en la actualidad no cumple con el límite máximo permisible de la calidad organoléptica y parámetros inorgánicos según el Decreto supremo N° 031-2010-SA.
2. La cáscara de arroz se activó térmicamente a una temperatura de 430 grados a una temperatura de 45 minutos
3. La composición química de la cenizas de la cáscara de arroz muestra que es el más porcentaje más relevante fue de 66.793% de Dióxido de Silicio (SiO<sub>2</sub>). Es decir, nuestro proceso de pre-calcinación y posterior activación térmica nos ha permitido obtener un biomaterial con alto porcentaje de Dióxido de Silicio.
4. Analizando el pH el antes y después del ensayo de remoción donde se utilizó 2 dosis (15gr, 20gr,) se obtuvieron el pH de 7.35, 7.27. Este nivel de pH es neutro ya que genera una buena eficiencia de remoción de turbidez debido a que el pH para los coagulantes debe comprender entre un rango de 6.5 a 8.5.
5. La mayor eficiencia más baja de remoción de turbidez es del experimental N°2 es de 76% respecto al patrón, dosis más óptima para la remoción fue de 20 gr de cenizas de cáscara de arroz, que quiere decir que no cumple el limite permisible del ANA que es de 5 UNT para consumo de agua potable. La remoción de turbidez se produjo bajo los procesos de coagulación, floculación y sedimentación.
6. La mayor eficiencia de remoción de plomo son ambas experimental N°1 y N°2 que tiene un 92% respecto a su patrón, la dosis más óptima para la remoción fueron 15 gr y 20gr de cenizas de cáscara de arroz, que si cumple con el limite permisible parámetros químicos inorgánicos según el Decreto supremo N° 031-2010-SA que es de 0.01 mg/L de plomo para consumo de agua potable. La remoción se produce bajo el posible mecanismo de adsorción física, sabiendo que la ceniza de cascara de arroz tiene un compuesto principal de dióxido de silicio

con iones positivo y el agua del río tiene plomo iones negativas, que al juntarse con las cenizas capturan el plomo encontrado.

7. El prototipo del biofiltro está diseñado en forma cilíndrica para mejorar el aprovechamiento hidráulico. Según la cantidad de agua a utilizar, cada litro de agua a tratar se elabora cuidadosamente con su propia dosis de ceniza de cáscara de arroz, y luego se agrega a la mezcla rápida para moverlo mecánicamente.

## **VI.RECOMENDACIONES**

Para obtener información más precisa sobre la composición química de la ceniza de cáscara de arroz, se recomienda realizar el análisis por difracción de rayos X.

Usar de otras temperaturas de activación en la cáscara de arroz puede lograr un valor de pH cercano a neutro, por lo que este tipo de agua alcalina no se obtendrá durante el tratamiento.

Escalar el prototipo del biofiltro y cambiar el material de diseño del prototipo y especifique las juntas para evitar fugas.

Cada vez que se realiza un tratamiento de agua, se debe mejorar el prototipo del biofiltro para un mejor mantenimiento.

Agregue un cierto tipo de biofiltro y elija un período de descanso más largo para mejorar las propiedades físicas y químicas del agua tratada.

Mejorar las características de la ceniza de cáscara de arroz o agregue otros materiales biológicos para obtener una carga más positiva.

La dosis recomendada es inferior a 15 gr / L y 20 gr / L para ceniza de la cascara de arroz o en cualquier caso se debe cambiar el tiempo de contacto en mezcla.

## **VII.AGRADECIMIENTOS**

Gracias a Dios por permitirme pasar este momento especial de mi vida. Para los que me hacen apreciar las victorias y los momentos difíciles de cada día más, para mis padres que han estado conmigo durante todo mi camino de estudios y vida también por sus consejos que saben guiarme por mi vida profesional. Gracias a mi esposo y a mi hijo por brindarme un apoyo incondicional y compartir los buenos y los malos momentos conmigo. Y también le dedico este proyecto a mi abuelito Narciso Silva que es mi ángel de mi guardia que me cuida y me protege.

Doy gracias a Dios por protegerme a lo largo de mi camino y por darme la fuerza para superar los obstáculos y dificultades en mi vida. Gracias también a mi profesor de tesis Mg. Gumercindo Flores, por su asesoramiento, orientación y apoyo incondicional en el desarrollo de este proyecto de investigación. Gracias a todos los que brindaron ayuda directa o indirecta para la realización de este proyecto.

## VIII.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Asif, Z .y Chen, Z.** (2015). *Removel of arsenic from drinking wáter using rice husk.* Springer; 323

**Agrafioti, E. kalderis, D. y Diampoulus, E** (2014). *Lead and chromium removel from wáter using biochars derived of rice husk, organic solid and sewage slude.* *Journal Environmental Management*, 133, 309-314.

**Andía, Cárdenas.** (2000). *Tratamiento de agua coagulación y floculación.* Lima: SEDAPAL *Evaluación de plantas y desarrollo tecnológico. Tratamiento de agua: coagulación y floculación.* Lima, Perú.

**Arboleda Valencia, J.** (2000). *Teoría y práctica de la purificación del agua.* Bogotá – Colombia: Tercera edición - Tomo I y II

**Barrenechea, A.** (2011). Título del articulo *Coagulación.* Santa Fe, Argentina.

Recuperado de:

<http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsatr/fulltext/tratamiento/manualI/tomoI/cuadro.pdf>

**MINAN** (2017). *Contaminación del agua en el Perú.* Lima, Perú. Recuperado de:

<https://www.minam.gob.pe/educacion/wp-content/uploads/sites/20/2017/02/Publicaciones-1.-Texto-de-consulta-M%C3%B3dulo-1-1.pdf>

**Nurul, A.** (2017). *La eliminación de arsénico en soluciones acuosas mediante adsorción sobre residuos cascara de arroz*. Dhaka, Blangadesh. Recuperado de:

[https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCSM\\_32c941f2ab4a2470fc4b2e23a4afbe7a](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCSM_32c941f2ab4a2470fc4b2e23a4afbe7a)

**Prada, A., Corte, A.** (2009). *Thermal descomposition of rice husk: an alternative integral use*. Recuperado de:

<http://orinoquia.unillanos.edu.co/index.php/orinoquia/article/view/103/539>

**Pizón, A., Cardona, A.** (2009). *Influencia del pH en la bioadsorción de Cr (III) sobre cascara de naranja: Determinación de las condiciones de operación en procesos discontinuo*, Vol. 8, 1. Bogota, Colombia.

Recuperado de:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90315226003>

**Suyón, X.** (2018). *Remoción de arsénico y turbidez del agua superficial dulce del Rio Tablachaca utilizando ceniza de Cascara de arroz*. Universidad San Pedro de Chimbote, Perú.

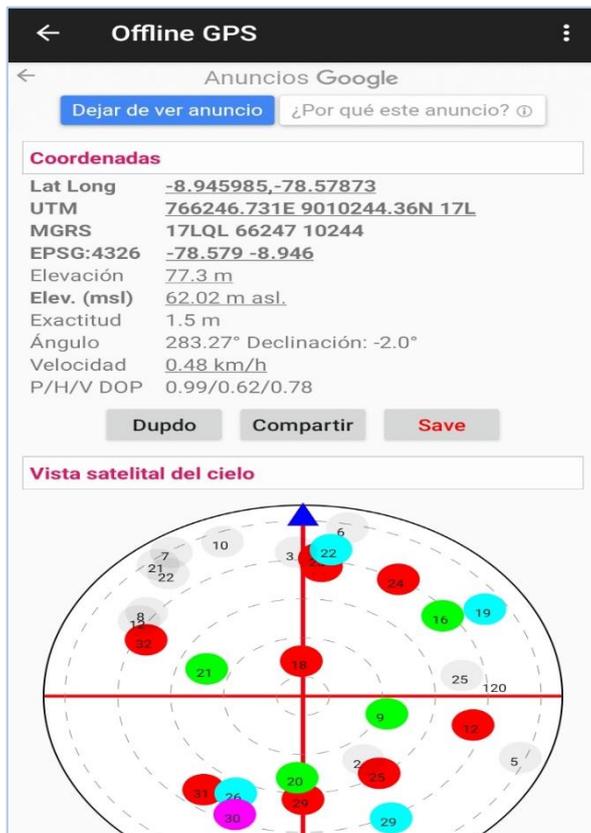
**Universidad Tecnológica de Pereyra** (2009). *Análisis Comparativo de la característica Fisicoquímica de la Cascarilla de arroz*. Pereyra, Colombia. Recuperado de:

<http://es.slideshare.net/segundocorreamorán/cascarilla-de-arroz>

# **ANEXOS**

s

**ANEXO I**  
**PANEL FOTOGRAFICO Y PROCEDIMIENTO**



**Figura 11.** Ubicación de las coordenadas de la recolección de la cáscara de arroz

**Fuente:** Elaboración por GPS de celular



**Figura 12.** Recolección de la cáscara de arroz

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 13.** Limpieza de la cáscara de arroz con una malla  
**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 14.** Pulverización de la cáscara de arroz con una malla  
**Fuente:** Elaboración propia.



*Figura 15. Activación térmica de la cáscara de arroz en el horno*  
*Fuente: Elaboración propia.*

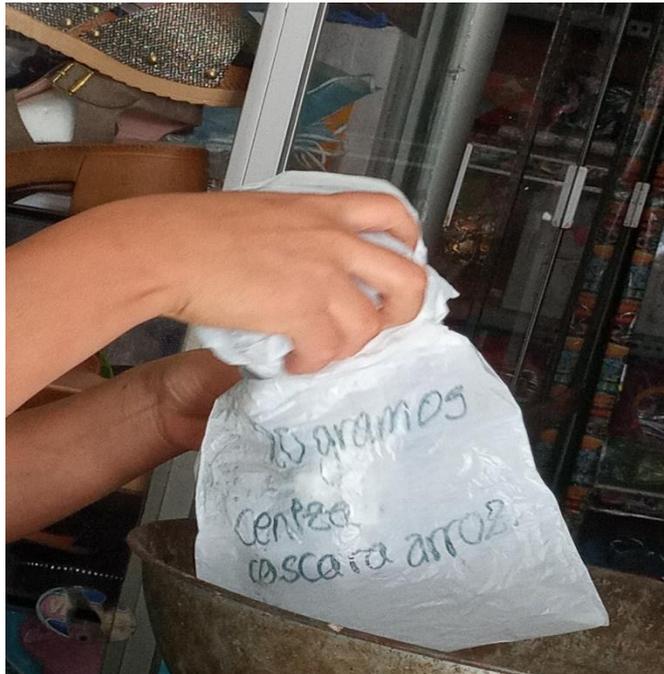


*Figura 16. Recolección del agua del rio Santa*  
*Fuente: Elaboración propia*



**Figura 17.** Elaboración del biofiltro (prototipo)

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 18.** Peso de las dosificaciones de la ceniza de la cáscara de arroz.

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 19.** Mezcla con las cenizas de la cáscara de arroz en el agua.

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 20.** Recolección de las muestras removidas del plomo para su respectivo análisis a laboratorio.

**Fuente:** Elaboración propia

**ANEXO 02**  
**DISEÑO HIDRAULICO DEL**  
**BIOFILTRO**



$$Pa = 2180 \text{ habitantes}$$

## 2do Caso

( Cuando no existe información consistente, se considera el valor de " r " en base a los coeficientes de Crecimiento lineal por Departamento , que se presenta en el siguiente Cuadro )

### COEFICIENTE DE CRECIMIENTO LINEAL POR DEPARTAMENTO " r "

DEPARTAMENTO	CRECIMIENTO ANUAL POR MIL HAB. " r "
Tumbes	20
Piura	30
Cajamarca	25
Lambayeque	35
La Libertad	20
Ancash	10
Huanuco	25
Junin	20
Pasco	25
Lima	25
Prov. Const Callao	20
Ica	32
Huanavelica	10
Ayacucho	10
Cuzco	15
Apurimac	15
Arequipa	15
Puno	15
Moquegua	10
Tacna	40
Loreto	10
San Martin	30
Amazonas	40
Madre de Dios	40

Fuente: Ministerio de Salud (1962)

**DATOS:** Población Actual ( 2021 ) = 2180 habitantes  
 Coeficiente de Crecimiento : = 10  
 Periodo de Diseño (t) = 22 años

**r =** 10 por cada 1000 habitantes ( 10 o/oo )

\* Población Futura :

$$Pf ( 2037 ) = Pa ( 2017 ) * ( 1 + \frac{r * t}{1000} )$$

**Pf =** 2659.6 habitantes

## 1.2 DEMANDA DE AGUA

### DEMANDA DE DOTACIONES

DOTACION POR NUMERO DE HABITANTES

POBLACION (Habitantes)		DOTACION (l/hab./dia)	
Hasta	500	60	
501 -	1000	60 -	80
1001 -	2000	80 -	100

**NOTA :**

Para programas Fuente: Ministerio de Salud (1962) las dotaciones serán de 120 l/hab/d en clima frío y de 150 l/hab/d en clima templado y calido. (NORMA

#### OS.100 -RNE)

Para el Proye

DOTACION POR REGION

lt/hab/día

VARIACION  
PERIODIC  
CONSUM  
DIARIO

REGION	DOTACION (l/hab./dia)
COSTA	60
SIERRA	50
SELVA	70

Fuente: Ministerio de Salud (1984)

Fórmula :

$$Q_m = \frac{P_f * \text{dotación (d)}}{86400 \text{ s/día}}$$

Donde :

$Q_m$  = Consumo Promedio  
Diario (l/s)

$P_f$  = Poblacion Futura ( Hab)

436.8

habitantes

$D$  = Dotacion ( lt / Hab/dia)

60

lt/hab/día

$$Q_m = \frac{P_f * \text{dotación (d)}}{86400 \text{ s/día}}$$

$Q_m$  =

1.847

l/s

**CONSUMO MAXIMO DIARIO  
(Qmd)**

$$Q_{md} = 1.3 * Q_m$$

$$Q_{md} = 2.401 \text{ l/s}$$

**CONSUMO MAXIMO HORARIO  
(Qmh)**

$$Q_{mh} = 2.5 * Q_m$$

$$Q_{mh} = 0.758 \text{ l/s}$$

**CÁLCULO DE CAUDAL PARA EL DISEÑO  
DEL SISTEMA EXISTENTE**

**CONSUMO  
DOMÉSTICO**

$$\text{Consumo doméstico (Cd)} = 2.401 \text{ l/s}$$

**CONSUMO EN EDUCACIÓN**

Dotación:	50	Lt/persona/día
Área:	25	personas

$$\text{Consumo en educación (Ce)} = 2.415 \text{ l/s}$$

**CAUDAL DE DISEÑO:**

$$Q_d = C_d + C_e$$

$$Q_d = 2.415 \text{ l/s}$$

## CALCULO DEL CAUDAL DE LA FUENTE DE CAPTACIÓN

### Fórmula de Manning:

$$V = \frac{R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}}{n}$$

$$Q = \frac{AR^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}}{n}$$

Donde:

<b>V</b> =	Velocidad	(m/s)
<b>R</b> =	radio hidráulico	(m)
<b>S</b> =	pendiente	
<b>n</b> =	coeficiente de Manning	
<b>Q</b> =	caudal	(m <sup>3</sup> /s)
<b>A</b> =	área	(m <sup>2</sup> )

Tirante del canal: **0.20 m**

Base del Canal: 0.30 m

Talud (z): 0.00

Pendiente: 0.002

Coeficiente de Manning: 0.027

Área Hidráulica: 0.06 m<sup>2</sup>

Perímetro Mojado: 0.70 m

Radio Hidráulico: 0.09 m

Velocidad: 0.28 m/s

Caudal: 0.02 m<sup>3</sup>/s

**Caudal: 16.73 l/s**

**TABLA 6.2**  
**VALORES DEL COEFICIENTE *n* DE KUTTER QUE GENERALMENTE SE USA EN LOS DISEÑOS.**

SUPERFICIE	<i>n</i>
Superficie metálica, lisa, sin pintar	0,012
Superficie metálica, lisa, pintada	0,013
Superficie metálica, corrugada	0,025
Cemento liso	0,011
Mortero de cemento	0,013
Madera cepillada	0,012
Madera sin cepillar	0,013
Tablones sin cepillar	0,014
Concreto liso	0,013
Concreto bien acabado, usado	0,014
Concreto frotachado	0,015
Concreto sin terminar	0,017
Gunita (sección bien terminada)	0,019



**NOTA :**

Este Caudal Minimo es Calculado desde la Fuente

**Q =** 16.73 l/s **(Caudal Minimo)**

---

---

**Q min =** 16.73 l/s **>** **Qmd =** 2.401 l/s **OK**

---

---

# ANEXO 03

## ANÁLISIS TÉRMICO DIFERENCIAL DE LA CÁSCARA DE ARROZ



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO  
Departamento de Ingeniería de Materiales

FACULTAD DE INGENIERÍA  
Laboratorio de Polímeros

Trujillo, 07 de diciembre del 2020

INFORME N° 07 - DIC 20

Solicitante: Silva Castillo Yesica Lucía -Universidad San Pedro

RUC/DNI: .....

Supervisor: .....

### 1. MUESTRA: Cáscara de Arroz (1 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CAS-94S	10 mg	.....

### 2. ENSAYOS A APLICAR

- Análisis térmico por calorimetría diferencial de barrido DSC/ Análisis térmico Diferencial DTA.
- Análisis Termogravimétrico TGA.

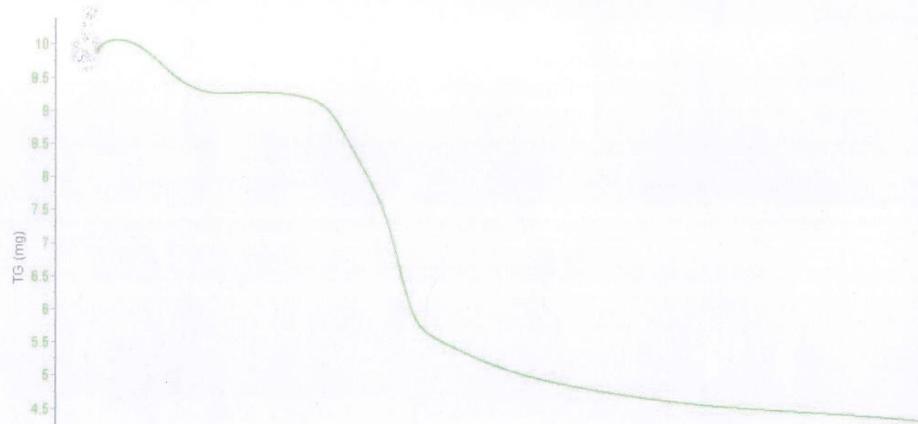


Trujillo, 07 de diciembre del 2020

INFORME N° 07 - DIC 20

4. Resultados:

I- Curva de pérdida de masa - Análisis Termo gravimétrico.





Trujillo, 07 de diciembre del 2020

**INFORME N° 07 - DIC 20**

## 5. CONCLUSION:

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra una ligera pérdida de masa entre 80 y 120°C, luego se aprecia que el material se estabiliza térmicamente y en torno a 270 y 350°C se muestra otra pérdida aún más intensa, aunque ligera, el material pierde en total aproximadamente 60 % respecto a su masa inicial cuando se alcanza la máxima temperatura de ensayo.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, se muestra un primer pico endotérmico en torno a 100°C y 200°C, posteriormente a 430°C la curva muestra un pico de absorción térmico ligero que podría indicar algún posible cambio de fase y cambio en las características del material.



**ANEXO 04**  
**CALCINACION DE LA CASCARA DE**  
**ARROZ**



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**ANALISIS DE LABORATORIO**

SOLICITADO POR : Yesica Lucia Silva Castillo

ASUNTO : Calcinación de Muestras

FECHA DE RECEPCION : 14/12/2020

FECHA DE ENTREGA : 15/12/2020

Descripción	Proceso	Temperatura (°C)	Tiempo	Peso inicial (gr)	Peso final (gr)
-------------	---------	------------------	--------	-------------------	-----------------



# ANEXO 05

## COMPOSICION QUIMICA DE LA CENIZA DE CASCARA DE ARROZ



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE CIENCIAS  
LABICER (Laboratorio N° 12)  
ANÁLISIS QUÍMICO, CONSULTORÍA E INVESTIGACIÓN



### INFORME TÉCNICO N° 0071 – 21 – LABICER

1. DATOS DEL SOLICITANTE
- 1.1 NOMBRE DEL SOLICITANTE : YESICA LUCIA SILVA CASTILLO
- 1.2 DNI : 47982336
2. FECHA DE EMISIÓN : 18 / 01 / 2021
3. ANÁLISIS SOLICITADO : ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA
4. DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA SEGÚN SOLICITANTE
- 4.1 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ
5. LUGAR DE RECEPCIÓN : LABORATORIO LABICER - FACULTAD DE CIENCIAS
6. CONDICIONES AMBIENTALES : Temperature: 25.0°C; Humedad relativa: 65%
7. EQUIPO UTILIZADO : ESPECTRÓMETRO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X DE ENERGÍA DISPERSIVA. SHIMADZU, EDX 800HS.
8. RESULTADOS
- 8.1 ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA ELEMENTAL

## 8.2 ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA EXPRESADO EN ÓXIDOS

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADOS, %	MÉTODO UTILIZADO
Óxido de silicio, SiO <sub>2</sub>	66.793	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva <sup>(1)</sup>
Óxido de potasio, K <sub>2</sub> O	22.744	
Óxido de aluminio, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.351	
Óxido de magnesio, MgO	3.179	
Óxido de fósforo, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1.636	
Óxido de calcio, CaO	1.177	
Óxido de hierro, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.507	
Óxido de manganeso, MnO	0.475	
Óxido de azufre, SO <sub>3</sub>	0.101	
Óxido de zinc, ZnO	0.016	
Óxido de rubidio, Rb <sub>2</sub> O	0.012	
Óxido de cobre, CuO	0.009	

<sup>(1)</sup> Balance de resultados de datos calculados del análisis elemental (del oxido al oxido) por espectrometría de fluorescencia de rayos X. Análisis semicuantitativo en atmósfera de vacío.

## 9. VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO

Los resultados de este Informe técnico son válidos solo para la muestra proporcionada por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente informe técnico.

ANEXO



FIGURA N°1. Muestra de ceniza de cáscara de arroz.





# ANEXO 06

## PH DE LA CENIZA DE CASCARA DE ARROZ



Laboratorio Control de Calidad

### INFORME DE ENSAYO N° 002-18

SOLICITANTE : YESICA SILVA CASTILLO  
ASUNTO : ANALISIS FISICO QUIMICO  
PRODUCTO : CENIZA DE CASCARA DE ARROZ  
CANTIDAD DE MUESTRAS : 1  
M I : MUESTRA REMITIDA  
POR EL SOLICITANTE  
FECHA DE RECEPCION : 13-01-2021  
CARACTERISITICAS Y CONDICIONES : ENVASE DE PLASTICO  
FECHA DE REALIZADO EL ENSAYO : 25-01-2021

DETERMINACION		M-I
PARAMETRO	UNIDAD	
Fecha de Muestreo		14/01/2021
pH*	Und pH	9.96

(\*) Mezcla de 5g Ceniza /50 mL de agua. SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017 pH Value. Electrometric Method

M - 1: CENIZA DE CASCARA DE ARROZ

Trujillo, 01 de Febrero del 2021



**JEEATURA LABORATORIO**  
Armando Araujo Jimenez  
DIRECTOR DEL LABORATORIO

**ANEXO 07**

**ENSAYOS BARRIDO DE METALES Y FISICO-  
QUIMICO Y**

**CONTENIDO DE PLOMO DE LA MUESTRA PATRON  
Y EXPERIMENTALES**



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE - 046



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 20201104-004**

Pág. 1 de 2

SOLICITADO POR	: YESICA LUCIA SILVA CASTILLO
DIRECCION	: AA.181 Vlla El Sol Nbr. DE Lote 24 Chimbote
NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE	: NO APLICA
PRODUCTO DECLARADO	: AGUA NATURAL SUPERFICIAL (AGUA DE RIO)
LUGAR DE MUESTREO	: NO APLICA
MÉTODO DE MUESTREO	: NO APLICA
PLAN DE MUESTREO	: NO APLICA
CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO	: NO APLICA
FECHA DE MUESTREO	: NO APLICA
CANTIDAD DE MUESTRA	: 02 muestras
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA	: En frasco de plástico con tapa
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: En buen estado
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2020-11-04
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO	: 2020-11-04
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO	: 2020-11-13
LUGAR REALIZADO DE LOS ENSAYOS	: Laboratorio Físico Químico e Instrumental
CÓDIGO COLECTA	: SS 201104-4

**RESULTADOS**

ENSAYOS	MUESTRA
	RIO SANTA TICAPAMPA
(*) pH	3,01

(\*) Fuera del alcance por tiempo de vigencia de la muestra, según la tabla 1000103 SMEWW-APWA-AWWA-WEF  
ENSAYOS DE METALES

METALES TOTALES (mg/L)	L.C. (mg/L)	RIO SANTA TICAPAMPA
Plata (Ag)	0,002	<0,002
Aluminio (Al)	0,02	11,84
Arsénico (As)	0,005	3,143



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE - 046



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 20201104-004**

Pág. 2 de 2

METALES TOTALES (mg/L)	L.C. (mg/L)	RIO SANTA TICAPAMPA
Molibdeno (Mo)	0,002	<0,002
Sodio (Na)	0,06	<0,53
Niquel (Ni)	0,0006	0,0057
Fósforo (P)	0,01	0,53
Plomo (Pb)	0,002	0,192
Antimonio (Sb)	0,003	0,043
Selenio (Se)	0,005	<0,005
Silica (SiO2)	0,01	90,59
Estaño (Sn)	0,003	<0,003
Estroncio (Sr)	0,0003	0,6011
Titanio (Ti)	0,0007	0,3064
Talio (Tl)	0,002	0,007
Vanadio (V)	0,001	0,019
Zinc (Zn)	0,002	7,146

**METODOLOGÍA EMPLEADA**

pH: SMDWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H- D, 23rd Ed 2017. pH Value. Electronic Method

Metales Totales: EPA Method 200.7, Rev. 4.4 DMRC Version / 1994. Determination of metals and trace elements in water and wastes by inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry.

**NOTA:**

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras:  
Proporcionadas por el Solicitante (X) Muestras tomadas por COLECBI S.A.C. ( )
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra/s ensayada/s.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- No afecta al proceso de Diferencia por su penetrabilidad y/o muestra única.
- El informe incluye diagrama, croquis o fotografías: SI ( ) NO ( X )
- Cuando el informe de ensayo es emitido se hace una corrección o modificación se emite un nuevo informe de ensayo completo que hace



**SEDALIB S.A.**  
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO PERUANO DE  
ACREDITACIÓN INACAL - DA CON  
REGISTRO N° LE - 118**



Registro N° LE - 118

## INFORME DE ENSAYO

IE0121003

Información del Cliente		Información del Ensayo		Información de la Muestra	
Cliente:	YESICA LUCIA SILVA CASTILLO	Responsable Recepción:	YESENIA CASTELLANOS GARCIA	Responsable muestreo	YESICA LUCIA SILVA CASTILLO (CLIENTE)
Solicitante:	YESICA LUCIA SILVA CASTILLO	Número de OT:	OT0121003	Plan / Método muestreo	IT730.03 MUESTREO DE AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRANEAS
Dirección:	-	Fecha Muestreo	12/01/2021	Condición ambiental	Humed. relat(%)= 49
Ciudad:	CHIMBOTE	Fecha recepción:	13/01/2021	Ensayo:	Temperatura (°C) = 25
Email:	portellajim@gmail.com	Fecha Inicio Análisis:	14/01/2021	<b>Descripción del estado de la muestra a la recepción</b>	
Teléfono:	990381637	Fecha Final Análisis	25/01/2021	TODOS LOS FRASCOS REFRIGERADOS A UNA T° DE 5.9°C.	
		Fecha Emisión Informe	25/01/2021		

Sitio de muestreo:

500 MT PUENTE SIMER - TICAPAMPA - RECUAY - ANCASH

Código muestra	1	2	3
Descripción	Experimental N°1 (15 Gr. Ceniza Cascara de Arroz)	Experimental N°2 (20 Gr. Ceniza Cascara de Arroz)	PATRON
Código Laboratorio	0121003.001	0121003.002	0121003.003
Tipo matriz	Agua de proceso*	Agua de proceso*	Agua Superficial
Fecha de muestreo	13/01/2021	13/01/2021	12/01/2021
Hora muestreo	14:00	14:00	14:00
Temperatura Ambiental (°C)	-	-	-
Temperatura Agua	-	-	-

