



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

**"Elaboración De Adoquines Cerámicos Con El Uso De Puzolanas, Aserrín Y
Relave Minero De Ticapampa, Recuay - Ancash"**

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL**

AUTOR:

Jorge Gilberto Soto Trinidad

ASESOR:

Dr. Elmer Gonzales Benites Alfaro

LINEA DE INVESTIGACIÓN

Tratamiento y Gestión De Los Residuos

2017

PAGINA DEL JURADO

Dra. Verónica Tello Mendil
PRESIDENTE

Mg.Sc. Haydeé Alvites Suarez
SECRETARIO

Dr. Benites Alfaro Elmer
VOCAL

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi señor padre Gilberto Soto Vásquez quien me forjo en la vida y que donde este, día a día ilumina y guía mis pasos

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi casa de estudios la UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO. por fomentar la investigación en mi persona y por los recursos académicos proporcionados. También agradezco a mi asesor Dr. ELMER GONZALES BENITES ALFARO y a mi gran amigo LUIS ALFREDO MENDOZA APOLAYA. que con su experiencia y conocimiento hicieron posible el desarrollo del proyecto de investigación. Un reconocimiento a mi señora madre NORMA TRINIDAD ESPINOZA. que con su coraje y esfuerzo me apoyo incondicionalmente en todo momento

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo JORGE GILBERTO SOTO TRINIDAD con DNI 70941576, cumpliendo la normatividad actual del reglamento de grados y títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela profesional de Ingeniería Ambiental, manifiesto mi compromiso de garantizar que el trabajo realizado en mi presente tesis y documentación que acompaño es verdadero y legítimo.

además, declaro garantizar que el contenido involucrado en la tesis y la explicación que presento en mi tesis son genuinos y reales.

Por lo tanto, adjudico mi compromiso que corresponda ante cualquier inexactitud, encubrimiento u olvido tanto de los escritos como de la explicación aportada por lo cual estoy sujeto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Lima, 07 diciembre del 2017

.....
Jorge Gilberto Soto Trinidad
(DNI 70941576)

PRESENTACION

Señores miembros del jurado:

Con el respeto del reglamento de Grados y títulos de la Universidad Cesar Vallejo anuncio ante ustedes. La tesis titulada "Elaboración de adoquines cerámicos con el uso de puzolanas, aserrín y relave minero de Ticapampa, Recuay - Ancash", la misma que planteo y pongo a vuestra apreciación y confiar que cumpla con los requisitos de aprobación de esa manera obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

Jorge Gilberto Soto Trinidad
DNI: 70941576

INDICE GENERAL

PAGINA DEL JURADO	ii
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	v
PRESENTACION	VI
INTRODUCCIÓN	13
1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA.	15
1.2 TRABAJOS PREVIOS	16
1.3 TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA	25
1.3.1 Relaves mineros:	26
1.3.2 Procesos de obtención de relaves y sus características:	26
1.3.3 Agentes contaminantes presentes en los relaves mineros.	27
1.3.4 Tratamiento de residuos y de los relaves mineros.	27
1.3.5 Aglomerantes utilizados en el tratamiento de relaves	28
1.3.6 Utilización de puzolanas como aglomerante.	29
1.3.7 Aditivos utilizados en la neutralización de relaves	29
1.3.7.1 El aserrín como aditivo para la neutralización de relaves.	29
1.3.8 Adoquín Cerámico	30
1.3.8.1 Características Naturales de un Adoquín Cerámico	30
1.3.8.2 Factores a considerar para la obtención de Adoquines cerámicos	31
1.4 Formulación Del Problema	33
1.5 Justificación del estudio.	33
1.6 Hipótesis	34
1.7 Objetivos	35
II. MÉTODO	37
2.1 Diseño de investigación	38
2.1.1 Tipo de investigación	38
2.2 VARIABLES, OPERACIONALIZACION	38
2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA	39
2.3.1 Población	39
2.3.2 Muestra	40
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	41
2.4.1 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	41

Fase 1: muestreo del relave minero de Ticapampa. _____	42
Fase 2: Acondicionamiento de la muestra para la obtención de adoquines _____	43
Fase 3: medición de parámetros fisicoquímicos _____	44
Fase 4: análisis granulométrico del relave minero de Ticapampa _____	44
Fase 5: Determinación de la permeabilidad del relave minero de Ticapampa _____	45
Fase 6: Análisis químico, determinación de carbonatos _____	46
Fase 7: Potencial de neutralización, Potencial de acidez y potencial neto de neutralización del relave minero de Ticapampa _____	47
Fase 8: Neutralización de pH del relave minero de Ticapampa _____	51
Fase 9: Primera Prueba De Concentraciones Para La Obtención De Adoquines Cerámicos _____	52
Fase 10: Primera evaluación preliminar de los adoquines cerámicos obtenidos en la primera prueba de concentraciones _____	53
Fase 11: segunda prueba de concentraciones para la obtención de adoquines cerámicos _____	53
Fase 12: segunda evaluación preliminar de los adoquines cerámicos obtenidos en la primera prueba de concentraciones. _____	55
Fase 13: tercera prueba de concentraciones para la obtención de adoquines cerámicos. _____	55
Fase 14: tercera evaluación preliminar de los adoquines cerámicos obtenidos en la primera prueba de concentraciones. _____	56
Fase 15: Determinación de Potencial de neutralización, potencial de acidez y potencial neto de neutralización del adoquín cerámico _____	56
Fase 16: prueba de solubilidad al adoquín cerámico obtenido _____	59
Fase 17: prueba cinética del adoquín cerámico obtenido _____	60
2.5 Validez y Confiabilidad _____	62
2.6 Métodos de análisis de datos _____	64
2.7 Aspectos éticos _____	64
III. RESULTADOS: _____	65
3.1 Resultados de la Medición de parámetros fisicoquímicos _____	66
3.2 Resultados del Análisis granulométrico del relave minero de Ticapampa. _____	66
3.3 Resultados de la Permeabilidad del relave minero de Ticapampa _____	68
3.4 Resultados del Análisis químico, del relave minero de Ticapampa. _____	68
3.5 Resultados del Potencial De Neutralización, Potencial De Acidez Y Potencial Neto De Neutralización Del Relave Minero De Ticapampa _____	69
3.6 Resultados de la Neutralización en pH del relave minero de Ticapampa _____	71
3.7 Resultados de la Primera evaluación preliminar de los adoquines cerámicos obtenidos en la primera prueba de concentraciones. _____	72
3.8 Resultados de la Segunda Evaluación Preliminar De Los Adoquines Cerámicos Obtenidos En La Segunda Prueba De Concentraciones. _____	72

3.9 Tercera Evaluación Preliminar De Los Adoquines Cerámicos Obtenidos En La Primera Prueba De Concentraciones.	73
3.10 Resultados de las características mecánicas de los adoquines obtenidos	74
3.11 Resultados De La Determinación De Potencial De Neutralización, Potencial De Acides Y Potencial Neto De Neutralización Del Adoquín Cerámico.	74
3.12 Resultado del análisis químico del adoquín cerámico, obtenido	76
3.13 Comparación de resultados de análisis inicial (relave minero) y análisis final (adoquín cerámico).	77
3.14 Resultado de Prueba De Solubilidad Al Adoquín Cerámico Obtenido	80
Prueba cinética del adoquín cerámico obtenido	81
3.15 Resultados de la prueba cinética (columna de lixiviación 1" y columna de lixiviación 1/2" y 1/4")	90
3.15.1 Resultado de análisis químico en lixiviación de cobre a cuatro semanas de iniciada la prueba	90
3.15.2 Resultado de análisis químico en lixiviación de Plomo a cuatro semanas de iniciada la prueba.	91
3.15.3 Resultado de análisis químico en lixiviación de arsenico a cuatro semanas de iniciada la prueba	92
3.15.4 Resultado de análisis químico en lixiviación de Zinc a cuatro semanas de iniciada la prueba	92
3.15.5 Resultado de análisis químico en lixiviación de cadmio a cuatro semanas de iniciada la prueba.	93
3.15.6 Resultado de análisis químico en lixiviación de Manganeso a cuatro semanas de iniciada la prueba	94
3.15.7 Resultado de análisis químico en lixiviación de cobre a cuatro	94
<i>IV.DISCUSION</i>	95
<i>V.CONCLUSION</i>	98
<i>VI.RECOMENDACION</i>	101
<i>VII.PROPUESTA</i>	103
BIBLIOGRAFIA	105
ANEXO	107
ANEXO 1	108
ANEXO 2	109
ANEXO 3	110
ANEXO 4	111
ANEXO 5	112
ANEXO 6	114
ANEXO 7	115

INDICE DE FIGURAS

<i>Imagen 01: Concreto colocado en el probador de compresión</i>	21
<i>Imagen 02: Relave minero de Ticapampa</i>	40
<i>Imagen 03: Representación gráfica de puntos de muestreo</i>	41
<i>Imagen 04: Muestreo del lado Este.</i>	43
<i>Imagen 05: Muestreo del lado Oeste</i>	43
<i>Imagen 06: muestra para formar el composito general</i>	43
<i>Imagen 07: cuarteo del composito general.</i>	43
<i>Imagen 08: equipo multiparametro.</i>	44
<i>Imagen 09: Extracto de la muestra .</i>	44
<i>Imagen 10: Prueba de permeabilidad (inicio)</i>	46
<i>Imagen 11: realización de la prueba de permeabilidad.</i>	46
<i>Imagen 12: preparación de muestra para el análisis químico.</i>	47
<i>Imagen 13: preparación de la pasta.</i>	47
<i>Imagen 14: muestra sin la adición de ácido clorhídrico</i>	47
<i>Imagen 15: muestra con la adición de ácido clorhídrico</i>	47
<i>Imagen 16: Solución antes de ser titulado con Na OH</i>	48
<i>Imagen 17: Solución después de ser titulado con Na OH</i>	48
<i>Imagen 18: adición de cloruro de amonio a la muestra</i>	50
<i>Imagen 19: adición de acido clorhídrico a la muestra</i>	50
<i>Imagen 20: solución para la neutralización en pH.</i>	51
<i>Imagen 21: muestra de relave con agua destilada</i>	51
<i>Imagen 22: amasado de los adoquines</i>	53
<i>Imagen 23: mezcla de adoquín en el molde</i>	54
<i>Imagen 24: mezcla sometido en la prensa</i>	54
<i>Imagen 25: muestra de Adoquín sin la adición de HCl</i>	59
<i>Imagen 26: muestra de Adoquín con la adición de HCl</i>	59
<i>Imagen 27: columnas de lixiviación</i>	61
<i>Imagen 28: muestras granuladas</i>	61

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Contenido De Plomo Soluble Y Ph Final De Las Soluciones De Lixiviación Del Material Estabilizado Con Cemento _____	24
Tabla 2: Datos De Ubicación Del Relave _____	40
Tabla 3 Técnicas E Instrumentos De Recolección De Datos. _____	42
Tabla 4: Concentracion De Puzolana, Aditivo Y Residuo Minero Para La Elaboracion De Adoquin _____	52
Tabla 5: Concentracion De Puzolana, Aditivo Y Residuo Minero Para La Elaboracion De Adoquin _____	54
Tabla 6: Concentracion De Puzolana, Aditivo Y Residuo Minero Para La Elaboracion De Adoquin _____	55
Tabla 7: Parámetros Físicoquímicos Del Relave Minero De Ticapampa _____	66
Tabla 8: Análisis Granulométrico Del Relave Minero De Ticapampa _____	67
Tabla 9: Clases De Permeabilidad De Los Suelos Para Obras De Ingeniería Civil _____	68
Fuente: Fao 2009 _____	68
Tabla 10: Resultado De Análisis Químico Del Relave Minero De Ticapampa (Metales Pesados) _____	69
Tabla 11: Titulación Con Hidróxido De Sodio Para La Determinación De Potencial De Neutralización Del Relave _____	69
Tabla 12: Neutralización De Ph Del Relave Minero De Ticapampa _____	71
Tabla 13: Resultados Preliminares De Los Cuatro Primeros Prototipos Del Adoquín _____	72
Tabla 14: Resultados Preliminares De Los Prototipos Del Adoquín _____	72
Tabla 15: Resultados Preliminares Del Adoquín Obtenido A Partir De Relave Minero De Ticapampa _____	73
Tabla 16: Resultados De Las Características Mecánicas Del Adoquín _____	74
Tabla 17: Titulación Con Hidróxido De Sodio Para La Determinación De Potencial De Neutralización Del Adoquín _____	74
Tabla 18: Resultado De Análisis Químico Final Del Adoquín Cerámico _____	76
Tabla 19: Resultado Comparativo Del Análisis Químico Del Relave Minero Y Adoquín Cerámico. _____	77
Tabla 20: Resultados A 163 Horas De Prueba De Solubilidad _____	80
Tabla 21: Resultados De Ph A 144 Horas _____	81
Promedio De Ph A Ese Tiempo Es De 12.956. _____	81
Tabla 22: Resultados De Temperatura A 144 Horas _____	82
Tabla 23: Resultados De Potencial Redox A 144 Horas _____	82
Tabla 24: Resultados De Conductividad Eléctrica A 144 Horas _____	83
Tabla 25: Resultados De Sólidos Totales A 144 Horas _____	84
Tabla 26 Resultados De Ph A 144 Horas (Malla 1/2 Y 1/4) _____	85
Tabla 27 Resultados De Potencial Redox A 144 Horas (Malla 1/2 Y 1/4) _____	86
Tabla 28 Resultados De Temperatura A 144 Horas (Malla 1/2 Y 1/4) _____	87
Tabla 29 Resultados De Conductividad A 144 Horas (Malla 1/2 Y 1/4) _____	88
Tabla 30 Resultados De Sólidos Totales A 144 Horas (Malla 1/2 Y 1/4) _____	89
Tabla 31: Resultados De Análisis Químico De La Prueba Cinética A 4 Semanas _____	90

RESUMEN

Esta investigación se realizó con el objetivo de elaborar adoquines cerámicos, con el uso principalmente de relave minero de Ticapampa, la misma que fue neutralizada para la obtención de un producto ecológico. Se trabajó a distintas concentraciones de insumos hasta obtener un adoquín estructuralmente confiable.

Los adoquines obtenidos fueron puestos a pruebas de solubilidad, intemperismo y otras pruebas que ayudaron a determinar la calidad y tipo de adoquín obtenido. De los resultados obtenidos se sabe que los adoquines no generan acidez a priori, mas el contrario tiene características similares a los adoquines comercializados en el mercado.

Palabra clave: Adoquín, relave minero, intemperismo, solubilidad, acidez

ABSTRACT

This investigation was carried out with the objective of elaborating ceramic paving stones, with the use mainly of Ticapampa mining tailings, which was neutralized to obtain an ecological product. We worked at different concentrations of inputs until we obtained a structurally reliable paver.

The obtained paving stones were put to tests of solubility, weathering and other tests that helped to determine the quality and type of paving obtained. From the obtained results it is known that the paving stones do not generate acidity a priori, but the contrary has similar characteristics to the paving stones. marketed in the market.

Keyword (s): Adoquin, mine tailings, weathering, solubility, acidity

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de esta investigación está basado en realizar y obtener adoquines cerámicos usando como materia prima un pasivo ambiental minero, concertando además con aglomerantes como puzolanas (cemento, arcilla y cal) y aditivos que de acuerdo al alcance y disponibilidad del lugar se usara el aserrín. Se infiere que a partir del procesado se obtendrá adoquines ecológicos, resistentes y confiables estructuralmente teniendo la alta consideración que la materia prima fue el uso de un pasivo ambiental minero (PAM) ubicado en el distrito de Ticapampa, provincia de Recuay - Ancash.

La acción antropogenica de la ex compañía minera Alianza quien desarrolló extracciones de Cobre (Cu), Plomo (Pb), Zinc (Zn), etc. Desde el año mil novecientos doce (1912) hasta el año mil novecientos ochenta y ocho(1988) han generado y depositado su relave cerca de la cuenca el Santa de modo que hasta la fecha los actuales PAM vienen afectando el medio ambiente por medio de la generación de drenajes ácidos, el agua del rio Santa y dentro de su área de influencia también afecta al distrito de Ticapampa por medio de emisiones de material particulado. Por todo lo expuesto surge la necesidad de realizar un tratamiento al PAM, con el fin de mitigar el daño sobre el medio ambiente además de preservar el medio social, cultural.

El procedimiento y metodología de campo se realizo mediante la ubicación y georeferenciacion del pasivo ambiental minero utilizando coordenadas de unidad transversal de Mercator (UTM), así se conoció la posición de las muestras representativas a re aprovechar del PAM. Dicho muestreo se realizó bajo el enfoque y método sistemático – compuesto (composito). Las mismas que fueron codificadas, enviadas y tratadas en el laboratorio.

El desarrollo del proyecto de investigación Aplicada – Descriptiva- Experimental. Se basa en obtener adoquines cerámicos que no sean perjudiciales para la salud ni para el ambiente. por ello en el desarrollo y elaboración del producto se evaluó permanentemente la calidad, característica y confiabilidad de los adoquines, determinando la evolución y los compuestos finales presentes en el producto.

1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA.

El relave minero de Ticapampa, se encuentra ubicado en la región de Ancash, provincia de Recuay- distrito de Ticapampa a una altitud de tres mil cuatrocientos sesentaicinco metros sobre el nivel del mar (3465 m.s.n.m), con una cantidad de dos mil doscientos cincuentaiocho pobladores. Que a la fecha conservan y practican sus costumbres, estilo de vida entre otras cosas propias del lugar. Sin embargo uno de sus mayores problemas que tiene el mencionado distrito es la presencia de pasivos ambientales mineros y por ende su consecuente contaminación.

Es así que hasta el año 2015 en su última actualización de pasivos ambientales mineros el ministerio del ambiente (MINAM) ha registrado ocho mil seiscientos dieciséis (8616) pasivos ambientales, siendo la región de Ancash, Cajamarca y Puno las regiones con mayor cantidad de estos pasivos, solo el distrito de Ticapampa registra un total de catorce pasivos ambientales, siendo el relave uno de los más representativos (el autor, 2017). Ya que tiene un volumen promedio de cuatro millones de toneladas métricas (TM), quince hectáreas (Ha) de ocupación de terreno natural y una de las problemáticas generales es que se encuentra ubicado a orillas del río Santa (ROMERO A., FLORES S., 2010). Dichas características hace que sea una de las principales fuentes de contaminación, que altera el estado natural tanto de la cuenca el Santa y su alrededor.

Desde el inicio de operaciones de empresas mineras en mil novecientos doce (1912) como "The Anglo French" seguido por "Silver Mining Company" y por último de la "Compañía minera Alianza". Se han producido relaves hasta el año mil novecientos ochenta y ocho (1988) fecha en la que deja de operar la última compañía, dejando y quedando en abandono todos los relaves acumulados.

La actual "responsable" Compañía minera Yahuarcocha, presenta su plan de cierre del pasivo ambiental en el año dos mil nueve (2009) dándose como plazo seis años de remediación (2011-2016) (ASTOCASA C.,2011). Situación que hasta la fecha no se ha iniciado las operaciones.

Este pasivo ambiental minero por su alto contenido de sulfuro de plomo, hierro más la combinación y presencia de oxígeno llevan a la formación de drenaje ácido de mina (DAM). Que al ponerse en contacto con el cuerpo de agua del Río Santa

y el suelo los contamina así estos terminan como contaminantes difusos. (FIGMMG, 2008).

Los pobladores expresan su malestar por la presencia de estos pasivos ya que afectan el aspecto paisajístico y naturalidad de la zona, salud de los lugareños, el turismo, las visitas externas y todos los problemas impactados sobre el ambiente descrito líneas arriba. Adicionalmente se puede notar la carencia de gestión por parte de los organismos públicos y/o privados.

1.2 TRABAJOS PREVIOS

YOUCAI Z, et. al (2017) En su investigación “ Recycling Technologies and Pollution Potential for Contaminated Construction and Demolition Waste in Recycling Processes” “Tecnologías de reciclaje y potencial de contaminación para residuos de construcción y demolición en un proceso de reciclaje” nos da a conocer que los residuos de la construcción y demolición se utilizan o deben utilizarse a la formación de bloques de concreto, sin embargo deben tratarse correctamente con el fin de reciclarlo.

Los autores combinaron el residuo más fibra de coco y bonote determinando que la fibra de coco es menos eficiente que los otros agentes evaluados. El desarrollo de la elaboración de los concretos se dio mediante distintos tratamientos. Las tecnologías aplicadas demostraron en proyectos reales que su reutilización presenta algún tipo de riesgos, pero cabe mencionar que dichos proyectos se realizaron con la fibra de coco y bonote

HAO M, et al. (2017) En su trabajo de “Preparation and characterization of permeable bricks from gangue and tailings” “Preparación y caracterización de ladrillos permeables de ganga y relaves” nos explican que en el proceso de extracción de una mina se genera residuos como gangues y relaves la cual fueron utilizados para la creación de ladrillos. La función de dichos relaves fue cumplir como un agregado y aglutinante. Encontrando los siguientes parámetros como el más óptimo para la elaboración del ladrillo se calcino de 1180 a 1200 ° C durante 45 min con 20% en peso de relaves, 60-70% en peso de ganga y 10-20% en peso de cerámica obteniendo como resultado un ladrillo de poca permeabilidad ,

buenas propiedades macroscópicas, alta resistencia a la compresión. En suma los autores determinaron que el uso de estos residuos son prometedores en la industria de la construcción ya que ayuda en dos importantes aspectos como económico y ambiental.

BOLTAKOVA I, et al (2016). En su publicación "Utilization of inorganic industrial wastes in producing construction ceramics. Review of Russian experience for the years 2000–2015". "Utilización de residuos industriales inorgánicos en la producción de cerámicas de construcción. Revisión de la experiencia rusa para los años 2000-2015" nos describe que en los últimos quince años se han utilizado residuos industriales con la finalidad de mejorar las propiedades del cerámico y que también tiene un aporte ecológico. dichos residuos industriales provienen de la minería, construcción, lodos, cenizas, metalúrgicos, entre otros. pero con un buen moldeo, proceso de cocción y otros factores. se obtendrá un producto de buena resistencia, poca absorción . y de acuerdo a todo lo compilado los autores han agregado grandes listas en la nomenclatura de desechos ecológico y/o reutilizables. Que son de gran ayuda en la industria cerámica "ecológica".

AMOROS M, (2011) en su investigación de " Desarrollo de un nuevo ladrillo de tierra cruda, con aglomerantes y aditivos estructurales de base vegetal" elabora ladrillos ecológicos con un tipo de arcilla y algas. Dando énfasis en cuanto a la relación agua, arcilla y trabajabilidad, peso de los ladrillos, resistencia a la flexión, compresión, micro fisuras.

Para determinar la relación agua/ arcilla el autor se basa en la "prueba de bola". Obteniendo un resultado de 0.12. Relación que es usada para la elaboración del ladrillo. El uso de las algas lo hace primeramente mediante el secado de estas a una temperatura de setenta (70)° C, para luego triturarlo y usarlo a una proporción de quince (15%). Bajo la recomendación presentada en la investigación este tipo de ladrillos en primer lugar se deben homogenizar la arcilla y las algas. Ya después agregar el agua hasta obtener una pasta trabajable.

Basado en la investigación realizada el autor concluye que la relación de 0.12 agua/arcilla. Dificulta la trabajabilidad de la mezcla, aun así esta no ha alterado las propiedades mecánicas del producto, el peso comparado al ladrillo de referencia es más bajo estando en promedio de cuatro kilos. la resistencia a la flexión y compresión disminuyo en un veintisiete punto dos (27.2%) y dieciséis (16%) respectivamente estos resultados son obtenidos utilizando en el caso menos favorable de algas diez (10%). el gran alcance de este tipo de ladrillo es que no registro micro fisuras es más su apariencia era similar al de un ladrillo normal y/o de referencia.

Li S, (2013) en "Medición del Potencial de Generación de Agua Ácida para un Relave en la Zona Central del Perú y sus Necesidades de Neutralización" manifiesta que hay dos grandes campos para el control de generación de aguas ácidas, la primera es de control preventivo y la segunda de control correctivo, para el primer el caso del control preventivo es aquella que se da y planifica antes de las operaciones mineras, en el segundo caso es aquella que se opta cuando la medida de control preventivo no ha sido totalmente eficiente, con el control de esta generación de aguas ácidas se cumple con satisfacer el cuidado del medio ambiente y el desarrollo responsable de una organización minera.

En cuanto al método químico de control de generación de aguas ácidas tenemos a la adición de materiales alcalinos y fosfatos sobre el efluente y/o relave minero, el objetivo de adicionar estos químicos es llevar el pH al lugar más cercano del neutro, así se neutralizara las aguas acidas e impedirá la oxidación de sulfuros, como agentes neutralizantes se puede inducir al uso de hidróxido sódico, calcita o caliza, carbonato de sodio, hidróxido de aluminio.

El uso de agentes alcalinos neutralizantes son muy buenos ya que se puede hacer la adquisición en lugares aledaños al centro de operación, de esa manera se estaría economizando los costos para el tratamiento del pasivo, a diferencia que si todos los insumos se trajera de lugares alejados a la ubicación del relave estos costos se incrementarían y seria menos viable la recuperación y/o estabilización del producto.

TINOCO O, et. al, (2012) en su investigación de "Tratamiento integral de remediación de efluentes minero metalúrgicos a través del proceso de obtención de la dolomita como agente remediante" manifiestan que en nuestro país no hay muchos antecedentes trabajados utilizando la dolomita natural como agente neutralizante o remediante. La investigación de los autores se basa en reducir sustancialmente la presencia de metales pesados en los efluentes mineros haciendo uso de la dolomita.

Basado el trabajo experimental en realizar pruebas a escala de laboratorio empleando la dolomita y haciendo énfasis en el estudio de las curvas cinéticas de adsorción la cual demostrara la acción remediante y reductora de acides de la dolomita natural y comercial.

Con la realización de pruebas en laboratorio los autores concluyen que el agente remediante si funciona como agente adsorbente de metales (para su estudio fue el cobre), además de otros iones generadores de acidez. adicionalmente recomiendan que con la obtención del efluente tratado se puede realizar agregados para la construcción como paredes, baldosas, ladrillos, etc.

ROMERO A, et. al. (2010) en "Reúso de relaves mineros como insumo para la elaboración de agregados de construcción para fabricar ladrillos y baldosas" nos explica que la presencia de relaves y desechos mineros en un determinado lugar no solo genera impactos negativos de contaminación continua sobre el medio físico (agua, aire y suelo) circundante, sino que también genera impactos negativos visuales.

Bajo la premisa anterior los autores plantean re usar los relaves por medio de técnicas de fijación de metales pesados presente en las relaveras y su posterior encapsulación, con el fin de estabilizarlos y anular de esa manera la dinámica de estos metales, las mismas que se encargan de contaminar el medio físico cuando están inestables. El autor se basa en determinar un estudio técnico que ayude a estandarizar la construcción y fabricación de ladrillos y baldosas, para lograr esta técnica se procede a métodos existentes como encapsulamiento, micro encapsulación con sílice, microcristalización de los metales pesados.

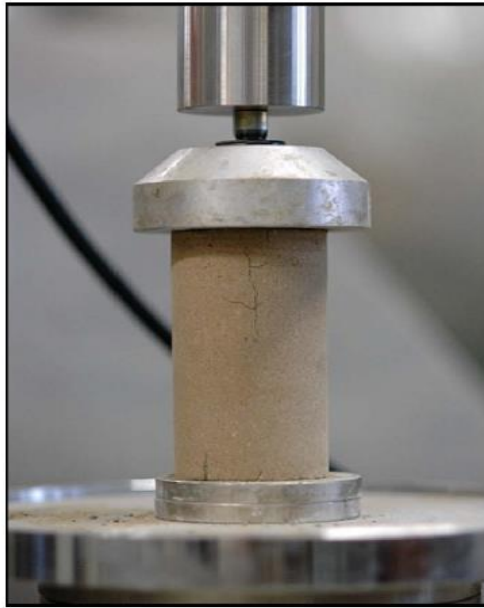
La metodología para la obtención del procesado inicia con la caracterización geoquímica del relave, seguido de encapsular el relave para usarlo seguidamente como agregado. Posteriormente se mezcla homogéneamente entre gruesos del agregado de construcción, cemento, cal y finos. (Haciendo referencia al relave como gruesos y finos de agregado de construcción). Para disponerlos y moldearlos la mezcla en un ladrillo o baldosa. Seguido de ese proceso se cura y seca el producto, obteniendo de esa manera un agregado de construcción.

De la investigación descrita los autores concluyen mediante pruebas de toxicidad internacionales que el producto final no es contaminante. la técnica de encapsulación con silicato di cálcico y tricalcico presente en los cementos son buenos estabilizadores fisicoquímicos.

CHOI W, et. al (2009) en su investigación de "*Cement based solidification/stabilization of arsenic - contaminated mine tailings*". "Solidificación / estabilización a base de cemento de relaves mineros contaminados con arsénico" Determinan que la adición de aglutinantes como cemento, cal y otros materiales puzolanicos ayudan a la solidificación y estabilización de los relaves mineros, considerando que solo basta añadir 7.5% de cemento para reducir la capacidad de lixiviación del arsénico. pero el mismo comportamiento no tiene el plomo ya que este por su naturaleza es anfótera.

En la investigación los autores evalúan los relaves de tres minas abandonadas ubicadas cerca a una cuenca en Corea Del Sur. La cual iniciaron con una clasificación de suelos lineados a la norma de American Society for Testing and Materials (ASTM) D 2487-98 y a concentración de cinco a treinta por ciento en relación al peso. Las mezclas elaboradas fueron dispuestas en moldes de plásticos. Siguiendo la confiabilidad estadística cada muestra se triplico.

Durante un periodo de siete días se curaron las muestras estabilizadas y solidificadas. Para luego ponerlas a pruebas de compresión. En la siguiente imagen se grafica la prueba realizada al concreto estabilizado y solidificado obtenido.



Fuente: CHOI W, et. al (2009)
Imagen 01: Concreto colocado en el probador de compresión

Seguido de la prueba realizada los autores determinan triturar el concreto, para estimar la lixiviación de los contaminantes. Realizados por diversos métodos, utilizando reactivos, filtros, espectrofotómetro, medidor de pH.

En las características de los relaves mineros, solidificados y estabilizados los autores definen y aceptan generalmente como adecuados para soportar cargas que se generarían sobre el concreto, además que a un intervalo de 7.5% a 10% se encuentra el contenido óptimo para reducir la lixiviación de arsénico y plomo y quedar a niveles seguros y resistencia física.

PACHECO J, et. al, (2007) mediante la investigación " El rol de las puzolanas naturales en el mejoramiento de la durabilidad del concreto reforzado" explican que la corrosión presentada en los concretos es un problema muy común que presenta grandes factores de pérdidas económicas. Para ello el uso de puzolanas naturales es una buena opción para prolongar y cuidar más al material de concreto. La aplicación de puzolanas puede sustituir parcialmente al cemento o ser añadido como un adicional al concreto. Esta aplicación a tenido buenos

resultados puesto que reduce los costos finales de producción ya que son más económicos y accesibles que el cemento.

En el desarrollo de esta investigación, se elaboraron morteros utilizando la andesita como puzolana y cemento a proporciones de cero (00%), diez (10%) y veinte (20%), además en cada probeta elaborada se introdujo una varilla de hierro al centro con el fin de ver la eficacia de la puzolana en cuanto a la corrosión de concreto. Para la determinación de corrosión, cada probeta fue sometido a la inmersión a una solución de cloruro de sodio de esa manera acelerar el proceso de corrosión.

Bajo las pruebas desarrolladas, los autores determinan que el uso de puzolanas tuvo un efecto positivo de tal manera que solo con un reemplazo de veinte (20%) de puzolanas se obtuvo mayor resistividad a la corrosión, no obstante cabe decir que la sustitución de puzolana por el cemento disminuye razonablemente la resistencia puesto que en la prueba de resistencia a la compresión de los morteros, estos soportaron 800 kg. de presión.

ORTIZ I., et al, (2007) Expresan que las técnicas de recuperación a utilizar en suelos contaminados dependerán del tipo de utilidad que se desea obtener de aquel suelo contaminado.

Las técnicas generales de recuperación según el autor son la de contención, confinamiento y remediación. la técnica de contención es aquella que impide la expansión del contaminante, mitigando y reduciendo sus efectos nocivos para el ambiente, esta técnica es de bajos costes y consiste en realizar barreras horizontales y/o verticales, de sellado superficial, profundo y otros. Inmovilizando así al agente contaminante.

La técnica de confinamiento es aquella que se basa en estabilizar o solidificar al contaminante reduciendo así su movilidad, esta técnica se desarrolla a través de procesos físicos, químicos. Cuando se estabiliza el contaminante este se convierte en un agente menos toxica y cuando se encapsula el contaminante, este se convierte en un sólido.

Los autores mencionan que las técnicas de confinamiento más importantes son la estabilización fisicoquímica, que es un tratamiento Ex situ que se basa en elevar el pH con agentes alcalinos. Inyección de solidificantes, que se basa en insertar

y/o inyectar agentes inorgánicos con el fin de solidificar y encapsular los contaminantes y la vitrificación que utiliza la temperatura para estabilizar el contaminante mediante el calentamiento del suelo.

Como última técnica general definida es la descontaminación y/o remediación que se basa a la extracción completa del agente contaminante sobre el suelo, quedando inocuo el resto del material, los métodos representativos principales a criterio de los autores de esta técnica es la de extracción, extracción de aire, extracción de agua y otros.

BERTOCCHI A, et al. (2006) en su prueba de " Red mud and fly ash for remediation of mine sites contaminated with As, Cd, Cu, Pb and Zn". " Lodo rojo y ceniza volante para la remediación de sitios minados contaminados con As, Cd, Cu, Pb y Zn " Los investigadores realizan pruebas con el objetivo de inmovilizar los metales contaminantes presentes en los relaves. a su vez determinar la capacidad de sorción de lodo rojo y las cenizas volantes. en primera instancia proceden a evaluar la capacidad de los materiales a eliminar los metales pesados, seguido de determinar la capacidad de sorción. Dichas pruebas se desarrollaron en columnas de lixiviación de plexiglás.

Para el lodo rojo los autores neutralizaron y llevaron a un pH de 8.71 haciendo uso del agua de mar con el fin de reducir las concentraciones de sodio. Para el caso de las cenizas se evaluó su concentración por medio de un análisis difracto métrico observando la presencia principalmente de mullita, magnetita.

En el desarrollo de las pruebas los autores llevaron las muestras a tres columnas de lixiviación. La primera columna llenándose completamente con los residuos, la segunda llenados con 300 gr. de residuo mas 45 gr de lodo rojo y en la última columna llenando con 300 gr. de residuo mas 45 gr. de cenizas volantes. Las primeras evaluaciones lo desarrollaron diariamente luego desarrollándolas cada tres días. Evaluando en total 80 días.

Sobre lo desarrollado y los resultados obtenidos los autores consideran que la eficacia del lodo rojo y ceniza volante como agentes inmovilizantes son altamente viables debido a que las concentraciones del plomo y de otros metales pesados se encuentran con concentraciones muy por debajo de las concentraciones

iniciales. Pero en una comparativa de lodo rojo y ceniza volante, se concluye que la primera es la que tiene mayor capacidad de sorción, mayor capacidad de adaptación. Cabe mencionar que la capacidad de sorción de los materiales estabilizantes está influenciada por el pH.

VELASCO A, et al (2004) en su primer informe del proyecto "Evaluación de tecnologías de remediación para suelos contaminados con metales". Informa que la técnica de estabilización/solidificación ayuda a limitar la movilidad, precipitación y lixiviación de los metales pesados. Encapsulando el contaminante mediante la solidificación del residuo convirtiéndola así en una forma menos tóxica y móvil. Las innovaciones tecnológicas de la estabilización/solidificación se superpone por la aplicación de encapsulantes como puzolana, bituminización, cemento modificado con azufre, asfalto emulsificado, extracción con polietileno, estabilización de lodos.

en la aplicación de toda la teoría el autor evalúa tres proporciones de mezcla con cemento en concentraciones de (90:10, 70:30 y 50:50, que representa al 10%, 30% y 50% (w/w) mas dos controles una con 100% de muestra y la otra con 100% de cemento. cada concentración llevado y evaluado por triplicado. el control y monitoreo en la evolución del estudio fue llevado en dos tiempos de fraguado. la primera a solo 96 horas y la segunda a 216 horas. los resultados obtenidos por el trabajo son representados mediante la siguiente tabla :

Tabla 1. Contenido de plomo soluble y pH final de las soluciones de lixiviación del material estabilizado con cemento

Cemento (%)	Pb soluble (mg/L)		Estabilización de Pb (%)		pH	
	96 h	216 h	96 h	216 h	96 h	216 h
0	0.28 ± 0.03	0.28 ± 0.03	-	-	8.2	8.2
10	0.09 ± 0.06	0.12 ± 0.03	78.4 ± 0.0	58.0 ± 9.1	8.9	9.0
30	0.08 ± 0.01	0.05 ± 0.02	70.0 ± 2.1	82.0 ± 6.2	9.3	9.3
50	< LD	< LD	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	11.5	11.6
100	< LD	< LD	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	12.0	12.0

Fuente: elaboración propia

De acuerdo a lo mostrado y los resultados obtenidos en el cuadro los autores definen que con una proporción de treinta (30 %) en un tiempo de fraguado de noventa y seis (96) horas. aclarando además que el tiempo de fraguado no

incrementa la eficiencia del agente estabilizante. Es la más adecuada para estabilizar el metal pesado en esta caso para el plomo, considerando además que el tiempo.

CASTRO L., (2000) En su investigación de "Diseño de Sistemas de Estabilización/Solidificación Base Silicatos para Remediar Suelos Contaminados con Metales Pesados". Nos define que ningún lugar puede ser totalmente limpiado de sus contaminantes, encerrarlo en un relleno seguro es impráctico, debido a que solo se transfiere la contaminación. Es así que los objetivos de cualquier tipo de remediación dependerá de los aspectos económicos, políticos y técnicos considerando siempre las mejores alternativas remediales.

La estabilización/solidificación (E/S). Es una alternativa viable en cuanto a la remediación de suelos contaminados por metales pesados. El proceso de mezclar y/o inyectar agentes permite reducir la solubilidad del metal pesado. Dichos agentes podrían ser la aplicación de cemento, ceniza volante, polvo de kiln, arcillas, sulfoaluminato de calcio, cal y otros. Estos elementos por su alto pH y su alcalinidad buffer son retenidas en forma de hidróxidos, carbonato o silicato insolubles dentro del producto de estructura dura.

Para la investigación se utilizó el cemento portland tipo I, como estabilizante. La cual el autor menciona que debe estar en relación de agua/cemento de 0.5 (base peso). Esta pasta debe ser aplicada de manera rápida sobre el material contaminante a tratar. Debido que el proceso de estabilización inicia de manera instantánea y rápida.

Para el control y el desempeño ambiental de la E/S. el autor menciona en realizar pruebas al producto después de veintiocho (28) días. Considerando pruebas extremas en un escenario denominado "peor de los casos". Bajo lo expuesto en la investigación se concluye que se logro construir monolitos a partir del E/S con el uso de silicatos. Teniendo efectividad en retención de metales como plomo, cadmio y cromo.

1.3 TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA

1.3.1 Relaves mineros:

Las faenas mineras en el Perú, son una de las más importantes actividades debido a sus aportes económicos y otros, para el año dos mil dieciséis (2016) según el instituto nacional de estadística e informática (INEI) esta actividad tubo un aporte de veinte (20%) en el producto bruto interno nacional. Sin embargo estas actividades para la obtención de los metales usan gran cantidad de insumos y por ende generan grandes cantidades de residuos, desmontes y otros desechos.

Los relaves mineros uno de los residuos más generados, son obtenidos por la actividad minera polimetálica o metálica que tiene la característica de ser un sólido fino, pobres en concentrados de mineral. en un principio los relaves no deberían ser tóxicos puesto que sencillamente es la fusión de rocas molidas y agua. Los problemas ambientales son los que aparecen posteriormente ya que estos desechos "relaves" al entrar en contacto con agentes externos, estos solubilizan los metales y sulfuros llevando a la generación y formación de aguas acidas, contaminación de cuerpos de agua así como otros, que afectan directa e indirectamente la biodiversidad y ecosistemas (GARCIA C., 2012). Adicionalmente cabe mencionar que una mala gestión y compromiso empresarial estos residuos se convierten en pasivos ambientales mineros (PAM). que actualmente se le denota como aquella área que no tiene algún responsable para su restauración, remediación y/o tratamiento, originados por actividades productivas o de servicios que al momento de su cierre o abandono no gestionaron o regularon su disposición final, esta área es una fuente de contaminación que pone en riesgo a la sociedad y medio ambiente. (ARANGO M., OLAYA Y. 2012) .

1.3.2 Procesos de obtención de relaves y sus características:

En nuestro país y casi todo el mundo los relaves mineros es producto obtenido principalmente por tratamientos como cianuración, residuos de pilas de lixiviación, flotación, carbón de pulpa, desmonte de mina, escorias, placeres o lavaderos JIG, Pre-concentración, concentración gravimétrica calcinación o tostación, fusión,

volatilización, electrolisis de sales fundidas y otros. La elección del tratamiento metalúrgico dependerá básicamente del mineral a extraer. (LOBOS M. 2008).

Las características de un relave también varía de acuerdo al mineral procesado, tal es el caso cuando el relave es obtenido por el proceso de rocas duras como plomo, cobre, oro, plata, etc. En su composición de los relaves se encontrara fracciones de arena y lama de baja plasticidad. Los relaves obtenidos por rocas blandas como el carbón contienen arena y lama (compuesto de arcilla, humus o mantillo que queda en los fondos de los parajes donde ha habido agua largo tiempo), pero a diferencia de las rocas duras, esas están dominadas por la lama. Para el caso de los relaves finos obtenidos por el proceso de arcillas fosfáticas, limos rojos, etc. estas presentan pocas o nulas cantidades de arena, teniendo en grandes cantidades el limo y arcilla. como ultima característica de los relaves gruesos obtenidos por la extracción de arenas alquitranosas, uranio, estos contienen arenas o limos plásticos (ROJAS A. 2007)

1.3.3 Agentes contaminantes presentes en los relaves mineros.

la composición mineralógica de un relave variará de acuerdo al proceso que se desarrolla en la explotación y tratamiento metalúrgico del mineral. No obstante son todos los relaves que contienen contaminantes nocivos para la salud y medio ambiente como elementos metálicos como mercurio, plomo, cadmio, cobre, etc; elementos contaminados con reactivos como arsénico, cianuro, etc. vale mencionar los contaminantes formados como el sulfuro de plomo, sulfuro de hierro, pirita, arsénico, blenda, entre otros elementos. Son los que influyen directa e indirectamente a la alteración natural del medio (Silvana F., 2008).

1.3.4 Tratamiento de residuos y de los relaves mineros.

Los relaves mineros o los pasivos ambientales mineros pueden ser reutilizados o tratados, con el fin de evitar su expansión de contaminantes. Los tratamientos de los relaves pueden ser in situ, ex situ o de encapsulamiento. La elección dependerá de factores, como económicos, logísticos, entre otros. Tratamientos In Situ. La auto remediación, lavado, barreras permeables reactivas son las más

resaltantes, entre ellas la que mayor énfasis tiene es la barrera permeable ya que tiene una permanencia de corto a mediano plazo (ORTIZ I. 2007).

Los tratamientos Ex situ, son las más diversas y aplicadas, entre las que se citan son las de incineración, bio remediación, quema/detonación, extracción de solventes, vitrificación. siendo el método la extracción de solventes la más eficiente, la que permite dar un uso alternativo al residuo, y la que sus costos son accesibles. Como ultima técnica de tratamiento de relaves mineros es la de encapsulamiento encontrando métodos como sellado, construcción de barreras, solidificación/estabilización, almacenamiento, tratamiento y disposición final (GOLDER A. 2006).

1.3.5 Aglomerantes utilizados en el tratamiento de relaves

En el compendio de minerales y rocas industriales usados para la protección ambiental se hace referencia que cualquier tipo de procedimiento debe ir dirigido a una característica propia, y cada una de ellas ayudara al control, eliminación o encapsulación de los contaminantes. entre los aglomerantes más utilizados se encontrara al protagonismo de las arcillas sobre el ambiente, y son estas arcillas que deben tener alta superficie especifica, capacidad de cambio catiónico, plasticidad, capacidad de neutralización y resistencia mecánica, no obstante también debería cumplir con tener baja permeabilidad. con algunas variaciones todas las arcillas cumplen con las características pero son las esmectitas, la palygorskita y la sepiolita las que mejores características presentan. (GALAN E., GONZALES I., 2012).

Además de la arcilla los aglomerantes inorgánicos más utilizados son el cemento, aglomerantes puzolánicos, cal, cenizas volantes, yeso, hidróxido cálcico, silicato de sodio, escorias de combustión de carbón. Entre todos los elementos mencionados el cemento, la cal y las puzolanas son las que mayor aceptación y utilidad han tenido. Para el tratamiento del relave minero con cemento este se inicia cuando entra en contacto con el agua. en este proceso denominado cementación aumenta el pH. Alterando así las propiedades químicas del residuo, aumenta la resistencia. La utilización y adición del yeso al cemento ayudara al control del fraguado. (HIDALGO A., 2012)

1.3.6 Utilización de puzolanas como aglomerante.

La puzolana es un material natural o artificial constituida principalmente de sílice y alúmina, por su naturaleza estas puzolanas tiene la propiedad cementante, de manera natural se le puede encontrar: en materias de origen volcánico, materiales sedimentarios de origen vegetal o animal. Las puzolanas artificiales son aquellas cenizas volantes, humos de sílice, arcillas naturales (subproductos de la industria del ladrillo cocido), escorias no ferrosas y otros. La utilización de este aglomerante ayuda a mejorar la resistencia mecánica, plasticidad, estabilidad, impermeabilidad, durabilidad, adherencia comportamiento térmico, rendimiento y sobre todo en el aspecto económico. Su utilización en las actividades esta definida en las cimentaciones, obras marinas, albañilería, solados, concretos premezclados, etc. (SALAZAR A., 2009).

1.3.7 Aditivos utilizados en la neutralización de relaves

En la gran mayoría de veces los aglomerantes requieren de aditivos para completar y tener mayor eficacia en el proceso de estabilización y salificación. La función de estos aditivos es de modificar a las características de las mezclas frescas, reducir interferencias en el desarrollo del proceso y para mejorar el procesamiento y retardar el fraguado de la mezcla. (CORONADO R. 2001).

la utilización de bagazo como aditivo al aglomerante del cemento para la estabilización del plomo ayuda considerablemente a la eficacia y eficiencia de dicha estabilización, esta acción de añadir agentes y/o estabilizadores nuevos, ayuda a obtener mejores resultados; ya que estos se conectan en los sustratos insolubles así estabilizan a los metales pesados. aun estos productos sean expuestos a condiciones extremas de acides (JANUSA, et al., 2000).

1.3.7.1 El aserrín como aditivo para la neutralización de relaves.

El aserrín es un absorbente natural que se obtiene mediante el proceso y trabajo de la madera. cabe decir que el aserrín son los residuos de dicho trabajo. el costo de adquisición de estos residuos son relativamente bajos convirtiéndola así en una de sus principales ventajas para su utilización. Generalmente el aserrín esta

constituida por tres elementos esenciales siendo la celulosa, la lignina y la hemicelulosa.

Por un lado la celulosa es el principal constituyente del residuo. con un intervalo de presencia entre cuarenta (40%) y sesenta (60%) y es aquella que da la estructura de la planta, Por otro lado la lignina es aquella que recubre y protege a la celulosa por medio de capas y fibras de células. por último la hemicelulosa es aquella porción de la celulosa. La función que cumple este compuesto en el aserrín es la de interconectar la celulosa y la lignina, desarrollando por medio de la incrustación de enlaces químicos y micro fibras (MARIA J. 2012)

1.3.8 Adoquín Cerámico

Los adoquines son aquellos materiales que se utilizan para la construcción principalmente de pavimentos, andenes, senderos. Se hace la utilización de este adoquín sobre calles de poca o nula circulación de vehículos. estos materiales van más dirigidos al pavimento donde se dará solo la circulación peatonal. la forma de un adoquín cerámico generalmente es rectangular, similar a un ladrillo pero puede ser de cualquier forma, mientras cumpla con la característica de fácil instalación (REYES D., CONTRERAS C., 2015).

1.3.8.1 Características Naturales de un Adoquín Cerámico

Los adoquines utilizados en los procesos constructivos deben cumplir ciertos parámetros y características como durabilidad, impermeabilidad, resistencia, y otros. La durabilidad de un adoquín cerámico, debe bordear su vida útil en treinta años. Solo así garantizara su costo- beneficio de producción.

El confort deberá de cumplir con reducir los ruidos generados, especialmente de los vehículos. En cuanto a diseño, color y dimensión pueden ser múltiples siempre y cuando cumpla con la uniformidad de colocación y parámetros de diseño establecido. Los adoquines cerámicos por su composición física tiene resistencias altas a la compresión y a la intemperie. En el proceso y uso de los adoquines si alguno se deprende o quiebra su reposición y colocación son de fácil mantenimiento.

En suma el uso de los adoquines cerámicos son de fácil acceso, funcional, estético y sobre todo sus costos son óptimos para su uso debido que no se requiere mano de obra especializada para su colocación.

1.3.8.2 Factores a considerar para la obtención de Adoquines cerámicos

Para la obtención de adoquines cerámicos se deben considerar las reacciones ácido-base la misma que es definida como aquella sustancia que en condiciones acuosas proporciona iones de (H^+), situación donde este hidrogeno puede ser reemplazado por un metal o un radical, se considera ácido a alguna materia cuando el valor de pH sea menor a siete. Una base es cuando cualquier sustancia proporciona iones hidroxilo (OH^-), cabe decir que este hidroxilo puede ser reemplazado por radicales ácidos negativos, se considerara base cuando su pH de la materia sea mayor a siete. (NAVARRO J., et. al. 1997). Otro de los principales factores que influyen a la obtención y/o elaboración de adoquines cerámicos es la Capacidad buffer de suelo debido a que este factor representa la resistencia del suelo para cambiar y/o modificar su pH, mediante la adición de agentes básicos o ácidos. Esta capacidad buffer está determinada primordialmente por el contenido de cationes, es por ello cuando hay abundante presencia de materia orgánica la capacidad buffer del suelo se incrementa fuertemente (JARAMILLO J., 2002).

en los siguientes apartados se definirá cada factor influyente a considerar para la obtención de los adoquines

- **Geoquímica:** la geoquímica es aquella especialidad que se encarga de estudiar todos los elementos presentes en nuestro planeta, las estudia a través de los minerales, ser humano, suelo, atmosfera, agua, etc. teniendo como objetivo cuantificar su abundancia y comprender mas sobre el origen de nuestro sistema planetario y universo (ANGELES F. 2013)
- **Granulometría del suelo:** granulometría es la medición de distintos tamaños de partículas obtenidos mediante norma American Society for Testing and Materials (ASTM D-422) la cual están denominadas en

pulgadas siendo el análisis granulométrico una medición expresada en porcentaje (BRAVO G. ROSARIO et.al, 2012).

- **Mineralogía:** es una rama de la geología encargada de estudiar las características ópticas e intrínsecas de los minerales, sus dos grandes divisiones son la mineralogía física y química, la primera se encarga de reconocer visualmente sus características como color, dureza, fluorescencia, etc. la segunda se encarga de identificar su composición la cual es determinada mediante rayos X. (UNIVERSIDAD NACIONAL DE CATAMARCA. 2015)
- **Potencial Redox:** Es un parámetro fisicoquímico que ayuda a determinar si un cuerpo va a tender a la oxidación o reducción. este parámetro está fuertemente ligado al pH y a la presencia del oxígeno. las siglas para su notación es la Eh. Cuando se halla el potencial redox (Eh) y se obtiene un valor positivo y de alta magnitud este es un indicador que el cuerpo ayuda a las reacciones de oxidación y cuando el potencial redox (Eh) es negativo y de baja magnitud este es un indicador que el cuerpo es altamente reductor. Las unidades de medida de este parámetro son los voltios (v) o mili voltios (mv). su escala va desde el negativo de mil novecientos noventa y nueve (1999) hasta el positivo mil novecientos noventa y nueve (1999) (GOMEZ J., 2007)
- **Permeabilidad:** la permeabilidad es aquella propiedad que tiene el suelo, lugar donde el agua y el aire pueden transportarse o transmitirse, cabe decir que cuando el suelo es más permeable, el agua tendrá mayor filtración, y por ende cualquier tipo de agente contaminante podrá lixivarse con mayor facilidad. Esta permeabilidad estará relacionada y condicionada con la estructura y textura del suelo. (FAO. 2010).
- **Resistencia De Materiales:** Es aquella medida y prueba que se desarrolla sobre un material mediante la compresión. esta resistencia es calculada mediante la ruptura dividida de la carga por el área que resiste la carga de la sección. En el sistema internacional la unidad de medida está definida en mega pascales (MPa) y su escala variara de acuerdo al uso y función del producto a evaluar. según las normas se establece que esta prueba

debe desarrollarse a los veintiocho días de su elaboración (RIVERA G., 2013).

- **Solubilidad:** es aquel estudio físico que mide la capacidad máxima de disolución de un elemento para disolverse. en un disolvente determinado y condicionado especialmente por la temperatura. Su clasificación se da como soluble, poco Soluble e insoluble (ROJO C., 2009).

1.4 Formulación Del Problema

Problema General:

- ¿Es posible elaborar adoquines cerámicos, con el uso de puzolanas, aserrín y relave minero de Ticapampa, Recuay - Ancash?

Problema Específico:

- ¿Es posible estabilizar y neutralizar los sulfuros y metales pesados presente en el relave minero de Ticapampa, Recuay - Ancash para su posterior elaboración de adoquines?
- ¿Es posible determinar las características mecánicas de los adoquines elaborados con el uso de puzolanas, aserrín y relave minero de Ticapampa, Recuay - Ancash?
- ¿Cuál es la resistencia y confiabilidad estructural de los adoquines cerámicos obtenidos mediante el uso de puzolanas, aserrín y relave minero de Ticapampa, Recuay - Ancash?
- ¿Cuál es la proporción optima de puzolanas, aserrín y relave minero para la obtención de adoquines cerámicos inocuos?

1.5 Justificación del estudio.

La contaminación generada por los relaves y pasivos ambientales mineros, tienen efectos nocivos sobre el ambiente. tal es el caso que la alta concentración en metales pesados y sulfuros metálicos presentes en el relave minero de

Ticapampa. Contribuye a la generación de aguas acidas, degradación del suelo natural, impacto adverso sobre la flora y fauna del Rio Santa y a los dos mil doscientos cincuenta ocho pobladores de Ticapampa (Instituto nacional de estadística e informática, 2015). Problemática por lo que requiere presentar alternativas de solución enfocada a su tratamiento, re uso, gestión, etc. La propuesta de la necesidad de detener y/o mitigar esta problemática. se presenta por medio de la elaboración adoquines cerámicos reutilizando el relave minero. Para determinarlo es necesario realizar una investigación orientada a determinar bajo que aglomerantes y aditivos estos relaves mineros quedaran inocuos y ser estructuralmente confiables.

De lo expuesto, esta investigación ayudara y aportara datos e información valiosa para el reaprovechamiento de los relaves mineros o PAM. Además de brindar las concentraciones necesarias de aglomerantes y aditivos a utilizar para la inertización y su posterior producto valorable o reutilizable del residuo (relave minero o PAM).

El método y forma de trabajo propuesto es la gran defensa de la investigación puesto que en las investigaciones y trabajos desarrollados no se han mezclado o combinado los productos propuestos. la combinación de puzolanas, aserrín y relave minero es la primera investigación de su tipo que se realiza. teniendo como importancia neta la fácil aplicación en la elaboración de adoquines cerámicos y los bajos costos en el desarrollo del proyecto debido a que los agentes aglomerantes y aditivo a utilizar son accesibles para su obtención y manipulación además que se encuentra en la zona de estudio.

Así mismo para la obtención de un producto más ecológico se usara arcilla, aserrín, como aglomerante y aditivo respectivamente. De esa manera se reducirá el peso y uso del cemento. Obteniendo un producto resistente, confiable estructural y ambientalmente.

1.6 Hipótesis

Hipótesis General:

- Hi: Es posible elaborar adoquines cerámicos, re aprovechando el relave minero de Ticapampa, Recuay - Ancash.

- Ho: No es posible elaborar adoquines cerámicos, re aprovechando el relave minero de Ticapampa, Recuay - Ancash.

Hipótesis Específico:

- Es posible estabilizar y neutralizar los sulfuros y metales pesados presente en el relave minero de Ticapampa, Recuay - Ancash, para su posterior uso en la elaboración de adoquines.
- las características mecánicas de los adoquines elaborados con el uso de puzolanas, aserrín y relave minero tienen acabados lisos, no presentan fisuras y son resistentes
- La resistencia y confiabilidad estructural de los adoquines cerámicos obtenidos mediante el uso de puzolanas, aserrín y relave minero De Ticapampa, Recuay - Ancash es alta, determinado mediante la prueba de resistencia a la compresión del concreto.
- La proporción optima de relave para la obtención de adoquines cerámicos inocuos está en el rango de treinta cinco (35%) a sesenta (60%).

1.7 Objetivos

Objetivo General:

- Elaborar adoquines cerámicos, utilizando puzolanas, aserrín y relave minero de Ticapampa, Recuay - Ancash.

Objetivo Específico:

- Estabilizar y neutralizar los sulfuros y metales pesados presente en el relave minero de Ticapampa, Recuay - Ancash para su posterior elaboración de adoquines.
- Determinar las características mecánicas de los adoquines elaborados con el uso de puzolanas, aserrín y relave minero

- Determinar la resistencia y confiabilidad estructural de los adoquines cerámicos obtenidos mediante el uso de puzolanas, aserrín y relave minero De Ticapampa, Recuay - Ancash.
- Determinar la proporción óptima de puzolanas, aserrín y relave minero, para la obtención de adoquines cerámicos inocuos.

II. MÉTODO

2.1 Diseño de investigación

De acuerdo a (Grajales T., 2000) se desarrolla una investigación tipo experimental puesto que en este tipo de estudio se interviene y manipula las variables (se puede aumentar, disminuir y/o controlar), con el fin de lograr los objetivos propuestos. De acuerdo al tiempo de ocurrencia de la investigación según (Guevara F., 2011), la investigación se dio de manera prospectiva, ya que a medida que se obtuvo y avanzó la investigación, se fueron registrando los resultados. Además cabe decir que la investigación experimental está ligada a ser una investigación prospectiva.

El diagrama del diseño de investigación según (Carrasco D., 2014) es de diseño de preprueba - posprueba con una sola medición, puesto que se obtuvo información previa de la variable dependiente y se determinó los cambios experimentados en la pos prueba.

G - O - X - O

Donde:

G: Grupo de personas e individuos (G1= GRUPO 1, G2= GRUPO 2, etc.)

O: Una medición a los sujetos de un grupo (observación, prueba, tarea, pre prueba).

X: tratamiento, estímulo o condición experimental (presencia de algún nivel de variable independiente)

2.1.1 Tipo de investigación

Conforme a (VARGAS C., 2011), la investigación se dio de manera aplicada, ya que la investigación busca encontrar una aplicación de conocimientos teóricos de una determinada situación para llevarlos a la práctica y/o realidad. Mejorando en algún aspecto las fuentes encontradas o basadas inicialmente.

Por último la clasificación de las variables, está enfocada a la cuantitativa Continúa. Dado que los resultados obtenidos se representaron mediante valores numéricos enteros y/o fracción.

2.2 VARIABLES, OPERACIONALIZACION

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADORES	ESCALA
Variable D. ELABORACION DE ADOQUINES CERAMICOS	Los adoquines cerámicos son materiales de alta densidad, resistencia y poca absorción del agua. De fácil colocación e instalación sobre el proyecto de pavimentado. (MALPESA., 2005)	Los adoquines cerámicos deben tener buenas características mecánicas, los sulfuros y metales pesados deben estar estabilizados y neutralizados para ello se deberá utilizar las puzolanas, aserrín y relave minero en las concentraciones óptimas.	Características mecánicas del adoquín cerámico	acabado	Liso-Rayado
				volumen	cm ³ /m ³
				Resistencia	Tn/cm ²
				fisuras	1-14
			Estabilización y neutralización de sulfuros y metales pesados	solubilidad	mg/L
				pH	1-14
				Potencial de neutralización	Kg CaCO ₃ /Tn
				potencial de acides	Kg H ₂ SO ₄ /Tn
				potencial neto de neutralización	PN<20<PN
			Resistencia y confiabilidad estructural	Presencia de Metales Pesados	mg/l
				Textura	arcilloso-limoso-arenoso
				Estructura	débil-moderada-fuerte
			proporción óptima de puzolana, aserrín y relave minero	Prueba de resistencia al concreto	Tn/cm ²
				Cantidad De Aserrín	g/kg
				Cantidad De Puzolana	g/kg
	cantidad de Relave	g/kg			

Fuente: elaboración propia

2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

2.3.1 Población

La población en esta investigación fue la gran extensión del relave minero de Ticapampa que tiene setecientos cincuenta (750) metros de largo, veinte metros

de altura, cuatro millones de toneladas métricas y quince hectáreas de uso de terreno natural



Fuente: Google Earth

Imagen 02: Relave minero de Ticapampa

Las coordenadas de ubicación, altitud y otros detalles de la población se plasma en la tabla 2:

TABLA 2: Datos De Ubicación Del Relave

CODIGO	DESCRIPCION	COORDENADA		ALTITUD	AREA	VOUMEN	REGION
		ESTE	NORTE				
RTP	RELAVE MINERO DE TICAPAMPA	232046.00	8920532.00	3459 m.s.n.m	15 Hc	4 000 000 TM	Quechua

Fuente: elaboración propia

2.3.2 Muestra

La representación de la población, se dará mediante el muestreo de tipo probabilístico. Enfocado a la selección del método sistemático. El alegato a esta elección se basa a que las muestras serán obtenidas mediante la creación de cuadrículas imaginarias sobre la población, de tal manera que las muestras se obtendrá de manera ordenada y/o uniforme.

El número de muestras y tipo de muestreo a obtener, estará basado en el marco del decreto supremo N° 002-2013-MINAM en la guía para muestreo de suelos, elaborado por el ministerio del Ambiente. Guía la cual proporciona la siguiente fórmula para determinar la cantidad de muestras sobre el suelo contaminado.

$$N = 0.1X + 40$$

Dónde: *N*= número de muestras.
X= superficie en hectáreas.

En reemplazo de los valores reales sobre la fórmula se obtiene una cantidad de muestra de cuarentaiuno muestras. La cual se representa en la siguiente imagen los puntos de muestreo.



Fuente: Elaboración Propia.

Imagen 03: Representación gráfica de puntos de muestreo

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

De los procedimientos operativos que ayudan a determinar y solucionar el problema planteado se optó por la técnica de experimentación la misma que se detalla en el siguiente cuadro.

Tabla 3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

ETAPA	FUENTES	TECNICAS	INSTRUMENTOS	RESULTADOS
Estudio preliminar de la zona	Materia bibliográfico digital y físico del área de estudio	Observación y análisis de documentos	Ficha de observación y obtención fotográfica (Anexo 1)	La zona de estudio se encuentra dispuesta de manera directa sobre la fauna, vegetación y ser humano
Recopilación y obtención de muestras	Relave minero de Ticapampa, Recuay - Ancash	Muestreo superficial /observación	Ficha de muestreo de suelo (Anexo 2)	Obtención de materia prima y primeras determinaciones del cuerpo de estudio
Aplicación del uso de puzolanas, aserrín y relave minero	Laboratorio químico LC Ica del Perú	La experimentación (aglomeración de materiales, análisis mineralógico, compresión a la resistencia del concreto)	Ficha de parámetros en concentraciones de puzolana, aditivo, residuo, agua. (Anexo 3)	Es aceptable y ecológico la elaboración de adoquines cerámicos como producto de puzolana, aserrín, relave minero
Análisis de resultados	Laboratorio químico LC Ica del Perú	Análisis documental de la experimentación	Ficha de Resultados Físicos software estadísticos (SPSS 20, ms. Excel) (Anexo 4)	Demostración de los objetivos, conclusiones y recomendaciones.

Fuente: elaboración propia

Adicional a lo descrito las técnicas que se utilizó se describe en el desarrollo de las siguientes fases de la investigación::

Fase 1: muestreo del relave minero de Ticapampa.

Se optó por muestrear 41 puntos, ya que al aplicar la fórmula de números de muestreo presentada en la guía de muestreo de suelo por el MINAM. Se obtiene dicho resultado. Adicional a ello se consideró muestrear formando cuadrículas imaginarias siendo equidistantes una muestra y la otra de tal manera que se obtenga muestras representativas de toda la población del relave.

De la parte Este y Oeste del relave minero se desarrolló treinta puntos de muestreo, quince muestras en cada lado, las mismas que posteriormente formaron dos compósitos denominados respectivamente “compósito Este” y “compósito oeste”.

Para los lados Norte y Sur se desarrolló cinco puntos de muestreo por cada lado, formando el “compósito norte” y “compósito sur”. En la imagen 4 y 5 se representa algunos puntos del muestreo desarrollado en la parte este y oeste respectivamente, cabe decir que todos los puntos de muestreo se obtuvieron a treinta centímetros de profundidad.



Fuente: elaboración propia
Imagen 04: Muestreo del lado Este.



Fuente: elaboración propia
Imagen 05: Muestreo del lado Oeste

Fase 2: Acondicionamiento de la muestra para la obtención de adoquines

Para el acondicionamiento de la muestra se procedió a homogenizar juntando las muestras del lado Este, Oeste, Norte y Sur. Juntando cada compósito para formar una sola muestra representativa. En la imagen 6 y 7 se observa la preparación de la muestra para formar el compuesto general y el método cuarteo aplicado en la muestra respectivamente



Fuente: Elaboración propia
Imagen 6: muestra para formar el compuesto general



Fuente: Elaboración propia
Imagen 7: cuarteo del compuesto general.

Cuariteada la muestra se obtuvo un compuesto general la misma que posteriormente se usó para la elaboración del adocúin

Fase 3: medición de parámetros fisicoquímicos

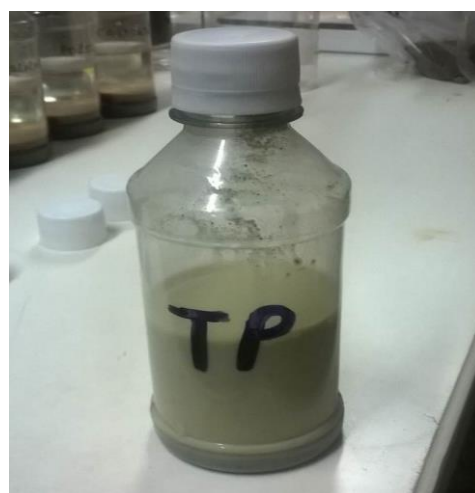
Para la determinación de los parámetros de pH, temperatura, conductividad eléctrica y potencial redox. en primer lugar se procedió a lavar por tres veces con agua des ionizada el envase (botella). seguido de ello se adicione cincuenta gramos (50 gr.) de muestra.

obtenido el peso se agregó cien (100 ml) de agua destilada, que se agito durante diez (10) minutos continuos. el procedimiento se realizó con el fin que los datos de la muestra sean plasmadas sobre el agua des ionizada.

En la imagen 8 y 9 se observan los equipos utilizados para la medición de los parámetros y el extracto de la muestra para la determinación de parámetros fisicoquimicos.



Fuente: elaboración propia
Imagen 08: equipo multiparametro.



Fuente: elaboración propia
Imagen 09: Extracto de la muestra .

Fase 4: análisis granulométrico del relave minero de Ticapampa

Para la determinación de esta prueba. se utilizó seis tipos de mallas que fueron desde el tamaño de 0.850 mm (la más gruesa) hasta el tamaño de 0.075 mm (la más fina). la prueba inicio con un peso inicial de cien gramos de muestra. de ahí

se colocó en la malla más gruesa (0.850 mm), la muestra retenida en dicha malla se pesó, así determinar el porcentaje granulométrico de toda la muestra (de los cien gramos de muestra inicial). Dicho procedimiento se repitió para las cinco mallas (malla de 0.354 mm, 0.177mm, 0.150mm, +0.075mm y -0.075mm). obteniendo los resultados en la siguiente tabla.

Fase 5: Determinación de la permeabilidad del relave minero de Ticapampa

Para determinar la prueba de permeabilidad se utilizó un volumen de 250 gr de muestra (relave de Ticapampa) para determinar dicho volumen se utilizó un vaso precipitado.

el equipo de permeabilidad fue sumergido en un tacho lleno de agua. en ese momento se adiciono los 250 gr. de muestra. seguido de ello se retiró el equipo de permeabilidad y se le puso sobre un recipiente para juntar el agua que iba a infiltrarse. nivelado y puesto el equipo de permeabilidad en el recipiente se empieza a tomar el tiempo cuando el nivel del agua alcanza una altura de 310 mm hasta los 240 mm. la transición de tiempo entre los dos puntos mencionados fueron de dos horas veintidós minutos cincuenta y nueve segundos (2:22:59).

la altura que ocupo los 250 gr. de muestra fueron de setenta milímetros (70 mm). la cual para determinar la permeabilidad de la muestra se utilizó la siguiente formula:

$$K = \frac{h \text{ (mm)} \times \ln \left(\frac{h_1}{h_2} \right)}{t \text{ (seg.)}}$$

donde:

K: Constante de Permeabilidad

h: altura de la muestra

h1: altura inicial de la graduación (mm)

h2: altura final de la graduación (mm)

t: tiempo



Fuente: elaboración propia
Imagen 10: Prueba de permeabilidad (inicio)



Fuente: elaboración propia
Imagen 11: realización de la prueba de permeabilidad.

Fase 6: Análisis químico, determinación de carbonatos

Análisis químico: Para este análisis se procedió a pesar 150 gr. de muestra, después del pesado se lleva al horno para secarlo a 105 °C. después de dos horas se sacó y se dejó enfriar la muestra. luego se dispuso en una bolsa codificada para finalmente pulverizarlo a una malla de "60%-200".

pulverizado la muestra se pesó una cantidad de 0.255gr. de muestra. y se dispuso en un vaso precipitado de 250 ml en combinación con 10 ml de agua destilada. seguidamente el vaso precipitado se puso en una cocina a fuego lento para empezar a atacarlo con ácido nítrico a un volumen aproximado de 7 ml. de acuerdo al procedimiento se le adiciona el ácido nítrico para solubilizar los metales, dicha función también tiene el ácido clorhídrico.

después de evaporarse la solución y/o todo el ácido nítrico (HNO₃) se adiciona 10 ml de ácido clorhídrico para completar el procedimiento y formar la denominada agua regia. ya para culminar el procedimiento se le agrego 2 ml de ácido clorhídrico, se realiza este proceso para facilitar y poder lecturar los elementos en el equipo de absorción atómica.

la combinación y/o solución se dejó en el fuego hasta obtener una pasta, obtenido la pasta se deja enfriar la muestra para finalmente enazarla con agua destilada en una fiola de 25 ml. de esa manera se deja lista para la prueba de absorción atómica.



Fuente: elaboración propia
Imagen 12: preparación de muestra para el análisis químico.



Fuente: elaboración propia
Imagen 13: preparación de la pasta.

Prueba de carbonatos en la muestra: para determinar cualitativamente la presencia de carbonatos. se procedió a poner un poco de muestra en una luna de reloj. y se le adiciono gotas de ácido clorhídrico para observar si efervece o no, en el caso la muestra presenta efervescencia esta contiene carbonatos de lo contrario no.

al no presentarse efervescencia se infiere la carencia de carbonatos. mas al contrario se observa la posible abundancia de hierro por el color amarillo - anaranjadiso que presentó la muestra en la luna de reloj.



Fuente: elaboración propia
Imagen 14: muestra sin la adición de ácido clorhídrico



Fuente: elaboración propia
Imagen 15: muestra con la adición de ácido clorhídrico

Fase 7: Potencial de neutralización, Potencial de acidez y potencial neto de neutralización del relave minero de Ticapampa.

Potencial De Neutralización (PN) Del Relave Minero De Ticapampa: para determinar esta prueba inicialmente se pesó 0.501 gr. de muestra, seguidamente se pasó a un matraz de 250 ml para adicionarle 50 ml de ácido clorhídrico (HCl) a 0.5 norma (N), posteriormente se pone a calentar la solución en una cocina por cinco minutos promedio.

Después de haber calentado la solución, se dejó enfriar el matraz junto con la solución. para luego adicionarle 50 ml de agua des ionizada, finalmente se adiciono 2 gotas de fenolftaleína siendo este un indicador.

como último procedimiento se colocó hidróxido de sodio (0.5N) en una pipeta con soporte universal para empezar a titular. Para la determinación del potencial de neutralización se usa la siguiente formula:

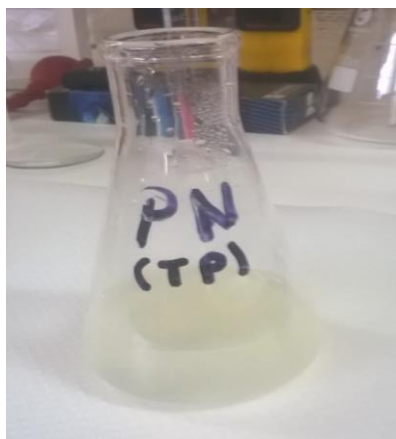
$$PN = \frac{50 \times (50 \text{ ml HCl añadido} - \text{Vol. gastado Na OH}) \times N_{\text{HCl}}}{W}$$

Dónde:

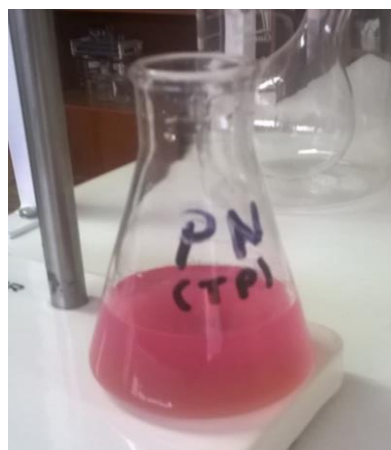
PN = Potencial de Neutralización

N_{HCl} = Normalidad del ácido clorhídrico

W = Peso de muestra



Fuente: elaboración propia
Imagen 16: Solución antes de ser titulado con Na OH



Fuente: elaboración propia
Imagen 17: Solución después de ser titulado con Na OH

Potencial De Acidez (PA) Del Relave Minero De Ticapampa: Esta prueba ayudo a determinar el azufre total que presenta la muestra. Para ello, inicialmente

se pesó 0.502 gr. De relave minero, seguidamente se vertió en un crisol de níquel donde se añadió 0.400gr. de carbonato de sodio, en esta fase se homogeniza las muestras y se adiciona 0.2 gr. De peróxido de hidrogeno con 30 lentejas de hidróxido de sodio.

Después se puso a calentar en un mechero de alta presión de fuego hasta que este se funde, (el tiempo puesto al fuego fue de diez minutos) una vez fundida la muestra se le traslado a una cocina donde se añadió agua destilada hasta el borde del crisol de níquel.

Obtenida la solución esta fue traspasada a un vaso precipitado. Al solido formado en el crisol se le añadió ácido clorhídrico con el fin de disolverlo y salga todo los sólidos del crisol. Poco a poco la disolución fue traspasada al vaso precipitado.

Posteriormente se procedió a precipitar el fierro presente en la solución. Para ello se agregó 4 gr. De cloruro de amonio ($\text{NH}_4 \text{Cl}$). En esta fase se obtuvo un color amarillo, característico del elemento. Finalmente se adiciono gota a gota el amoniaco hasta lograr la precipitación del fierro (la solución se llevó a un p H de 4 a 4.5, con el amoniaco, p H en la que precipita el fierro).

Enfriado la muestra durante 10 minutos se procedió a filtrar la solución reteniendo todo el fierro en el papel filtro y la solución filtrada fue recepcionada en un vaso precipitado. Por último se enjuagó el papel filtro con agua caliente hasta que quedo totalmente limpio.

Como parte del procedimiento se agregó el indicador anaranjado de metilo (indicador de p H 6) y se echó ácido clorhídrico a la solución, hasta que este cambie de color amarillo a rojo (el azufre precipita a p H 4). Cambiado de color se pesó 5 gr. De cloruro de bario, elemento que ayuda a precipitar el azufre y se añadió 50 ml. de agua destilada. Se dejó precipitar por treinta minutos para luego filtrarlos y obtener el azufre en el papel de filtro.

Seguidamente el papel filtro se dobló y redujo el tamaño para pasarlo a un crisol de porcelana para luego calcinarlo durante dos horas en la cocina. Después de haberse calcinado y obtenido partículas blancas sobre l crisol se pasó a un disecador para dejarlo enfriar durante 1 hora. Finalmente enfriado en el disecador las partículas fueron pesadas. Así se obtuvo el peso del sulfato de bario. Que

posteriormente al utilizar las siguientes formulas se determinó el potencial de acidez.

$$\%S = \frac{w (BaSO_4)}{w (muestra)} \times fc$$

Donde:

%S = porcentaje de Azufre

W (BaSO₄) = Peso del sulfato de Bario

W (muestra) = peso de la muestra inicial

FC = Factor de conversión.

$$PA = \%S \times \text{Factor}$$

Donde:

PA = Potencial de acidez

%S = Porcentaje de azufre

Factor = 31.25

En la imagen N°18 se observa la solución para el análisis químico después de haber adicionado el cloruro de amonio y en la imagen N° 19 se observa la solución luego de haber adicionado el ácido clorhídrico la cual se le puede reconocer por la coloración rojiza que presenta.



Fuente: elaboración propia
Imagen 18: adición de cloruro de amonio a la muestra



Fuente: elaboración propia
Imagen 19: adición de ácido clorhídrico a la muestra

Potencial Neto De Neutralización Del Relave Minero De Ticapampa.

Este procedimiento se realizó con la operación de sustracción de resultados del potencial de neutralización y potencial de acidez. Tuvo como importancia determinar si la muestra genera algún tipo de drenaje ácido. Para ello de acuerdo al Ministerio De Energía Y Minas se consideró los siguientes intervalos de evaluación.

Si $PNN > + 20$, La muestra no genera drenaje ácido

Si $PNN < - 20$, La muestra genera drenaje ácido

Si $-20 < PNN < + 20$, La muestra tiene un comportamiento incierto

Fase 8: Neutralización de pH del relave minero de Ticapampa

para determinar la neutralización del pH, se procedió a utilizar como neutralizante a un alcalino siendo este la cal. para ello se pesó 250 gr. de muestra y se fueron combinando a distintas dosis de cal. hasta obtener un pH de 6 a 8. homogenizado las dosis se procedió a adicionar 200 ml de agua destilada. el agua filtrada fue recepcionada en un recipiente. para ahí tomar el pH final.

En la imagen N° 20 se ilustra la combinación de óxido de calcio y relave, así determinar la neutralización en pH del relave, la imagen N° 21 representa la muestra de relave y adicionada agua destilada.



Fuente: elaboración propia
Imagen 20: solución para la neutralización en pH.



Fuente: elaboración propia
Imagen 21: muestra de relave con agua destilada

Fase 9: Primera Prueba De Cocentraciones Para La Obtención De Adoquines Cerámicos

para la obtención de la dosis y/o concentración perfecta de elaboración de adoquín se procedió inicialmente a trabajar con cuatro muestras prototipo. de ahí en adelante determinar y minimizar el intervalo de parámetros. para poder optimizar las concentraciones. en el siguiente cuadro se muestra la concentraciones e insumos iniciales trabajadas.

TABLA 4: Concentración de puzolana, aditivo y residuo minero para la elaboración de adoquín

TIPO DE ADOQUIN	PUZOLANA			ADITIVO	RESIDUO	AGUA (ml)	SUB TOTAL
	CAL (gr.)	CEMENTO (gr.)	ARCILA (gr.)	ASERRIN (gr.)	RELAVE MINERO (gr.)		
1	0.80%	20.00%	25.00%	4.20%	50.00%	381	100.00%
	12	300	431.7	6.3	750		1500.00
2	0.80%	15.00%	23.33%	0.87%	60.00%	350	100.00%
	12	225	350	13	900		1500.00
3	0.80%	10.00%	25.00%	4.20%	50.00%	411.764	90.00%
	12	150	700	38	600		1500.00
4	0.80%	20.00%	25.00%	4.20%	50.00%	509.09	100.00%
	12	75	993	120	300		1500.00

fuentes: elaboración propia.

Cada tipo de adoquín después de haber sido homogenizado y haber formado su mezcla fue puesto en la matriz de ladrillo (molde), luego este fue llevado a una prensa en la que se le aplico inicialmente una tonelada (1 Tn) de presión, Después de diez minutos se aplicó dos toneladas (2 Tn) de presión para compactar y desfogar el agua sobrante, se siguió aplicando la presión hasta que esta quede inmóvil y siga presionando dos toneladas de manera permanente. Después de cinco minutos se procedió a retirar la matriz para desmoldarlo y ponerlo a secar a temperatura del ambiente.

Después de dos horas de secado al ambiente. Cada uno de los adoquines fue puesto al horno a una temperatura inicial de 105 °C. Pasado una hora, se elevo la temperatura a 200 °C. Durante una hora.

Finalmente los adoquines fueron puestos al medio ambiente para su enfriamiento y posterior evaluación. Esta fase (fase 9) se repitió para la fase 11 y fase 13. En la imagen N° 22 Se ilustra la combinación de la mezcla de relave, demás compuestos y adición de agua. Este proceso ayudo a determinar la cantidad de agua requerida para la elaboración de adoquín.



Fuente: elaboración propia
Imagen 22: amasado de los
adoquines

Fase 10: Primera evaluación preliminar de los adoquines cerámicos obtenidos en la primera prueba de concentraciones.

En esta fase se evaluó macroscópicamente los adoquines considerando la presencia de fisuras, grietas, burbujas de aire, entre otros. Agregado a ello se realizó la prueba de resistencia al concreto, porcentaje de humedad, peso final del adoquín, cantidad de agua necesaria para la obtención de adoquín

Fase 11: segunda prueba de concentraciones para la obtención de adoquines cerámicos

Considerado los resultados obtenidos en la primera prueba de concentraciones para la elaboración de adoquín se desarrolló cuatro prototipos más, cambiando las concentraciones y agregando un tipo de material puzolanico siendo este la sílice de granulometría de 0.3175 cm. La función de este compuesto es dar mayor estructura y resistencia a los adoquines.

TABLA 5: Concentración de puzolana, aditivo y residuo minero para la elaboración de adoquín

TIPO DE ADOQUIN	PUZOLANA				ADITIVO	RESIDUO	AGUA (ml)	SUB TOTAL
	CAL (gr.)	CEMENTO (gr.)	ARCILA (gr.)	CUARZO GRANULADO (gr.)	ASERRIN (gr.)	RELAVE MINERO (gr.)		
5	0.80%	10.00%	40.00%	19.00%	0.20%	30.00%	290	100.00%
	12.8	160	640	304	3.2	480		1600
6	0.80%	10.00%	40.00%	13.70%	0.50%	35.00%	300	100.00%
	12.8	160	640	219.2	8	560		1600
7	0.80%	10.00%	40.00%	8.40%	0.80%	40.00%	280	90.00%
	12.8	160	640	134.4	12.8	640		1600
8	0.80%	10.00%	40.00%	28.20%	1.00%	25.00%	310	100.00%
	12.8	160	640	451.2	16	400		1680



Fuente: elaboración propia
Imagen 23: mezcla de adoquín en el molde



Fuente: elaboración propia
Imagen 24: mezcla sometido en la prensa

Fase 12: segunda evaluación preliminar de los adoquines cerámicos obtenidos en la primera prueba de concentraciones.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la primera evaluación de los adoquines cerámicos en esta segunda se consideró principalmente la prueba de resistencia al concreto. Debido a que en la primera prueba la resistencia de los adoquines eran bajos.

Fase 13: tercera prueba de concentraciones para la obtención de adoquines cerámicos.

La tercera fase de prueba de concentraciones fue la última de prueba desarrollada, puesto que en la segunda fase se encontró la concentración necesaria para la obtención del adoquín, en esta fase se cambió solo la concentración de puzolana (sílice) y el aditivo (aserrín). Y se plasma en la tabla 4.

TABLA 6: Concentración de puzolana, aditivo y residuo minero para la elaboración de adoquín

TIPO DE ADOQUIN	PUZOLANA				ADITIVO	RESIDUO	AGUA (ml)	SUB TOTAL
	CAL (gr.)	CEMENTO (gr.)	ARCILA (gr.)	CUARZO GRANULADO (gr.)	ASERRIN (gr.)	RELAVE MINERO (gr.)		
9. A	0.80%	40.00%	5.00%	28.56%	0.64%	25.00%	310	100.00%
	12.8	640	80	457	10.2	400		1600.00
9 B	0.80%	40.00%	5.00%	28.56%	0.64%	25.00%	310	100.00%
	12.8	640	80	457	10.2	400		1600.00
9 C	0.80%	40.00%	5.00%	28.56%	0.64%	25.00%	310	100.00%
	12.8	640	80	457	10.2	400		1600.00
9 D	0.80%	40.00%	5.00%	28.56%	0.64%	25.00%	310	100.00%
	12.8	640	80	457	10.2	400		1600.00
9 E	0.80%	40.00%	5.00%	28.56%	0.64%	25.00%	310	100.00%
	12.8	640	80	457	10.2	400		1600.00

Fase 14: tercera evaluación preliminar de los adoquines cerámicos obtenidos en la primera prueba de concentraciones.

Al obtener el adoquín de buenas características físicas en esta última evaluación se procedió a evaluar todos los parámetros y a su vez someterlo a la prueba de solubilidad y prueba cinética. La misma que nos ayudaría a determinar el impacto que va generar los adoquines en un futuro.

Fase 15: Determinación de Potencial de neutralización, potencial de acides y potencial neto de neutralización del adoquín cerámico

Potencial de neutralización: para determinar la neutralización del adoquín primero se pesó 2 gr. de muestra (adoquín pulverizado), seguidamente se paso a un matraz de 250 ml para adicionarle 50 ml de ácido clorhídrico (HCl) a 0.5 norma (N), posteriormente se puso a calentar la solución en una cocina por cinco minutos.

Después de haber calentado la solución, se dejó enfriar el matraz junto con la solución. para luego adicionarle 50 ml de agua des ionizada, finalmente se adiciono seis gotas de fenolftaleína siendo este un indicador.

como último procedimiento se colocó hidróxido de sodio (0.5N) en una pipeta con soporte universal para empezar a titular. Para el cálculo del potencial de neutralización se usa la siguiente formula:

$$PN = \frac{50 \times (50 \text{ ml HCl añadido} - \text{Vol. gastado Na OH}) \times N_{HCl}}{W}$$

Dónde:

PN = Potencial de Neutralización

N_{HCl} = Normalidad del ácido clorhídrico

W = Peso de muestra

Potencial de acidez: en este procedimiento se comenzó a pesar 0.553 gr. De adoquín cerámico pulverizado, seguido de ello se vertió en un crisol de níquel donde se añadió 0.500gr. de carbonato de sodio, en esta fase se homogeniza las

muestras y se adiciona 0.250 gr. De peróxido de hidrogeno con 22 lentejas de hidróxido de sodio.

Después de ello se puso a calentar en un mechero de alta presión de fuego hasta que este se funda, (el tiempo puesto al fuego fue de diez minutos) una vez fundida la muestra se le traslado a una cocina donde se añadió agua destilada hasta el borde del crisol de níquel.

Obtenida la solución esta fue traspasada a un vaso precipitado. Al solido formado en el crisol se le añadió ácido clorhídrico con el fin de disolverlo y salga todo los sólidos del crisol. Poco a poco la disolución fue traspasada al vaso precipitado.

Posteriormente se procedió a precipitar el fierro presente en la solución. Para ello se agregó 2 gr. De cloruro de amonio ($\text{NH}_4 \text{Cl}$). En esta fase se obtuvo un color amarillo, característico del elemento. Finalmente se adiciono gota a gota el amoniaco hasta lograr la precipitación del fierro (la solución se llevó a un p H de 4 a 4.5, con el amoniaco, p H en la que precipita el fierro)..

Enfriado la muestra durante 10 minutos se procedió a filtrar la solución reteniendo todo el fierro en el papel filtro y la solución filtrada fue recepcionada en un vaso precipitado. Por último se enjuagó el papel filtro con agua caliente hasta que quedo totalmente limpio.

Como parte del procedimiento se agregó el indicador anaranjado de metilo (indicador de pH 6) y se echó ácido clorhídrico a la solución, hasta que este cambie de color amarillo a rojo (el azufre precipita a pH 4). Cambiado de color se pesó 2.5 gr. De cloruro de bario, elemento que ayuda a precipitar el azufre y se añadió 25 ml. de agua destilada. Se dejó precipitar por treinta minutos para luego filtrarlos y obtener el azufre en el papel de filtro.

Seguidamente el papel filtro se dobló y redujo el tamaño para pasarlo a un crisol de porcelana para luego calcinarlo durante dos horas en la cocina. Después de haberse calcinado y obtenido partículas blancas sobre l crisol se pasó a un disecador para dejarlo enfriar durante 1 hora.

Finalmente enfriado en el disecador las partículas fueron pesadas. así se obtuvo el peso del sulfato de bario. Que posteriormente al utilizar las siguientes formulas se determinó el potencial de acidez.

$$\%S = \frac{w (BaSO_4)}{w (muestra)} \times fc$$

Donde:

%S = porcentaje de Azufre

W (BaSO₄) = Peso del sulfato de Bario

W (muestra) = peso de la muestra inicial

FC= Factor de conversión

$$PA = \%S \times \text{Factor}$$

Dónde:

PA = Potencial de acidez

%S = Porcentaje de azufre

Factor = 31.25

Expresado: Kg. CaCO₃/TM

Potencial Neto De Neutralización Del adoquín cerámico.

Este procedimiento se realizó con la operación de sustracción de resultados del potencial de neutralización y potencial de acidez. Tuvo como importancia determinar si la muestra genera algún tipo de drenaje ácido. Para ello de acuerdo al Ministerio De Energía Y Minas se consideró los siguientes intervalos de evaluación.

Si PNN > + 20, La muestra no genera drenaje ácido

Si PNN < - 20, La muestra genera drenaje ácido

Si -20 < PNN < + 20, La muestra tiene un comportamiento incierto

$$PNN = PN - PA$$

Donde:

PNN = Potencial neto de neutralización

PN = potencial de neutralización

PA = potencial de acidez

Prueba de carbonato del Adoquín: para determinar cualitativamente la presencia de carbonatos. En el adoquín se procedió a poner un poco de muestra en una luna de reloj. y se le adiciono gotas de ácido clorhídrico para observar si efervesce o no, en el caso la muestra presenta efervescencia esta contiene carbonatos. para el caso del adoquín la muestra presento efervescencia la cual es un indicador que si tiene carbonatos en su compuesto. y ello se puede observar en la imagen 25 y 26.



fuelle: elaboración propia
Imagen 25: muestra de Adoquín sin la adición de HCl



fuelle: elaboración propia
Imagen 26: muestra de Adoquín con la adición de HCl

Fase 16: prueba de solubilidad al adoquín cerámico obtenido

Para la prueba de solubilidad y basado a la investigación de PACHECO J, et. al, (2007) Los adoquines cerámicos fueron puestos a evaluación durante una semana donde se le sometió a distintas pruebas y teniendo las siguientes consideraciones:

- En una bandeja se puso un adoquín cerámico entero (tal cual se obtuvo). seguidamente se adiciono 1000 ml de agua destilada y se dejó en inmersión durante siete días. la prueba tuvo una duración total de 163 horas.
- En una segunda bandeja se puso un adoquín roto la misma que se quebró a adrede para su evaluación, seguido a ello se agregó 1000 ml de agua destilada. igualmente para evaluarlo después de 163 horas

- En una última bandeja se colocó otro adoquín cerámico, a diferencia de las dos primeras bandejas a este adoquín se le sometió a pruebas de simulación de precipitación (simulación de lluvia). la cual consto que se le esparcía de manera uniforme a todo el adoquín 1000 ml de agua destilada. todo el agua por medio de agujeros precipitaba hasta que este pase a una bandeja recolector. Con el mismo agua se repitió el procedimiento de simulación. intermitentemente durante 163 horas de evaluación.

Al paso de los siete días se recolecto el agua de la primera bandeja (solubilidad del adoquín entero) observándose el agua claro con poca cantidad de residuos sobre la superficie del agua. al golpear el adoquín evaluado. muestra la característica de haber absorbido el agua, cabe decir que el ladrillo no sufrió quebraduras, grietas y/o otros daños. de los 1000 ml de agua agregados antes de la prueba solo se recuperó y/o recopilo 600 ml

del adoquín partido se observa que el agua es turbia y con presencia de residuos sobre la superficie en esta evaluación no se consideró los cambios físicos presentados en el adoquín, de los 1000 ml de agua agregados antes de la prueba solo se recuperó y/o recopilo 360 ml

del adoquín evaluado con simulación de precipitación el agua se observa poco turbia, se infiere que es por el polvo que se ha acumulado durante toda la evaluación, las características físicas del adoquín se mantienen iguales y no se aprecia fisuras, grietas. de los 1000 ml de agua agregados antes de la prueba solo se recuperó y/o recopilo 550 ml

Fase 17: prueba cinética del adoquín cerámico obtenido

Para el desarrollo de la prueba cinética inicialmente se generó del adoquín cerámico tres tipos de granulometría siendo de 1 pulgada (1"), media pulgada (1/2"), un cuarto (1/4"). De lo elaborado se pesaron las siguientes cantidades:

- **malla 1"**: 2.871 Kg.
- **malla 1/2"**: 0.876 Kg.
- **malla 1/4"**: 0.271 kg.

La prueba inicio el 01 de noviembre del 2017 y en una columna (pila de lixiviación 1) se puso la muestra de 1" alcanzando una altura de 39.6 cm. seguido a ello se adiciono 1000 ml de agua y después de treinta minutos se extrajo toda el agua depositada, de las cuales se obtuvo solo 700 ml. se hizo este paso como parte del procedimiento puesto que durante las siguientes 48 horas se airearía la muestra de manera intermitente.

Después de las 48 horas se agregó agua destilada, se adiciono hasta que la muestra quede totalmente sumergida en el agua. El volumen total de agua destilada utilizado fue de 2.5 litros. El proceso de prueba se dejó en esa fase durante 36 horas. Finalmente se procedió a extraer la solución formada, de los 2.5 litros iniciales solo se recuperó 2.350 litros. Se estima que la diferencia fue absorbida y/o retenida por la muestra en evaluación.

En la otra columna (pila de lixiviación 2) se puso la muestra de 1/2" y 1/4" las que ocuparon una altura de 12 cm. y 14 cm. respectivamente y de acuerdo al procedimiento se adiciono los 1000 ml de agua. Pasado treinta minutos se procedió a reunir el agua adicionada inicialmente de las cuales se obtuvo solo 300 ml de agua. Al igual que la "pila de lixiviación 1" la muestra se puso a airear durante 48 horas y adición de agua destilada, con la diferencia que en esta segunda pila solo se adiciono 1.5 litros, pasado las 36 horas de proceso se procedió a retirar y reunir la solución formada. Obteniendo un volumen total de 1.465 litros.



Fuente: elaboración Propia
Imagen 27: columnas de lixiviación



Fuente: elaboración Propia
Imagen 28: muestras granuladas

En la imagen 27 y 28 se muestra la prueba de lixiviación y las distintas granulometrías del adoquín para ser dispuestos en las columnas de lixiviación así determinar si el adoquín obtenido va generar drenajes ácidos.

2.5 Validez y Confiabilidad

La Validación está basado por la técnica de contenido ya que la investigación será evaluada determinada por tres especialistas expertos en la materia, docentes que pertenecen a la Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental de la universidad Cesar Vallejo.

Cabe decir que la obtención de datos al ser de fuentes originales; la técnica será definida como directa y/o información primaria. El proyecto de investigación enfocado a la observación, experimentación y análisis documental hace el uso básicamente de Ficha de observación y muestra fotográfica, Ficha de muestreo de suelo, Ficha de parámetros en concentraciones de puzolana, aditivo, residuo, agua. Ficha de resultados físicos, software estadísticos (SPSS 20, ms. Excel).

Confiabilidad

Para determinar la confiabilidad de los instrumentos elaborados se utilizo como herramienta estadístico el cuadro de alfa de Cronbach. en los siguientes cuadros se detalla los resultados obtenidos y el nivel de confiabilidad.

FICHA DE OBSERVACION Y OBTENCION FOTOGRAFICA											
ITEM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL
EXPERTO 1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
EXPERTO 2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	50
EXPERTO 3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
ESTADISTICO											
VARIANZA	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	

K	10
SUMATORIA Vi	3.333
Vt	33.33333333
SECCION 1	1.111111111
SECCION 2	0.9
ABSOLUTO S2	0.9
ALFA DE CRONBACH	1

FICHA DE PARAMETROS EN CONCENTRACION DE PUZOLANA, ADITIVO Y RESIDUO											
ITEM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL
EXPERTO 1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
EXPERTO 2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	50
EXPERTO 3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
ESTADISTICO											
VARIANZA	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333

K	10
SUMATORIA Vi	3.333
Vt	33.33333333
SECCION 1	1.111111111
SECCION 2	0.9
ABSOLUTO S2	0.9
ALFA	1

FICHA DE RESULTADOS FISICOS											
ITEM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL
EXPERTO 1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
EXPERTO 2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	50
EXPERTO 3	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	34
ESTADISTICO											
VARIANZA	0.333	0.333	0.333	0.333	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

K	10
SUMATORIA Vi	7.333
Vt	65.33333333
SECCION 1	1.111111111
SECCION 2	0.887755102
ABSOLUTO S2	0.887755102
ALFA	0.986394558

FICHA DE MUESTREO											
ITEM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL
EXPERTO 1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
EXPERTO 2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	50
EXPERTO 3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
ESTADISTICO											
VARIANZA	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333

K	10
SUMATORIA Vi	3.333
Vt	33.33333333
SECCION 1	1.111111111
SECCION 2	0.9
ABSOLUTO S2	0.9
ALFA	1

De los cuatro instrumentos evaluados y validados en confiabilidad se define que dichos instrumentos son confiables puesto que el resultado de coeficiente de alfa de Cronbach esta dentro del rango de confiabilidad (0.6-1)

2.6 Métodos de análisis de datos

Por el tipo de investigación y los resultados a obtener, el método de análisis será descriptivo, haciendo la utilización de tablas, figuras, gráficos estadísticos, cuadros de porcentajes, cuadro de variaciones en concentraciones, entre otros que serán determinadas mediante el uso de software mencionados líneas arriba.

2.7 Aspectos éticos

Los resultados obtenidos en la etapa de muestreo y tratamiento de laboratorio serán plasmados y expuestos tal cual se obtenga, de esa manera cumplir en proporcionar resultados veraces y confiables. De esa única manera se mostrara el respeto sobre el medio ambiente y su biodiversidad. mostrando adicionalmente la responsabilidad social.

Basado en la premisa anterior el proyecto de investigación se realizara bajo los aspectos éticos y principios universales básicos

III. RESULTADOS

3.1 Resultados de la Medición de parámetros fisicoquímicos

TABLA 7: Parámetros fisicoquímicos del relave minero de Ticapampa

PARAMETROS FISICOQUIMICOS			
TEMPERATUR A (T)	POTENCIAL HIDROGENO (p H)	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA (CE)	POTENCIAL REDOX (MV)
19.6 °C	1.95	8.58 m S	307

fuelle: elaboración propia

En la Tabla 07 se muestra que el relave minero de Ticapampa tiene un pH fuertemente ácido. La cual se corrobora la ausencia de carbonatos, la falta de disponibilidad de elementos como calcio, magnesio, cloro e indicando la probable presencia de metales pesados como manganeso, aluminio y sobre todo fierro las mismas que generan drenajes ácidos, lixiviación de aguas ácidas, etc.. En cuanto al valor de la conductividad eléctrica Según (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. 1996). el relave minero es fuertemente salino, provocando así el potencial osmótico al espacio en que este está ubicado (hace que la planta gaste más energía para la absorción del agua), cabe señalar que la salinidad disminuye la absorción del agua por las raíces haciendo que las plantas se marchiten. el resultado del potencial Redox es un indicador que el relave favorece a las reacciones de oxidación, así se define que el pH y el potencial redox son inversamente proporcionales y están relacionadas entre sí.

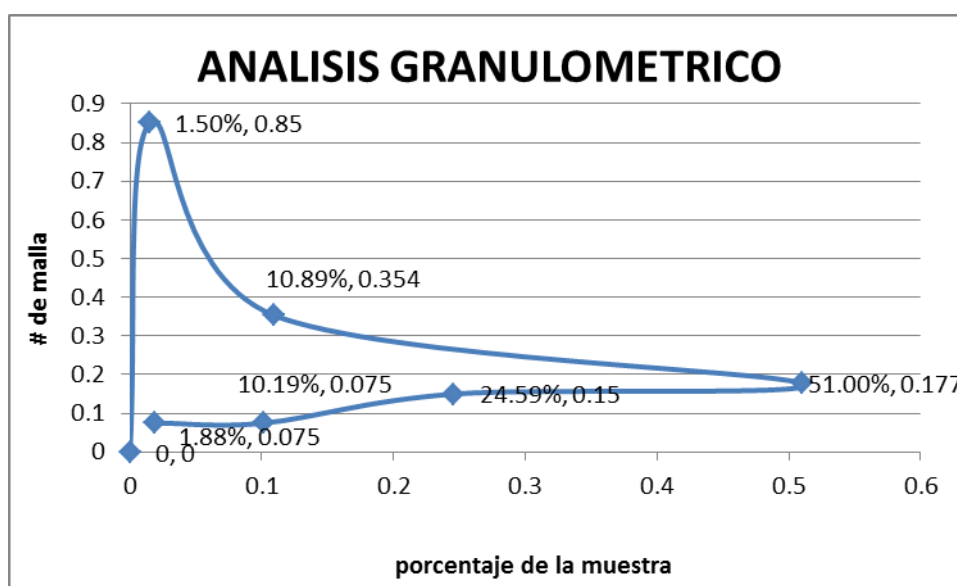
3.2 Resultados del Análisis granulométrico del relave minero de Ticapampa.

Para el análisis granulométrico se utilizó mallas estándares que van desde los 0.850 milímetros hasta los 0.075 milímetros.

TABLA 8: Análisis granulométrico del relave minero de Ticapampa

ANALISIS GRANULOMETRICO			
# MALLA	# MALLA MILIMETROS (mm)	PESO EN RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE DE LA MUESTRA
+18	0.000	0.000	0
+20	0.850	1.500	1.50%
+45	0.354	10.888	10.89%
+80	0.177	50.995	51.00%
+100	0.150	24.594	24.59%
+200	0.075	10.190	10.19%
-200	0.075	1.878	1.88%
TOTAL		100 gr.	100%

fuelle: elaboración propia



fuelle: elaboración propia

De acuerdo a la tabla y el gráfico presentado se observa que el 51.00% de la muestra analizada presenta una granulometría media. siendo este un buen indicador para la formación del adoquín.

3.3 Resultados de la Permeabilidad del relave minero de Ticapampa

De la formula presentada para la constante de permeabilidad

$$K = \frac{h \text{ (mm)} \times \ln \left(\frac{h_1}{h_2} \right)}{t \text{ (seg.)}}$$

reemplazando los valores tenemos:

$$K = \frac{70 \text{ mm} \times \ln \left(\frac{310 \text{ mm}}{240 \text{ mm}} \right)}{8579 \text{ s}}$$

$$K = 2.0882 \times 10^{-3} \text{ mm/s}$$

Dicho resultado se llevó a unidades de m/s obteniendo el siguiente valor: 2.0882×10^{-6} m/s de ahí se comparó de acuerdo a la escala de permeabilidad presentada y propuesta por la FAO.

TABLA 9: Clases de permeabilidad de los suelos para obras de ingeniería civil

CLASES DE PERMEABILIDAD DE SUELOS	PERMEABILIDAD K (m/s)		
	límite inferior	límite superior	clasificación de permeabilidad de relave minero
PERMEABLE	2×10^{-7}	2×10^{-1}	2.0882×10^{-6}
SEMIPERMEABLE	1×10^{-11}	1×10^{-5}	
IMPERMEABLE	1×10^{-11}	5×10^{-7}	

Fuente: FAO 2009

de acuerdo a los valores presentados en el cuadro se concluye que la muestra de relave es permeable. cabe decir que el resultado fue comparado para obras de ingeniería civil.

3.4 Resultados del Análisis químico, del relave minero de Ticapampa.

Los resultados obtenidos del análisis químico se observa en la tabla 10, donde se puede apreciar los metales pesados analizados con sus respectivos valores y/o resultados.

TABLA 10: Resultado de análisis químico del relave minero de Ticapampa (metales pesados)

RESULTADO DEL ANALISIS DE MUESTRA			NORMAS DE COMPARACION CON EL RESULTADO	
ELEMENTO	RESULTADO (%)	RESULTADO (mg/Kg)	ESTANDARES US-EPA 2002 (mg/kg)	ECAS DE SUELO PERUANAS DE USO COMERCIAL/ INDUSTRIAL/EXTRACTIVO (mg/kg)
%Cu	0.012	120	50	-
%Pb	0.386	3860	500	1200
% Cd	0.0006	6	20	22
% Zn	0.052	520	200	-
%Mn	0.013	130	-	-
%Fe	5.396	53960	23000 (RSH)	-
%As	8.326	83260	20	140

Fuente: elaboración propia

De los resultados obtenidos y los valores presentados se puede inferir especialmente la alta concentración de fierro, arsénico y plomo. concluyendo así la alta presencia de metales pesados en la muestra

3.5 Resultados del Potencial De Neutralización, Potencial De Acidez Y Potencial Neto De Neutralización Del Relave Minero De Ticapampa

Potencial de neutralización:

De la prueba realizada se muestra la siguiente tabla donde se detalla los datos obtenidos de volumen gastado de hidróxido de sodio para la neutralización.

TABLA 11: Titulación con hidróxido de sodio para la determinación de potencial de neutralización del relave

TITULACION CON HIDROXIDO DE SODIO	
volumen inicial en la bureta	50 ml
volumen final en la bureta	0.8 ml
Volumen gastado de NaOH	49.1 ml

Utilizando la siguiente formula y reemplazando valores tenemos:

$$PN = \frac{50 \times (50 \text{ ml HCl añadido} - \text{Vol. gastado Na OH}) \times N_{\text{HCl}}}{w (\text{muestra})}$$

$$PN = \frac{50 \times (50 \text{ ml HCl} - 49.1 \text{ Na OH}) \times N_{\text{HCl}}}{0.501 \text{ gr.}}$$

$$PN = 44.9101$$

Del resultado obtenido se define que la muestra de relave está en un escenario de muy probable en generación de acidez. Y en la otra situación está dentro de un comportamiento incierto de generación de acides.

Potencial de Acidez:

Para la determinación del potencial de acidez y tal como lo descrito en el procedimiento se pesó la muestra calcinada obteniendo 0.030 g. de peso siendo este el peso de sulfato de Bario, la cual es reemplazado en la siguiente fórmula:

$$\%S = \frac{w (\text{BaSO}_4)}{w (\text{muestra})} \times fc$$

$$\%S = \frac{0.030}{0.502} \times 0.137109 \times 100$$

$$\%S = 0.81932 \%$$

Seguido a ello el valor de 0.81932 % es reemplazado en la formula de potencial de acidez para hallar la misma:

$$PA = \%S \times \text{Factor}$$

$$PA = 0.81932 \times 31.25$$

$$PA = 25.60$$

Potencial Neto de Neutralización:

Aplicamos la formula siguiente para su determinación:

$$PNN = PN - PA$$

$$PNN = 44.9101 - 25.60$$

$$PNN = 19.31$$

El resultado se comparó con el intervalo propuesto por el Ministerio de Energía Y Minas:

Si $PNN > + 20$, La muestra no genera drenaje ácido

Si $PNN < - 20$, La muestra genera drenaje ácido

Si $-20 < PNN < + 20$, La muestra tiene un comportamiento incierto

se concluye que el relave minero es una fuente generadora de acidez puesto que el valor de PNN es menor a veinte, pero cabe decir que este se encuentra dentro del intervalo de comportamiento incierto, pero por análisis previo se infiere que es fuente de generadora de acidez.

3.6 Resultados de la Neutralización en pH del relave minero de Ticapampa

En la tabla 12 se muestra la relación de dosis de cal y su pH respectivo.

TABLA 12: Neutralización de pH del relave minero de Ticapampa

PESO DE MUESTRA (gr.)	PORCENTAJE DE CAL (gr.)	PESO DE CAL (gr.)	pH OBTENIDO
250.00	10.00%	25.00	14
250.00	5.00%	12.50	12
250.00	3.00%	7.50	12
250.00	1.20%	3.00	9
250.00	0.40%	1.00	4
250.00	0.80%	2.00	6

fuentes: elaboración propia

De la tabla 10. Se observa que dos gramos de cal es suficiente para neutralizar 250gr. de muestra de relave ya que el pH obtenido es de seis, considerándose este pH neutro para la elaboración del adoquín.

3.7 Resultados de la Primera evaluación preliminar de los adoquines cerámicos obtenidos en la primera prueba de concentraciones.

TABLA 13: Resultados preliminares de los cuatro primeros prototipos del adoquín

RESULTADO DE ADOQUIN					
TIPO DE ADOQUIN	peso inicial (gr.)	peso final	% humedad	resistencia del concreto (Tn)	p H
1	1.00	0.785	21.5	0.15	10
2	1	0.834	16.6	0.20	12
3	1	0.782	21.8	0.15	12
4	1	0.723	27.7	0.10	13

fuelle: elaboración propia

De la tabla 13 se observa que el adoquín más liviano fue el de tipo 4 debido a que este contaba con más cantidad de aserrín, seguido del adoquín tipo 3, 1 y 2 respectivamente. En cuanto a la resistencia esta tiene un comportamiento inversamente proporcional al peso. Se quiere decir que a menor peso menor resistencia. En cuanto al p H el adoquín tipo 4 fue el más alcalino y el menos alcalino fue el adoquín tipo 1. En suma ninguno de los cuatro tipos de adoquín alcanzaba la resistencia necesaria para soportar cargas livianas o de tránsito ligero. Sin embargo todos quedan con un pH similar al adoquín muestra que tiene un pH 13

3.8 Resultados de la Segunda Evaluación Preliminar De Los Adoquines Cerámicos Obtenidos En La Segunda Prueba De Concentraciones.

TABLA 14: Resultados preliminares de los prototipos del adoquín

RESULTADO DE ADOQUIN					
TIPO DE ADOQUIN	peso inicial (gr.)	peso final	% humedad	resistencia del concreto (Tn)	p H
5	1767.00	1591	9.96	0.75	10
6	1790	1579	11.79	0.50	12
7	1834	1631	11.07	0.50	12
8	1786	1608	9.97	1.00	13

Fuente: elaboración propia

De acuerdo a la tabla mostrada se detalla que el adoquín tipo 8 es el más pesado siendo este el más resistente y el único que alcanzó la resistencia de una tonelada. en cuanto a su pH es el mismo que el adoquín muestra. con la combinación que se puede ver en la tabla 3, se obtuvo un adoquín con las condiciones estructurales necesarias para su uso. Cabe decir que el adoquín tipo 8 es el que tiene mayor cantidad de cuarzo granulado la misma que da estructura al adoquín. por otro lado los adoquines que menos resistencia tuvieron fueron los de tipo 6 y 7 las mismas que tienen menor cantidad de cuarzo.

3.9 Tercera Evaluación Preliminar De Los Adoquines Cerámicos Obtenidos En La Primera Prueba De Concentraciones.

Como en la segunda evaluación de adoquines se encontró un prototipo estructuralmente confiablemente se procedió a triplicar el adoquín para su conformidad y confiabilidad. En la tabla 12 se muestra los resultados obtenidos

TABLA 15: Resultados preliminares del adoquín obtenido a partir de relave minero de ticapampa

RESULTADO DE ADOQUIN					
TIPO DE ADOQUIN	peso inicial (gr.)	peso final	% humedad	resistencia del concreto (Tn)	p H
9A	1672	1494	10.645933	1	13
9B	1668	1490	10.6714628	1	13
9C	1677	1499	10.614192	1	13
9D	1686	1508	10.5575326	N.A	N.A
9E	1669	1491	10.6650689	N.A	N.A

Fuente: elaboración propia

Se aplicó la prueba de resistencia al concreto a tres ejemplares, la cual todos alcanzaron una tonelada de presión. Los otros dos adoquines fueron reservados para siguientes pruebas como la de solubilidad. En cuanto al peso todos los adoquines están cerca del adoquín muestra ya que este pesa 1500 g.

3.10 Resultados de las características mecánicas de los adoquines obtenidos

En la tabla 16 se muestra los datos cualitativos de las características mecánicas de los adoquines obtenidos:

TABLA 16: Resultados de las características mecánicas del adoquín

ITEM	ESCALA	RESULTADO
acabado	Liso-Rayado	Los adoquines obtenidos en la parte superior, frontal, lateral. A pesar de la presencia del cuarzo granulado estas tienen el acabado liso, solo en la parte de la base esta tiene el acabado de rugoso a rayado.
volumen	cm ³ /m ³	800 cm ³
Resistencia	Tn	1 tonelada
fisuras	1-14	el adoquín al realizarse con la prensa esta la compacta uniformemente y prácticamente retira las burbujas de aire formado. Al secado estas no presentan fisuras ni grietas

Fuente: elaboración propia

3.11 Resultados De La Determinación De Potencial De Neutralización, Potencial De Acides Y Potencial Neto De Neutralización Del Adoquín Cerámico.

Potencial de neutralización:

En la tabla 17 se detalla el volumen gastado de Na OH para la neutralización de la muestra. .

TABLA 17: Titulación con hidróxido de sodio para la determinación de potencial de neutralización del adoquín

TITULACION CON HIDROXIDO DE SODIO	
volumen inicial en la bureta	50 ml
volumen final en la bureta	39.7 ml
Volumen gastado de NaOH	10.3 ml

De la formula y reemplazando valores tenemos:

$$PN = \frac{50 \times (50 \text{ ml HCl añadido} - \text{Vol. gastado Na OH}) \times N_{\text{HCl}}}{w}$$

$$PN = \frac{50 \times (50 \text{ ml HCl} - 10.3 \text{ Na OH}) \times 0.5}{2 \text{ gr.}}$$

$$PN = 128.75$$

Por el resultado obtenido en el PN. y aun considerando un resultado extremo de potencial de acidez se puede adelantar que la muestra no genera acidez. Cabe decir que se comprobara con el resultado de potencial neto de neutralización

Potencial de Acidez:

Para la determinación del potencial de acidez y tal como lo descrito en el procedimiento se peso la muestra calcinada obteniendo 0.019 g. de peso siendo este el peso de sulfato de Bario, la cual es reemplazado en la siguiente fórmula:

$$\%S = \frac{w (\text{BaSO}_4)}{w (\text{muestra})} \times fc$$

$$\%S = \frac{0.019}{0.553} \times 0.137109 \times 100$$

$$\%S = 0.4466 \%$$

Seguido a ello el valor de 0.4466 % es reemplazado en la formula de potencial de acidez para hallar la misma:

$$PA = \%S \times \text{Factor}$$

$$PA = 0.4466 \times 31.25$$

$$PA = 13.956$$

Potencial Neto de Neutralización:

Aplicamos la formula siguiente para su determinación:

$$PNN = PN - PA$$

$$\text{PNN} = 128.75 - 13.956$$

$$\text{PNN} = 114.794$$

El resultado se comparo con el intervalo propuesto por el Ministerio de Energia Y Minas:

Si $\text{PNN} > + 20$, La muestra no genera drenaje acido

Si $\text{PNN} < - 20$, La muestra genera drenaje acido

Si $-20 < \text{PNN} < + 20$, La muestra tiene un comportamiento incierto

De acuerdo al resultado obtenido se concluye que el adoquín cerámico no es una fuente generadora de acidez puesto que el valor de PNN es mucho mayor a veinte.

3.12 Resultado del análisis químico del adoquín cerámico, obtenido

TABLA 18: Resultado de análisis químico final del adoquín cerámico

RESULTADO DEL ANALISIS QUIMICO DE MUESTRA DE ADOQUIN			NORMAS DE COMPARACION CON EL RESULTADO	
ELEMENTO	RESULTADO (%)	RESULTADO (mg/kg)	ESTANDARES US-EPA 2002 "SUELO NORMAL DEBE CONTENER" (mg/kg)	ECAS DE SUELO PERUANAS DE USO COMERCIAL/ INDUSTRIAL/EXTRACTIVO (mg/kg)
Cu	0.004	40	50	-
Pb	0.082	820	500	1200
Cd	0.0005	5	20	22
Zn	0.013	130	200	-
Mn	0.019	190	-	-
Fe	5.72	57200	23000 (RSH)	-
As	0.002	20	20	140

Fuente: elaboración propia

Los resultados mostrados en la tabla 18, en comparación con los estándares y normas aplicables se define que el adoquín cumple con lo establecido para los elementos de cobre, plomo para las normas nacionales, cadmio, zinc y arsénico. Solo con excepción para el hierro que supero lo establecido.

3.13 Comparación de resultados de análisis inicial (relave minero) y análisis final (adoquín cerámico).

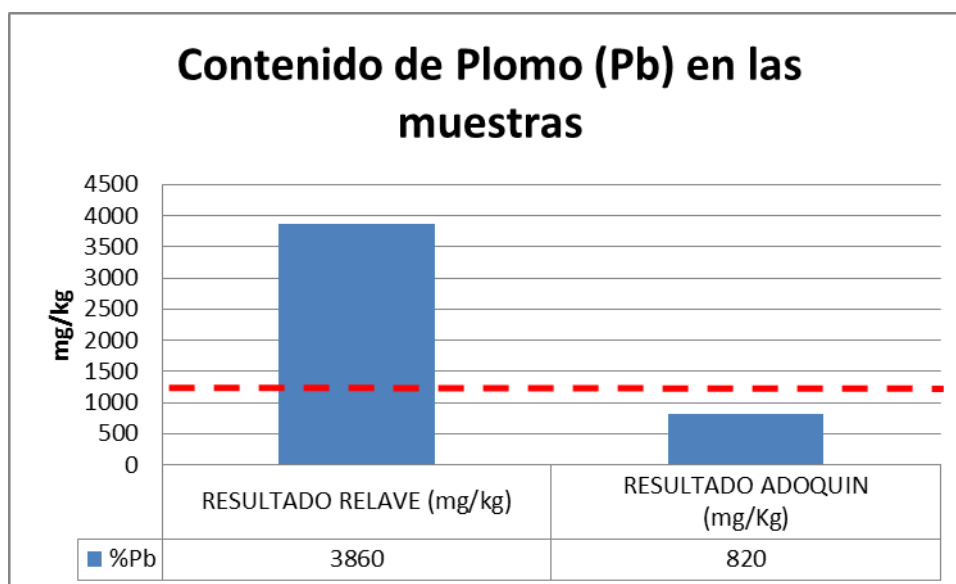
TABLA 19: Resultado comparativo del análisis químico del relave minero y adoquín cerámico.

ELEMENTO	RESULTADO RELAVE (mg/kg)	RESULTADO ADOQUIN (mg/Kg)
%Cu	120	40
%Pb	3860	820
% Cd	6	5
% Zn	520	130
%Mn	130	190
%Fe	53960	57200
%As	83260	20

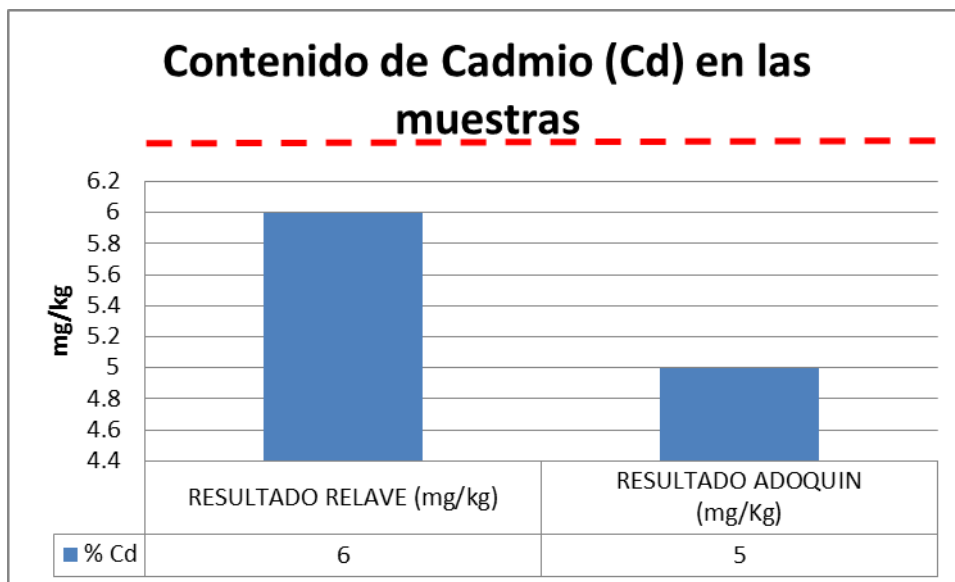
Fuente: elaboración propia

En la tabla 19 se plasma los resultados analíticos obtenidos del relave y adoquín. Después de la aglomeración con puzolanas y aditivos se ve la gran disminución de metales pesados como el plomo, cobre, cadmio, zinc, arsénico.

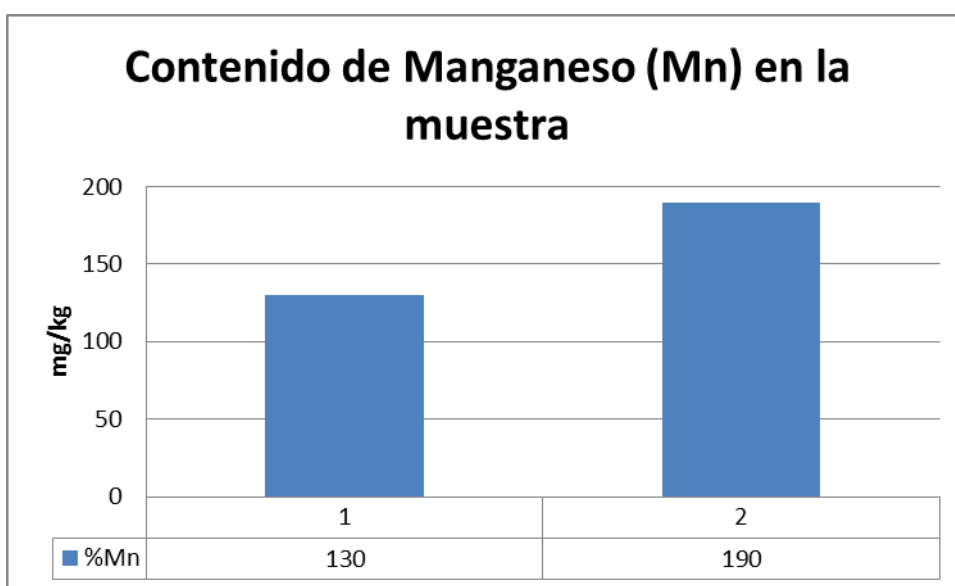
Para el caso del manganeso y hierro se mostraron un incremento. En los siguientes gráficos se muestra los resultados comparativos iniciales y finales de cada metal analizado y su alcance de acuerdo a las normativas nacionales e internacionales



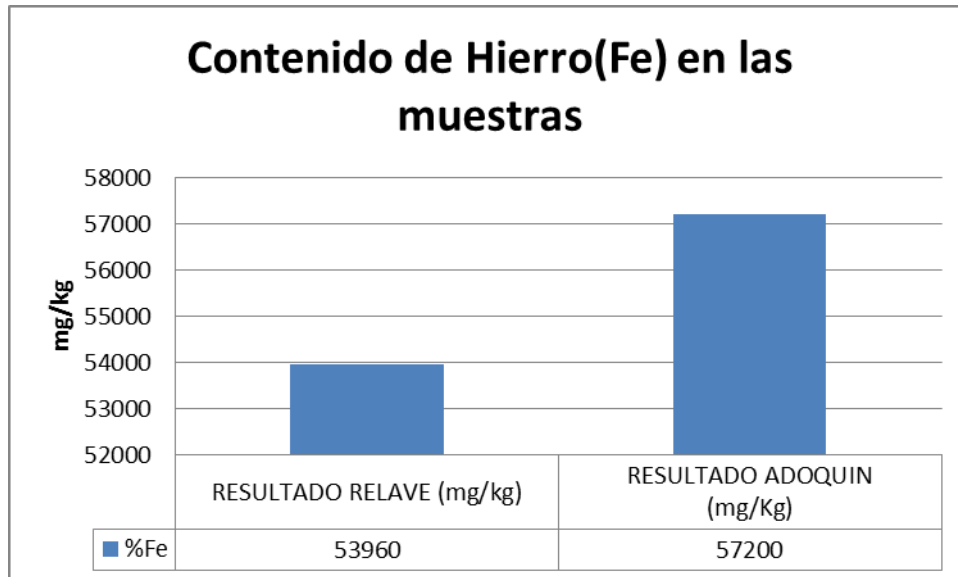
En el grafico mostrado la cantidad inicial de plomo fue de 3860 mg/kg después del procesado bajo a 820 mg/kg comparado con los estándares de calidad ambiental (ECAS) de suelo y para un suelo designado a uso comercial/industrial/extractivo este se encuentra dentro de lo establecido haciendo que el adoquín no contenga plomo más de lo propuesto por la normativa.



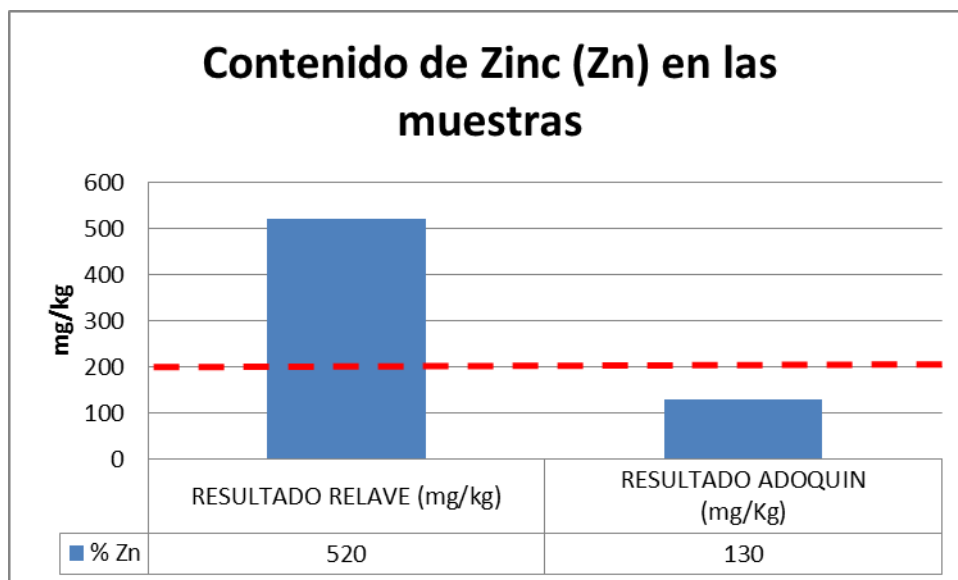
Para el caso del cadmio y como se muestra en el grafico el relave inicialmente tenía 6 mg/kg de cadmio. Después de haber elaborado el adoquín este elemento se encuentra en 5 mg/kg estando muy por dentro de lo establecido por los ECAS suelo (22 mg/kg)



en el grafico se muestra un incremento de manganeso relación relave adoquín,. tal es el caso que la muestra de relave contenía 130 mg/kg y después del procesado y aglomeración de insumos se obtuvo 190 mg/kg. en el adoquín.

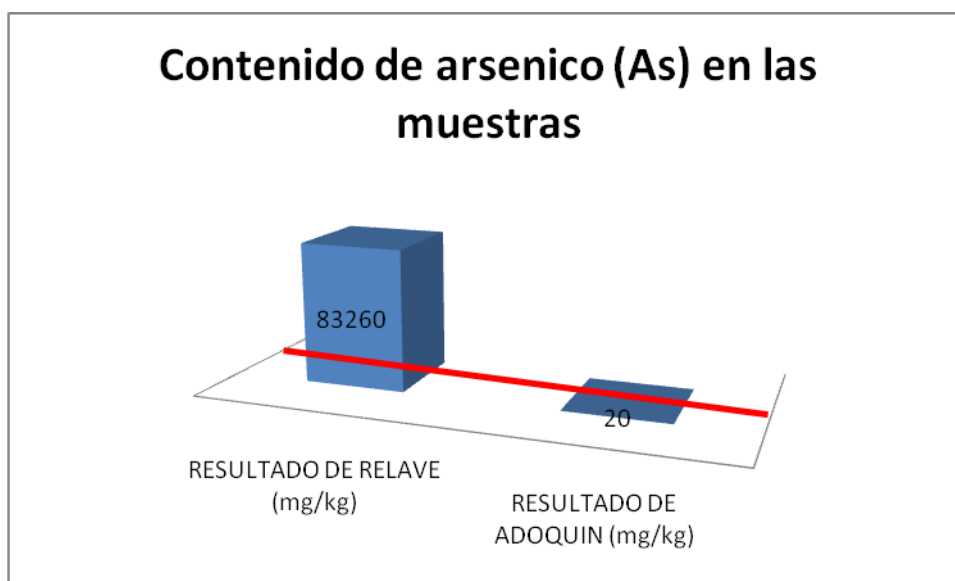


la concentracion inicial de hierro en el relave fue de 53960 mg/kg. y en el adoquin fue de 57200 mg/kg. mostrando un incremento de cuatro 3.230 g tal como se muestra en el grafico



El grafico mostrado inicialmente el relave tuvo 520 mg/kg de zinc. y estaba fuera de lo establecido por la normativa, los resultados obtenidos de zinc en el adoquín

es de 130 mg/kg. De esa manera cumple con lo establecido por la EPA 2002 ya que el límite máximo para este elemento es de 200 mg/kg.



En cuanto al contenido del arsénico, como se muestra en el grafico, el relave contenía 83269 mg/kg de las cuales en el adoquín solo se presentó 20 mg/kg. Dicho resultado comparado con lo sugerido por las ECAS Peruanas. El adoquín cumple con lo definido ya que la concentración máxima en la normativa es de 140 mg/kg .

3.14 Resultado de Prueba De Solubilidad Al Adoquín Cerámico Obtenido

Tanto el adoquín partido y entero que fue puesto a la prueba de inmersión así como el adoquín que tuvo la prueba de simulación de lluvia. se le evaluó y se obtuvo los siguientes resultados que son plasmados en la tabla 16.

TABLA 20: Resultados a 163 horas de prueba de solubilidad

RESULTADOS A 163 HORAS DE PRUEBA DE SOLUBILIDAD				
CODIGO	TEMPERATURA (°C)	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA (Us)	p H	POTENCIAL REDOX (Mv)
ADOQUIN ROTO	21.5	10.02	12.73	-85
ADOQUIN ENTERO	21.5	3.2	11.7	-7
ADOQUIN LLUVIA	21.5	1.217	9.4	94
PILA 1"	23.4	2.73	12.14	-7
PILA 1" Y 1/4"	22.7	5.48	12.32	-24

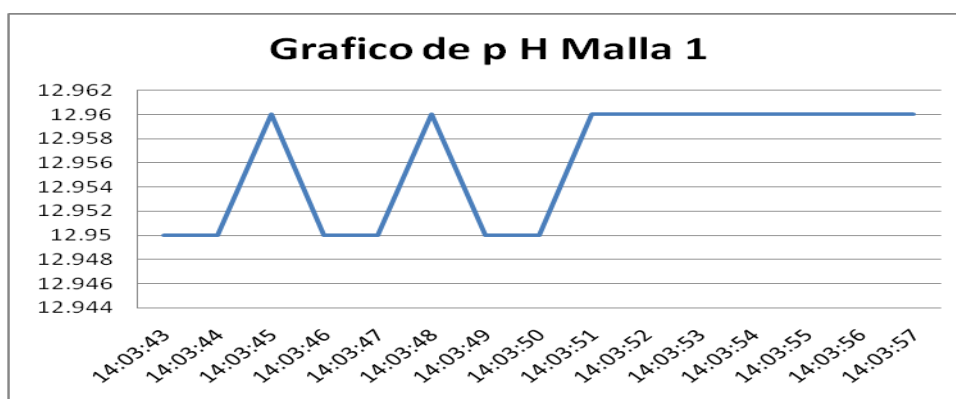
Fuente: elaboración propia

Prueba cinética del adoquín cerámico obtenido

La duración total de esta prueba es de veinte semanas. Pero la primera evaluación del comportamiento y/o cambio se dio a 144 horas de haberse iniciado el intemperismo. En las siguientes tablas se muestra los parámetros medidos.

TABLA 21: Resultados de pH a 144 horas

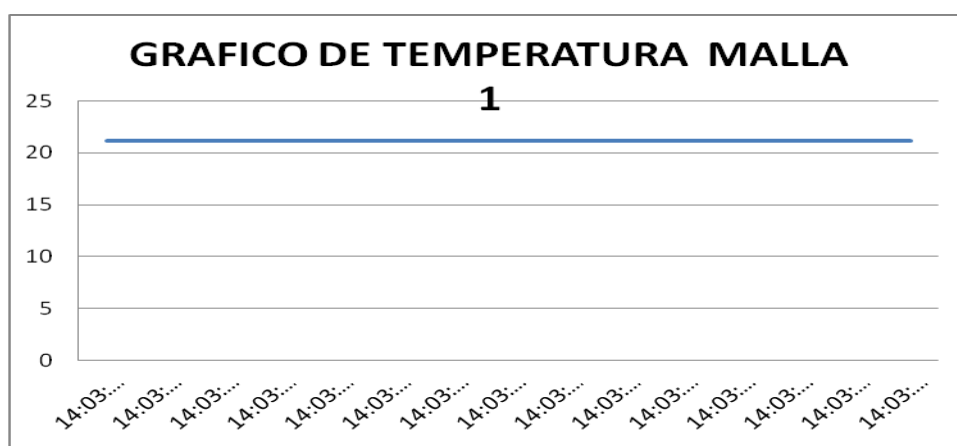
p H Malla 1			
HORA	DESCRIPCION	DATO	UNIDAD
14:03:43	pH	12.95	pH
14:03:44	pH	12.95	pH
14:03:45	pH	12.96	pH
14:03:46	pH	12.95	pH
14:03:47	pH	12.95	pH
14:03:48	pH	12.96	pH
14:03:49	pH	12.95	pH
14:03:50	pH	12.95	pH
14:03:51	pH	12.96	pH
14:03:52	pH	12.96	pH
14:03:53	pH	12.96	pH
14:03:54	pH	12.96	pH
14:03:55	pH	12.96	pH
14:03:56	pH	12.96	pH
14:03:57	pH	12.96	pH
PROMEDIO		12.956	



A 144 horas la columna N°1 (malla 1") registra un pH de 12.95 a 12.96 situación favorable puesto que hasta el momento no se genero indicadores de acides. El promedio de pH a ese tiempo es de 12.956.

TABLA 22: Resultados de temperatura a 144 horas

TEMPERATURA MALLA 1			
HORA	DESCRIPCION	DATO	UNIDAD
14:03:43	TEMP.	21.2	°C
14:03:44	TEMP.	21.2	°C
14:03:45	TEMP.	21.2	°C
14:03:46	TEMP.	21.2	°C
14:03:47	TEMP.	21.2	°C
14:03:48	TEMP.	21.2	°C
14:03:49	TEMP.	21.2	°C
14:03:50	TEMP.	21.2	°C
14:03:51	TEMP.	21.2	°C
14:03:52	TEMP.	21.2	°C
14:03:53	TEMP.	21.2	°C
14:03:54	TEMP.	21.2	°C
14:03:55	TEMP.	21.2	°C
14:03:56	TEMP.	21.2	°C
14:03:57	TEMP.	21.2	°C
PROMEDIO		21.2	

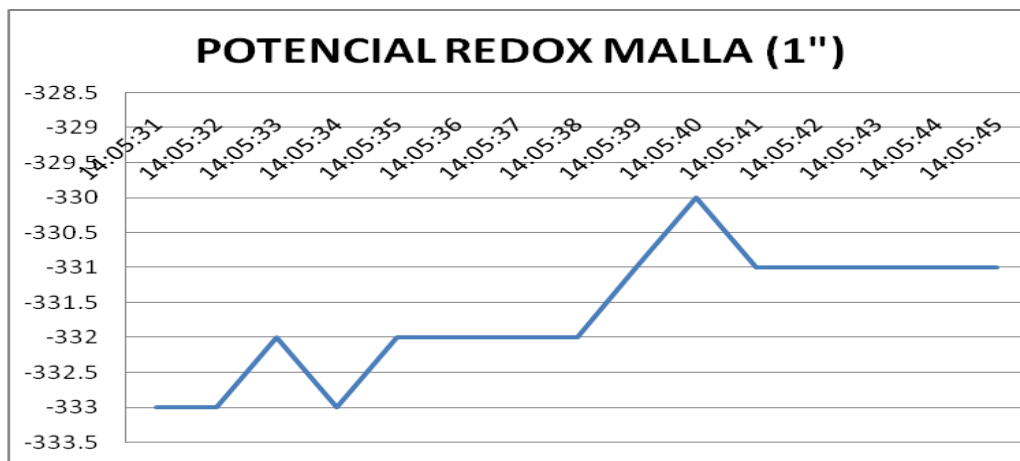


Del gráfico mostrado se observa una temperatura constante estando este en un promedio de 21.2 °C. la temperatura de la solución esta acorde de la temperatura del ambiente.

TABLA 23: Resultados de potencial redox a 144 horas

POTENCIAL REDOX MALLA (1")			
HORA	DESCRIPCION	DATO	UNIDAD
14:05:31	ORP	-333	mV
14:05:32	ORP	-333	mV
14:05:33	ORP	-332	mV
14:05:34	ORP	-333	mV
14:05:35	ORP	-332	mV
14:05:36	ORP	-332	mV

14:05:37	ORP	-332	mV
14:05:38	ORP	-332	mV
14:05:39	ORP	-331	mV
14:05:40	ORP	-330	mV
14:05:41	ORP	-331	mV
14:05:42	ORP	-331	mV
14:05:43	ORP	-331	mV
14:05:44	ORP	-331	mV
14:05:45	ORP	-331	mV
PROMEDIO		-331.67	

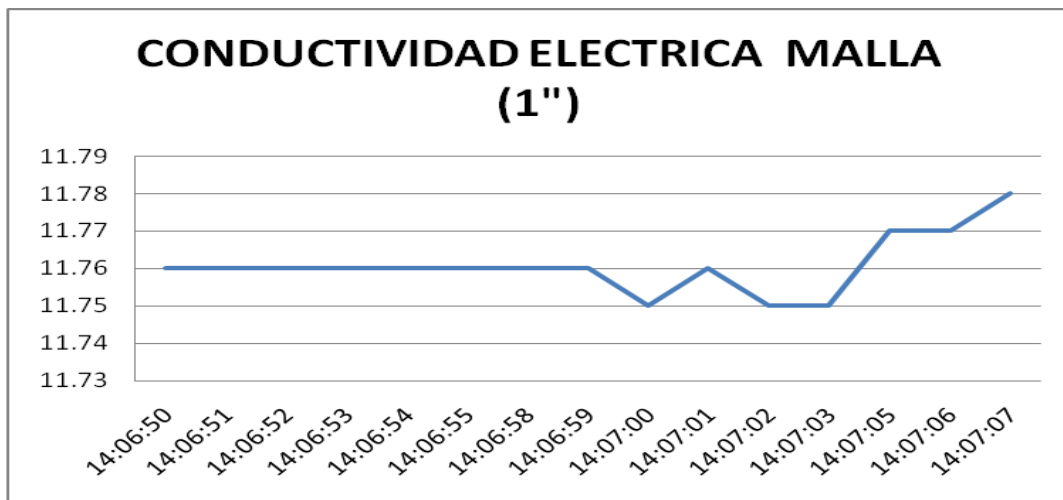


Por lo mostrado en la tabla 23 se obtiene un valor de potencial redox (Eh) de -331.67 mV. Por lo tanto la solución al obtener un valor negativo este es un indicador que se encuentra en un ambiente reductor.

TABLA 24: Resultados de conductividad eléctrica a 144 horas

CONDUCTIVIDAD ELECTRICA MALLA (1")			
HORA	DESCRIPCION	DATO	UNIDAD
14:06:50	COND	11.76	Ms
14:06:51	COND	11.76	Ms
14:06:52	COND	11.76	Ms
14:06:53	COND	11.76	Ms
14:06:54	COND	11.76	Ms
14:06:55	COND	11.76	Ms
14:06:58	COND	11.76	Ms
14:06:59	COND	11.76	Ms
14:07:00	COND	11.75	Ms
14:07:01	COND	11.76	Ms
14:07:02	COND	11.75	Ms
14:07:03	COND	11.75	Ms
14:07:05	COND	11.77	Ms
14:07:06	COND	11.77	Ms
14:07:07	COND	11.78	Ms

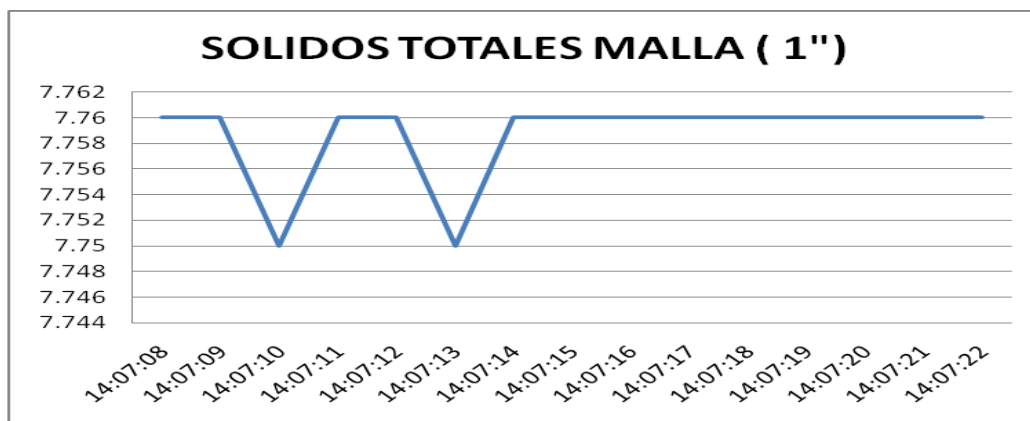
PROMEDIO	11.76
-----------------	--------------



Para la conductividad eléctrica el promedio de este está en 11.76, de las cuales en comparación con los ECAS de agua 2017, este sobrepasa a lo dispuesto (1600 uS/cm) cabe decir que la comparación se está haciendo para un cuerpo de agua clase 2 (aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional).

TABLA 25: Resultados de solidos totales a 144 horas

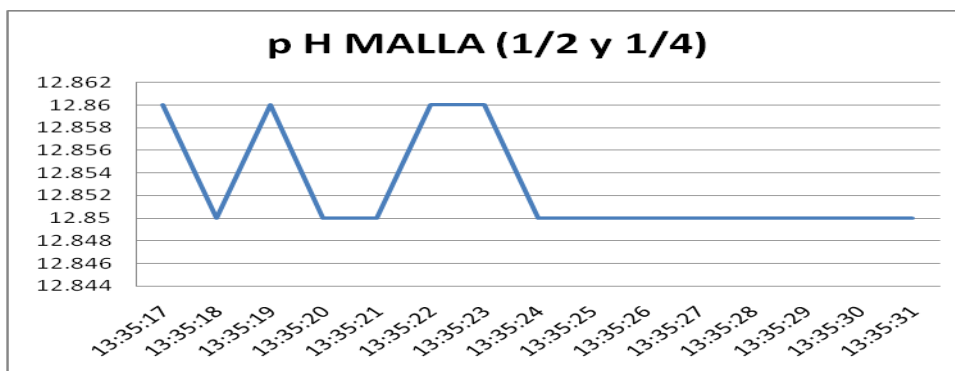
SOLIDOS TOTALES MALLA (1")			
HORA	DESCRIPCION	DATO	UNIDAD
14:07:08	TDS	7.76	ppt
14:07:09	TDS	7.76	ppt
14:07:10	TDS	7.75	ppt
14:07:11	TDS	7.76	ppt
14:07:12	TDS	7.76	ppt
14:07:13	TDS	7.75	ppt
14:07:14	TDS	7.76	ppt
14:07:15	TDS	7.76	ppt
14:07:16	TDS	7.76	ppt
14:07:17	TDS	7.76	ppt
14:07:18	TDS	7.76	ppt
14:07:19	TDS	7.76	ppt
14:07:20	TDS	7.76	ppt
14:07:21	TDS	7.76	ppt
14:07:22	TDS	7.76	ppt
	PROMEDIO	7.76	



Para el caso de los sólidos totales el promedio de este valor es de 7.76 ppt tal como se muestra en la tabla 25 convirtiendo a resultados de ppm es 0.00000776 y en comparación con lo establecido por los ECAS (1000 mg/l) este se encuentra dentro de lo reglamentado.

TABLA 26: Resultados de pH a 144 horas (malla 1/2 y 1/4)

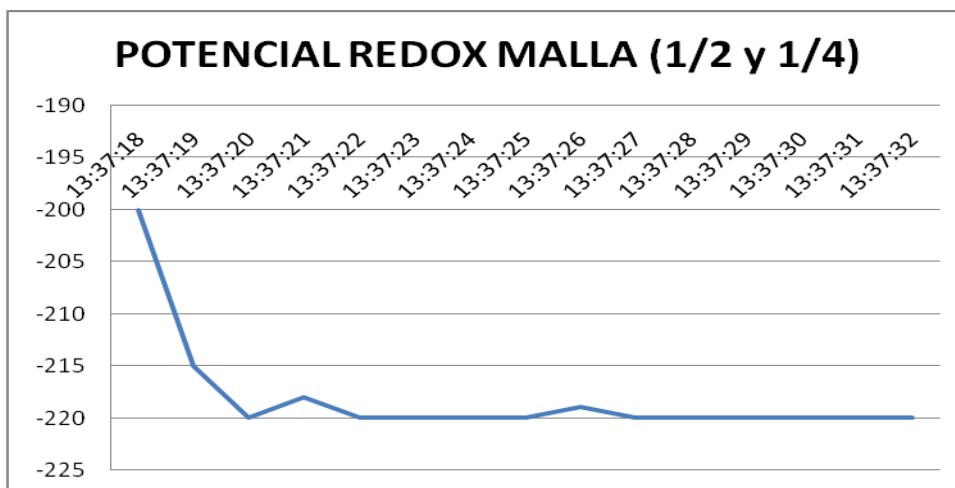
p H MALLA (1/2 y 1/4)			
HORA	DESCRIPCION	DATO	UNIDAD
13:35:17	p H	12.86	p H
13:35:18	p H	12.85	p H
13:35:19	p H	12.86	p H
13:35:20	p H	12.85	p H
13:35:21	p H	12.85	p H
13:35:22	p H	12.86	p H
13:35:23	p H	12.86	p H
13:35:24	p H	12.85	p H
13:35:25	p H	12.85	p H
13:35:26	p H	12.85	p H
13:35:27	p H	12.85	p H
13:35:28	p H	12.85	p H
13:35:29	p H	12.85	p H
13:35:30	p H	12.85	p H
13:35:31	p H	12.85	p H
PROMEDIO		12.85	



En cuanto al pH de la segunda columna este se encuentra en un pH promedio de 12.85. En comparación a los ECAS de agua (6-9) supera lo establecido, Sin embargo en comparación con el pH del adoquín muestra (pH 13) este se encuentra inferior a lo evaluado.

TABLA 27: resultados de potencial redox a 144 horas (malla 1/2 y 1/4)

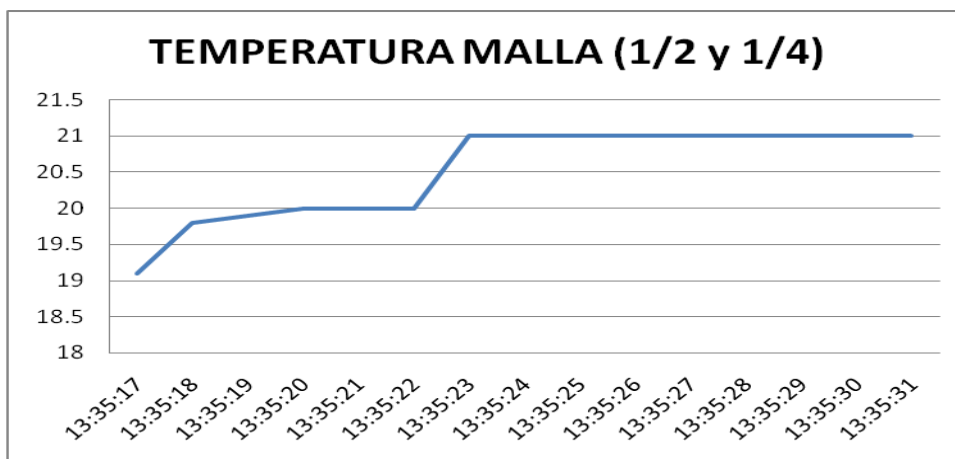
POTENCIAL REDOX MALLA (1/2 y 1/4)			
HORA	DESCRIPCION	DATO	UNIDAD
13:37:18	ORP	-200	m V
13:37:19	ORP	-215	m V
13:37:20	ORP	-220	m V
13:37:21	ORP	-218	m V
13:37:22	ORP	-220	m V
13:37:23	ORP	-220	m V
13:37:24	ORP	-220	m V
13:37:25	ORP	-220	m V
13:37:26	ORP	-219	m V
13:37:27	ORP	-220	m V
13:37:28	ORP	-220	m V
13:37:29	ORP	-220	m V
13:37:30	ORP	-220	m V
13:37:31	ORP	-220	m V
13:37:32	ORP	-220	m V
PROMEDIO		-218.13	



el potencial redox de acuerdo a la tabla___ se muestra un valor promedio de -218.13 al igual que la columna N° 1 se define que la solución se encuentra en un ambiente reductor.

TABLA 28: Resultados de temperatura a 144 horas (malla 1/2 y 1/4)

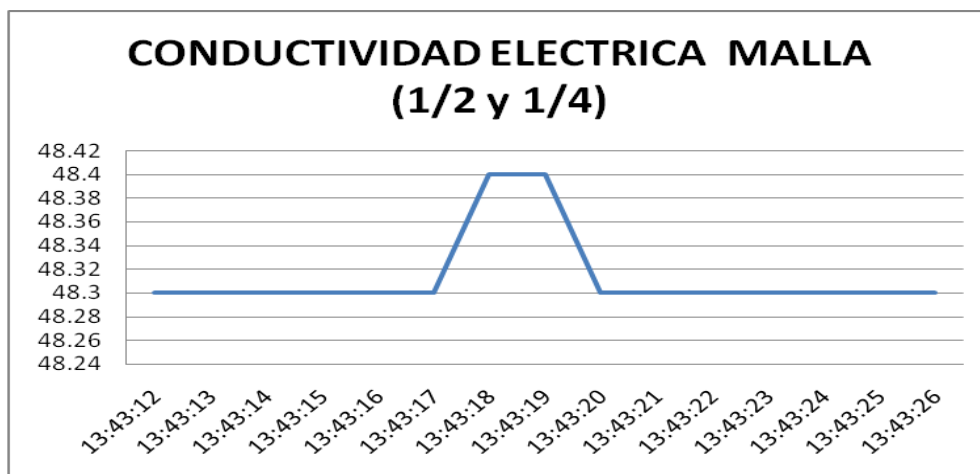
TEMPERATURA MALLA (1/2 y 1/4)			
HORA	DESCRIPCION	DATO	UNIDAD
13:35:17	TEMP.	19.1	°C
13:35:18	TEMP.	19.8	°C
13:35:19	TEMP.	19.9	°C
13:35:20	TEMP.	20	°C
13:35:21	TEMP.	20	°C
13:35:22	TEMP.	20	°C
13:35:23	TEMP.	21	°C
13:35:24	TEMP.	21	°C
13:35:25	TEMP.	21	°C
13:35:26	TEMP.	21	°C
13:35:27	TEMP.	21	°C
13:35:28	TEMP.	21	°C
13:35:29	TEMP.	21	°C
13:35:30	TEMP.	21	°C
13:35:31	TEMP.	21	°C
PROMEDIO		20.52	



al iniciar la medición de la muestra la temperatura se registro 19 °C, finalmente se puso constante en 21 °C así se obtuvo un promedio de 20.52 °C de la muestra.

TABLA 29: Resultados de conductividad a 144 horas (malla 1/2 y 1/4)

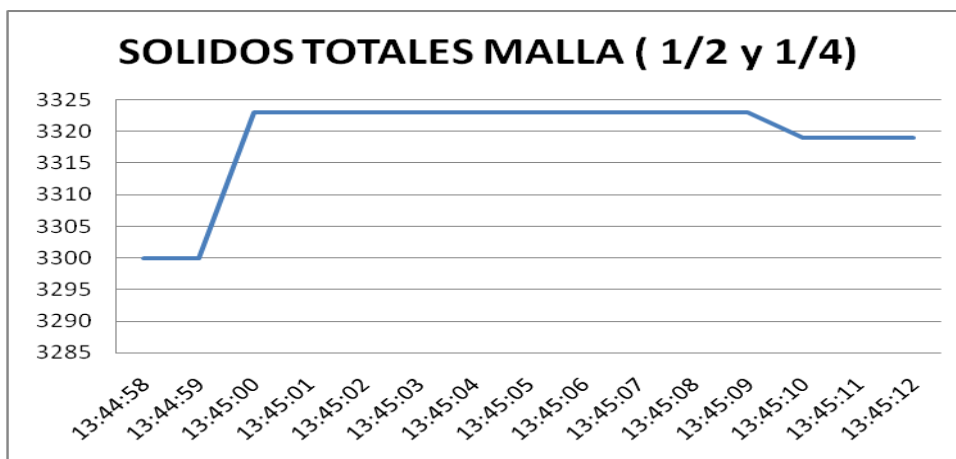
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA MALLA (1/2 y 1/4)			
HORA	DESCRIPCION	DATO	UNIDAD
13:43:12	COND	48.3	u S
13:43:13	COND	48.3	u S
13:43:14	COND	48.3	u S
13:43:15	COND	48.3	u S
13:43:16	COND	48.3	u S
13:43:17	COND	48.3	u S
13:43:18	COND	48.4	u S
13:43:19	COND	48.4	u S
13:43:20	COND	48.3	u S
13:43:21	COND	48.3	u S
13:43:22	COND	48.3	u S
13:43:23	COND	48.3	u S
13:43:24	COND	48.3	u S
13:43:25	COND	48.3	u S
13:43:26	COND	48.3	u S
PROMEDIO		48.31	



En la segunda columna se registro 48.31 uS de conductividad eléctrica. En comparación con los ECAS de agua 2017, este no sobrepasa a lo dispuesto (1600 uS/cm)

TABLA 30: Resultados de solidos totales a 144 horas (malla 1/2 y 1/4)

SOLIDOS TOTALES MALLA (1/2 y 1/4)			
HORA	DESCRIPCION	DATO	UNIDAD
13:44:58	TDS	3300	ppm
13:44:59	TDS	3300	ppm
13:45:00	TDS	3323	ppm
13:45:01	TDS	3323	ppm
13:45:02	TDS	3323	ppm
13:45:03	TDS	3323	ppm
13:45:04	TDS	3323	ppm
13:45:05	TDS	3323	ppm
13:45:06	TDS	3323	ppm
13:45:07	TDS	3323	ppm
13:45:08	TDS	3323	ppm
13:45:09	TDS	3323	ppm
13:45:10	TDS	3319	ppm
13:45:11	TDS	3319	ppm
13:45:12	TDS	3319	ppm
PROMEDIO		3319.13	



Los solidos totales presentes en la solución extraída de la segunda columna presenta un valor de 3319.31 ppm. Haciendo que este valor se ubique dentro de lo permitido por los ECAS (1000 mg/l) este se encuentra dentro de lo reglamentado.

3.15 Resultados de la prueba cinética (columna de lixiviación 1" y columna de lixiviación 1/2" y 1/4")

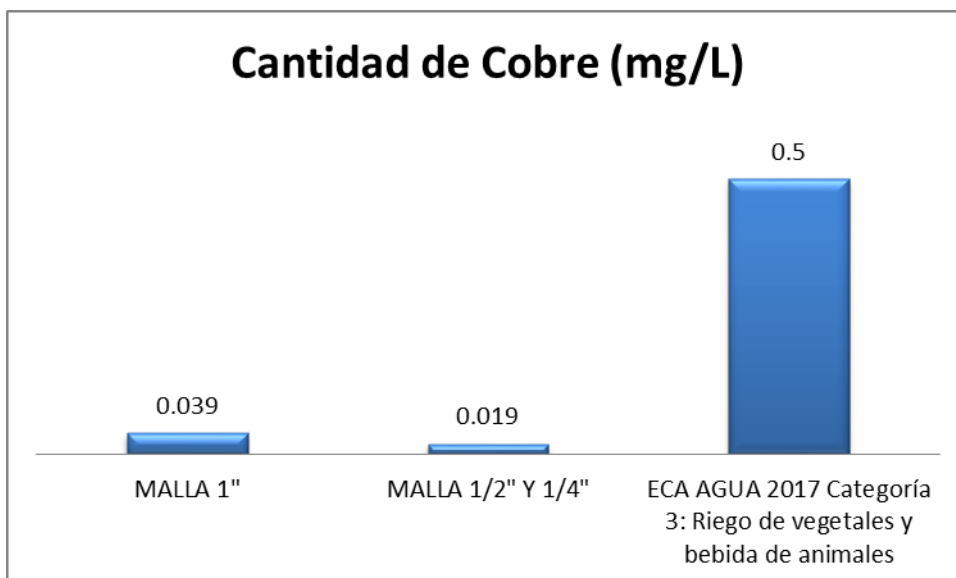
los resultados obtenidos del análisis químico de cada columna de lixiviación en comparación con los valores propuestos en los ECA'S de agua se muestra en la tabla 31

TABLA 31: Resultados de análisis químico de la prueba cinética a 4 semanas

ITEM	Cu (mg/L)	Pb (mg/L)	Cd (mg/L)	Zn (mg/L)	Mn (mg/L)	Fe (mg/L)	As (mg/L)
MALLA 1"	0.039	0.319	0.007	0.141	0.027	0.509	0.002
MALLA 1/2" Y 1/4"	0.019	0.333	0.006	0.051	0.016	0.37	0.008
ECA AGUA 2017 Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales	0.5	0.05	0.05	24	0.2	5	0.2

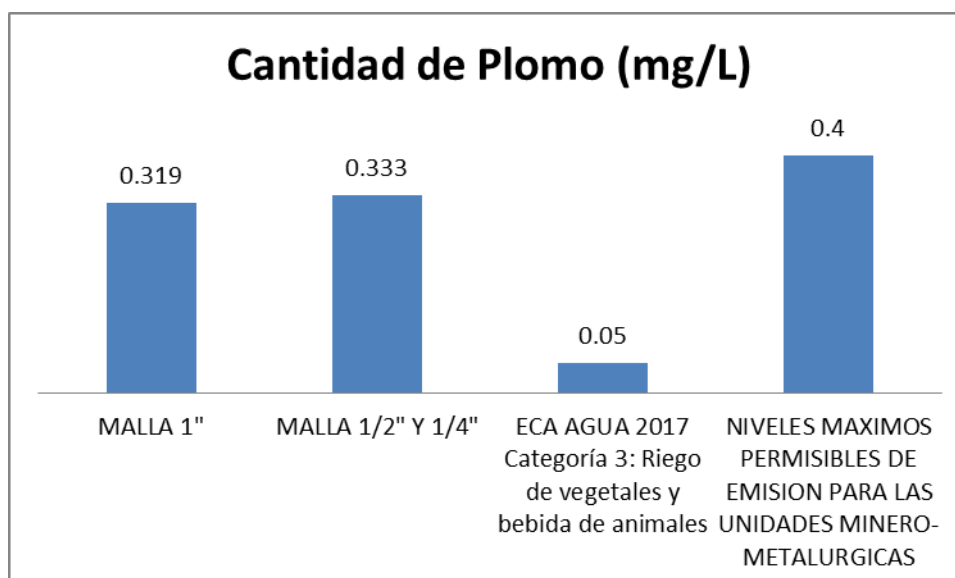
Fuente: elaboración propia

3.15.1 Resultado de análisis químico en lixiviación de cobre a cuatro semanas de iniciada la prueba



El gráfico mostrado se observa que la concentración de cobre en la lixiviación generada está por dentro de la normativa nacional ya que la columna con muestras de malla 1" registra 0.039 mg/L y la segunda columna con muestras de malla 1/2" y 1/4" registra 0.019 mg/L. cuando el valor límite es de 0.5 mg/L. entonces se define que los adoquines cerámicos no generan impactos adversos con relación al metal Cobre.

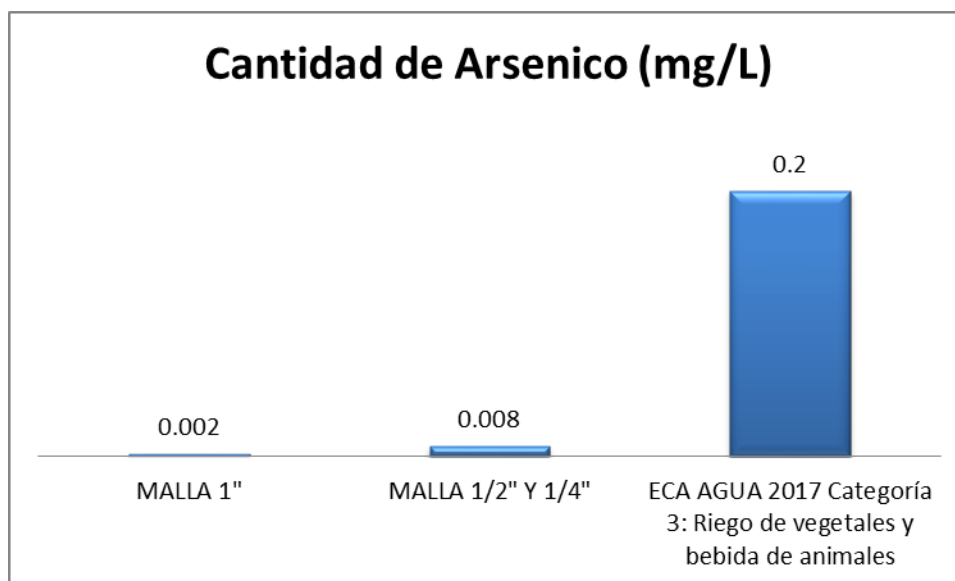
3.15.2 Resultado de análisis químico en lixiviación de Plomo a cuatro semanas de iniciada la prueba.



Los resultados obtenidos y como se muestra en el gráfico sobrepasan los ECA'S propuesto debido a que en la columna N° 1 hay 0.319 mg/L y en la columna N° 2

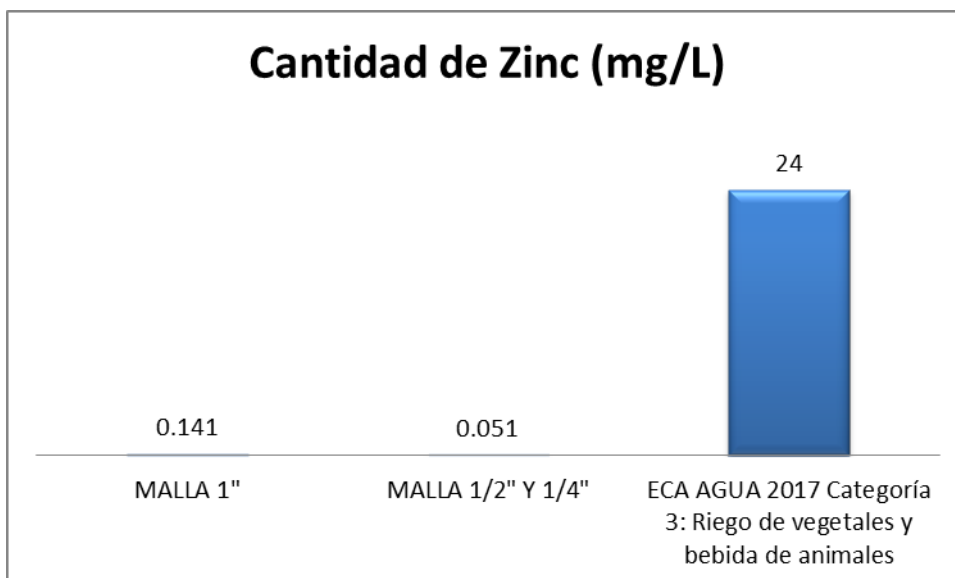
hay 0.333 mg/L cuando la concentración máxima debería ser 0.05 mg/L. Sin embargo al comparar las concentraciones de las columnas con los niveles máximos permisibles de emisión para las unidades minero-metalúrgicas estas se encuadran dentro de los límites. Entonces se infiere que el impacto ocasionado por este metal no son tan adversos.

3.15.3 Resultado de análisis químico en lixiviación de arsénico a cuatro semanas de iniciada la prueba



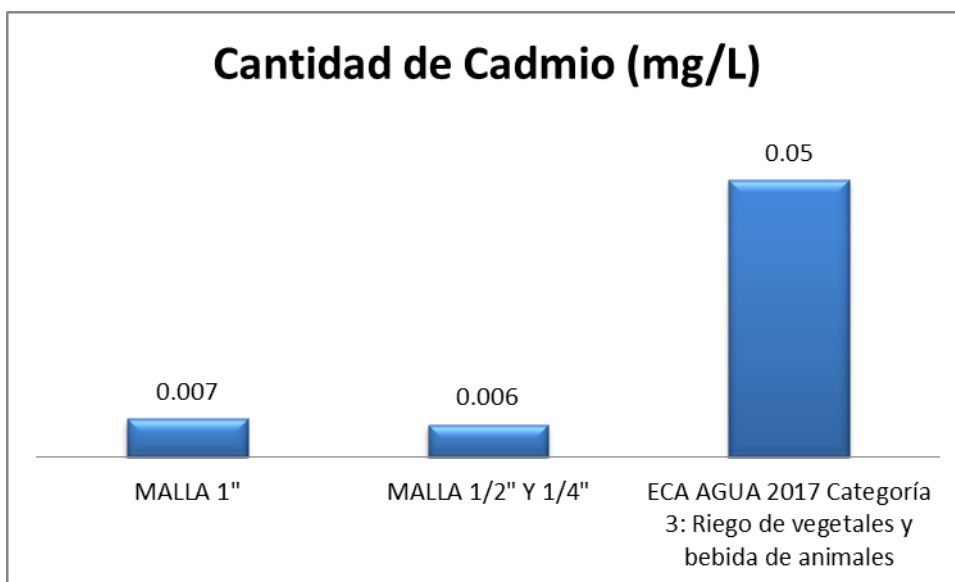
En cuanto al arsénico para las dos columnas tienen bajas concentraciones. Encontrándose por debajo de los ECAS (0.2 mg/L). La columna N°1 tiene 0.002 mg/L y la columna N° 2 tiene 0.008 mg/L. haciendo que durante el periodo de evaluación el adocuin no genera altas concentraciones de lixiviados de arsénico. Por lo tanto estas no generan impactos adversos al medio ambiente.

3.15.4 Resultado de análisis químico en lixiviación de Zinc a cuatro semanas de iniciada la prueba



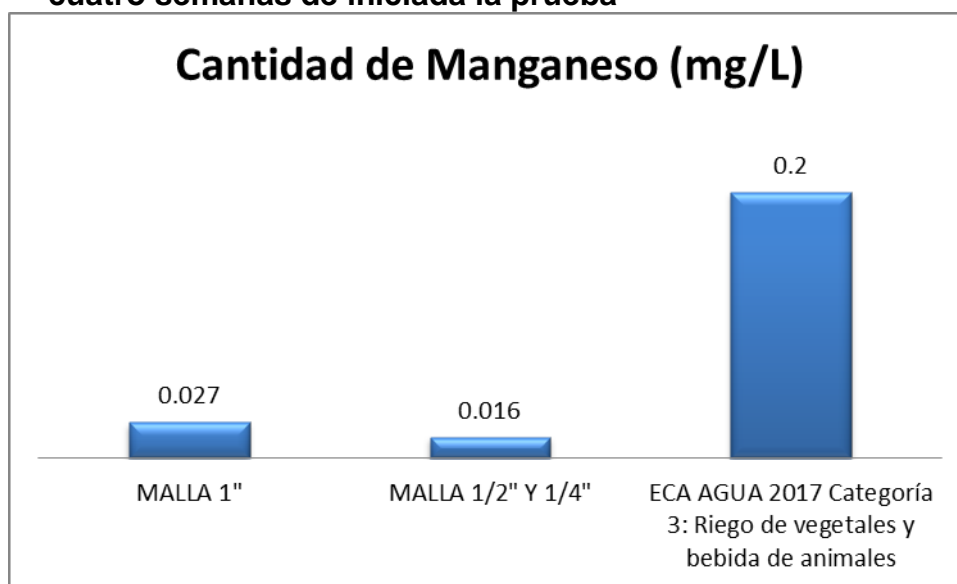
La concentración de Zinc presente en las dos columnas están dentro de lo establecido por los ECA'S (24 mg/L), debido a que la Columna N°1 tiene 0.141 mg/L, y la columna N°2 tiene 0.051 mg/L. presentándose de una manera irrelevante en la muestra de agua. En suma los adoquines ceramicos obtenidos no son fuentes generadora de contaminación por zinc.

3.15.5 Resultado de análisis químico en lixiviación de cadmio a cuatro semanas de iniciada la prueba.



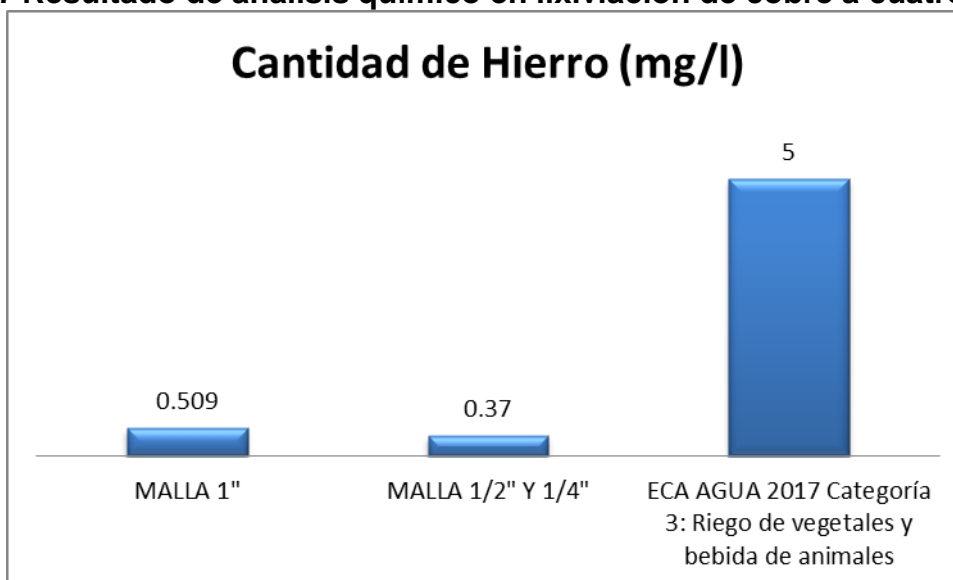
Para las concentraciones de cadmio generados en la lixiviación estas se encuentran dentro de lo permitido y/o establecido por los ECA Agua. en suma los adoquines cerámicos obtenidos durante el periodo de tiempo no generan contaminación por cadmio.

3.15.6 Resultado de análisis químico en lixiviación de Manganeso a cuatro semanas de iniciada la prueba



Como se muestra en el grafico la columna N° 1 registra 0.027 mg/L. y la columna N° 2 registra 0.016 mg/L. haciendo comparación con lo establecido por los ECA'S dichos valores se encuentran dentro de lo reglamentado. Por lo tanto los adoquines no generan impactos adversos con los metales de manganeso.

3.15.7 Resultado de análisis químico en lixiviación de cobre a cuatro



Al igual que los demás metales el hierro se encuentra dentro de los ECA, haciendo que no haya lixiviados mayores de este metal y por ende la generación de acidez es menor.

IV.DISCUSION

Considerando los resultados de estabilización y neutralización de sulfuros y metales pesados se define que los adoquines obtenidos presentan comportamientos similares respecto a la investigación de (ROMERO A. et. al., 2015). Puesto que el producto obtenido no genera toxicidad y aquellos elementos nocivos a la salud y medio ambiente han quedado inertes. Adicional a ello en comparación a la eficiencia del cemento para estabilizar los metales según (VELASCO A., et al. 2004) fue mayor ya que este en su investigación determina 30% de uso de material para estabilizar y neutralizar los metales, sin embargo en esta investigación se utilizó 40% de cemento.

Las características mecánicas obtenidas en el adoquín presentan resultados y comportamientos similares al ladrillo desarrollado por (AMOROS M., 2011) en su investigación “desarrollo de un nuevo ladrillo de tierra cruda, con aglomerantes y aditivos estructurales de base vegetal” Se coincide que la adición de aditivos a la mezcla disminuye considerablemente la consistencia del producto (27.2 %). Sin embargo el aditivo aparte de ayudar a neutralizar mejora el acabado del producto puesto que los adoquines obtenidos al igual que el ladrillo investigado no presentan fisuras, grietas. Por todo lo definido la adición del aditivo en el adoquín fue de bajo porcentaje.

En cuanto a la resistencia y confiabilidad de los adoquines, se encontró que este soporta una tonelada de presión antes de fracturarse y dicha resistencia son mayores a los morteros desarrollados por (PACHECO J, et. Al. 2007) de su investigación “El rol de las puzolanas naturales en el mejoramiento de la durabilidad del concreto reforzado”. Debido a que su producto tuvo una resistencia de 0.8 toneladas. Cabe decir que en ambos estudios el uso de puzolanas aumento la resistividad a la corrosión. En cuanto a los ladrillos elaborados por (ROMERO A. et. al., 2015) se puede discutir que los adoquines obtenidos al igual que dichos ladrillos son más ligeros ya que los ladrillos pesan en promedio 4 kg. Y los adoquines pesan 1.5 kg.

Por lo definido en la proporción óptima de insumos, en cuanto al uso de cemento (40%) es mayor al recomendado por (CHOI W., et. al., 2009) ya que este define que el contenido óptimo es de 7.5% a 10%. El uso de los aglomerantes y aditivos en las concentraciones trabajadas estabilizó/solidificó los metales pesado al igual como lo indica (CASTRO L., 2000) en su investigación “diseño de sistemas de estabilización/solidificación a base de silicatos”.

V. CONCLUSION

Según los resultados obtenidos se llegó a estabilizar y neutralizar los sulfuros y metales pesados presente en el relave minero de Ticapampa. Entonces la combinación de los aglomerantes y aditivos, estabiliza/solidifica (E/S) los metales pesados. La determinación del potencial neto de neutralización confirma la E/S puesto que el resultado obtenido en la prueba fue de 114.794 dicho valor define que los adoquines no generaran drenaje ácido. Adicional a ello los resultados de la prueba cinética (intemperismo) confirman la E/S ya que los metales lixiviados durante la evaluación se encuentran dentro de las normativas.

Las características mecánicas de los adoquines es que tienen acabados lisos, rugoso solo en la parte de la base y con una superficie poco permeable. el volumen promedio de 800 cm³. Sobre lo descrito, la característica principal es que los adoquines no presentan fisuras, no requiere de fraguados esto es principalmente por la forma y método de elaboración desarrollado.

La resistencia y confiabilidad estructural de los adoquines cerámicos obtenidos. es alta ya que en comparación con los adoquines muestra (adoquines comercializados en la industria de construcción) tienen características similares, como, granulometría, prueba de resistencia al concreto (alcanzan una tonelada de presión), no tiene espacios de aire (burbujas). La elasticidad de los adoquines obtenido es mayor haciendo que la rotura de estos materiales se desarrolle de forma lenta y no se quiebre de manera rápida.

La proporción óptima de puzolanas, aserrín y relave minero, para la obtención de adoquines es 0.80% de óxido de calcio, 40% de cemento, 5 % de arcilla, 28.56 % de cuarzo granulado de 1/8", 0.64% de aditivo (aserrín) y 25 % de relave minero. en suma por lo descrito y las características obtenidas se afirma que es posible elaborar adoquines cerámicos, utilizando puzolanas, aserrín y relave minero de Ticapampa, Recuay - Ancash.

Para obtener un adoquín de 1600 gr. se requiere de 400 gr. de relave (25%). entonces con una cantidad de cuatro millones de toneladas de relave se podrían elaborar diez billones de adoquines cerámicos.

El costo de elaboración de cada adoquín obtenido es de S/ 0.9818 y el otro adoquín que a la fecha se comercializa en el mercado cuesta S/ 0.80. Realizando el costo -beneficio es viable la elaboración del adoquín.

VI. RECOMENDACION

- Probar otros tipos de puzolanas que sustituyan parcial o totalmente el uso de cemento considerando siempre la eficacia de la estabilización/solidificación y micro encapsulación de los metales presentes.
- Realizar una evaluación de difracción de rayos X, así obtener la estructura detallada del adoquín
- Utilizar agua destilada para la elaboración del adoquín, puesto que los elementos presentes en el agua potable alteran mínimamente los compuestos del adoquín, provocando alteraciones en la evaluación macroscópica.
- Trabajar con un molde que su recubrimiento sea especialmente de algún tipo de plástico o madera ya que si el molde es de fierro y no tiene recubrimiento, este al entrar en contacto con el adoquín se contaminara y los resultados obtenidos del compuesto se verán alterados.
- Construir un molde que sea armable y desarmable, que los puntos de aseguramiento sea con un sistema de ganchos y no de tuerca porque disminuiría el tiempo de elaboración del adoquín además que eso ayudaría a desmoldar el producto. Considerar además que el material debe de soportar presiones hasta de 5 toneladas
- Realizar la mezcla del adoquín con un exceso de 10 ml de agua porque hara que el adoquín tenga mayor armado y , ya que al ponerle en la prensa este pierde agua por la fuerza ejercida y por ende la calidad del armado es menor.
- Realizar la prueba de intemperismo completo al adoquín obtenido. Para determinar con gran precisión su comportamiento durante el tiempo.

VII. PROPUESTA

- Se propone que los pasajes, terrazas, pasillos, aceras deben construirse al 100% con adoquines hechos a partir de relave, para la disminución y reaprovechamiento de los pasivos ambientales.
- Se propone la regulación de algún tipo de normativa que incentive y subsidie a las organizaciones que re aprovechen los pasivos ambientales.
- Se propone realizar un tipo de valoración ambiental incluyendo el análisis costo-beneficio, de esa manera determinar si el desarrollo del proyecto de investigación es sostenible.

BIBLIOGRAFIA

- Aramburo M, (2012): “problemática de los pasivos ambientales mineros en Colombia”. Revista de gestión y ambiente - Colombia.
- BOLTAKOVA, N., et al. “Utilization of inorganic industrial wastes in producing construction ceramics. Review of Russian experience for the years” 2000–2015, vol 60, p. 230-246
- ZHAO, Y., et al. “Chapter Eight – Recycling Technologies and Pollution Potential for Contaminated Construction and Demolition Waste in Recycling Processes”, 2017, Pollution Control and Resource Recovery, p. 195-331
- ZHU, M., et al. “Preparation and characterization of permeable bricks from gangue and tailings”, 2017 Construction and Building Materials, p. 484-491.
- ARANGO, Marcela Y. Problemática de los pasivos ambientales mineros en Colombia. Gestion ambiental, 2012, vol. 15, no 3.
- CHOI, W.-H.; LEE, S.-R.; PARK, J.-Y. Cement based solidification/stabilization of arsenic-contaminated mine tailings. Waste management, 2009, vol. 29, no 5, p. 1766-1771.
- CRUZADO, Electro.; BRAVO, Fernando. impacto de los relaves mineros en el Perú. Lima. En// departamento de investigación y documentación parlamentaria. 2010
- ESPINOZA, Jose. Acidez de suelo y encalado. international plan nutrition institute. En// centro de investigaciones agronómicas 1999.
- GARCÍA, Inés; DORRONSORO, Carlos. Contaminación por metales pesados. Tecnología de Suelos. Universidad de Granada. Departamento de Edafología y Química Agrícola. <http://edafologia.ugr.es>, 2005.
- GARCIA, Roque. Manual para el uso del adoquín. Madrid, Aenor. 2004
- GRAJALES, Tevni. Tipos de investigación. On line)(27/03/2.000). Revisado el, 2000, vol. 14.
- JARAMILLO JARAMILLO, Daniel Francisco, et al. Introducción a la ciencia del suelo. 2002.

- LÓPEZ, Ignacio Zúñiga.; DEL ARCO, Emilia Crespo. *Meteorología y climatología*. Editorial UNED, 2010.
- MAHECHA-PULIDO, Juan D.; TRUJILLO-GONZÁLEZ, Juan M.; TORRES-MORA, Marco A. Contenido de metales pesados en suelos agrícolas de la región del Ariari, Departamento del Meta. Orinoquia, 2015, vol. 19, no 1, p. 118-122.
- MINSA, 2010: Observatorio de interculturalidad y derechos en salud de pueblos indígenas, Huancavelica, Perú. Instituto Nacional de Salud
- NAVARRO, J., et. al. Mentor interactivo enciclopedia temática estudiantil. *España*. Océano Grupo Editorial. 1997.
- NEGRÓN BALLARTE, Medardo. Reaprovechamiento y remediación ambiental de los pasivos ambientales mineros" Acari", una aplicación de la Ley 28271. 2015.
- PACHECO, J., et al. El rol de las puzolanas naturales en el mejoramiento de la durabilidad del concreto reforzado. *CIENCIA FIC*, 2007.
- Rodríguez J., Benito C., Portela L., 2004: "*Meteorología y Climatología*". España: fundación Española para la ciencia y tecnología.
- ROJO CARRASCOSA, Jorge. Densidad y solubilidad. En// departamento de física y química. 2009
- ROMERO, Alfonso A.; FLORES, Silvana L. Reuso de relaves mineros como insumo para la elaboración de agregados de construcción para fabricar ladrillos y baldosas. *Industrial Data*, 2010, vol. 13, no 2.
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. 1996. Soil survey laboratory methods manual. Soil Survey Investigations Report N^o 42. Version 3.0. Washington DC, USA, 693p.
- UNIVERSIDAD NACIONAL DE CATAMARCA. Cuaderno del docente - mineralogía, cristalografía y óptica mineral. En// Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas. Licenciatura en Geología 2015.
- VARGAS, C. *Metodología de investigación. Informe preliminar contrato de*, 2011.

ANEXOS

ANEXO 01			
		ELABORACION DE ADOQUINES CERAMICOS CON EL USO DE PUZOLANAS, ASERRIN Y RELAVE MINERO DE TICAPAMPA, RECUAY - ANCASH	INSTRUMENTO #01
FICHA DE OBSERVACIÓN Y OBTENCION FOTOGRÁFICA			
DATOS GENERALES			
REGIÓN			
PROVINCIA			
DISTRITO			
COORDENADAS	ESTE:	NORTE:	
FECHA	HORA INICIO		HORA FINAL
TECNICO OBSERVADOR			
RESPONSABLE			
D.N.I		FIRMA	
OBSERVACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL ENTORNO			
ALTITUD			
TOPOGRAFIA			
RELIEVE			
CLIMA			
FLORA			
FAUNA			
OTROS			
DESCRIPCION E INFORMACION RECOPIADA DEL LUGAR			
FOTOGRAFIA			
IMÁGENES CAPTURADAS POR:			

ANEXO 02



ELABORACION DE ADOQUINES CERAMICOS CON EL USO DE PUZOLANAS,
ASERRIN Y RELAVE MINERO DE TICAPAMPA, RECUAY - ANCASH

INSTRUMENTO #02

FICHA DE MUESTREO DE SUELO

DATOS GENERALES


Nombre del sitio en estudio:		Departamento y provincia	
Uso principal:		Dirección del predio:	

DATOS DEL PUNTO DE MUESTREO

NOMBRE DEL PUNTO		OPERADOR	
COORDENADAS		DESCRIPCIÓN DE LA SUPERFICIE	
TEMPERATURA (°C)		PRECIPITACIÓN (L/m²)	
TIPO DE MUESTREO		HERRAMIENTAS USADAS	
OBSERVACION		NAPA FREÁTICA (SI/NO, profundidad en metros)	

DATOS DE LA MUESTRA

CODIGO DE LA MUESTRA	FECHA	HORA	PROFUNDIDAD (metros)	CANTIDAD DE MUESTRA (Kilogramos)	TIPO DE MUESTRA	CONSISTENCIA (Suelto- Firme)	COLOR	TEXTURA (Arena, Limo, Arcilla)	COORDENADAS		ALTITUD
									ESTE	NORTE	

		ELABORACION DE ADOQUINES CERAMICOS CON EL USO DE PUZOLANAS, ASERRIN Y RELAVE MINERO DE TICAPAMPA, RECUYAY - ANCASH			INSTRUMENTO #04	
FICHA DE PARÁMETROS EN CONCENTRACIONES DE PUZOLANA, ADITIVO, RESIDUO, AGUA						
CANTIDADES EMPLEADOS EN TRATAMIENTO 1						
PUZOLANA	ADITIVO	RESIDUO	TOTAL	AGUA	RESULTADO PRELIMINAR	
gramos (g)	gramos (g)	gramos (g)	gramos (g)	mililitros (ml)	Mezcla	
OBSERVACION Y CONSIDERACION 1						
CANTIDADES EMPLEADOS EN TRATAMIENTO 2						
PUZOLANA	ADITIVO	RESIDUO	TOTAL	AGUA	RESULTADO PRELIMINAR	
gramos (g)	gramos (g)	gramos (g)	gramos (g)	mililitros (ml)	Mezcla	
OBSERVACION Y CONSIDERACION 2						
CANTIDADES EMPLEADOS EN TRATAMIENTO 3						
PUZOLANA	ADITIVO	RESIDUO	TOTAL	AGUA	RESULTADO PRELIMINAR	
gramos (g)	gramos (g)	gramos (g)	gramos (g)	mililitros (ml)	Mezcla	
OBSERVACION Y CONSIDERACION 3						
CANTIDADES EMPLEADOS EN TRATAMIENTO 4						
PUZOLANA	ADITIVO	RESIDUO	TOTAL	AGUA	RESULTADO PRELIMINAR	
gramos (g)	gramos (g)	gramos (g)	gramos (g)	mililitros (ml)	Mezcla	
OBSERVACION Y CONSIDERACION 4						
CANTIDADES EMPLEADOS EN TRATAMIENTO 5						
PUZOLANA	ADITIVO	RESIDUO	TOTAL	AGUA	RESULTADO PRELIMINAR	
gramos (g)	gramos (g)	gramos (g)	gramos (g)	mililitros (ml)	Mezcla	
OBSERVACION Y CONSIDERACION 5						

ANEXO 04



ELABORACION DE ADOQUINES CERAMICOS CON EL USO DE PUZOLANAS,
ASERRIN Y RELAVE MINERO DE TICAPAMPA, RECUAY - ANCASH

INSTRUMENTO #03

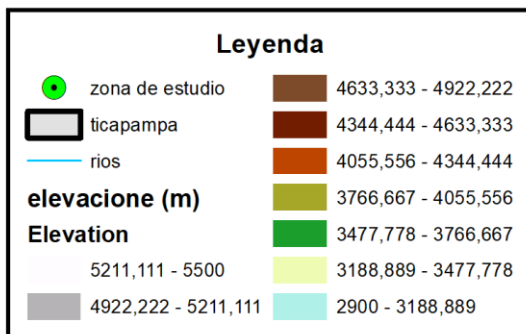
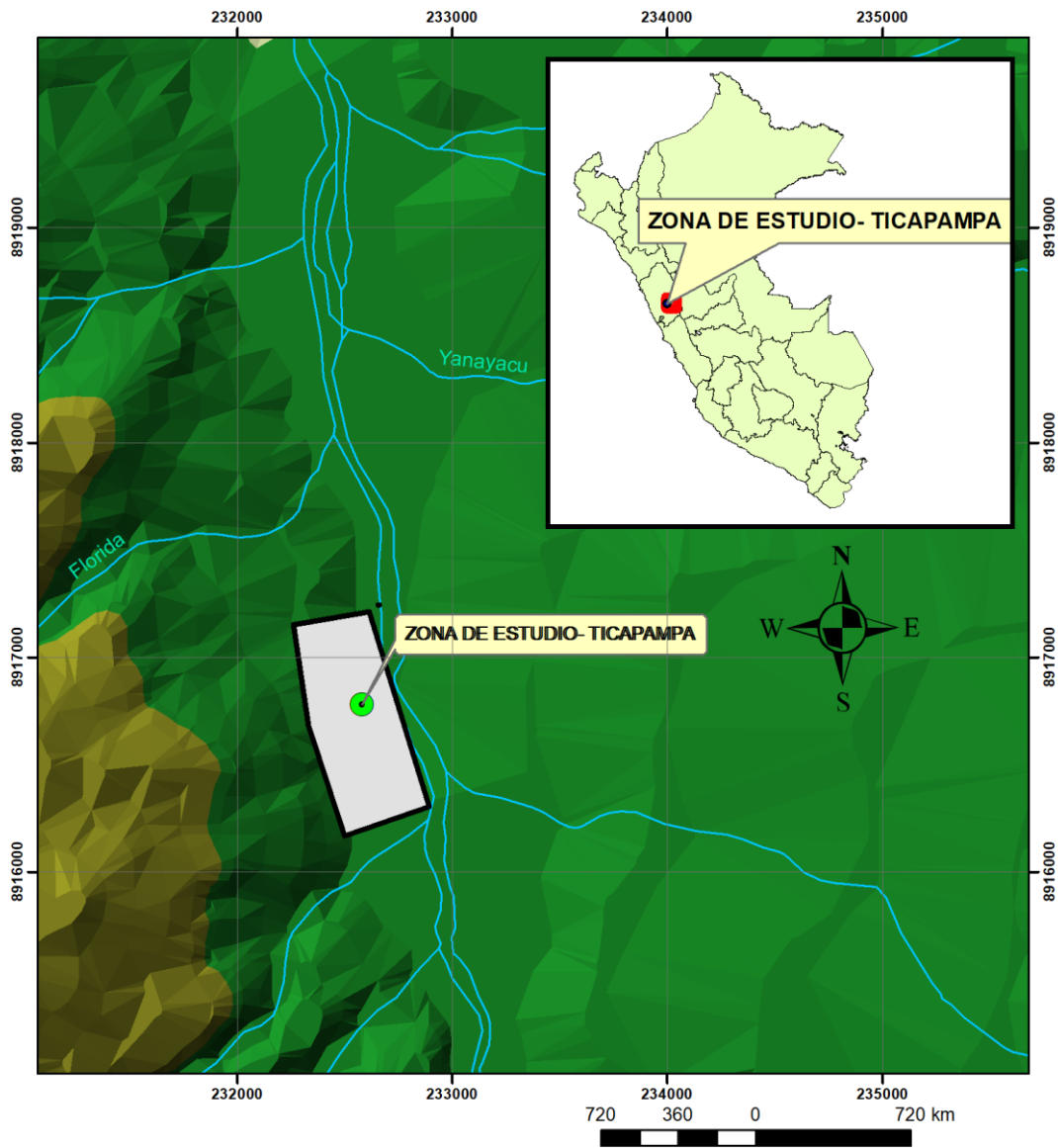
FICHA DE RESULTADOS FISICOS DEL ADOQUIN

PRUEBA							
FECHA INICIO				FECHA FINAL			
EVALUADO POR				D.N.I			FIRMA
DIA EVALUADO	PESO Kg	VOLUMEN m3	FISURAS UND	ACABADO Liso-Rayado	DENSIDAD Kg/m3	ABSORCION %	OBSERVACIONES
DÍA 1							
DÍA 2							
DÍA 3							
DÍA 4							
DÍA 7							
DÍA 14							
DÍA 21							
DÍA 28							
DÍA 35							
DÍA 42							
DÍA 49							

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN	VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADORES	ESCALA
<ul style="list-style-type: none"> ¿Es posible elaborar adoquines cerámicos, con el uso de puzolanas, aserrín y relave minero de Ticapampa, Recuay - Ancash? 	<ul style="list-style-type: none"> Elaborar adoquines cerámicos, utilizando puzolanas, aserrín y relave minero de Ticapampa, Recuay - Ancash. 	<p>Es posible elaborar adoquines cerámicos, usando puzolanas, aserrín y relave minero de Ticapampa, Recuay - Ancash.</p>	<p>Variable D. ELABORACION DE ADOQUINES CERAMICOS</p>	<p>Los adoquines cerámicos son materiales de alta densidad, resistencia y poca absorción del agua. De fácil colocación e instalación sobre el proyecto de pavimentado. (MALPESA., 2005)</p>	<p>Los adoquines cerámicos deben tener buenas características mecánicas, los sulfuros y metales pesados deben estar estabilizados y neutralizados para ello se deberá utilizar las puzolanas, aserrín y relave minero en las concentraciones óptimas.</p>	<p>Características mecánicas del adoquín cerámico</p>	acabado	Liso-Rayado
							volumen	cm3/m3
							Resistencia	Tn/cm2
							fisuras	1-14
							solubilidad	mg/L
<ul style="list-style-type: none"> ¿Es posible estabilizar y neutralizar los sulfuros y metales pesados presente en el relave minero de Ticapampa, Recuay - Ancash para su posterior elaboración de adoquines? 	<ul style="list-style-type: none"> Estabilizar y neutralizar los sulfuros y metales pesados presente en el relave minero de Ticapampa, Recuay - Ancash para su posterior elaboración de adoquines. 	<ul style="list-style-type: none"> Es posible estabilizar y neutralizar los sulfuros y metales pesados presente en el relave minero de Ticapampa, Recuay - Ancash, para su posterior uso en la elaboración de adoquines. 	<p>Variable D. ELABORACION DE ADOQUINES CERAMICOS</p>	<p>Los adoquines cerámicos son materiales de alta densidad, resistencia y poca absorción del agua. De fácil colocación e instalación sobre el proyecto de pavimentado. (MALPESA., 2005)</p>	<p>Los adoquines cerámicos deben tener buenas características mecánicas, los sulfuros y metales pesados deben estar estabilizados y neutralizados para ello se deberá utilizar las puzolanas, aserrín y relave minero en las concentraciones óptimas.</p>	<p>Estabilización y neutralización de sulfuros y metales pesados</p>	pH	1-14
							Potencial de neutralización	Kg CaCO3/Tn
							potencial de acides	Kg H2SO4/Tn
							potencial neto de neutralización	PN<20<PN
							Presencia de Metales Pesados	mg/l

<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál es la resistencia y confiabilidad estructural de los adoquines cerámicos obtenidos mediante el uso de puzolanas, aserrín y relave minero De Ticapampa, Recuay - Ancash? 	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar la resistencia y confiabilidad estructural de los adoquines cerámicos obtenidos mediante el uso de puzolanas, aserrín y relave minero De Ticapampa, Recuay - Ancash. 	<ul style="list-style-type: none"> • La resistencia y confiabilidad estructural de los adoquines cerámicos obtenidos mediante el uso de puzolanas, aserrín y relave minero De Ticapampa, Recuay - Ancash es alta, determinado mediante la prueba de resistencia a la compresión del concreto. 			Resistencia y confiabilidad estructural	Textura	arcilloso-limoso-arenoso
<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál es la proporción optima de puzolanas, aserrín y relave minero para la obtención de adoquines cerámicos inocuos? 	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar la proporción optima de puzolanas, aserrín y relave minero, para la obtención de adoquines cerámicos inocuos. 	<ul style="list-style-type: none"> • La proporción optima de relave para la obtención de adoquines cerámicos inocuos esta en el rango de treinta cinco (35%) a sesenta (60%). 			proporción optima de puzolana, aserrín y relave minero	Cantidad De Aserrín	g/kg
						Cantidad De Puzolana	g/kg
						cantidad de Relave	g/kg
						Prueba de resistencia al concreto	Tn/cm2
						Estructura	débil-moderada-fuerte

Anexo 6: Mapa de ubicación de la zona de estu



Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 18S
 Projection: Transverse Mercator
 Datum: WGS 1984
 False Easting: 500.000,0000
 False Northing: 10.000.000,0000
 Central Meridian: -75,0000
 Scale Factor: 0,9996
 Latitude Of Origin: 0,0000
 Units: Meter

SOTO TRINIDAD JORGE (ELABORACIÓN DE ADOQUINES)

INFORME DE ORIGINALIDAD

4%

INDICE DE SIMILITUD

4%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

1%

2

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

1%

3

docplayer.es

Fuente de Internet

<1%

4

intranet2.minem.gob.pe

Fuente de Internet

<1%

5

pt.scribd.com

Fuente de Internet

<1%

6

documents.mx

Fuente de Internet

<1%

7

cybertesis.unmsm.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

8

theibfr.com

Fuente de Internet

<1%

9

repository.udistrital.edu.co

Fuente de Internet

<1%

10	www.mecanica-cdl.org Fuente de Internet	<1%
11	docslide.us Fuente de Internet	<1%
12	www.ingenieria2014.org Fuente de Internet	<1%
13	www.consorcio.org Fuente de Internet	<1%
14	alerce.inia.cl Fuente de Internet	<1%
15	universidad.uanl.mx Fuente de Internet	<1%
16	mst.ama.cu Fuente de Internet	<1%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

< 10 words

Excluir bibliografía

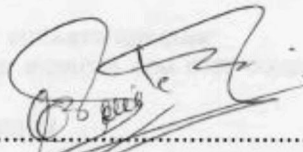
Activo

Yo, ELMER BENITES ALFARO, docente de la Facultad de INGENIERIA y Escuela Profesional de ING. AMBIENTAL de la Universidad César Vallejo - LN revisor (a) de la tesis titulada:

"ELABORACIÓN DE ADOQUINES CERÁMICOS CON EL USO DE PUXOLANAS, ASERRÍN Y RELAVE MINERO DE TICAPAMPA, RECUAY-ANCASH" del egresado Jorge Gilberto SOTO TRINIDAD, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 5% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Los Olivos, 20 de junio de 2018



Firma

ELMER BENITES ALFARO

DNI: 07867259

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FORMATO DE SOLICITUD

SOLICITA:

Digitización de Tesis

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Soto Trinidad Jorge Gilberto con DNI N° 70941576 domiciliado (a) en
Asoc. De Prop. Residencial Los Claveles Mz E 1708 - SMP

ante Ud. Con el debido respeto, expongo lo siguiente:

Que en mi condición de alumno de la promoción 2017-II del programa ...INGENIERÍA AMBIENTAL... Identificado con el código de matrícula N° 6700264377 de la Escuela de Ingeniería Ambiental, recorro a su honorable despacho para solicitar lo siguiente:

Digitación de Tesis

Por lo expuesto, agradeceré ordenar a quien corresponde se me atienda mi petición por ser de justicia.

Lima, 20 de 06 de 2018



[Handwritten signature]



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)
"César Acuña Peralta"

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

Soto Trinidad Jorge Gilberto
D.N.I. : 70941576
Domicilio : Asoc. De Prop. Res. Los Claveles Mc E 17.8
Teléfono : Fijo : Móvil : 964551808
E-mail : Jorge.Soto-0655@hotmail.com / Sotofr0655@gmail.com

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

Tesis de Pregrado

Facultad : Ingeniería
Escuela : Ingeniería Ambiental
Carrera : Ingeniería Ambiental
Título : Ingeniero Ambiental

Tesis de Post Grado

Maestría

Doctorado

Grado :
Mención :

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

Soto Trinidad Jorge Gilberto

Título de la tesis:

Elaboración De Adoquines Cerámicos Con el uso de puzolanas, aserrín y relave minero de Tisapampa, Recuay - Ancash

Año de publicación : 2017

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,

Si autorizo a publicar en texto completo mi tesis.

No autorizo a publicar en texto completo mi tesis.

Firma :

Fecha : 30-06-2018

Resumen de coincidencias

5 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Esp)

Coincidencias

1	Elfrrejo a Internet	2 %
2	repositorio.uci.edu.pe	1 %
3	doublebyte	<1 %
4	ps.acad.com	<1 %
5	repositorio.uci.edu.pe	<1 %
6	repositorio.uci.edu.pe	<1 %
7	antaresf.norsem.gob.pe	<1 %
8	repositorio.uci.edu.pe	<1 %
9	www.mecanica-uci.org	<1 %
10	www.ingenieriauci.org	<1 %
11	diccionario	<1 %



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

"ELABORACIÓN DE ADOQUINES CERÁMICOS CON EL USO DE PUZOLANAS, ASERRÍN Y RELAVE MINERO DE TICAPAMPA, RECUAY - ANCASH"

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR:

Soto Trinidad Jorge Gilberto

ASESOR:

Ing. Benites Alvaro Elmer Gonzales

Handwritten signature and text: "Benites Alvaro Elmer Gonzales"