

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

(Creada por Ley N° 25265)

**FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL-
HUANCAMELICA**



TESIS

**“INFLUENCIA DE LA RESISTENCIA A LA ABRASIÓN DE LA
PIEDRA CHANCADA EXPUESTA A LA INTEMPERIE”**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

CONSTRUCCIONES Y TECNOLOGÍA DE LOS MATERIALES

PRESENTADO POR:

Bach. DIEGO LAZARO, Nancy Elisabeth

Bach. QUISPE HUAMANI, Saul Hitalo

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

HUANCAMELICA - PERÚ

2021



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA



FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA

ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL DE TESIS

En la ciudad de Huancavelica, a los veintidós días (22) del mes de diciembre del año 2021, siendo las dieciocho horas (18:00), se reunieron los miembros del Jurado Calificador conformado por los docentes: M.Sc. Marco Antonio López Barrantes (Presidente), M.Sc. Hugo Rubén Lujan Jeri (Secretario), Arq. Abdón Dante Olivera Quintanilla (Asesor), designados con Resolución de Decano N° 338-2021-FCI-UNH, de fecha 02 de diciembre del 2021, a fin de proceder con la sustentación y calificación virtual mediante el aplicativo MEET del informe final de tesis titulado: **"INFLUENCIA DE LA RESISTENCIA A LA ABRASIÓN DE LA PIEDRA CHANCADA EXPUESTA A LA INTEMPERIE"**, presentado por los Bachilleres **Nancy Elisabeth DIEGO LÁZARO y Saúl Hitalo QUISPE HUAMANI**, a fin de optar el **Título Profesional de Ingeniero Civil**. Finalizada la sustentación virtual a horas...7:00pm, se comunicó a los sustentantes y al público en general que los Miembros del Jurado abandonará el aula virtual para deliberar el resultado:

Nancy Elisabeth DIEGO LÁZARO

APROBADO

☒

POR ...UNANIMIDAD

DESAPROBADO

☐

Saúl Hitalo QUISPE HUAMANI

APROBADO

☒

POR ...UNANIMIDAD

DESAPROBADO

☐

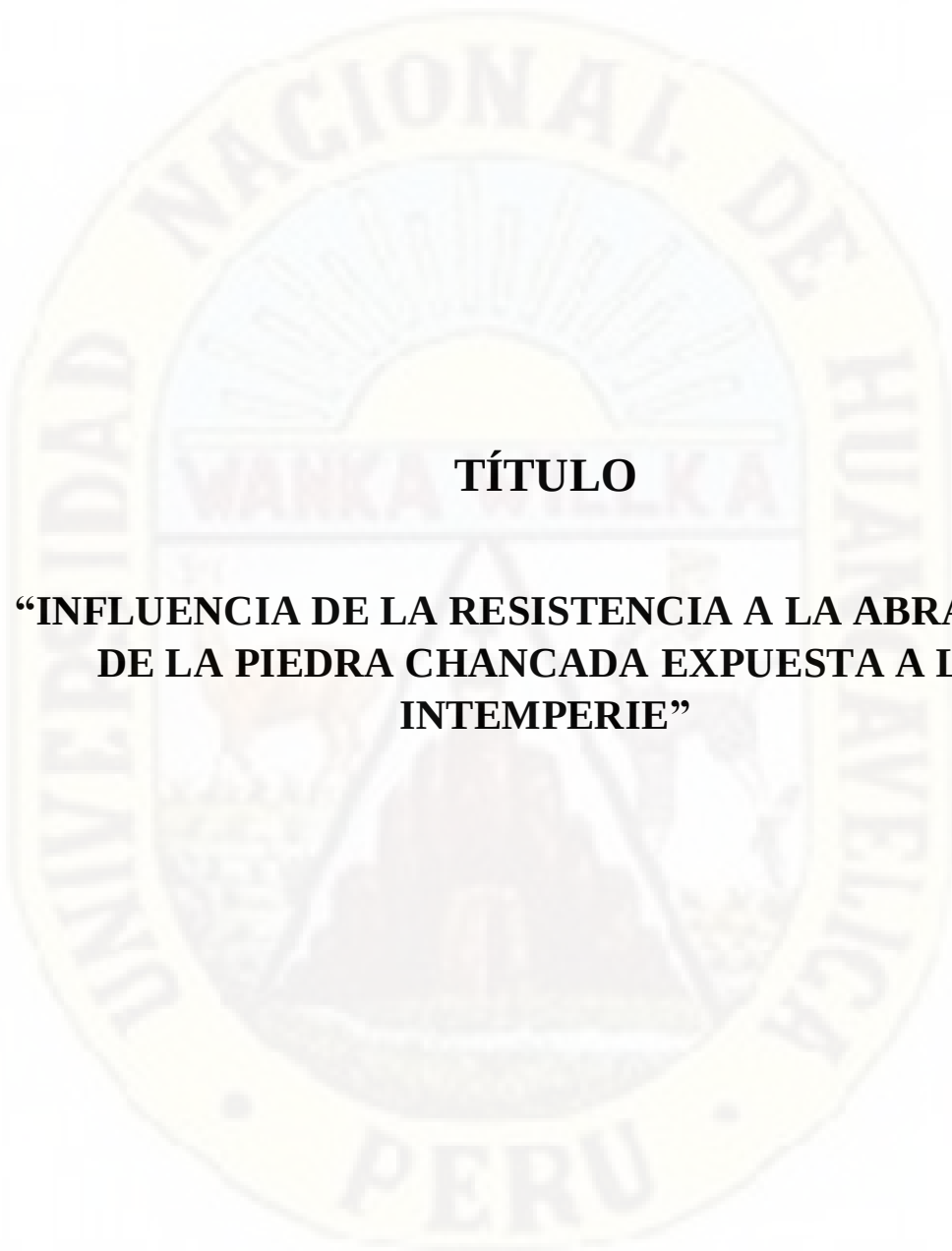
En señal de conformidad, firmamos a continuación:

Presidente

Secretario

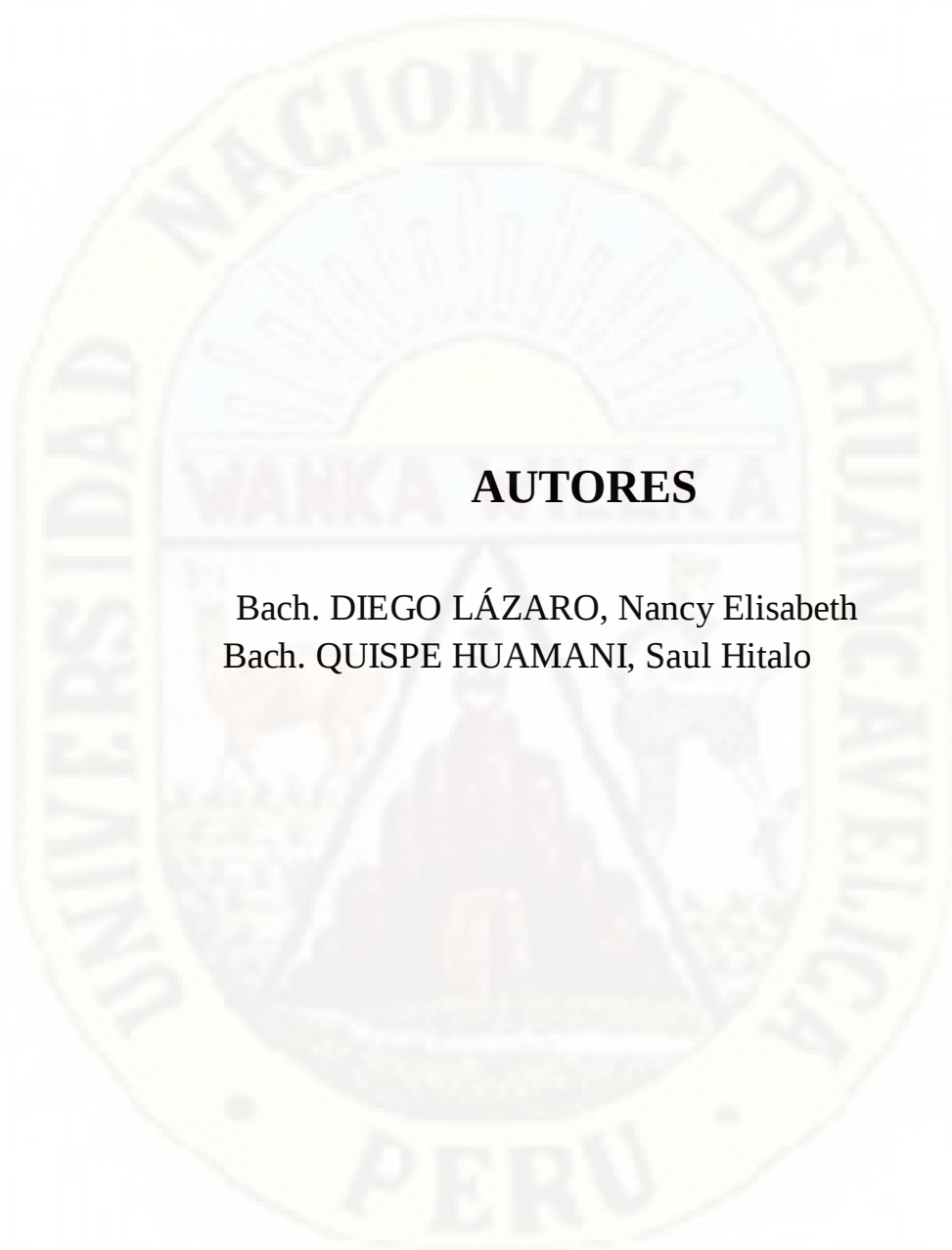
Asesor

Vº Bº Decano



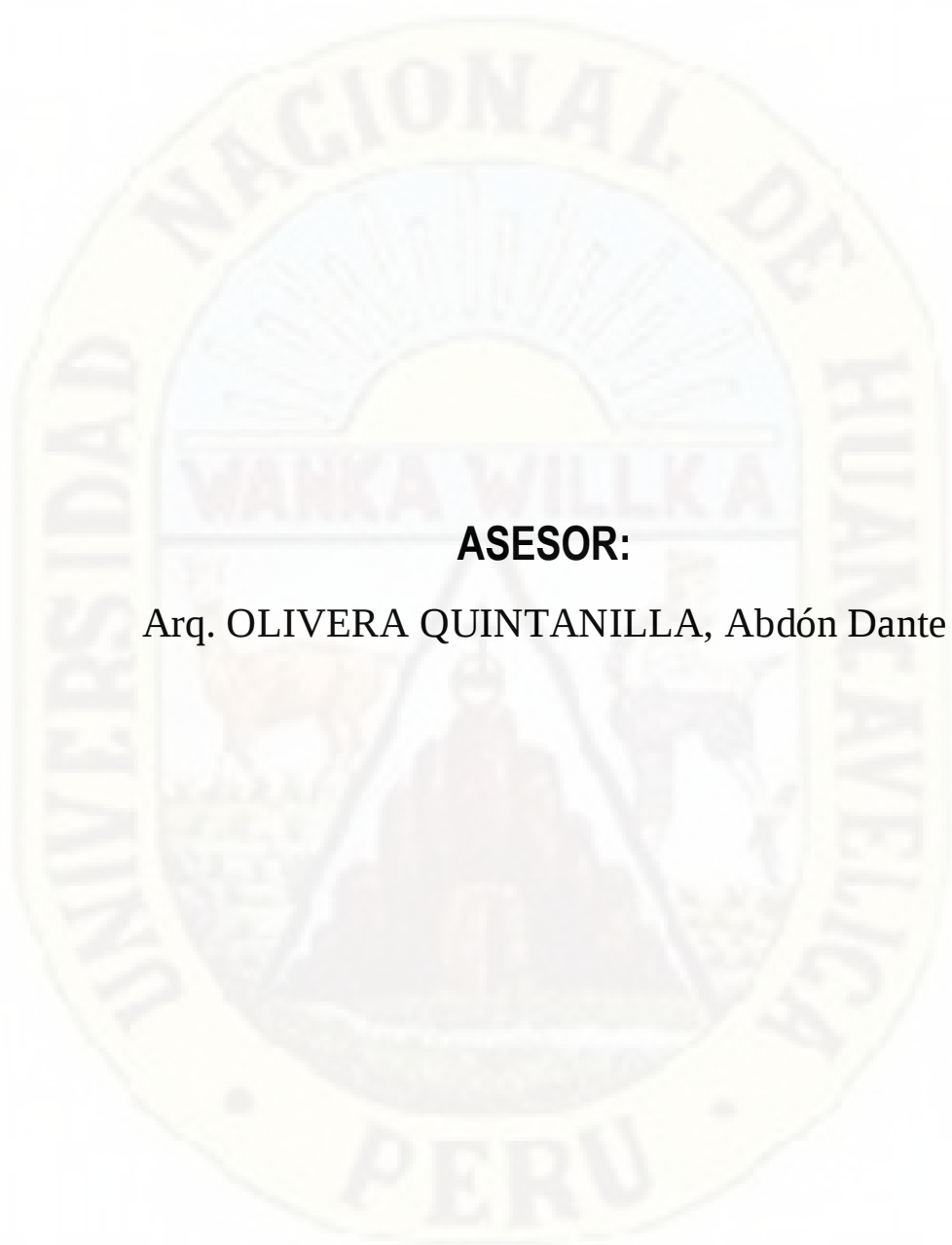
TÍTULO

**“INFLUENCIA DE LA RESISTENCIA A LA ABRASIÓN
DE LA PIEDRA CHANCADA EXPUESTA A LA
INTEMPERIE”**



AUTORES

Bach. DIEGO LÁZARO, Nancy Elisabeth
Bach. QUISPE HUAMANI, Saul Hitalo



ASESOR:

Arq. OLIVERA QUINTANILLA, Abdón Dante

DEDICATORIA

A mis padres Raul y Juana María por su apoyo constante e incondicional, gracias a ellos he logrado culminar mis estudios.

En cada momento de mi vida he tenido la dicha de contar con el apoyo de mis hermanas Liz Angelica, Eva y Sheila.

A mi hija Yulieth Kaory por ser mi motor y motivo.

Saul Hitalo

A Dios por la vida que me brinda cada día para lograr mis metas.

A mis queridos padres Simeón y Alejandra por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, todos mis logros se los debo a ellos.

A mis estimados hermanos Alex, Yeny, Kenwi, Elva, Fredy y Carly, que son mi motor del deseo de superación.

A mis amigos que me brindaron su apoyo incondicional.

A todos mis docentes que han aportado durante mi formación universitaria.

Nancy Elisabeth

AGRADECIMIENTO

A Dios por darnos el don de la paciencia y sabiduría y por permitirnos culminar nuestros estudios superiores universitario con éxito con el proyecto de investigación.

A la Universidad Nacional de Huancavelica, a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil por darnos acogida durante los años de formación profesional.

A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, por su entera disposición al ayudarnos, guiarnos y corregirnos con sus conocimientos y su experiencia a lo largo de nuestro desarrollo como profesionales.

Al Ms. Iván Arturo Ayala Bizarro, por su aporte en el proceso de la ejecución del presente trabajo de investigación.

A nuestro asesor el Arq. Abdón Dante Olivera Quintanilla, por el apoyo, aportación en la elaboración y ejecución del presente trabajo de investigación.

A nuestros padres, hermanos y familia en general por su apoyo incondicional, gracias infinitas.

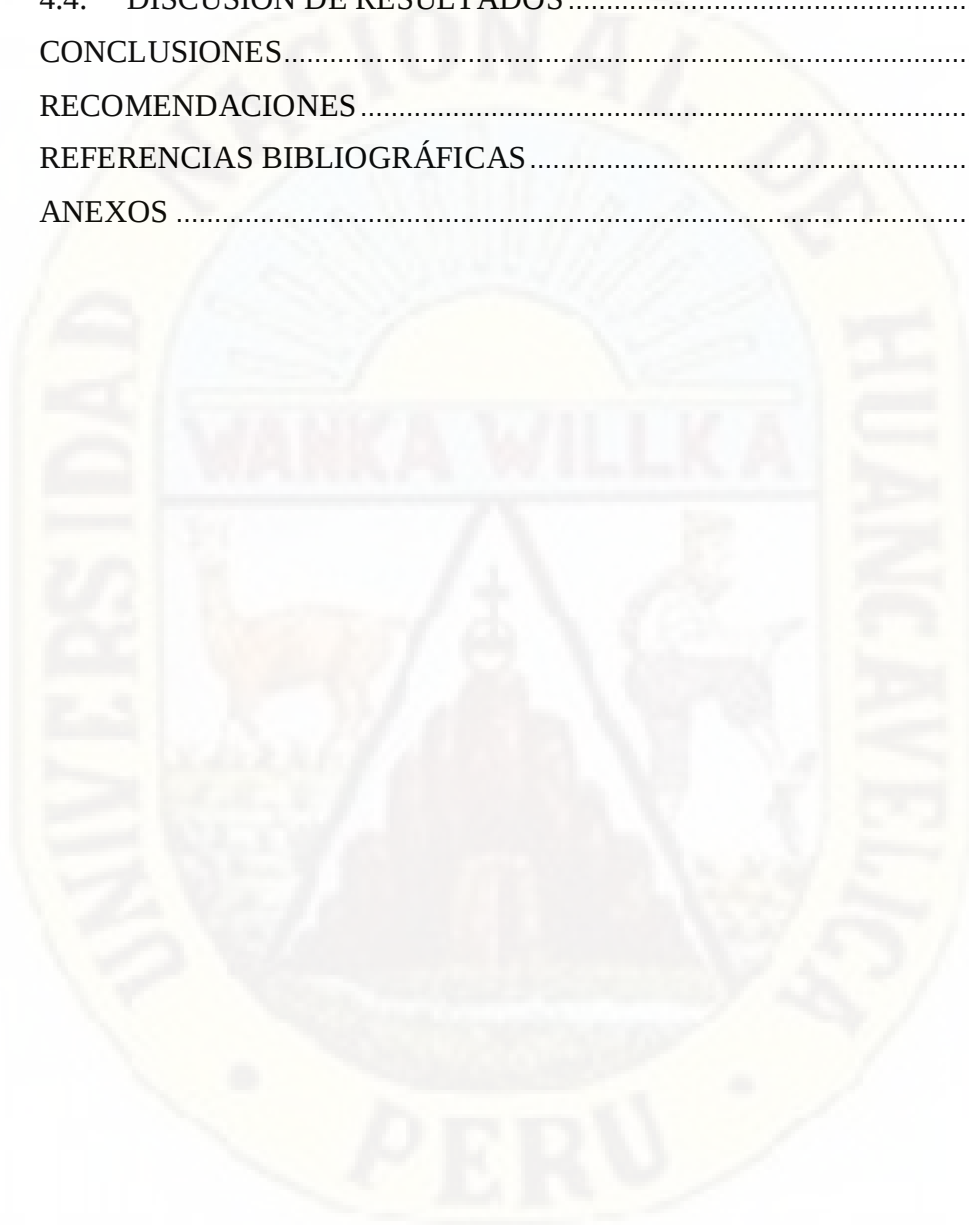
Los tesistas

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE	viii
RESUMEN	xv
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	xvii
CAPÍTULO I	18
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
1.1. Descripción del problema	18
1.2. Formulación del problema.....	19
1.2.1. Problema general.....	19
1.2.2. Problemas específicos.....	19
1.3. Objetivos: general y específico	19
1.3.1. Objetivo general	19
1.3.2. Objetivos específicos	20
1.4. Justificación.....	20
CAPÍTULO II.....	21
MARCO TEÓRICO.....	21
2.1. Antecedentes	21
2.1.1. A nivel internacional.....	21
2.1.2. A nivel nacional.....	23
2.1.3. A nivel local.....	24
2.2. Bases teóricas	25
2.2.1. Agregados	25
2.4. Hipótesis	31
2.4.1. Hipótesis general	31
2.4.2. Hipótesis específicos.....	31
2.5. Definición operativa de variables.....	31
2.5.1. Operacionalización de la variable	32
CAPÍTULO III	33
MATERIALES Y MÉTODOS	33

3.1.	Ámbito de estudios.....	33
3.2.	Tipo y nivel de investigación	33
3.2.1.	Tipo de investigación	33
3.2.2.	Nivel de investigación.....	33
3.3.	Método de investigación.....	34
3.3.1.	Método general	34
3.3.2.	Método específico	34
3.4.	Diseño de investigación	34
3.5.	Población y muestra	35
3.5.1.	Población	35
3.5.2.	Muestra	36
3.5.3.	Muestreo	36
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	37
3.6.1.	Técnicas	37
3.6.2.	Instrumentos	37
3.7.	Procedimiento de recolección de datos.....	38
3.8.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos	39
CAPÍTULO IV		41
RESULTADOS		41
4.1.	Presentación de resultados.....	41
4.1.1.	Ensayo de laboratorio.....	41
4.1.1.1.	Ensayo de resistencia a la abrasión de la piedra chancada (NTP 400.019:2002)	41
4.1.1.1.1.	Objetivo del ensayo de abrasión.....	41
4.1.1.1.2.	Equipos, instrumentos y materiales.....	41
4.1.1.1.3.	. Procedimientos	42
4.1.2.	Cálculos y resultados:	49
4.1.2.1.	Piedra chancada antes de exponerlo a la intemperie.....	49
4.1.2.2.	Piedra chancada expuesto a la intemperie (45 días).....	53
4.1.2.3.	Piedra chancada expuesto a la intemperie (03 meses)	57
4.1.2.4.	Piedra chancada expuesto a la intemperie (06 AÑOS)- complejo polideportivo paturpampa.....	62
4.1.3.	Datos climatológicos (SENAHMI)	68

4.2. Discusión	70
4.2.1. Análisis de datos.....	70
4.3. Prueba de hipótesis.....	72
4.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	88
CONCLUSIONES.....	89
RECOMENDACIONES	90
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91
ANEXOS	93



ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. Granulometría de las muestras de ensayo.....	29
TABLA 2 Operacionalización de variables dependientes e independientes.	32
TABLA 3 Datos del primer ensayo de la piedra chancada	49
TABLA 4. Datos del segundo ensayo de la piedra chancada.....	49
TABLA 5. Datos del tercer ensayo de la piedra chancada	50
TABLA 6. Datos del cuarto ensayo de la piedra chancada	50
TABLA 7. Datos del quinto ensayo de la piedra chancada	51
TABLA 8. Datos del sexto ensayo de la piedra chancada.....	51
TABLA 9. Datos del séptimo ensayo de la piedra chancada.....	52
TABLA 10. Datos del octavo ensayo de la piedra chancada.....	52
TABLA 11. Datos del primer ensayo de la piedra chancada a los 45 días.....	53
TABLA 12. Datos del segundo ensayo de la piedra chancada a los 45 días	54
TABLA 13. Datos del tercer ensayo de la piedra chancada a los 45 días	54
TABLA 14. Datos del cuarto ensayo de la piedra chancada a los 45 días	55
TABLA 15. Datos del quinto ensayo de la piedra chancada a los 45 días	55
TABLA 16. Datos del sexto ensayo de la piedra chancada a los 45 días.....	56
TABLA 17. Datos del séptimo ensayo de la piedra chancada a los 45 días.....	56
TABLA 18. Datos del octavo ensayo de la piedra chancada a los 45 días.....	57
TABLA 19. Datos del primer ensayo de la piedra chancada a los 03 meses.....	57
TABLA 20. Datos del segundo ensayo de la piedra chancada a los 03 meses	58
TABLA 21. Datos del tercer ensayo de la piedra chancada a los 03 meses	59
TABLA 22. Datos del cuarto ensayo de la piedra chancada a los 03 meses	59
TABLA 23. Datos del quinto ensayo de la piedra chancada a los 03 meses	60
TABLA 24. Datos del sexto ensayo de la piedra chancada a los 03 meses.....	60
TABLA 25. Datos del séptimo ensayo de la piedra chancada a los 03 meses.....	61
TABLA 26. Datos del octavo ensayo de la piedra chancada a los 03 meses.....	61
TABLA 27. Datos del primer ensayo de la piedra chancada a los 06 años.....	62
TABLA 28. Datos del segundo ensayo de la piedra chancada a los 06 años	62
TABLA 29. Datos del tercer ensayo de la piedra chancada a los 06 años	63
TABLA 30. Datos del cuarto ensayo de la piedra chancada a los 06 años	63
TABLA 31. Datos del quinto ensayo de la piedra chancada a los 06 años	64
TABLA 32. Datos del sexto ensayo de la piedra chancada a los 06 años	64
TABLA 33. Datos del séptimo ensayo de la piedra chancada a los 06 años.....	65
TABLA 34. Datos del octavo ensayo de la piedra chancada a los 06 años.....	66
TABLA 35. Resultados del ensayo de abrasión del hormigón cantera Callqui Chico.....	66
TABLA 36. Propiedades de los agregados (Cantera de la cuenca río Ichu).....	67
TABLA 37. Datos estación meteorológica – Huancavelica 15/07 al 31/08.....	68
TABLA 38. Datos estación meteorológica – Huancavelica 01/09 al 17/10.....	69
TABLA 39. Resumen de resistencia a la abrasión antes de exponer a la intemperie Fecha:15/07/2021.....	70
TABLA 40. Resumen de resistencia a la abrasión expuesto a la intemperie (45días) Fecha:31/08/2021.....	70

TABLA 41. Resumen de resistencia a la abrasión expuesto a la intemperie (03 meses)	
Fecha:18/10/2021.....	71
TABLA 42. Resumen de resistencia a la abrasión expuesto a la intemperie (06 años)	
Fecha:10/08/2021.....	71
TABLA 43. Resumen de resistencia a la abrasión expuesto a la intemperie.....	73
TABLA 44. Resumen de resistencia a la abrasión expuesto a la intemperie.....	79



ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Piedra chancada expuesto a la intemperie en obra abandonada del complejo polideportivo sector paturpampa.....	18
FIGURA 2. Esquema de máquina de desgaste de los ángeles. (henanie)	28
FIGURA 3. Proceso de tamizado de la piedra chancada.....	42
FIGURA 4. Seleccionamos la muestra de tamaños de 1", ¾", 1/2", y 3/8" de la piedra chancada.....	43
FIGURA 5. Proceso de colocado de la muestra y las esferas de acero en la máquina los ángeles.....	43
FIGURA 6. Máquina de los ángeles después de a ver girado 500 Rev. en 15 minutos	44
FIGURA 7. Muestra retirada de la máquina de los ángeles después de a ver girado 500 Rev. en 15 minutos ya degradado.	45
FIGURA 8. Tamizando la muestra por la malla N° 12 luego de a ver retirado de la máquina de los ángeles.....	46
FIGURA 9. Lavando la muestra luego de a ver tamizado por el tamiz N° 12 para luego meterlo al horno.	47
FIGURA 10. Colocando la muestra en el horno luego de a ver lavado.	48
FIGURA 11. Pesando la muestra luego de haber retirado del horno.	48
FIGURA 12. Diagrama de cajas obtenida del ensayo de resistencia de la piedra chancada en los 03 meses expuesto a la intemperie, para obtener la resistencia del desgaste – Base de datos SAS STUDIO.	74
FIGURA 13. Cuadro estadístico donde se verifica la media y desviación estándar de los 03 niveles de ensayo – Base de datos SAS STUDIO.....	74
FIGURA 14. Cuadro estadístico inferencial y de particular ANOVA de un factor de significancia 5% – Base de datos SAS STUDIO.....	77
FIGURA 15. Se muestran las medias de ensayo resistencia de la abrasión sin influencia, 45 días expuesto a la intemperie, 03 meses – Base de datos SAS STUDIO.	78
FIGURA 16. Diagrama de cajas obtenida del ensayo de resistencia de la piedra chancada en diferentes tiempos expuesto a la intemperie, para obtener la resistencia del desgaste – Base de datos SAS STUDIO.....	80
FIGURA 17. Cuadro estadístico donde se verifica la media y desviación estándar de cada nivel de ensayo – Base de datos SAS STUDIO.....	80
FIGURA 18. Cuadro estadístico inferencial de ANOVA de un factor de significancia 5% – Base de datos SAS STUDIO.	82
FIGURA 19. Se muestran las medias de ensayo resistencia de la abrasión sin influencia, 45 días expuesto a la intemperie, 03 meses y 06 años – Base de datos SAS STUDIO.....	83
FIGURA 20. Gráfico de ajuste de resistencia vs calor – Base de datos SAS STUDIO.	85
FIGURA 21. Cuadro estadístico inferencial y de particular ANOVA de un factor de significancia 5% – Base de datos SAS STUDIO.....	86
FIGURA 22. Piedra chancada expuesto a la intemperie.	106
FIGURA 23. Recogiendo la muestra de piedra chancada del complejo polideportivo (obra abandonada).....	106
FIGURA 24. pesando la piedra chancada de acuerdo a la tabla N° 2 para poder realizar el ensayo de abrasión.	107

FIGURA 25. colocando la muestra y la carga abrasiva a la máquina de los ángeles.....	108
FIGURA 26. Retirando la muestra de la máquina de los ángeles.....	108
FIGURA 27. Tamizando la muestra por la malla N° 12	109
FIGURA 28. Lavando el material que fue retenido en la malla N° 12	109
FIGURA 29. colocando el material en el horno.	110
FIGURA 30. pesando el material una vez secada en el horno.....	110



RESUMEN

El presente trabajo de investigación que lleva por título “INFLUENCIA DE LA RESISTENCIA A LA ABRASIÓN DE LA PIEDRA CHANCADA EXPUESTA A LA INTEMPERIE” centra su estudio en determinar la influencia de la resistencia a la abrasión de la piedra chancada expuesto a la intemperie en diferentes tiempos, a los 45 días, a los 03 meses y adicionalmente en un tiempo de 06 años, en una obra de completo abandono, en la ciudad de Huancavelica.

Para la elaboración se utilizó piedra chancada de la cantera de Callqui Chico, en una cantidad de 01 m³, y estuvo expuesto a la intemperie en el lugar denominado Paturpampa.

Como primera etapa de esta investigación, se elaboró 08 ensayos de abrasión para determinar el desgaste antes de exponer la piedra chancada a la intemperie.

Como segunda etapa se realizó 08 ensayos de abrasión después de haber estado expuesto a la intemperie luego de 45 días.

Como tercera etapa se realizó 08 ensayos de abrasión después de haber estado expuesto a la intemperie luego de 03 meses

Como cuarta etapa se realizó 08 ensayos de abrasión después de haber estado expuesto a la intemperie, esto después de haber estado en la intemperie en un periodo de 06 años.

Palabras claves: abrasión, intemperie, desgaste, piedra chancada.

ABSTRACT

The present research work entitled "Influence of resistance to abrasion of crushed stone exposed to the elements" focuses its study on determining the influence of resistance to abrasion of crushed stone exposed to the elements at different times., at 45 days, at 03 months and additionally at a time of 06 years, this is a work in complete abandonment, in the city of Huancavelica.

Crushed stone from the Callqui Chico quarry was used for the production, in an amount of 01 m³, and it was exposed to the elements in the place called paturpampa,

As the first stage of this research, 08 abrasion tests were carried out to determine wear before exposing the crushed stone to the elements.

As a second stage, 08 abrasion tests were carried out after being exposed to the elements after 45 days.

As a third stage, 08 abrasion tests were carried out after being exposed to the elements after 03 months

As a fourth stage, 08 abrasion tests were carried out after having been exposed to the elements, this after having been in the open for a period of 06 years.

Keywords: abrasion, weathering, wear, crushed stone.

INTRODUCCIÓN

En el Perú y provincias el uso de la piedra chancada es muy importante en el mundo de la construcción ya que es un material sumamente muy importante ya que su uso es 50 a 65 % del total del volumen de la mezcla del concreto.

La piedra chancada, una de sus propiedades físicas en el diseño de mezcla es la resistencia al desgaste. Esta es importante porque con ella conoceremos la durabilidad y resistencia que tendrá el concreto para la fabricación de estructuras simples o estructuras que requieran la resistencia del concreto, sea la adecuada para ellas. Estos ensayos se harán antes y después de exponer la piedra chancada a la intemperie, para ver si hay influencia en los resultados finales.

El ensayo a la abrasión da a conocer de la piedra chancada el porcentaje de desgaste que este sufre en condiciones de roce continuo de las partículas y las esferas de acero. Esto nos indica si la piedra chancada a utilizar es lo correcto para el diseño de mezcla, para así obtener buenas resistencias del concreto

Los ensayos se realizaron de acuerdo a la Norma Técnica Peruana 400.019 para agregados gruesos, ASTM C 131 en el laboratorio de mecánica de suelos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

En el Perú y provincias se ha observado con frecuencia durante la etapa de construcción de un proyecto público o privado; donde se observa las piedras chancadas, estas están expuestas a la intemperie por mucho tiempo, soportando diferentes cambios climáticos, como son el sol, el viento, las lluvias, etc. A causa de las suspensiones de obra, demoras en la ejecución, obras abandonadas, debido a esto, las piedras chancadas no tendrían la misma resistencia al desgaste después de estar expuestos a la intemperie, y esto afectaría a futuro en la resistencia del concreto.



FIGURA 1. Piedra chancada expuesto a la intemperie en obra abandonada del complejo polideportivo sector Paturpampa.

SEGÚN Carranza, Duffo y Farina (2010), manifiesta en su libro “*Química de la degradación de los materiales*” indico que:

El efecto de la intemperie en los elementos de construcción constituye un fenómeno compuesto por numerosos factores, entre los que encontramos no solo los agentes atmosféricos anteriormente indicados, sino también la superposición de los mismos, su diferente intensidad, su periodicidad (diaria, estacional).

En resumen, los principales agentes de degradación abióticos son:

1. cambios de humedad, que llevan a la dilatación y contracción,
2. radiaciones solares, que generan la foto degradación,
3. agentes químicos,
5. agentes mecánicos (p. 124).

Esto coincide con el presente estudio y ante esta problemática nos lleva a realizar la investigación denominada **INFLUENCIA DE LA RESISTENCIA A LA ABRASIÓN DE LA PIEDRA CHANCADA EXPUESTA A LA INTEMPERIE**, lo que nos permite formular la siguiente pregunta de investigación.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

- ¿De qué manera influye la resistencia a la abrasión de la piedra chancada expuesta a la intemperie?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿De qué manera influye el tiempo en la resistencia a la abrasión de la piedra chancada expuesta a la intemperie?
- ¿De qué manera influye el calor en la resistencia a la abrasión de la piedra chancada expuesta a la intemperie?

1.3. Objetivos: general y específico

1.3.1. Objetivo general

- Determinar la influencia de la resistencia a la abrasión de la piedra chancada expuesta a la intemperie.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la influencia del tiempo en la resistencia a la abrasión de la piedra chancada expuesta a la intemperie.
- Determinar la influencia del calor en la resistencia a la abrasión de la piedra chancada expuesta a la intemperie.

1.4. Justificación

La siguiente investigación ayudará a entender algunos vacíos respecto al tema en estudio, se identificarán algunos conceptos e ideas para su mejor comprensión de las dos variables, ya que los diversos factores climatológicos afectan en la resistencia a la abrasión de la piedra chancada expuesta a la intemperie en un periodo de tres meses, la piedra chancada es un elemento muy importante para la construcción. Para ello se hará la prueba de la resistencia a la abrasión, con ella conoceremos la durabilidad y resistencia de la piedra chancada. Para la fabricación estructuras simples o estructuras que requieran que la resistencia del concreto sea la adecuada para ellas. La piedra chancada debe ser duro y resistente a la abrasión para evitar el aplastamiento, la degradación y desintegración, colocado con extendedora, compactado con rodillos, y sometidos a las cargas de tráfico. Estas propiedades son especialmente importantes para mezclas de concreto asfáltico (tales como cursos de fricción libre calificado y el asfalto de la matriz de piedra) que no se benefician del efecto de amortiguación del agregado fino y donde las partículas gruesas están sometidos a tensiones de alto contacto.

La investigación a desarrollar es de tipo aplicada, lo cual está orientado a un nivel explicativo, de diseño longitudinal. La siguiente investigación se hará uso para nuevas y posibles investigaciones que se realizarán posteriormente relacionados al tema de estudio una vez que se compruebe la confiabilidad del estudio y la viabilidad de la investigación, para ello se utilizaron los softwares como el Excel, Word y el programa SAS Studio lo cual nos sirvió para determinar la influencia.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. A nivel internacional

Ozturan y Kocataskin (1987), desarrolló la siguiente investigación que tuvo por nombre: “*Abrasión resistance of concrete as a two-phase composite material*”, en la Revista Elsevier Science Ltd.”. Tuvo por objetivo general: Investigar la abrasión de hormigón con materiales compuestos de dos fases enfoque, asumiendo que está compuesto por el mortero y fases de agregado grueso, obteniendo como resultados de la prueba en compuestos con fracciones de volumen de agregado grueso que varían de 0 a 0,40, mostró un buen acuerdo con esta relación. Así mismo concluyó la resistencia a la abrasión del hormigón aumento en la fracción de volumen de la fase con mayor resistencia. Por lo tanto, si la resistencia a la abrasión del agregado grueso es menor que del mortero, entonces no hay ningún beneficio en el uso de ese tipo de agregado. Para una buena calidad del mortero la resistencia a la abrasión del hormigón puede incrementarse mediante el uso de agregados como granito triturado o grava de cuarzo utilizados en el estudio.

Medina O. (2002), realizó la investigación titulada “*La resistencia a la abrasión como índice de durabilidad del concreto y factores que la influyen*”, en la Universidad Nacional Autónoma de México. Tuvo por objetivo general analizar la influencia de los factores que influyen en el desarrollo de la resistencia a la abrasión del concreto, cuyo diseño de investigación fue de tipo experimental, se realizó moldes de 15x30 y 10x20, se ensayaron los especímenes a compresión a 3, 28, 56 días, considerando que la resistencia a los 28 días es la de referencia, se eligió esta para realizar el análisis de los

resultados obtenidos. El resultado obtenido en resumen fue las variables más influyentes en los diseños de mezcla, estas son la relación agua/cemento y el tipo de agregado, inmediatamente después viene el tipo de cemento y por último la adición de Sílice Fume. Así mismo concluyo que a partir de relaciones a/c menores a 0.5 se observa un beneficio en el desempeño de la resistencia a la abrasión.

Sáenz (1999), desarrolló la siguiente investigación que tuvo por nombre: *“Resistencia a la abrasión de concretos para pavimentos”*, tuvo por objetivo, evaluar la resistencia a la abrasión de concretos para pavimentos de carreteras fabricados con agregado calizo, cemento Portland y aditivo Super Reductor de Agua (SRA), la conclusión a la que llegó es: a) Los concretos fabricados con aditivo SF proporcionan mayor resistencia a la abrasión que los concretos fabricados sin aditivo SF. b) El uso de un aditivo SF además de proporcionar mayor resistencia a la abrasión, nos permite disminuir los consumos de cemento, traducándose en un menor costo, así como mantener la trabajabilidad. C) Los concretos sometidos a la acción abrasiva bajo condición seca presentaron mayor resistencia que los concretos ensayados bajo condición húmeda.

2.1.2. A nivel nacional

Chauca y Cruz (2014), desarrolló la siguiente investigación que tuvo por nombre: *“Evaluación del concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ a altas temperaturas”* en la Universidad Nacional del Santa, tuvo por objetivo general: Determinar y evaluar la variación de su resistencia a la compresión después de estar sometidas a temperaturas de 400, 600 y 800 ° centígrados. Cuyo diseño de investigación fue cuasi experimental, la muestra fue de 36 probetas para la comprobación de la hipótesis. El resultado obtenido fue: se puede afirmar que para un diseño de mezclas de 210kg/cm² empleado en el presente informe de tesis, posee una resistencia porcentual del 57.21% respecto de su resistencia con el concreto patrón y de que para una temperatura máxima empleada (800 °C) su resistencia decae severamente hasta un 36.47% de lo que ofrecía actualmente.

Oncoy (2018), realizó la investigación titulada *“Comportamiento de la resistencia del concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$ expuesto a cambios bruscos de temperaturas, debido a la extinción de un incendio”* en la Universidad César Vallejo, tuvo por objetivo general determinar qué efectos originan el cambio brusco de temperatura en una situación de exposición al fuego del concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$. Cuyo diseño de investigación fue cuantitativa experimental, la muestra fue de 15 de las 18 muestras en un intervalo de incremento de 100°C cada 3 probetas, empezando desde los 350°C hasta los 750°C . El resultado obtenido fue las probetas que han sido sometidas a 350° después de haber sido expuestas al agua, para posteriormente en el laboratorio hacer el ensayo de rotura, se obtuvo como resistencia promedio 227.59 kg/cm^2 que a comparación de la probeta patrón disminuyó ligeramente. Así mismo concluyó que los efectos que causa el cambio brusco de temperatura en el concreto son de carácter negativo, es decir, va reduciendo la resistencia a la compresión de manera progresiva conforme aumenta la temperatura. Se demostró que el cambio de resistencia empieza a partir de los 350°C de manera leve, llegando hasta la mitad de la resistencia original y convirtiendo el concreto estructural a un concreto simple a partir de los 550°C .

2.1.3. A nivel local

Infante y Quispe (2018), realizó la investigación titulada *“Influencia de las propiedades del hormigón del cauce río Ichu en la resistencia a compresión del concreto”*. Tuvo como propósito determinar la influencia de las propiedades y las procedencias del hormigón del cauce del río Ichu en la resistencia a compresión del concreto.

En la muestra a tomado 02 canteras más representativas del río Ichu por su nivel de explotación la cantera Callqui Chico y la cantera sector Santa Rosa, estudiando a nivel experimental las propiedades físicas (granulometría, contenido de humedad, peso volumétrico, peso específico), mecánicas (abrasión) de acuerdo al ASTM C 33 y NTP 400.037 con ensayos en el laboratorio de mecánica de suelos, materiales y concreto de la de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil Huancavelica. De diseño descriptiva, realizó el análisis de varianza del diseño por bloques completamente al azar con arreglo factorial 2×2 , para un nivel de confianza igual 0.05 obtenemos un $p = 0.0001$, donde $p \leq 0.05$ para la variable propiedades del hormigón, influyen en la resistencia a compresión del concreto.

Belito y Paucar (2018), realizó la investigación titulada “Influencia de agregados de diferentes procedencias y diseño de mezcla sobre la resistencia del concreto”. Tuvo como propósito estudiar la influencia de los agregados de cantera de la cuenca del río Ichu, cantera de la cuenca del río Mantaro y el diseño de mezcla para $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$, $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, $f_c = 245 \text{ kg/cm}^2$ frente a dichas resistencias de diseño. Para conocer el comportamiento de los agregados se evaluaron sus características físicas y mecánicas del agregado fino (arena gruesa) y agregado grueso (piedra chancada) de ambas canteras de acuerdo al ASTM C 33 y NTP 400.037. Realizando la prueba estadística, se obtuvo como resultado que todos los tratamientos son diferentes. La cantera (río Mantaro y río Ichu) y el diseño de Mezcla (175, 210 y 245kg/cm²) son factores que influyen sobre la resistencia del concreto.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Agregados

Rivera, (2009) mencionó: “Los agregados también llamados áridos son aquellos materiales inertes, de forma granular, naturales o artificiales, que

aglomerados por el cemento Portland en presencia de agua forman un todo compacto (piedra artificial), conocido como mortero o concreto” (p. 37).

Abanto, (2009) definió al agregado como:

Llamados también áridos, son materiales inertes que se combinan con los aglomerantes (cemento, cal, etc.) y el agua, formando los concretos y morteros. La importancia de los agregados radica en que constituyen alrededor del 75% en volumen, de una mezcla típica de concreto. Por lo anterior, es importante que los agregados tengan buena resistencia, durabilidad y resistencia a los elementos, que su superficie esté libre de impurezas como barro, limo y materia orgánica, que puedan debilitar el enlace con la pasta de cemento (p. 23).

2.2.2. Agregado grueso

Según Torre (2004), manifiesta en su libro Curso básico de tecnología del concreto, que el agregado grueso “es aquel que queda retenido en el tamiz N°4 y proviene de la desintegración de las rocas; puede a su vez clasificarse en piedra chancada y grava” (p. 44).

2.2.3. Piedra chancada

Según Abanto (2009), manifiesta en su libro Tecnología del concreto, que: “el agregado grueso obtenido por la trituración artificial de rocas o gravas. Como agregado grueso se puede usar cualquier clase de piedra partida siempre que sea limpia, dura y resistente” (p. 26).

2.2.3.1 Clasificación de piedra chancada

2.2.3.1.1 Por su procedencia

2.2.3.1.1.1 Canteras

En su mayoría de los casos, donde se extrae comúnmente las piedras.

2.2.3.1.1.2 Ríos

Son piedras grandes que no han sido muy trituradas por el agua, mayormente se encuentran en las orillas de los ríos.

2.2.3.1.1.3 Artificiales

Esto se logra a través de un proceso de trituración por medio de maquinarias, explosiones y acción del hombre, ya no se encuentra en su lugar de origen.

2.2.3.2 Proceso de trituración de la piedra

En algunas canteras y mayormente en los ríos con gran cantidad de piedras, podemos encontrar una máquina llamada “chancadora”, la piedra chancada se obtiene, al triturarse las piedras de mayor tamaño por la chancadora, que tritura las piedras y las separa por tamaño, la máquina posee tamices precisos para el tamaño de 3/8”, 3/4 “, 1/2” y 1”.

2.2.4. Clima

Según Raffino (2020), manifiesta que:

El clima refiere a los patrones de variación en temperatura, humedad, presión atmosférica, viento, precipitación y otras condiciones meteorológicas de interés en una región geográfica determinada. Se suele distinguir al clima del tiempo, pues por lo primero se entienden las condiciones a largo plazo en la región, mientras que por lo segundo su estado en un período breve de tiempo.

Elementos del clima

Todo clima se compone de una serie de elementos que suelen ser medidos o evaluados por los climatólogos para emitir predicciones. Estos son:

Temperatura atmosférica, se trata del grado de calor o frío que exista en las masas de aire atmosférico, calentadas principalmente por la radiación solar.

Precipitación, la abundancia de vapor de agua en la atmósfera lo lleva a condensar en forma de nubes, que desplazadas por el viento chocan

entre sí y liberan su contenido líquido, en lo que conocemos como lluvia.

2.2.5. Resistencia a la abrasión – Ensayo de los ángeles

NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.019, (2002) refiere que:

Este método de ensayo es una medida de la degradación de agregados minerales de gradaciones normalizadas resultantes de una combinación de acciones, las cuales incluyen abrasión o desgaste, impacto y trituración, en un tambor de acero en rotación que contiene un número especificado de esferas de acero, dependiendo de la gradación de la muestra de ensayo. Al rotar el tambor, la muestra y las bolas de acero son recogidas por una pestaña de acero transportándolas hasta que son arrojadas al lado opuesto del tambor, creando un efecto de trituración por impacto. Este ciclo es repetido mientras el tambor gira con su contenido. Luego de un número de revoluciones establecido, el agregado es retirado del tambor y tamizado para medir su degradación como porcentaje de pérdida.

2.2.6. Procedimiento para realizar la resistencia a la abrasión

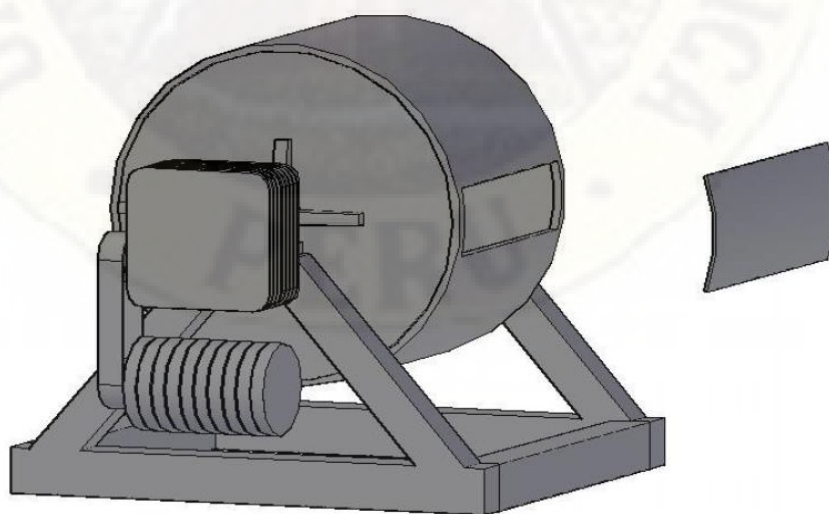


FIGURA 2. Esquema de máquina de desgaste de los ángeles. (henanie)

ASTM C 131 nos dice los procedimientos a seguir:

1. La cantidad de material a ensayar y el número de esferas a incluir dependen de la granulometría del agregado grueso. En la tabla N° 01, se muestra el método a emplear; así como la cantidad de material, número de esferas, número de revoluciones y tiempo de rotación, para cada uno de ellos. La gradación que se use deberá ser representativa de la gradación original del material suministrado para la obra.

TABLA 1. *Granulometría de las muestras de ensayo.*

METODO		A	B	C	D
DIÁMETRO		CANTIDAD DE MATERIAL A EMPLEAR (gr)			
Pasa el tamiz	Retenido en tamiz				
1 ½"	1"	1 250 ± 25			
1"	¾"	1 250 ± 25			
¾"	½"	1 250 ± 10	2 500 ± 10		
½"	3/8"	1 250 ± 10	2 500 ± 10		
3/8"	¼"			2 500 ± 10	
¼"	Nº4			2 500 ± 10	
Nº4	Nº8				5 000 ± 10
PESO TOTAL		5 000 ± 10	5 000 ± 10	5 000 ± 10	5 000 ± 10
Nº de esferas		12	11	8	6
Nº de revoluciones		500	500	500	500
Tiempo de rotación (minutos)		15	15	15	15

Fuente: ASTM C 131, Método de ensayo normalizado para la resistencia a la degradación de los áridos gruesos de tamaño pequeño por el método de abrasión e impacto en la máquina de los ángeles.

2. Lave y seque en el horno la muestra reducida, a 110 +/- 5°C (230 +/- 9°F) hasta masa constante, separe en fracciones y vuelva a combinar hasta obtener la granulometría de la tabla 01 más cercana al rango de los tamaños de los áridos proporcionados para el trabajo. Anote la masa de la muestra antes del ensayo aproximándola al gramo más cercano.

3. Coloque la muestra y la carga en la máquina de ensayo los ángeles y gire a a una velocidad de 30 a 33 Rev./min durante 500 revoluciones. A continuación, descargue el material de la máquina y haz una separación preliminar de la muestra en un tamiz más gruesos de 1.70 mm de acuerdo con el método de ensayo C 136. Lave el material más grueso que 1.70 mm y seque en el horno a 110 +/- 5° C (230 +/- 9°F) hasta masa constante y determine la masa aproximándola al gramo más cercano.
4. Si el árido se encuentra prácticamente libre de polvo y materias adheridas, el requisito de lavado posterior al ensayo puede evitarse, aunque siempre se requiere el secado antes del ensayo. Sin embargo, en el caso de un ensayo de referencia, el procedimiento de lavado debe realizarse.
5. Calcule la pérdida (diferencia entre la masa original y la masa final de la muestra de ensayo) como un porcentaje de la masa original de la muestra de ensayo. Informe este valor como porcentaje de pérdida. (ASTM C 131).

$$\% \text{ DESGASTE} = \frac{\text{PESO INICIAL} - \text{PESO FINAL}}{\text{PESO INICIAL}} * 100$$

2.3. Definición de términos

- Abrasión: es la acción por la cual mediante rozamiento o fricción entre dos partículas existe un desgaste.
- ASTM: la Sociedad Americana para pruebas y materiales, (American Society for Testing and Materials), es una organización

que nos muestra normas, técnicas para materiales, productos y servicios, normas que son sumamente utilizados a nivel mundial.

- Cantera: una cantera es una forma de explotación de agregados generalmente a cielo abierto, de la cual se obtienen rocas, áridos, el tamaño varía de acuerdo a lo solicitado.

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La piedra chancada expuesta a la intemperie influye significativamente en la resistencia a la abrasión.

2.4.2. Hipótesis específicos

- El tiempo influye significativamente en la resistencia de la abrasión de la piedra chancada expuesta a la intemperie.
- El calor influye significativamente en la resistencia de la abrasión de la piedra chancada expuesta a la intemperie.

2.5. Definición operativa de variables

- Variable independiente: “Piedra chancada expuesta a la intemperie”
- Variable dependiente: “Resistencia a la abrasión”

2.5.1. Operacionalización de la variable

TABLA 2 Operacionalización de variables dependientes e independientes.

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES			
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	ÍNDICE/INDICADOR
VARIABLE INDEPENDIENTE	Es el agregado grueso obtenido por la trituración artificial de rocas o gravas. Como agregado grueso, se puede usar cualquier clase de piedra partida siempre que sea limpia, dura y resistente. Abanto,(2009)	Tiempo	• Antes de exponer a la intemperie (0 días) • A los 45 días • A los 03 meses • A los 06 años
Piedra chancada expuesta a la intemperie		Calor	
VARIABLE DEPENDIENTE	Este método de ensayo es una medida de la degradación de agregados minerales de gradaciones normalizadas resultantes de una combinación de acciones, las cuales incluyen abrasión o desgaste, impacto y trituración, en un tambor de acero en rotación que contiene un número especificado de esferas de acero. (NTP 400.019, 2002)	Resistencia al desgaste	Efecto de la degradación Efecto del tiempo de exposición a la intemperie
Resistencia a la abrasión			

FUENTE: Elaboración propia

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ámbito de Estudios

El área de estudio, es en la ciudad de Huancavelica distrito, provincia y región de Huancavelica, el cual se caracteriza por tener un clima semiseco, con presencia de lluvias entre los meses de diciembre – marzo.

3.2. Tipo y nivel de investigación

3.2.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación fue aplicada, ya que, según Hernández, Fernández y Baptista (2010), “este tipo de investigación busca el conocimiento para poder aplicarlo en la realidad, afirma que hechos, fenómenos, problemas, entre otros. Su uso se ejecuta por lo general para solucionar problemas prácticos”.

El tipo de investigación para el proyecto de investigación a desarrollar es aplicado ya que tiene un fin importante que es la búsqueda y utilización de los saberes adquiridos en la investigación, con ello además al pasar de los tiempos se adquiere nuevos conocimientos.

3.2.2. Nivel de investigación

Hernández, Fernández, y Baptista (2010, p. 83) El nivel de investigación fue explicativo.

Los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos y fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; es decir, están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, su interés se

centra en explicar el porqué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o por qué se relacionan dos o más variables.

Según Gonzales, Oseda, Ramírez, & Gave, (2011, p. 142), “se encarga de buscar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto”.

3.3. Método de investigación

En la investigación se tiene como método general al método científico y como método específico el experimental, los cuales se detallan a continuación:

3.3.1. Método general

En la siguiente investigación se identificó el método científico, “el método científico es la manera sistematizada en que se efectuará el pensamiento reflexivo que nos permite llevar a cabo un proceso de investigación científica”. Según Sánchez y Reyes (1996, p.25).

3.3.2. Método específico

El método de investigación es experimental, según Sánchez y Reyes, (1996), “de acuerdo a un plan previo se organizará para proceder con la investigación de las posibles causas-efecto”.

3.4. Diseño de investigación

El diseño de investigación será pre experimental, según Hernández, Fernández, y Baptista (2010), “es el diseño de un solo grupo, cuyo grado de control es mínimo. Generalmente es útil como un primer acercamiento al problema de investigación en la realidad” (p. 136-137).

GE: *X* *O*

donde:

G.E. : grupo experimental

X : variable independiente (Piedra chancada expuesta a la Intemperie),

O : variable dependiente (Resistencia a la abrasión).

Según Gonzales, Oseda, Ramírez, y Gave, (2011, p. 105),

El diseño pre experimental se controlan parcialmente, con los factores que influyen en la validez interna y externa, además nos menciona que el grupo de diseño post test o estudio de caso con una sola medición, es una forma de diseño pre experimental que consiste en administrar un estímulo o tratamiento a un grupo y después aplicar una medición en una o más variables, para observar cuál es el nivel del grupo en estas variables. Es decir, la medición de la variable dependiente solo se toma, después de aplicado el tratamiento.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La población está dada por el conjunto de sujetos al que puede ser generalizado los resultados del trabajo, lo cual es de suma importancia ya que existen dos tipos de población, los cuales son: población objetivo porque involucra a todos los individuos, a los cuales se les generalizará los resultados y la población accesible está constituida por todos los individuos que tiene acceso el investigador. (Gonzales, Oseda, Ramírez, y Gave, 2011, págs. 142-143).

Niño, (2011, p. 55), “la población está constituida por una totalidad de unidades, vale decir, por todos aquellos elementos (personas, animales, objetos, sucesos, fenómenos, etc.) que puedes conformar el ámbito de una investigación”.

La población a estudiarse en la presente investigación es el agregado de la cantera Callqui Chico, provincia de Huancavelica, departamento Huancavelica.

3.5.2. Muestra

La muestra según Briones, (2002, p. 57) “Es el conjunto de unidades de muestreo incluidas en la muestra mediante algún procedimiento de selección. Habitualmente se la designa con la letra n ”.

(Tamayo, 2003, pág. 48) dice que:

La muestra es considerada como un subconjunto de individuos de la población que facilita estudiar de forma generalizada, las cuales pueden ser elegidas de forma aleatoria y al azar, recalándose que se hace un poco complicado estudiar con toda la población, para ello se emplean métodos para realizar la elección correcta con la cual se trabajará.

En esta investigación la muestra censal está compuesta por 01 m³ de piedra chancada, provincia y departamento de Huancavelica.

3.5.3. Muestreo

Según Gómez (2012), afirma que: “El muestreo es un instrumento de gran validez en la investigación, es el medio a través del cual el investigador, selecciona las unidades representativas para obtener los datos que le permitirán obtener información acerca de la población a investigar” (p. 34).

No hay muestreo por que la muestra censal ya que la población es la misma que la muestra.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas

Se empleará el fichaje, la encuesta y análisis de documentos como técnica, recolección de datos para realizar la investigación.

Fichaje. Hernández, Fernández, Baptista, (2010). Manifiesta que:

Es una técnica muy desarrollada por los investigadores. Es una manera de recolectar y almacenar datos. Por ello cada ficha contiene un conjunto de datos de las variables los cuales están dirigidos al mismo tema, ello le da unidad y valor propio.

Observación. (Gomez, 2012, pp. 60-61) infiere que:

Es una técnica de investigación, que se refiere primordialmente a la percepción visual, con ello se puede decir que se utiliza para indicar cualquier forma de percepción a usar y con ello registrando algunas respuestas, pero se tiene que tener en cuenta si es una respuesta o un dato; ya que una respuesta es una acción y el producto de la respuesta es el dato.

Análisis de documentos.

Es una técnica que se encarga de conocer la documentación sobre el problema a investigar, para ello utiliza el análisis de contenido referentes a temas similares ya estudiados de analizar documentos del cual lo que desea analizar son las ideas expresadas, el significado de las palabras, tema o frase que se quiere cuantificar. (Palacios, Romero, & Ñaupas, 2016, pp. 317-319)

3.6.2. Instrumentos

Se empleará la lista de cotejo y fichas de registro de datos, como instrumento en la recolección de datos para realizar la investigación.

La lista de cotejo. “Es el instrumento por el cual se podrá obtener la información precisa del momento exacto durante las sesiones didácticas que se establecerán. Este instrumento permitirá determinar los cambios que se realizaron en la preprueba y posprueba” Carrasco, (2006, p. 281)

Ficha de registro de datos. Es un instrumento que permitirá registrar por escrito tanto los datos de identificación como las ideas y críticas que se puedan observar, asimismo ayudan a registrar los datos más significativos, el cual se utilizará para recopilar información sobre el proyecto de investigación en función al objeto de estudio. (Hernández, Fernández, y Baptista, 2010)

El instrumento a utilizar es la lista de cotejo y Ficha de registro de los datos de la piedra chancada expuesta a la intemperie, provincia y región de Huancavelica.

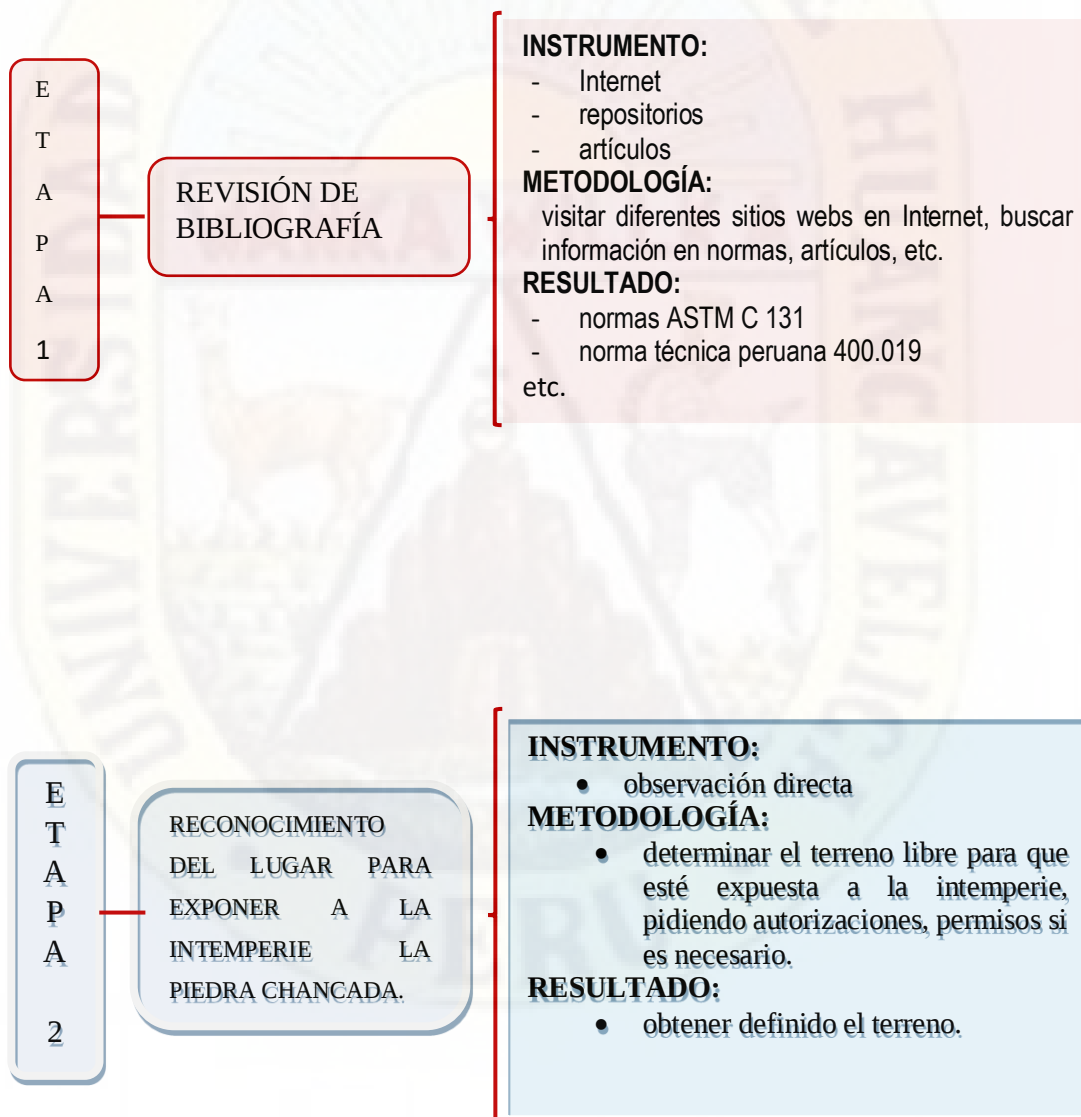
3.7. Procedimiento de recolección de datos

El procesamiento de los datos se realizará haciendo uso del paquete estadístico, MS Excel versión 2013, apoyado en la utilización de estadísticos descriptivos obteniendo tablas y gráficos ilustrativos con el fin de obtener respuestas a los objetivos planteados en la investigación.

Para probar la hipótesis se empleará el recurso estadístico SAS STUDIO con el fin de aceptar o rechazar las hipótesis planteadas en la siguiente investigación, empleándose la estadística inferencial.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

ESQUEMA METODOLÓGICO



E
T
A
P
A

3

ANÁLISIS EN LABORATORIO

INSTRUMENTOS:

- horno y taras,
- máquina de los ángeles,
- tamices,
- balanza electrónica

METODOLOGÍA:

- obtenido las muestras inalteradas, se realizarán los ensayos correspondientes para obtener resultados objetivos.

RESULTADOS:

Resultados de laboratorio

- resistencia al desgaste después de a ver estado expuesto a la intemperie luego de 45 y 90 días.

E
T
A
P
A

4

RESULTADOS

RESULTADOS:

determinar la influencia de la piedra chancada luego de estar expuesto a la intemperie después de tres meses.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Presentación de resultados

En la investigación se evaluaron dos variables, la variable independiente: piedra chancada expuesta a la intemperie y la variable dependiente: resistencia a la abrasión.

En este capítulo se muestran los resultados y análisis de las variables, estos que serán presentados en tablas y gráficos elaborados de los datos obtenidos en laboratorio, donde se utilizaron procedimientos de acuerdo a las normas como la Norma Técnica Peruana, ASTM C 131. Se siguió el siguiente procedimiento, primero se realizó el ensayo de abrasión de la piedra chancada antes de exponerlo a la intemperie, luego se realizó los ensayos después de 45 y 90 días después de haber estado expuesto a la intemperie.

4.1.1. Ensayo de laboratorio

4.1.1.1. Ensayo de resistencia a la abrasión de la piedra chancada (NTP 400.019:2002)

4.1.1.1.1. Objetivo del ensayo de abrasión

El objetivo de este ensayo es medir el desgaste de la piedra chancada producido por una combinación de impacto y rozamiento superficial en una muestra de cinco kilogramos de granulometría preparada. La prueba consiste en hacer golpear una muestra de material con una carga abrasiva dentro de un tambor metálico (giratorio), a una determinada velocidad. Durante 500 revoluciones.

4.1.1.1.2. Equipos, instrumentos y materiales

- máquina de los ángeles,

- 12 esferas de acero,
- tamices de 1 ½", 1", ¾", ½" y de 3/8",
- balanza electrónica,
- horno,
- charolas rectangulares,
- piedra chancada.

4.1.1.1.3. . Procedimientos

- **Primero:** tamizamos la piedra chancada de acuerdo al tamaño máximo obtenido en el análisis granulométrico antes realizado y pesamos las muestras según exige la norma.



FIGURA 3. Proceso de tamizado de la piedra chancada.



FIGURA 4. Seleccionamos la muestra de tamaños de 1", $\frac{3}{4}$ ", $\frac{1}{2}$ ", y $\frac{3}{8}$ " de la piedra chancada

- **Segundo:** colocamos la muestra de 5 kilogramos en la máquina de los ángeles y tras ello colocamos las 12 esferas de acero.



FIGURA 5. Proceso de colocado de la muestra y las esferas de acero en la maquina los Ángeles

- **Tercero:** prendemos la máquina para que gire durante 15 minutos. (500 revoluciones)



FIGURA 6. máquina de los ángeles después de a ver girado 500 Rev. en 15 minutos

- **Cuarto:** retiramos la muestra de la máquina de los ángeles y luego tamizamos la muestra por la malla N° 12.

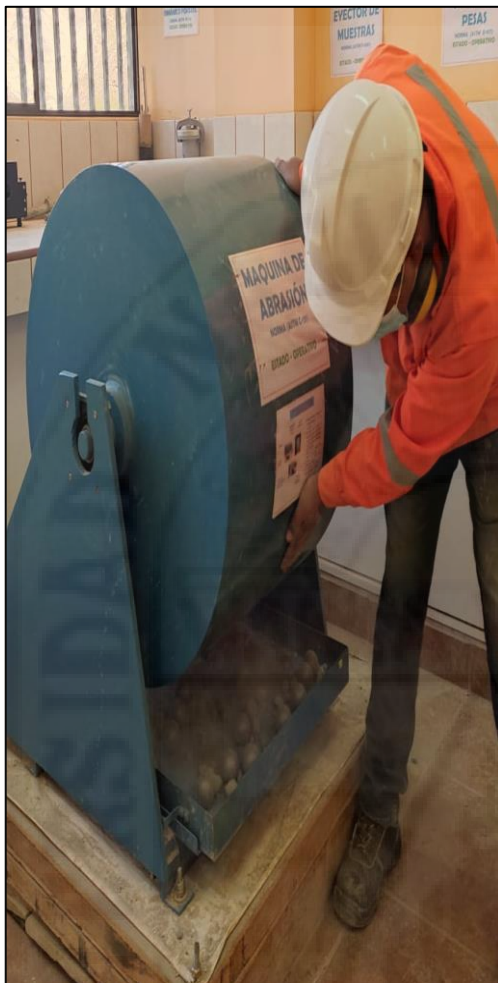


FIGURA 7. Muestra retirada de la máquina de los ángeles después de a ver girado 500 Rev. en 15 minutos ya degradado.



FIGURA 8. *Tamizando la muestra por la malla N° 12 luego de a ver retirado de la máquina de los ángeles.*

- **Quinto:** lavamos el material retenido en la malla nro. 12 de esa forma le quitamos el material fino adherido a las partículas.



FIGURA 9. Lavando la muestra luego de a ver tamizado por el tamiz N° 12 para luego meterlo al horno.

- **Sexto:** colocamos en el horno la muestra ya lavada, durante 24 horas.



FIGURA 10. Colocando la muestra en el horno luego de a ver lavado.

- **Séptimo:** pasado las 24 horas retiramos la muestra del horno y lo pesamos, para obtener el porcentaje de desgaste.



FIGURA 11. Pesando la muestra luego de haber retirado del horno.

4.1.2. Cálculos y resultados:

4.1.2.1. Piedra chancada antes de exponerlo a la intemperie

TABLA 3 Datos del primer ensayo de la piedra chancada

ENSAYO DE ABRASIÓN MÁQUINA DE LOS ÁNGELES (ASTM C-131) FECHA:15/07/2021		
Pasa el tamiz	Retenido en tamiz	Cantidad de muestra (gr)
1 1/2"	1"	1250.01
1"	3/4"	1249.52
3/4"	1/2"	1250.16
1/2"	3/8"	1250.28
Peso total (gr)		4999.97
N° de esferas		12
N° de revoluciones		500
Tiempo de rotación (min)		15
Peso retenido en el tamiz N° 12 (gr)		3900.97

FUENTE: Elaboración propia

$$\% \text{ desgaste} = \frac{4997.97 - 3900.95}{4997.97} * 100$$

$$\% \text{ desgaste} = 21.98\%$$

TABLA 4. Datos del segundo ensayo de la piedra chancada

ENSAYO DE ABRASIÓN MÁQUINA DE LOS ÁNGELES (ASTM C-131) FECHA:15/07/2021		
Pasa el tamiz	Retenido en tamiz	Cantidad de muestra (gr)
1 1/2"	1"	1249.08
1"	3/4"	1250.56
3/4"	1/2"	1250.68
1/2"	3/8"	1250.01
Peso total (gr)		5000.33
N° de esferas		12
N° de revoluciones		500
Tiempo de rotación (min)		15
Peso retenido en el tamiz N° 12 (gr)		3893.33

FUENTE: *Elaboración propia*

$$\% \text{ desgaste} = \frac{5000.33 - 3893.33}{5000.33} * 100$$

$$\% \text{ desgaste} = 22.14\%$$

TABLA 5. *Datos del tercer ensayo de la piedra chancada*

ENSAYO DE ABRASIÓN MÁQUINA DE LOS ÁNGELES (ASTM C-131)		
FECHA:15/07/2021		
Pasa el tamiz	Retenido en tamiz	Cantidad de muestra (gr)
1 1/2"	1"	1250.63
1"	3/4"	1250.73
3/4"	1/2"	1250.77
1/2"	3/8"	1250.06
Peso total (gr)		5002.19
Nº de esferas		12
Nº de revoluciones		500
Tiempo de rotación (min)		15
Peso retenido en el tamiz Nº 12 (gr)		3861.58

FUENTE: *Elaboración propia*

$$\% \text{ desgaste} = \frac{5002.19 - 3861.58}{5002.19} * 100$$

$$\% \text{ desgaste} = 22.80\%$$

TABLA 6. *Datos del cuarto ensayo de la piedra chancada*

ENSAYO DE ABRASIÓN MÁQUINA DE LOS ÁNGELES (ASTM C-131)		
FECHA:15/07/2021		
Pasa el tamiz	Retenido en tamiz	Cantidad de muestra (gr)
1 1/2"	1"	1250.75
1"	3/4"	1250.21
3/4"	1/2"	1250.10
1/2"	3/8"	1250.02
Peso total (gr)		5001.08
Nº de esferas		12
Nº de revoluciones		500
Tiempo de rotación (min)		15

Peso retenido en el tamiz N° 12 (gr)	3870
---	-------------

FUENTE: *Elaboración propia*

$$\% \text{ desgaste} = \frac{5001.08 - 3870}{5001.08} * 100$$

$$\% \text{ desgaste} = 22.62\%$$

TABLA 7. *Datos del quinto ensayo de la piedra chancada*

ENSAYO DE ABRASIÓN MÁQUINA DE LOS ÁNGELES (ASTM C-131)		
FECHA:15/07/2021		
Pasa el tamiz	Retenido en tamiz	Cantidad de muestra (gr)
1 1/2"	1"	1249.77
1"	3/4"	1250.20
3/4"	1/2"	1249.67
1/2"	3/8"	1250.01
Peso total (gr)		4999.65
N° de esferas		12
N° de revoluciones		500
Tiempo de rotación (min)		15
Peso retenido en el tamiz N° 12 (gr)		3895

FUENTE: *Elaboración propia*

$$\% \text{ desgaste} = \frac{4999.65 - 3895}{4999.65} * 100$$

$$\% \text{ desgaste} = 22.09\%$$

TABLA 8. *Datos del sexto ensayo de la piedra chancada*

ENSAYO DE ABRASIÓN MÁQUINA DE LOS ÁNGELES (ASTM C-131)		
FECHA:15/07/2021		
Pasa el tamiz	Retenido en tamiz	Cantidad de muestra (gr)
1 1/2"	1"	1249.10
1"	3/4"	1250.75
3/4"	1/2"	1249.95
1/2"	3/8"	1249.98
Peso total (gr)		4999.78
N° de esferas		12

N° de revoluciones	500
Tiempo de rotación (min)	15
Peso retenido en el tamiz N° 12 (gr)	3885

FUENTE: *Elaboración propia*

$$\% \text{ desgaste} = \frac{4999.78 - 3885}{4999.78} * 100$$

$$\% \text{ desgaste} = 22.30\%$$

TABLA 9. *Datos del séptimo ensayo de la piedra chancada*

ENSAYO DE ABRASIÓN MÁQUINA DE LOS ÁNGELES (ASTM C-131)		
FECHA:15/07/2021		
Pasa el tamiz	Retenido en tamiz	Cantidad de muestra (gr)
1 1/2"	1"	1249.05
1"	3/4"	1250.77
3/4"	1/2"	1249.89
1/2"	3/8"	1250.10
Peso total (gr)		4999.81
N° de esferas		12
N° de revoluciones		500
Tiempo de rotación (min)		15
Peso retenido en el tamiz N° 12 (gr)		3920

FUENTE: *Elaboración propia*

$$\% \text{ desgaste} = \frac{4999.81 - 3920}{4999.81} * 100$$

$$\% \text{ desgaste} = 21.60\%$$

TABLA 10. *Datos del octavo ensayo de la piedra chancada*

ENSAYO DE ABRASIÓN MÁQUINA DE LOS ÁNGELES (ASTM C-131)		
FECHA:15/07/2021		
Pasa el tamiz	Retenido en tamiz	Cantidad de muestra (gr)
1 1/2"	1"	1249.86
1"	3/4"	1250.49
3/4"	1/2"	1250.25
1/2"	3/8"	1250.04
Peso total (gr)		5000.64

N° de esferas	12
N° de revoluciones	500
Tiempo de rotación (min)	15
Peso retenido en el tamiz N° 12 (gr)	3850.20

FUENTE: Elaboración propia

$$\% \text{ desgaste} = \frac{5000.64 - 3850.20}{5000.64} * 100$$

$$\% \text{ desgaste} = 23.01\%$$

4.1.2.2. Piedra chancada expuesto a la intemperie (45 días)

TABLA 11. Datos del primer ensayo de la piedra chancada a los 45 días

ENSAYO DE ABRASIÓN MÁQUINA DE LOS ÁNGELES (ASTM C-131)		
FECHA:31/08/2021		
Pasa el tamiz	Retenido en tamiz	Cantidad de muestra (gr)
1 1/2"	1"	1249.47
1"	3/4"	1250.35
3/4"	1/2"	1250.52
1/2"	3/8"	1250.15
Peso total (gr)		5000.49
N° de esferas		12
N° de revoluciones		500
Tiempo de rotación (min)		15
Peso retenido en el tamiz N° 12 (gr)		3860

FUENTE: Elaboración propia

$$\% \text{ desgaste} = \frac{5000.49 - 3860}{5000.49} * 100$$

$$\% \text{ desgaste} = 22.81\%$$

TABLA 12. Datos del segundo ensayo de la piedra chancada a los 45 días

ENSAYO DE ABRASIÓN MÁQUINA DE LOS ÁNGELES (ASTM C-131)		
FECHA:31/08/2021		
Pasa el tamiz	Retenido en tamiz	Cantidad de muestra (gr)
1 1/2"	1"	1250.25
1"	3/4"	1250.49
3/4"	1/2"	1250.40
1/2"	3/8"	1250.18
Peso total (gr)		5001.32
N° de esferas		12
N° de revoluciones		500
Tiempo de rotación (min)		15
Peso retenido en el tamiz N° 12 (gr)		3890.10

FUENTE: *Elaboración propia*

$$\% \text{ desgaste} = \frac{5001.32 - 3890.10}{5001.32} * 100$$

$$\% \text{ desgaste} = 22.22\%$$

TABLA 13. Datos del tercer ensayo de la piedra chancada a los 45 días

ENSAYO DE ABRASIÓN MÁQUINA DE LOS ÁNGELES (ASTM C-131)		
FECHA:31/08/2021		
Pasa el tamiz	Retenido en tamiz	Cantidad de muestra (gr)
1 1/2"	1"	1250.32
1"	3/4"	1249.24
3/4"	1/2"	1250.67
1/2"	3/8"	1249.99
Peso total (gr)		5000.22
N° de esferas		12
N° de revoluciones		500
Tiempo de rotación (min)		15
Peso retenido en el tamiz N° 12 (gr)		3875.16

FUENTE: *Elaboración propia*

$$\% \text{ desgaste} = \frac{5000.22 - 3875.16}{5000.22} * 100$$

% desgaste = 22.50%

TABLA 14. Datos del cuarto ensayo de la piedra chancada a los 45 días

ENSAYO DE ABRASIÓN MÁQUINA DE LOS ÁNGELES (ASTM C-131)		
FECHA:31/08/2021		
Pasa el tamiz	Retenido en tamiz	Cantidad de muestra (gr)
1 1/2"	1"	1250.05
1"	3/4"	1249.22
3/4"	1/2"	1250.88
1/2"	3/8"	1250.45
Peso total (gr)		5000.6
Nº de esferas		12
Nº de revoluciones		500
Tiempo de rotación (min)		15
Peso retenido en el tamiz Nº 12 (gr)		3842.52

FUENTE: Elaboración propia

$$\% \text{ desgaste} = \frac{5000.6 - 3842.52}{5000.6} * 100$$

% desgaste = 23.16%

TABLA 15. Datos del quinto ensayo de la piedra chancada a los 45 días

ENSAYO DE ABRASIÓN MÁQUINA DE LOS ÁNGELES (ASTM C-131)		
FECHA:31/08/2021		
Pasa el tamiz	Retenido en tamiz	Cantidad de muestra (gr)
1 1/2"	1"	1249.40
1"	3/4"	1250.54
3/4"	1/2"	1250.46
1/2"	3/8"	1250.17
Peso total (gr)		5000.57
Nº de esferas		12
Nº de revoluciones		500
Tiempo de rotación (min)		15
Peso retenido en el tamiz Nº 12 (gr)		3845.22

FUENTE: Elaboración propia

$$\% \text{ desgaste} = \frac{5000.57 - 3845.22}{5000.57} * 100$$

$$\% \text{ desgaste} = 23.10\%$$

TABLA 16. Datos del sexto ensayo de la piedra chancada a los 45 días

ENSAYO DE ABRASIÓN MÁQUINA DE LOS ÁNGELES (ASTM C-131)		
FECHA:31/08/2021		
Pasa el tamiz	Retenido en tamiz	Cantidad de muestra (gr)
1 1/2"	1"	1250.81
1"	3/4"	1250.02
3/4"	1/2"	1249.99
1/2"	3/8"	1250.13
Peso total (gr)		5000.95
Nº de esferas		12
Nº de revoluciones		500
Tiempo de rotación (min)		15
Peso retenido en el tamiz Nº 12 (gr)		3877.97

FUENTE: *Elaboración propia*

$$\% \text{ desgaste} = \frac{5000.95 - 3877.97}{5000.95} * 100$$

$$\% \text{ desgaste} = 22.46\%$$

TABLA 17. Datos del séptimo ensayo de la piedra chancada a los 45 días

ENSAYO DE ABRASIÓN MÁQUINA DE LOS ÁNGELES (ASTM C-131)		
FECHA:31/08/2021		
Pasa el tamiz	Retenido en tamiz	Cantidad de muestra (gr)
1 1/2"	1"	1249.58
1"	3/4"	1250.52
3/4"	1/2"	1249.93
1/2"	3/8"	1249.99
Peso total (gr)		5000.02
Nº de esferas		12
Nº de revoluciones		500
Tiempo de rotación (min)		15
Peso retenido en el tamiz Nº 12 (gr)		3891.81

FUENTE: *Elaboración propia*

$$\% \text{ desgaste} = \frac{5000.02 - 3891.81}{5000.02} * 100$$

$$\% \text{ desgaste} = 22.16\%$$

TABLA 18. *Datos del octavo ensayo de la piedra chancada a los 45 días*

ENSAYO DE ABRASIÓN MÁQUINA DE LOS ÁNGELES (ASTM C-131)		
FECHA:31/08/2021		
Pasa el tamiz	Retenido en tamiz	Cantidad de muestra (gr)
1 1/2"	1"	1249.77
1"	3/4"	1250.59
3/4"	1/2"	1249.92
1/2"	3/8"	1250.12
Peso total (gr)		5000.40
Nº de esferas		12
Nº de revoluciones		500
Tiempo de rotación (min)		15
Peso retenido en el tamiz Nº 12 (gr)		3900

FUENTE: *Elaboración propia*

$$\% \text{ desgaste} = \frac{5000.4 - 3900}{5000.4} * 100$$

$$\% \text{ desgaste} = 22.01\%$$

4.1.2.3. Piedra chancada expuesto a la intemperie (03 meses)

TABLA 19. *Datos del primer ensayo de la piedra chancada a los 03 meses*

ENSAYO DE ABRASIÓN MÁQUINA DE LOS ÁNGELES (ASTM C-131)		
FECHA:18/10/2021		
Pasa el tamiz	Retenido en tamiz	Cantidad de muestra (gr)
1 1/2"	1"	1250.42
1"	3/4"	1250.40
3/4"	1/2"	1249.86
1/2"	3/8"	1249.95
Peso total (gr)		5000.63

N° de esferas	12
N° de revoluciones	500
Tiempo de rotación (min)	15
Peso retenido en el tamiz N° 12 (gr)	3853.71

FUENTE: Elaboración propia

$$\% \text{ desgaste} = \frac{5000.63 - 3853.71}{5000.63} * 100$$

$$\% \text{ desgaste} = 22.94\%$$

TABLA 20. Datos del segundo ensayo de la piedra chancada a los 03 meses

ENSAYO DE ABRASIÓN MÁQUINA DE LOS ÁNGELES (ASTM C-131)		
FECHA:18/10/2021		
Pasa el tamiz	Retenido en tamiz	Cantidad de muestra (gr)
1 1/2"	1"	1250.50
1"	3/4"	1249.49
3/4"	1/2"	1250.41
1/2"	3/8"	1250.19
Peso total (gr)		5000.59
N° de esferas		12
N° de revoluciones		500
Tiempo de rotación (min)		15
Peso retenido en el tamiz N° 12 (gr)		3869.94

FUENTE: Elaboración propia

$$\% \text{ desgaste} = \frac{5000.59 - 3869.94}{5000.59} * 100$$

$$\% \text{ desgaste} = 22.61\%$$

TABLA 21. Datos del tercer ensayo de la piedra chancada a los 03 meses

ENSAYO DE ABRASIÓN MÁQUINA DE LOS ÁNGELES (ASTM C-131)		
FECHA:18/10/2021		
Pasa el tamiz	Retenido en tamiz	Cantidad de muestra (gr)
1 1/2"	1"	1249.63
1"	3/4"	1250.28
3/4"	1/2"	1250.53
1/2"	3/8"	1250.20
Peso total (gr)		5000.64
N° de esferas		12
N° de revoluciones		500
Tiempo de rotación (min)		15
Peso retenido en el tamiz N° 12 (gr)		3864.06

FUENTE: *Elaboración propia*

$$\% \text{ desgaste} = \frac{5000.64 - 3864.06}{5000.64} * 100$$

$$\% \text{ desgaste} = 22.73\%$$

TABLA 22. Datos del cuarto ensayo de la piedra chancada a los 03 meses

ENSAYO DE ABRASIÓN MÁQUINA DE LOS ÁNGELES (ASTM C-131)		
FECHA:18/10/2021		
Pasa el tamiz	Retenido en tamiz	Cantidad de muestra (gr)
1 1/2"	1"	1250.69
1"	3/4"	1249.55
3/4"	1/2"	1250.43
1/2"	3/8"	1250.17
Peso total (gr)		5000.84
N° de esferas		12
N° de revoluciones		500
Tiempo de rotación (min)		15
Peso retenido en el tamiz N° 12 (gr)		3891.52

FUENTE: *Elaboración propia*

$$\% \text{ desgaste} = \frac{5000.84 - 3891.52}{5000.84} * 100$$

% desgaste = 22.18%

TABLA 23. Datos del quinto ensayo de la piedra chancada a los 03 meses

ENSAYO DE ABRASIÓN MÁQUINA DE LOS ÁNGELES (ASTM C-131)		
FECHA:18/10/2021		
Pasa el tamiz	Retenido en tamiz	Cantidad de muestra (gr)
1 1/2"	1"	1250.10
1"	3/4"	1250.25
3/4"	1/2"	1250.18
1/2"	3/8"	1250.03
Peso total (gr)		5000.56
N° de esferas		12
N° de revoluciones		500
Tiempo de rotación (min)		15
Peso retenido en el tamiz N° 12 (gr)		3881.44

FUENTE: Elaboración propia

$$\% \text{ desgaste} = \frac{5000.56 - 3881.44}{5000.56} * 100$$

% desgaste = 22.38%

TABLA 24. Datos del sexto ensayo de la piedra chancada a los 03 meses

ENSAYO DE ABRASIÓN MÁQUINA DE LOS ÁNGELES (ASTM C-131)		
FECHA:18/10/2021		
Pasa el tamiz	Retenido en tamiz	Cantidad de muestra (gr)
1 1/2"	1"	1249.44
1"	3/4"	1250.42
3/4"	1/2"	1250.30
1/2"	3/8"	1249.90
Peso total (gr)		5000.06
N° de esferas		12
N° de revoluciones		500
Tiempo de rotación (min)		15
Peso retenido en el tamiz N° 12 (gr)		3885.86

FUENTE: Elaboración propia

$$\% \text{ desgaste} = \frac{5000.06 - 3885.86}{5000.06} * 100$$

$$\% \text{ desgaste} = 22.28\%$$

Tabla 25. Datos del séptimo ensayo de la piedra chancada a los 03 meses

ENSAYO DE ABRASIÓN MÁQUINA DE LOS ÁNGELES (ASTM C-131)		
FECHA:18/10/2021		
Pasa el tamiz	Retenido en tamiz	Cantidad de muestra (gr)
1 1/2"	1"	1249.86
1"	3/4"	1250.50
3/4"	1/2"	1250.13
1/2"	3/8"	1250.12
Peso total (gr)		5000.61
Nº de esferas		12
Nº de revoluciones		500
Tiempo de rotación (min)		15
Peso retenido en el tamiz Nº 12 (gr)		3869.50

FUENTE: *Elaboración propia*

$$\% \text{ desgaste} = \frac{5000.61 - 3869.50}{5000.61} * 100$$

$$\% \text{ desgaste} = 22.62\%$$

TABLA 26. Datos del octavo ensayo de la piedra chancada a los 03 meses

ENSAYO DE ABRASIÓN MÁQUINA DE LOS ÁNGELES (ASTM C-131)		
FECHA:18/10/2021		
Pasa el tamiz	Retenido en tamiz	Cantidad de muestra (gr)
1 1/2"	1"	1249.70
1"	3/4"	1250.19
3/4"	1/2"	1249.98
1/2"	3/8"	1250.03
Peso total (gr)		5000.40
Nº de esferas		12
Nº de revoluciones		500
Tiempo de rotación (min)		15
Peso retenido en el tamiz Nº 12 (gr)		3860.02

FUENTE: *Elaboración propia*

$$\% \text{ desgaste} = \frac{4999.90 - 3860.02}{4999.90} * 100$$

$$\% \text{ desgaste} = 22.80\%$$

4.1.2.4. Piedra chancada expuesto a la intemperie (06 AÑOS)- complejo polideportivo paturpampa

Tabla 27. Datos del primer ensayo de la piedra chancada a los 06 años

ENSAYO DE ABRASIÓN MÁQUINA DE LOS ÁNGELES (ASTM C-131)		
FECHA:10/08/2021		
Pasa el tamiz	Retenido en tamiz	Cantidad de muestra (gr)
1 1/2"	1"	1250.16
1"	3/4"	1249.32
3/4"	1/2"	1250.90
1/2"	3/8"	1249.94
Peso total (gr)		5000.32
Nº de esferas		12
Nº de revoluciones		500
Tiempo de rotación (min)		15
Peso retenido en el tamiz Nº 12 (gr)		3691.68

FUENTE: *Elaboración propia*

$$\% \text{ desgaste} = \frac{5000.32 - 3691.68}{5000.32} * 100$$

$$\% \text{ desgaste} = 26.17\%$$

TABLA 28. Datos del segundo ensayo de la piedra chancada a los 06 años

ENSAYO DE ABRASIÓN MÁQUINA DE LOS ÁNGELES (ASTM C-131)		
FECHA:10/08/2021		
Pasa el tamiz	Retenido en tamiz	Cantidad de muestra (gr)
1 1/2"	1"	1249.39
1"	3/4"	1249.79
3/4"	1/2"	1250.67
1/2"	3/8"	1250.33
Peso total (gr)		5000.18
Nº de esferas		12

N° de revoluciones	500
Tiempo de rotación (min)	15
Peso retenido en el tamiz N° 12 (gr)	3733.58

FUENTE: *Elaboración propia*

$$\% \text{ desgaste} = \frac{5000.18 - 3733.58}{5000.18} * 100$$

$$\% \text{ desgaste} = 25.33\%$$

TABLA 29. Datos del tercer ensayo de la piedra chancada a los 06 años

ENSAYO DE ABRASIÓN MÁQUINA DE LOS ÁNGELES (ASTM C-131)		
FECHA:10/08/2021		
Pasa el tamiz	Retenido en tamiz	Cantidad de muestra (gr)
1 1/2"	1"	1250.92
1"	3/4"	1250.43
3/4"	1/2"	1250.02
1/2"	3/8"	1250.12
Peso total (gr)		5001.49
N° de esferas		12
N° de revoluciones		500
Tiempo de rotación (min)		15
Peso retenido en el tamiz N° 12 (gr)		3714.87

FUENTE: *Elaboración propia*

$$\% \text{ desgaste} = \frac{5001.49 - 3714.87}{5001.49} * 100$$

$$\% \text{ desgaste} = 25.72\%$$

TABLA 30. Datos del cuarto ensayo de la piedra chancada a los 06 años

ENSAYO DE ABRASIÓN MÁQUINA DE LOS ÁNGELES (ASTM C-131)		
FECHA:10/08/2021		
Pasa el tamiz	Retenido en tamiz	Cantidad de muestra (gr)
1 1/2"	1"	1249.80
1"	3/4"	1250.67
3/4"	1/2"	1250.28
1/2"	3/8"	1250.39
Peso total (gr)		5001.14

N° de esferas	12
N° de revoluciones	500
Tiempo de rotación (min)	15
Peso retenido en el tamiz N° 12 (gr)	3804.25

FUENTE: Elaboración propia

$$\% \text{ desgaste} = \frac{5001.14 - 3804.25}{5001.14} * 100$$

$$\% \text{ desgaste} = 23.93\%$$

TABLA 31. Datos del quinto ensayo de la piedra chancada a los 06 años

ENSAYO DE ABRASIÓN MÁQUINA DE LOS ÁNGELES (ASTM C-131)		
FECHA:10/08/2021		
Pasa el tamiz	Retenido en tamiz	Cantidad de muestra (gr)
1 1/2"	1"	1249.96
1"	3/4"	1250.37
3/4"	1/2"	1249.85
1/2"	3/8"	1250.50
Peso total (gr)		5000.68
N° de esferas		12
N° de revoluciones		500
Tiempo de rotación (min)		15
Peso retenido en el tamiz N° 12 (gr)		3733.50

FUENTE: Elaboración propia

$$\% \text{ desgaste} = \frac{5000.68 - 3733.50}{5000.68} * 100$$

$$\% \text{ desgaste} = 25.34\%$$

TABLA 32. Datos del sexto ensayo de la piedra chancada a los 06 años

ENSAYO DE ABRASIÓN MÁQUINA DE LOS ÁNGELES (ASTM C-131)		
FECHA:10/08/2021		
Pasa el tamiz	Retenido en tamiz	Cantidad de muestra (gr)
1 1/2"	1"	1249.82
1"	3/4"	1250.66
3/4"	1/2"	1249.92

1/2"	3/8"	1250.02
Peso total (gr)		5000.42
N° de esferas		12
N° de revoluciones		500
Tiempo de rotación (min)		15
Peso retenido en el tamiz N° 12 (gr)		3743.90

FUENTE: Elaboración propia

$$\% \text{ desgaste} = \frac{5000.42 - 3743.90}{5000.42} * 100$$

$$\% \text{ desgaste} = 25.13\%$$

TABLA 33. Datos del séptimo ensayo de la piedra chancada a los 06 años

ENSAYO DE ABRASIÓN MÁQUINA DE LOS ÁNGELES (ASTM C-131)		
FECHA:10/08/2021		
Pasa el tamiz	Retenido en tamiz	Cantidad de muestra (gr)
1 1/2"	1"	1249.26
1"	3/4"	1249.57
3/4"	1/2"	1250.29
1/2"	3/8"	1249.93
Peso total (gr)		4999.05
N° de esferas		12
N° de revoluciones		500
Tiempo de rotación (min)		15
Peso retenido en el tamiz N° 12 (gr)		3753.40

FUENTE: Elaboración propia

$$\% \text{ desgaste} = \frac{4999.05 - 3753.40}{4999.05} * 100$$

$$\% \text{ desgaste} = 24.92\%$$

TABLA 34. Datos del octavo ensayo de la piedra chancada a los 06 años

ENSAYO DE ABRASIÓN MÁQUINA DE LOS ÁNGELES (ASTM C-131)		
FECHA:10/08/2021		
Pasa el tamiz	Retenido en tamiz	Cantidad de muestra (gr)
1 1/2"	1"	1250.05
1"	3/4"	1250.55
3/4"	1/2"	1250.76
1/2"	3/8"	1250.70
Peso total (gr)		5002.06
N° de esferas		12
N° de revoluciones		500
Tiempo de rotación (min)		15
Peso retenido en el tamiz N° 12 (gr)		3751.80

FUENTE: *Elaboración propia*

$$\% \text{ desgaste} = \frac{5002.06 - 3751.80}{5002.06} * 100$$

$$\% \text{ desgaste} = 24.99\%$$

TABLA 35. Resultados del ensayo de abrasión del hormigón cantera Callqui Chico

ENSAYO DE ABRASIÓN MÁQUINA DE LOS ÁNGELES (ASTM C-131)		
FECHA:10/08/2021		
Pasa el tamiz	Retenido en tamiz	Cantidad de muestra (gr)
1 1/2"	1"	1250.05
1"	3/4"	1250.10
3/4"	1/2"	1249.90
1/2"	3/8"	1250.00
Peso total (gr)		5000.05
Peso retenido en el tamiz N° 12 (gr)		3885.05
Abrasión		22%

Fuente: *Infante y Quispe (2018), en su tesis "Influencia de las propiedades del hormigón del cauce río Ichu en la resistencia a compresión del concreto"*

TABLA 36. Propiedades de los agregados (Cantera de la cuenca río Ichu)

	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
PERFIL	ARENA GRUESA	PIEDRA CHANCADA
Peso específico de masa	2.59 gr/cm ³	2.54 gr/cm ³
Peso específico SSS	2.64 gr/cm ³	2.60 kg/cm ³
Peso específico aparente	2.73 gr/cm ³	2.70 kg/cm ³
absorción	1.92%	2.26%
Peso unitario suelto	1316.67 kg/m ³	1347.88 kg/m ³
Peso unitario compactado	1463.88 kg/m ³	1454.46 kg/m ³
Contenido de humedad	11.62%	2.91%
Módulo de fineza	3.04	-
Tamaño máximo nominal	Tamiz n° 04	1"
Desgaste de abrasión de los ángeles	-	22.81

Fuente: Belito y Paucar (2018), en su tesis “Influencia de agregados de diferentes procedencias y diseño de mezcla sobre la resistencia del concreto”

4.1.3. Datos climatológicos (SENAHMI)

TABLA 37. Datos estación meteorológica – Huancavelica 15/07 al 31/08

RESUMEN CLIMATOLÓGICO 15 JULIO A 31 AGOSTO 2021						
NOMBRE:	IRC Huancavelica			CIUDAD:	ESTADO:	
ELEVACION:	3685 m					
LATITUD:	12° 47' 12" S					
LONGITUD:	74° 58' 31" W					
TEMPERATURA (° C)		LLUVIA (mm)		VELOCIDAD DEL VIENTO (km / h)		
DÍA	TEMPERATURA MEDIA	ALTO	TIEMPO	BAJO	TIEMPO	DÍAS DE GRADO DE CALOR
15-jul	10.6	20.2	3:00p	2.4	8:00a	7.9
16-jul	9.9	18.7	4:00p	1.7	8:00a	8.4
17-jul	10.2	19.2	2:00p	2.2	7:00a	8.2
18-jul	9.3	15.8	1:00p	1.9	8:00a	9.1
19-jul	9.7	18.3	3:00p	5.2	7:00a	8.6
20-jul	8.1	16.2	2:00p	1.8	7:00a	10.2
21-jul	8.7	17.2	5:00p	1.7	7:00a	9.7
22-jul	8.6	18.3	3:00p	0.6	8:00a	9.8
23-jul	9.4	19.4	4:00p	1.1	8:00a	9.0
24-jul	9.8	18.9	5:00p	1.8	8:00a	8.6
25-jul	10.1	20.0	4:00p	1.9	7:00a	8.3
26-jul	9.9	19.7	3:00p	1.7	7:00a	8.4
27-jul	10.3	20.6	4:00p	1.9	7:00a	8.2
28-jul	11.5	19.1	5:00p	7.5	7:00a	6.8
29-jul	11.4	20.1	4:00p	4.1	8:00a	6.9
30-jul	11.1	19.8	4:00p	4.3	7:00a	7.3
31-jul	10.9	18.8	4:00p	4.6	7:00a	7.4
01-ago	10.2	17.4	3:00p	5.0	7:00a	8.1
02-ago	9.6	17.4	3:00p	5.1	3:00a	8.7
03-ago	8.9	17.1	2:00p	4.2	6:00p	9.4
04-ago	8.9	16.9	3:00p	2.5	8:00a	9.4
05-ago	9.1	18.2	3:00p	0.6	7:00a	9.2
06-ago	10.2	18.8	3:00p	1.2	7:00a	8.2
07-ago	10.5	20.3	4:00p	1.7	7:00a	7.9
08-ago	10.7	21.2	5:00p	1.8	7:00a	7.9
09-ago	10.6	19.9	4:00p	1.8	7:00a	7.9
10-ago	9.6	19.3	4:00p	0.7	7:00a	8.8
11-ago	10.9	18.3	3:00p	4.1	6:00a	7.4
12-ago	11.2	19.8	3:00p	3.9	6:00a	7.2
13-ago	10.8	19.9	3:00p	3.6	7:00a	7.6
14-ago	10.4	19.1	2:00p	4.5	6:00a	7.9
15-ago	9.2	17.9	3:00p	5.2	12:00m	9.2
16-ago	10.2	18.9	4:00p	1.8	7:00a	8.1
17-ago	10.2	18.7	3:00p	3.0	7:00a	8.1
18-ago	9.5	17.2	3:00p	1.8	7:00a	8.8
19-ago	9.7	20.4	3:00p	1.9	7:00a	8.7
20-ago	10.9	20.1	3:00p	1.8	5:00a	7.6
21-ago	9.5	17.6	2:00p	2.8	7:00a	8.8
22-ago	10.2	19.3	4:00p	2.5	7:00a	8.2
23-ago	11.7	19.7	2:00p	4.7	7:00a	6.8
24-ago	11.6	18.7	5:00p	4.7	7:00a	6.7
25-ago	11.9	22.9	5:00p	1.7	7:00a	7.0
26-ago	11.6	20.3	4:00p	4.8	7:00a	6.9
27-ago	11.2	19.0	2:00p	5.6	5:00a	7.1
28-ago	11.4	20.6	3:00p	3.4	7:00a	7.1
29-ago	8.7	15.9	5:00p	3.3	7:00a	9.6
30-ago	9.9	18.3	4:00p	2.5	6:00a	8.4
31-ago	10.6	17.8	3:00p	3.8	7:00a	7.8
	9.6	20.6	27	-0.9	2	272.5
PROMEDIO	28.8	53.4	0.0	8.4	0.0	23.1
Max	>=	32.0:	0			
Max	<-	0.0:	0			
Min	<=	0.0:	2			
Min	<=	18.0:	0			
LLUVIA MAX	6.6	SOBRE	15/08/2021			
DÍAS DE LLUVIA		3	(> .2mm)	1	(> 2mm)	0
base de calor		18.3		base fresca	18.3	método. inte

Fuente: Estacion meteorologica Yananaco - Huancavelica

TABLA 38. Datos estación meteorológica – Huancavelica 01/09 al 17/10

RESUMEN CLIMATOLÓGICO DE 01 SETIEMBRE AL 17 DE OCTUBRE 2021								
NOMBRE:	IRC Huancavelica		CIUDAD:		ESTADO:			
ELEVACION:	3685 m							
LATITUD:	12° 47' 12" S							
LONGITUD:	74° 58' 31" W							
TEMPERATURA (° C)		LLUVIA (mm)		VELOCIDAD DEL VIENTO (km / h)				
DÍA	TEMPERATURA MEDIA	ALTO	TIEMPO	BAJO	TIEMPO	DÍAS DE GRADO DE CALOR	DÍAS FRÍOS	lluvia
01/09/2021	10.7	19.4	3:00p	2.1	7:00a	7.7	0.1	0
02/09/2021	10.9	19.8	4:00p	2.2	7:00a	7.5	0.1	0
03/09/2021	11.6	21.6	3:00p	3.7	7:00a	7.2	0.4	0
04/09/2021	12.5	20.7	4:00p	4.2	7:00a	6.2	0.3	0
05/09/2021	10.1	16.9	2:00p	5.9	12:00m	8.3	0	1.8
06/09/2021	7.9	13.6	5:00p	4.6	5:00a	10.4	0	0.8
07/09/2021	9.3	16.5	1:00p	4.1	7:00a	9	0	0.6
08/09/2021	9.4	19.2	3:00p	2	7:00a	8.9	0	3.4
09/09/2021	9.4	17.1	2:00p	5.2	3:00a	8.9	0	1.2
10/09/2021	9.4	19.4	3:00p	1.9	7:00a	8.9	0.1	12.8
11/09/2021	8.4	15.2	2:00p	4.8	12:00m	9.9	0	0.6
12/09/2021	10.6	17.4	6:00p	4.7	6:00a	7.8	0	0
13/09/2021	12.4	20.7	3:00p	5.9	7:00a	6.1	0.2	0
14/09/2021	13.2	21.7	5:00p	5.5	7:00a	5.5	8.3	0.8
15/09/2021	10.6	14.3	8:00p	8.1	7:00a	7.7	0.0	0.2
16/09/2021	11.1	15.7	1:00p	5.9	7:00a	7.2	0.0	0.0
17/09/2021	11.3	17.9	4:00p	6.5	12:00m	7.1	0.0	0.0
18/09/2021	9.8	17.8	2:00p	2.8	7:00a	8.5	0.0	1.0
19/09/2021	11.8	17.6	4:00p	5.2	2:00a	3.5	0.0	0.0
20/09/2021	11.2	16.3	5:00p	7.6	6:00a	7.2	0.0	0.0
21/09/2021	11.6	17.2	3:00p	7.0	6:00a	6.8	0.0	0.0
22/09/2021	9.8	18.3	2:00p	6.4	12:00m	8.6	0.0	4.4
23/09/2021	8.3	12.0	5:00p	5.8	4:00a	10.1	0.0	1.4
24/09/2021	10.3	15.6	12:00p	5.9	6:00a	8.0	0.0	0.0
25/09/2021	11.6	17.6	4:00p	6.4	7:00a	6.8	0.0	0.0
26/09/2021	11.3	19.4	3:00p	3.5	7:00a	7.8	0.0	0.0
27/09/2021	11.0	18.0	12:00p	4.6	7:00a	7.3	0.0	0.0
28/09/2021	12.2	21.3	3:00p	3.1	6:00a	6.5	0.3	0.4
29/09/2021	9.7	17.2	3:00p	4.8	5:00a	8.7	0.0	1.0
30/09/2021	10.8	17.6	4:00p	3.6	7:00a	7.5	0.0	0.0
01/10/2021	11.1	20.6	3:00p	4.3	7:00a	7.3	0.1	0.4
02/10/2021	12.4	20.9	3:00p	4.1	7:00a	6.1	0.2	0.2
03/10/2021	12.1	19.6	3:00p	8.3	6:00a	6.3	0.0	0.0
04/10/2021	12.6	19.8	5:00p	5.1	7:00a	5.8	0.1	0.0
05/10/2021	8.4	15.4	2:00p	5.6	8:00a	9.9	0.0	9.8
06/10/2021	8.4	14.0	12:00p	5.9	2:00a	9.9	0.0	3.0
07/10/2021	9.7	17.5	4:00p	6.3	4:00a	8.6	0.0	2.2
08/10/2021	11.4	17.7	3:00p	6.6	1:00a	6.9	0.0	0.2
09/10/2021	12.3	17.0	4:00p	9.2	7:00a	6.0	0.0	0.2
10/10/2021	13.2	19.5	2:00p	7.2	5:00a	5.2	0.0	0.2
11/10/2021	11.3	17.1	11:00a	5.7	7:00a	7.0	0.0	0.6
12/10/2021	13.6	23.2	5:00p	5.8	7:00a	5.5	0.7	5.8
13/10/2021	12.7	22.7	2:00p	5.6	6:00a	6.2	0.5	0.0
14/10/2021	13.2	23.7	2:00p	5.1	6:00a	5.8	0.7	0.0
15/10/2021	11.9	22.3	2:00p	5.7	5:00a	6.9	0.6	0.2
16/10/2021	12.4	22.4	3:00p	6.4	1:00a	6.3	0.4	0.0
17/10/2021	12.2	21.2	2:00p	5.4	7:00a	6.4	0.2	0.0
PROMEDIO	11.0	18.5		5.2		7.4	0.3	1.2
Max	>=	32.0:	0					
Max	<=	0.0:	0					
Min	<=	0.0:	2					
Min	<=	18.0:	0					
LLUVIA MAX	12.8	SOBRE 19/09/2021						
DÍAS DE LLUVIA	13	(> .2mm)		5	(> 2mm)	0	(> 20mm)	
base de calor		18.3		base fresca	18.3	método. integración		

Fuente: Estacion meteorologica Yananaco - Huancavelica

4.2. Discusión

4.2.1. Análisis de datos

El presente trabajo de investigación determina los resultados de la resistencia a la abrasión de la piedra chancada, esto luego de haber estado expuesto a la intemperie en un periodo de tres meses.

TABLA 39. Resumen de resistencia a la abrasión antes de exponer a la intemperie
Fecha:15/07/2021

Nº PRUEBA	ELEMENTO	CALICATA	INFLUENCIA DE LA INTEMPERIE	% DESGASTE
1	PIEDRA CHANCADA	M-1	SIN INFLUENCIA	21.98%
2		M-2	SIN INFLUENCIA	22.14%
3		M-3	SIN INFLUENCIA	22.80%
4		M-4	SIN INFLUENCIA	22.62%
5		M-5	SIN INFLUENCIA	22.09%
6		M-6	SIN INFLUENCIA	22.30%
7		M-7	SIN INFLUENCIA	21.60%
8		M-8	SIN INFLUENCIA	22.41%
			Res. Promedio	22.32%

FUENTE: Elaboración propia.

TABLA 40. Resumen de resistencia a la abrasión expuesto a la intemperie (45días)
Fecha:31/08/2021

N° PRUEBA	ELEMENTO	CALICATA	INFLUENCIA DE LA INTEMPERIE	% DESGASTE
1	PIEDRA CHANCADA	M-1	45 DIAS	22.81%
2		M-2	45 DIAS	22.22%
3		M-3	45 DIAS	22.50%
4		M-4	45 DIAS	23.16%
5		M-5	45 DIAS	23.10%
6		M-6	45 DIAS	22.46%
7		M-7	45 DIAS	22.16%
8		M-8	45 DIAS	22.01%
			Res. Promedio	22.55%

FUENTE: Elaboración propia.

TABLA 41. Resumen de resistencia a la abrasión expuesto a la intemperie (03 meses)
Fecha:18/10/2021

N° PRUEBA	ELEMENTO	CALICATA	INFLUENCIA DE LA INTEMPERIE	% DESGASTE
1	PIEDRA CHANCADA	M-1	03 MESES	22.94%
2		M-2	03 MESES	22.61%
3		M-3	03 MESES	22.73%
4		M-4	03 MESES	22.18%
5		M-5	03 MESES	22.38%
6		M-6	03 MESES	22.28%
7		M-7	03 MESES	22.62%
8		M-8	03 MESES	22.80%
			Res. Promedio	22.57%

FUENTE: Elaboración propia.

TABLA 42. Resumen de resistencia a la abrasión expuesto a la intemperie (06 años)
Fecha:10/08/2021

Nº PRUEBA	ELEMENTO	CALICATA	INFLUENCIA DE LA INTEMPERIE	% DESGASTE
1	PIEDRA CHANCADA	M-1	06 AÑOS	26.17%
2		M-2	06 AÑOS	25.33%
3		M-3	06 AÑOS	25.72%
4		M-4	06 AÑOS	23.93%
5		M-5	06 AÑOS	25.34%
6		M-6	06 AÑOS	25.13%
7		M-7	06 AÑOS	24.92%
8		M-8	06 AÑOS	24.99%
			Res. Promedio	25.19%

FUENTE: Elaboración propia.

4.3. Prueba de hipótesis

Para la prueba de hipótesis se procedió a realizar con el programa estadístico SAS studio con una estadística inferencial y de particular la ANOVA de un factor (análisis de varianza) con DCA (Diseño Completamente Aleatorio) con la prueba “F” de Fisher para medir la homogeneidad de los grupos con las fases que implica su proceso, y la prueba estadística de Tukey, por ser variables cualitativas de intervalo, cuya significancia es de 5% (95% de nivel de confianza).

Se trabajo con dos variables que fueron:

- **piedra chancada expuesta a la intemperie** (tiempo, calor)
- **resistencia a la abrasión** (resistencia al desgaste)

4.3.1 Hipótesis específica

4.3.1.1 Prueba de hipótesis para, el tiempo influye significativamente en la resistencia de la abrasión de la piedra chancada expuesta a la intemperie (en un tiempo de 03 meses).

- Datos del porcentaje de desgaste de la piedra chancada:

TABLA 43. Resumen de resistencia a la abrasión expuesto a la intemperie

		Tiempo expuesto a la intemperie		
		Sin exponer	45 días	03 meses
Repeticiones	1	21.98%	22.81%	22.94%
	2	22.14%	22.22%	22.61%
	3	22.80%	22.50%	22.73%
	4	22.62%	23.16%	22.18%
	5	22.09%	23.10%	22.38%
	6	22.30%	22.46%	22.28%
	7	21.60%	22.16%	22.62%
	8	22.41%	22.01%	22.80%

FUENTE: Elaboración propia

La tabla nos muestra los resultados obtenidos de la resistencia a la abrasión expuesto a la intemperie en determinados tiempos para poder realizar el análisis estadístico.

Mediante el paquete estadístico SAS STUDIO, se procesó a realizar una comparación de los tres tiempos con diferentes resistencias con el tipo de ensayo de resistencia de la piedra chancada donde la figura que se muestra a continuación detalla el diagrama de cajas de los tres tipos de ensayo, donde se identifica la media y la desviación estándar de las cuatro resistencias.

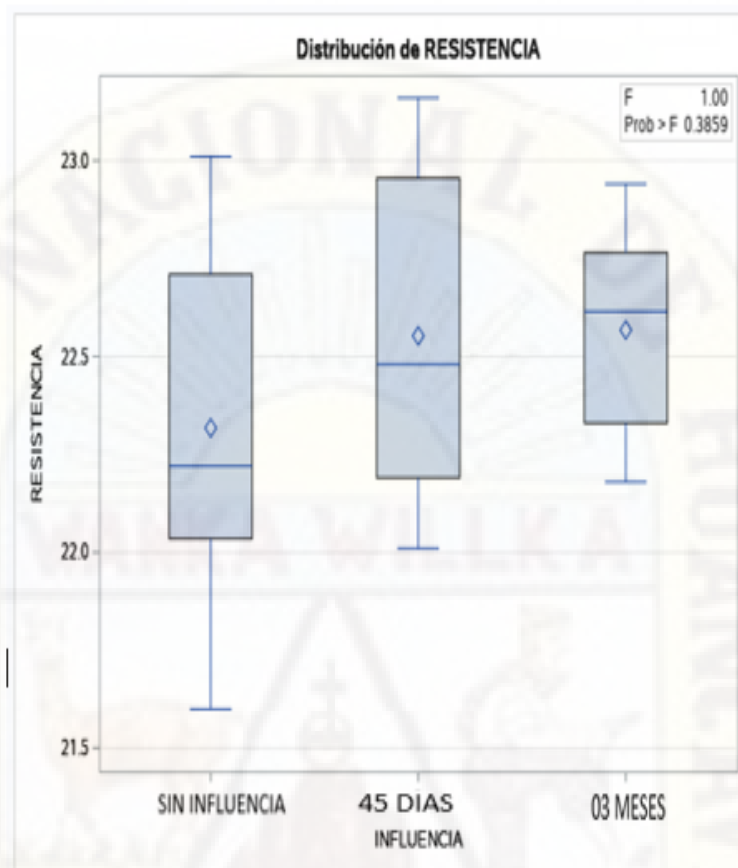


FIGURA 12. Diagrama de cajas obtenida del ensayo de resistencia de la piedra chancada en los 03 meses expuesto a la intemperie, para obtener la resistencia del desgaste – Base de datos SAS STUDIO.

NIVEL DE INFLUENCIA	N	RESISTENCIA	
		Media	Desviación. Estándar
SIN INFLUENCIA	8	22.32	0.004653954
INFLUENCIA 45 DIAS	8	22.55	0.004318316
INFLUENCIA 03 MESES	8	22.57	0.002650472

FIGURA 13. Cuadro estadístico donde se verifica la media y desviación estándar de los 03 niveles de ensayo – Base de datos SAS STUDIO.

Interpretación

Podemos observar que la media obtenida para el ensayo de resistencia a la abrasión de la piedra chancada sin influencia es de 22.32%, la piedra chancada

expuesto a la intemperie en un tiempo de 45 días es de 22.55%, la piedra chancada expuesto a la intemperie en un tiempo de 03 meses es de 22.57% Por ende, se procede realizar una prueba de hipótesis que confirme el nivel de significancia de dichos ensayos.

- **Prueba de hipótesis**

Hipótesis nula (H₀).

El tiempo no influye significativamente en la resistencia de la abrasión de la piedra chancada expuesta a la intemperie.

Hipótesis alterna (H₁).

El tiempo influye significativamente en la resistencia de la abrasión de la piedra chancada expuesta a la intemperie.

Características estadísticas:

Nivel de significancia

Alfa (α) = 0,05 o 5%. Es la probabilidad de cometer un error.

Nivel de confianza

1- α = 0,95 o 95%. Probabilidad de que la estimación de un parámetro en una muestra sea el valor real en la población

Procedimiento ANOVA		
Información del nivel de clase		
clase	Niveles	Valores
INFLUENCIA	3	SIN INFLUENCIA
		45 DÍAS
		03 MESES

N° observaciones leídas	24
Numero de observaciones usadas	24

PROCEDIMIENTO ANOVA

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Modelo	2	0.31453333	0.15726667	1.0	0.3859
Error	21	3.31325000	0.15777381		
Total, corregido	23	3.62778333			

R - cuadrado	Var Coef.	Raíz MSE	Media de RESISTENCIA
---------------------	-----------	----------	-------------------------

	0.086701	1.767003	0.397208	22.47917	
Variable dependiente: RESISTENCIA					
Origen	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
INFLUENCIA	2	0.31453333	0.15726667	1.00	0.3859

FIGURA 14. Cuadro estadístico inferencial y de particular ANOVA de un factor de significancia 5% – Base de datos SAS STUDIO.

Interpretación:

El número de grados de libertad es 23, demuestra que la cantidad de muestras realizados son suficientes para verificar la significancia del ensayo de resistencia a la abrasión de la piedra chancada.

Se aprecia que el nivel de significancia es de 0.3859, el cual es mayor a 0.05 (5%), respaldando de esta manera a la hipótesis nula “El tiempo no influye significativamente en la resistencia de la abrasión de la piedra chancada expuesta a la intemperie.”

Con los datos obtenido en la siguiente figura se procedió a verificar: la diferencia de medias ($\Delta=0.5006$).

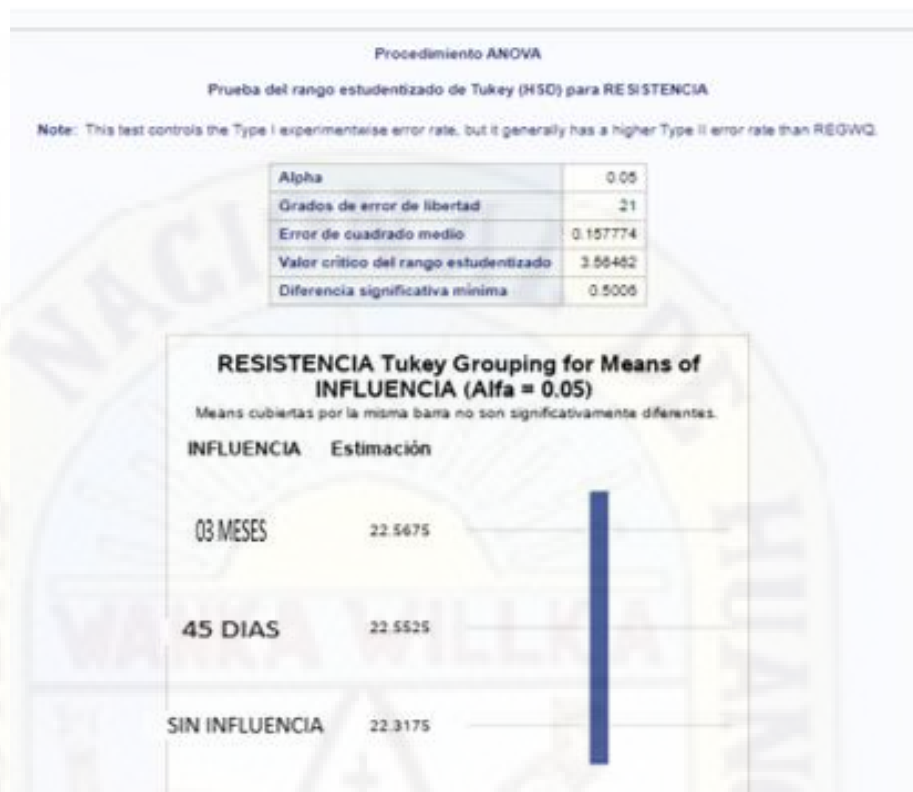


FIGURA 15. Se muestran las medias de ensayo resistencia de la abrasión sin influencia, 45 días expuesto a la intemperie, 03 meses – Base de datos SAS STUDIO.

Interpretación:

Al ser analizado la prueba de tukey (HSD), la resistencia a la abrasión de la piedra chancada (sin influencia, 45 días expuesto a la intemperie, 03 meses obtuvo un nivel de significancia de 0.3859, en la cual es mayor de 0.05, indicando que no hay diferencia significativa.

4.3.1.2 Prueba de hipótesis para, el tiempo influye significativamente en la resistencia de la abrasión de la piedra chancada expuesta a la intemperie (tiempo 06 años).

Datos:

TABLA 44. Resumen de resistencia a la abrasión expuesto a la intemperie

		Tiempo expuesto a la intemperie			
		Sin exponer	45 días	03 meses	06 años
Repeticiones	1	21.98%	22.81%	22.94%	26.17%
	2	22.14%	22.22%	22.61%	25.33%
	3	22.80%	22.50%	22.73%	25.72%
	4	22.62%	23.16%	22.18%	23.93%
	5	22.09%	23.10%	22.38%	25.34%
	6	22.30%	22.46%	22.28%	25.13%
	7	21.60%	22.16%	22.62%	24.92%
	8	22.41%	22.01%	22.80%	24.99%

FUENTE: Elaboración propia

La tabla nos muestra los resultados obtenidos de la resistencia a la abrasión expuesto a la intemperie en determinados tiempos para poder realizar el análisis estadístico.

Mediante el paquete estadístico SAS STUDIO, se procesó a realizar una comparación de los cuatro tiempos con diferentes resistencias con el tipo de ensayo de resistencia de la piedra chancada, donde en la figura a continuación se muestra el diagrama de cajas de los cuatro tipos de ensayo, donde se identifica la media y la desviación estándar de las cuatro resistencias.

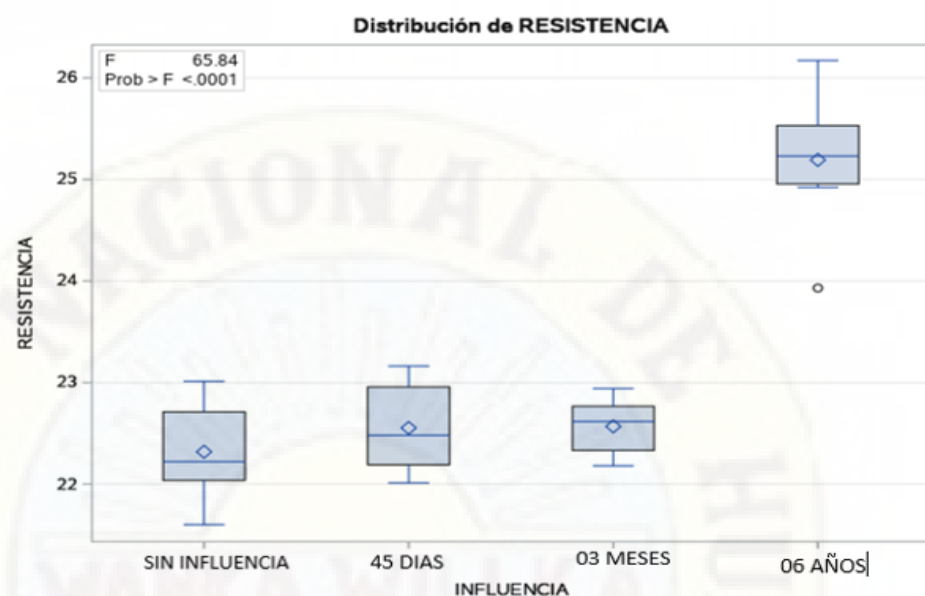


FIGURA 16. Diagrama de cajas obtenida del ensayo de resistencia de la piedra chancada en diferentes tiempos expuesto a la intemperie, para obtener la resistencia del desgaste – Base de datos SAS STUDIO.

NIVEL DE INFLUENCIA	N	RESISTENCIA	
		Media	Desv. Estándar
SIN INFLUENCIA	8	22.32	0.004653954
INFLUENCIA 45 DÍAS	8	22.55	0.004318316
INFLUENCIA 03 MESES	8	22.57	0.002650472
INFLUENCIA 06 AÑOS	8	25.19	0.00653287

FIGURA 17. Cuadro estadístico donde se verifica la media y desviación estándar de cada nivel de ensayo – Base de datos SAS STUDIO.

Interpretación

Podemos observar que la media obtenida para el ensayo de resistencia a la abrasión de la piedra chancada sin influencia es de 22.32%, la piedra chancada expuesto a la intemperie en un tiempo de 45 días es de 22.55%, la piedra chancada expuesto a la intemperie en un tiempo de 03 meses es de 22.57% y el ensayo de desgaste de la piedra chancada expuesto a la intemperie en un tiempo de 06 años es de 25.19%. Por ende, se procede realizar una prueba de hipótesis que confirme el nivel de significancia de dichos ensayos.

- **Prueba de hipótesis**

Hipótesis nula (H₀).

El tiempo no influye significativamente en la resistencia de la abrasión de la piedra chancada expuesta a la intemperie.

Hipótesis alterna (H₁).

El tiempo influye significativamente en la resistencia de la abrasión de la piedra chancada expuesta a la intemperie.

Características estadísticas:

Nivel de significancia:

Alfa (α) = 0,05 o 5%. Es la probabilidad de cometer un error.

Nivel de confianza:

1- α = 0,95 o 95%. Probabilidad de que la estimación de un parámetro en una muestra sea el valor real en la población.

Procedimiento ANOVA		
Información del nivel de clase		
clase	Niveles	Valores
INFLUENCIA	4	SIN INFLUENCIA
		45 DÍAS
		03 MESES
		06 AÑOS

N.º observaciones leídas	32
Número de observaciones usadas	32

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: RESISTENCIA

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Modelo	3	44.44690938	14.81563846	65.84	<.0001
Error	28	6.30073750	0.22502634		
Total corregido	31	50.74764688			

R-cuadrado	Var Coef.	Raíz MSE	Media de RESISTENCIA
0.875842	2.048476	0.474389	23.15719

Origen	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
INFLUENCIA	3	44.44690938	14.81563846	65.84	<.0001

FIGURA 18. Cuadro estadístico inferencial de ANOVA de un factor de significancia 5% – Base de datos SAS STUDIO.

Interpretación:

El número de grados de libertad es 31, demuestra que la cantidad de muestras realizados son suficientes para verificar la significancia del ensayo de resistencia a la abrasión de la piedra chancada.

Se aprecia que el nivel de significancia es de <.0001, el cual es menor a 0.05 (5%), respaldando de esta manera a la hipótesis alterna “El tiempo influye significativamente en la resistencia de la abrasión de la piedra chancada expuesta a la intemperie.”

Existe un buen ajuste ya que $R^2=0.875842$ es próximo a 1.

Con los datos obtenidos en la siguiente figura se procedió a verificar: la diferencia de medias supera la diferencia significativa mínima ($\Delta=0.6476$) por lo tanto, es significativo.



FIGURA 19. Se muestran las medias de ensayo resistencia de la abrasión sin influencia, 45 días expuesto a la intemperie, 03 meses y 06 años – Base de datos SAS STUDIO.

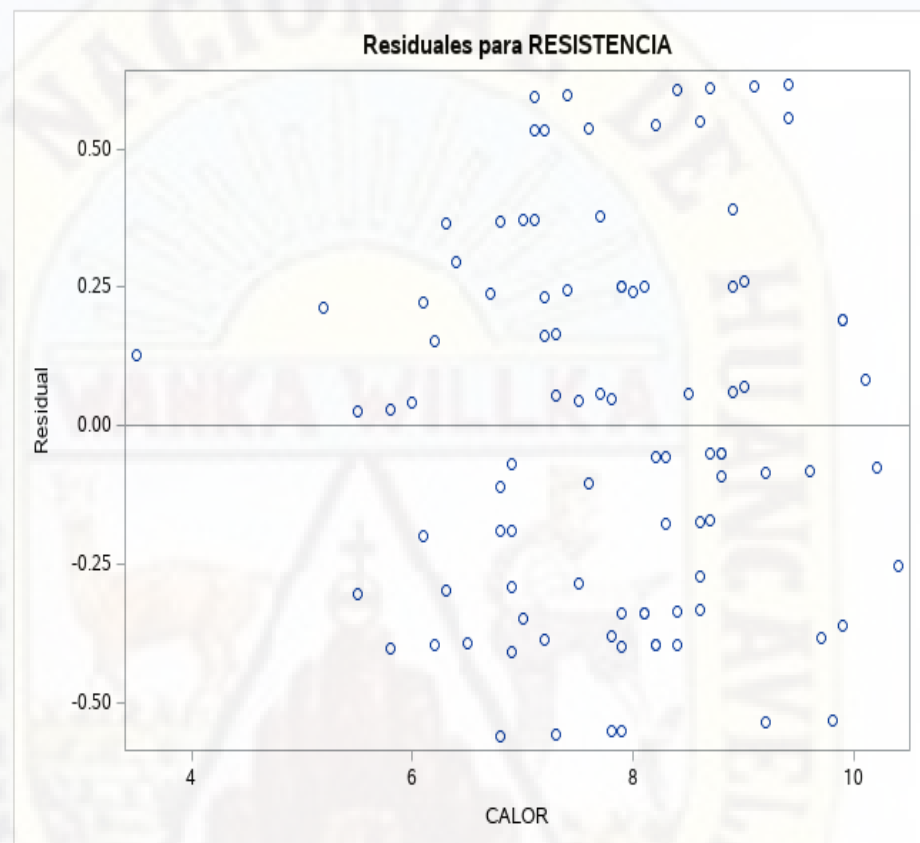
Interpretación:

- Al ser analizado la prueba de tukey (HSD), la resistencia a la abrasión de la piedra chancada (sin influencia, 45 días expuesto a la intemperie, 03 meses y 06 años se obtuvo un nivel de significancia de $<.0001$, en la cual es menor de 0.05, indicando una diferencia significativa.
- La prueba de tukey (HSD), nos muestra que, sin influencia, 45 días, 03 meses expuesto a la intemperie la resistencia a la abrasión de la piedra chancada no va ver significancia en el resultado, pero a los 06 años expuesto a la intemperie si se ve un nivel de significancia con respecto a los otros.

4.3.1.3.1 Prueba de hipótesis para, el calor influye significativamente en la resistencia de la abrasión de la piedra chancada expuesta a la intemperie.

Mediante el paquete estadístico SAS STUDIO, se procesó a realizar una comparación del grado del calor con los resultados de la resistencia a la abrasión de la piedra chancada expuesta a la intemperie con diferentes registros

de sol con el tipo de ensayo de resistencia de la piedra chancada, donde en la figura a continuación se muestra el diagrama de cajas donde se identifica la media y la desviación estándar de las cuatro resistencias.



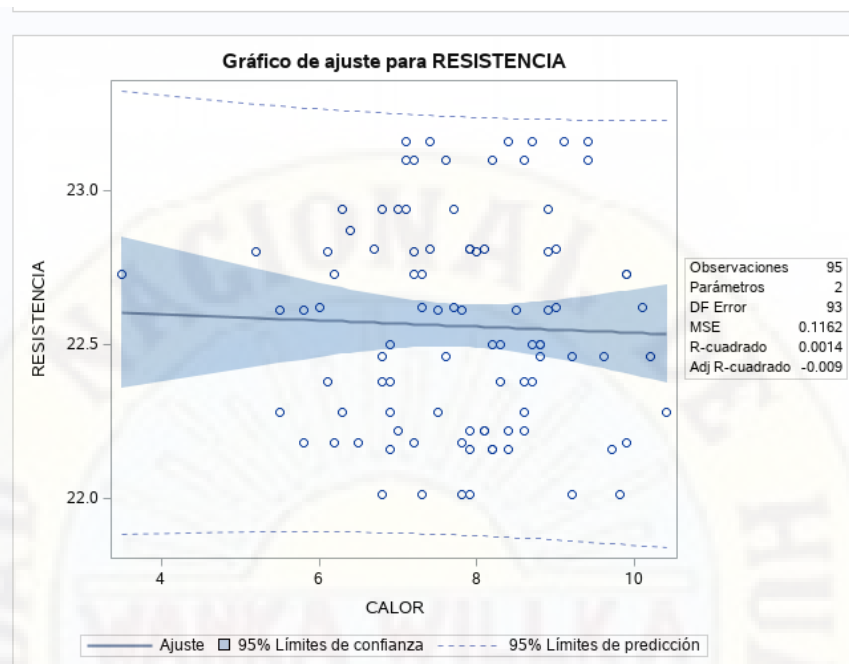


FIGURA 20. Gráfico de ajuste de resistencia vs calor – Base de datos SAS STUDIO.

- **Prueba de hipótesis**

Hipótesis nula (H_0)

- El calor no influye significativamente en la resistencia de la abrasión de la piedra chancada expuesta a la intemperie.

Hipótesis alterna (H_1)

- El calor influye significativamente en la resistencia de la abrasión de la piedra chancada expuesta a la intemperie.

Características estadísticas:

Nivel de significancia

Alfa (α) = 0,05 o 5%. Es la probabilidad de cometer un error.

Nivel de confianza

$1-\alpha = 0,95$ o 95%. Probabilidad de que la estimación de un parámetro en una muestra sea el valor real en la población



FIGURA 21. Cuadro estadístico inferencial y de particular ANOVA de un factor de significancia 5% – Base de datos SAS STUDIO.

Interpretación

- El número de grados de libertad es 94, demuestra que la cantidad de muestras realizados son suficientes para verificar la significancia del ensayo de resistencia a la abrasión de la piedra chancada.

- Se aprecia que el nivel de significancia es de 0.7169, el cual es mayor a 0.05 (5%), respaldando de esta manera a la hipótesis nula “El calor no influye significativamente en la resistencia de la abrasión de la piedra chancada expuesta a la intemperie.”

PROYECCION DE LA PIEDRA CHANCADA EXPUESTO A LA INTEMPERIE A 06,18 Y 28 AÑOS

Datos de la piedra chancada expuesto a la intemperie:

Sin influencia (0 días) = 22.32 %

45 días = 22.55 %

03 meses = 22.57 %

06 años = 25.19 %

Los ensayos se realizarán cada 45 días $r = 45$

En 01 año se harían 08 ensayos

En 06 años serian 48 ensayos

Para la proyección a los 06 años de exposición a la intemperie se usó la siguiente formula:

$$An = A1 + (n - 1)d$$

Donde:

An: termino general

A1: primer termino

d: diferencia

$$A48 = 22.57 + (48 - 1) * 0.0558$$

$$A48 = 22.57 + (47 * 0.0558)$$

$$A48 = 22.57 + 2.6226$$

$$06 \text{ años} = A48 = 25.1926 \% \text{ desgaste}$$

Entonces para una proyección de 18 años serian 144 ensayos

$$A144 = 22.57 + (144 - 1) * 0.0558$$

$$18 \text{ años} = A144 = 30.54 \% \text{ desgaste}$$

Entonces para una proyección de 28 años serian 224 ensayos

$$A224 = 22.57 + (224 - 1) * 0.0558$$

$$28 \text{ años} = A224 = 35.0134 \% \text{ desgaste}$$

4.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- Esta investigación tuvo como propósito analizar la influencia en la resistencia a la abrasión de la piedra chancada expuesta a la intemperie en un tiempo de tres meses.
- Así mismo se realizó ensayo de abrasión de piedra chancada, esto después de a ver estado expuesto a la intemperie en un tiempo aprox. de 06 años en la obra abandonada del complejo polideportivo Paturpampa, obteniendo como resultado promedio 25.19% desgaste, se tomó como antecedentes las siguientes tesis : Infante y Quispe (2018), en su tesis “Influencia de las propiedades del hormigón del cauce río Ichu en la resistencia a compresión del concreto” determina que la resistencia a la abrasión del hormigón cantera Callqui Chico es 22%, y Belito y Paucar (2018), en su tesis “Influencia de agregados de diferentes procedencias y diseño de mezcla sobre la resistencia del concreto” determina que la resistencia a la abrasión de la cantera de la cuenca río Ichu es 22.81%. También nosotros en esta tesis determinamos que la resistencia a la abrasión sin influencia es de 22.32%.
- A partir de los resultados obtenidos, se pudo verificar que el grado de significancia para un tiempo de tres meses expuesto a la intemperie es de 0.3859; en tal sentido, aceptamos la hipótesis nula, la cual establece que el tiempo no influye significativamente en la resistencia de la abrasión de la piedra chancada expuesta a la intemperie.
- Asimismo, se hizo una proyección para 18 años, expuesto a la intemperie donde nos da como resultado 30.54 % desgaste, en un tiempo proyectado de 28 años el resultado es 35.0134 % desgaste.

CONCLUSIONES

Teniendo como nivel de significancia el 5% y el nivel de confianza del 95% para cada uno de las hipótesis planteadas, se concluye de la siguiente manera:

- El tiempo no influye significativamente en la resistencia de la abrasión de la piedra chancada expuesta a la intemperie, ya que el grado de significancia es de 0.3859, el cual es mayor a 0.05 (5%).
- El calor no influye significativamente en la resistencia de la abrasión de la piedra chancada expuesta a la intemperie.” Ya que el nivel de significancia es de 0.7169, el cual es mayor a 0.05 (5%).
- La piedra chancada expuesta a la intemperie durante 3 meses no influye significativamente en la resistencia a la abrasión

RECOMENDACIONES

- La finalidad de este proyecto de investigación fue determinar la influencia de la piedra chancada expuesta a la intemperie en la resistencia a la abrasión, tras haber culminado todos los estudios necesarios, recomendamos a la toda la población estudiantil a seguir investigando dicho tema en más tiempo como en 06 meses o 01 año de exposición a la intemperie.
- Proyectando a 28 años la resistencia a la abrasión expuesto a la intemperie nos da 35.0134 % desgaste en donde la norma técnica CE. 010 pavimentos urbanos nos dicen que el porcentaje máximo no debe ser mayor que 35 % para pavimentos asfálticos, en este caso la piedra chancada ya no serviría para su uso.
- Investigar si la resistencia a la abrasión de la piedra chancada influye en la resistencia a compresión, flexión, con diferentes porcentajes de desgaste.
- Para obtener mejores resultados, se recomienda realizar la mayor cantidad de ensayos para obtener resultados a la mayor precisión.
- A la escuela (EAPICH), promover investigaciones que incluyan componentes que se encuentran en nuestro entorno, para facilitar la obtención de la misma e identificar su calidad y sean utilizados en la construcción local que mejore la calidad de vida de los usuarios.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(s.f.).

Abanto, F. (2009). *Tecnología del concreto*. Peru: San Marcos.

ASTM C 131. (s.f.). *Metodo de ensayo normalizado para la resistencia a la degradacion de los aridos gruesos de tamaño pequeño por el metodo de abrasion e impacto en la Maquina Los Angeles*.

Belito, G., & Paucar, F. (2018). *Influencia de agregados de diferentes procedencias y diseño de mezcla sobre la resistencia del concreto*. Huancavelica, Peru.

Briones, G. (2002). *Metodología de la investigación cuantitativa en las ciencias sociales*. Bogotá, Colombia.

Carranza, R., Duffo, G., & Farina, S. (2010). *Química de la degradacion de los materiales*. Buenos Aires, Argentina.

Carrasco, S. (2006). *Metodología de la investigación científica*. Lima, Perú: San Marcos.

Chauca, D., & Cruz, m. (2014). *"EVALUACIÓN DEL CONCRETO $f'c=210$ KG/CM² A ALTAS TEMPERATURAS"*. Chimbote , Peru.

Gomez, S. (2012). *Metodología de la investigación*. México: Red Tercer Milenio S.C.

Gonzales, A., Oseda, D., Ramírez, F., & Gave, J. (2011). *¿Cómo aprender y enseñar investigación científica?* Huancavelica, Perú: Universidad Nacional de Huancavelica.

Henaine, M. (s.f.). *Diseño y construccion de maquina los angeles*.

Hernandez, r., Fernandez, C., & Pilar, M. (2010). *Metodologia de la investigacion*. Santa Fe, Mexico.

Infante, P., & Quispe, G. (2018). *Influencia de las propiedades del hormigón del cauce río ichu en la resistencia a compresión del concreto*. Huancavelica, Peru.

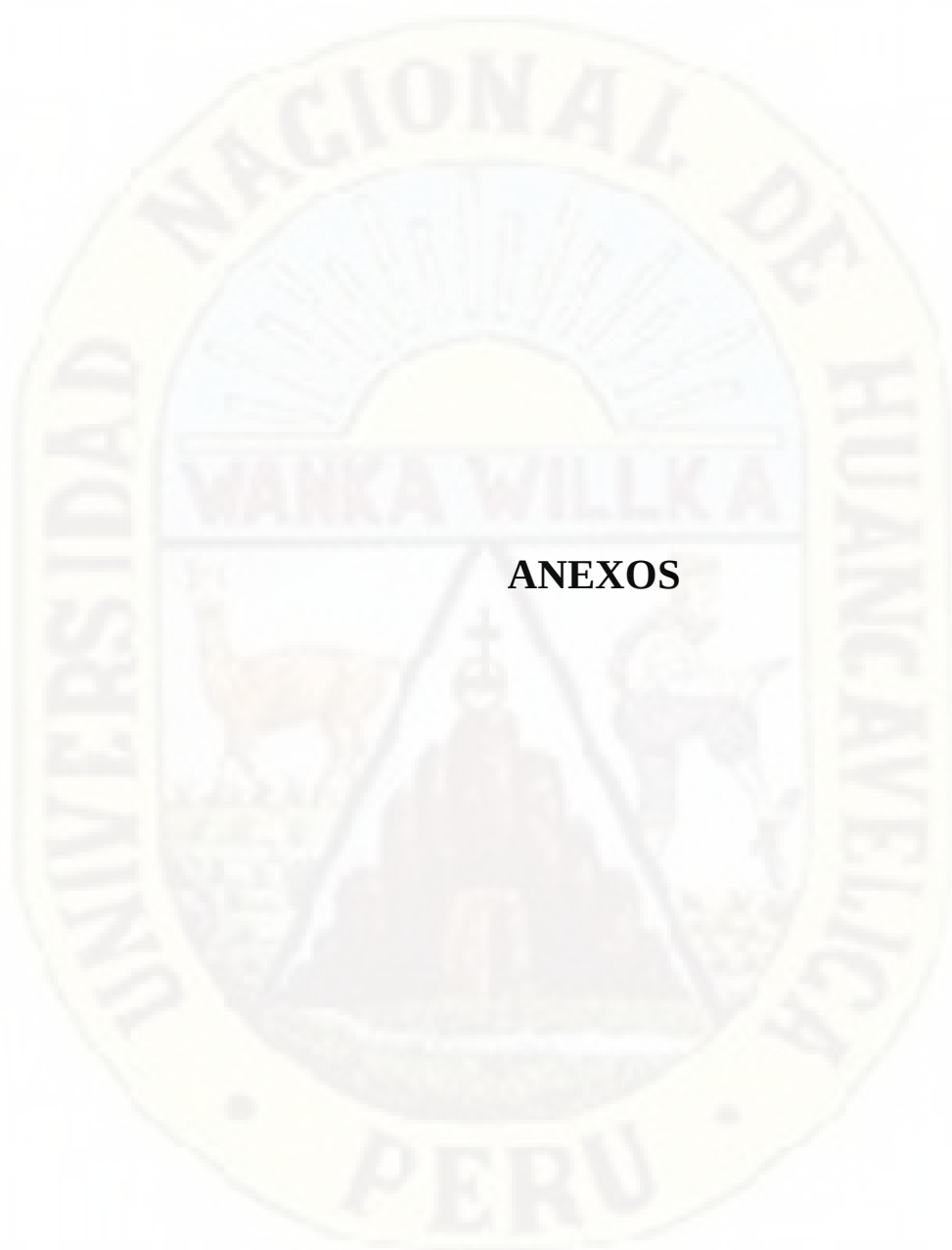
Medina, O. (2002). *la resistencia a la abrasion como indice de durabilidad del concreto y factores que la influyen*. Mexico, Mexico.

Niño, V. (2011). *Metodología de la investigación*. Bogotá, Colombia.

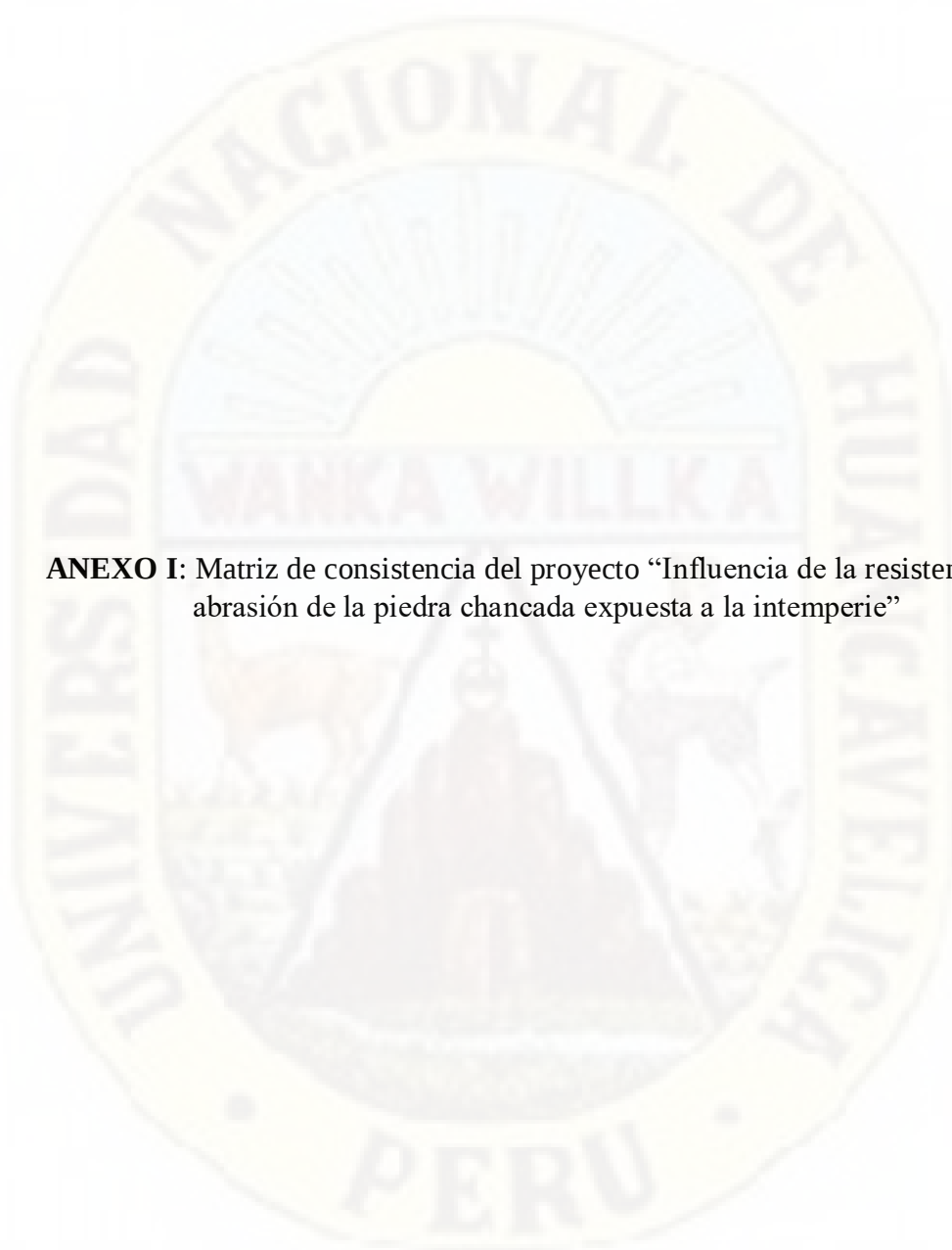
NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.019. (2002). *Agregados. Metodo de ensayo normalizado para la determinacion de la resistencia a la degradacion en agregados gruesos de tamaños menores por abrasion e impacto en la maquina de los Angeles*. Lima, Peru.

Oncoy, J. (2018). *Comportamiento de la resistencia del concreto $f'c=210$ kg/cm² expuesto a cambios bruscos de temperaturas, debido a la extincion de un incendio*. Chiclayo, Peru.

- Ozturan, T., & Kocataskin, F. (1987). *Abrasion resistance of concrete as a two-phase composite material*. Canada, Usa.
- Palacios, J., Romero, H., & Ñaupas, H. (2016). *Metodología de la investigación jurídica* (Primera ed.). Lima, Perú: Grijley EIRL.
- Raffino, M. (2020). *Clima*. Argentina. Recuperado el 30 de Abril de 2021
- Rivera, G. (2009). *Concreto simple*. Colombia.
- Saenz, R. (1999). *Resistencia a la abrasion de concretos para pavimentos*. Monterrey, Mexico.
- Sanchez, H., & Reyes, C. (1996). *Metodología y diseños de la investigación científica*. Lima, Perú.
- Sanchez, H., Reyes, C., & Mejia, K. (2018). *Manual de terminos en investigacion cientifica , tecnologica y humanistica*. Lima, Peru: Bussiness Support Aneth S.R.L. Recuperado el 6 de Febrero de 2021
- Tamayo, M. (2003). *El Proceso de la Investigación Científica* (Cuarta edicion ed.). México: Limusa.
- Torre, A. (2004). *Curso basico de tecnolgia del concreto*. Lima, Peru.



ANEXOS



ANEXO I: Matriz de consistencia del proyecto “Influencia de la resistencia a la abrasión de la piedra chancada expuesta a la intemperie”

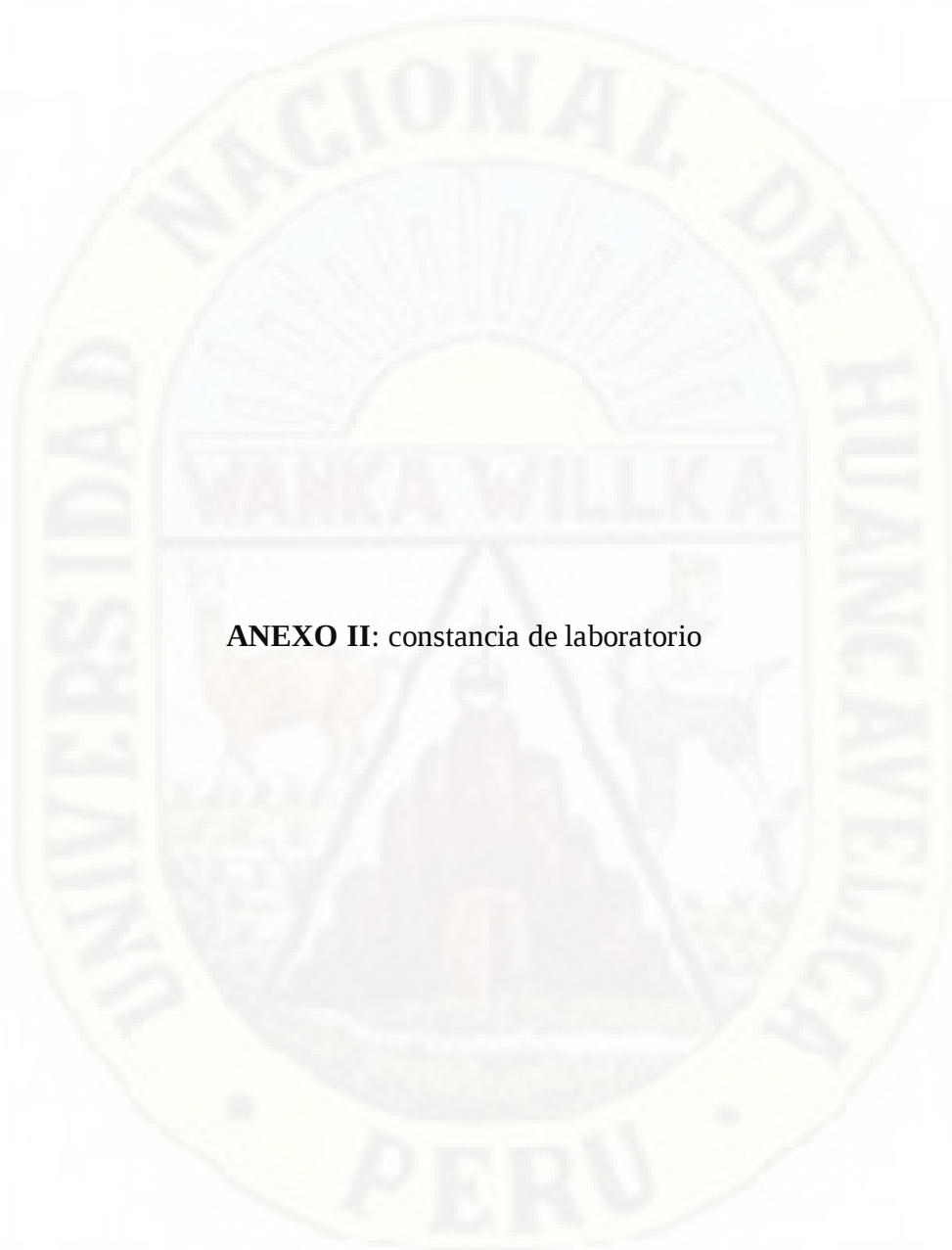
MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: “INFLUENCIA DE LA RESISTENCIA A LA ABRASIÓN DE LA PIEDRA CHANCADA EXPUESTA A LA INTEMPERIE”

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEORICO	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
Problema general ¿De qué manera influye la resistencia a la abrasión de la piedra chancada expuesta a la intemperie? Problemas específicos: a. ¿De qué manera influye el tiempo en la resistencia a la abrasión de la piedra chancada expuesta a la intemperie? b. ¿De qué manera influye el calor en la resistencia a la abrasión de la piedra chancada expuesta a la intemperie?	Objetivo general Determinar la influencia de la resistencia a la abrasión de la piedra chancada expuesta a la intemperie. Objetivos específicos: a. Determinar la influencia del tiempo en la resistencia a la abrasión de la piedra chancada expuesta a la intemperie. b. Determinar la influencia del calor en la resistencia a la abrasión de la piedra chancada expuesta a la intemperie.	Antecedentes ➤ Internacional ➤ Revista Elsevier; Ozturan y Kocataskin (1987) “Abrasion resistance of concrete as at wo-phase composite material “ ➤ Universidad nacional Autónoma de México - (2012): Medina, “La resistencia a la abrasión como índice de durabilidad del concreto y factores que la influyen”. ➤ Universidad Autónoma de Nuevo León - México (1999):	Hipótesis general La piedra chancada expuesta a la intemperie influye significativamente en la resistencia a la abrasión. Hipótesis específicas: a. El tiempo influye significativamente en la resistencia de la abrasión de la piedra chancada expuesta a la intemperie.	Identificación de variables: Variable Independiente: ➤ piedra chancada expuesta a la intemperie Dimensiones: • tiempo • calor Variable dependiente: ➤ resistencia a la abrasión Dimensiones: • resistencia al desgaste	Tipo: ➤ aplicada Nivel: ➤ explicativo Método de Investigación ➤ descriptivo ➤ experimental Población y muestra Población: ➤ piedra chancada expuesta a la intemperie Muestra ➤ 01 m3 de piedra chancada Técnicas e instrumentos: ➤ pruebas de laboratorio ➤ prueba de desgaste por medio de la

		Sáenz, “Resistencia a la abrasión de concretos para pavimentos”, ➤ Nacional ➤ Universidad Nacional del Santa -(2014): Chauca y Cruz, “Evaluación del concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ a altas temperaturas”. ➤ Universidad César Vallejo (2018): Oncoy, “Comportamiento de la resistencia del concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$ expuesto a cambios bruscos de temperaturas, debido a la extinción de un incendio”. ➤ Local	b. El calor influye significativamente en la resistencia de la abrasión de la piedra chancada expuesta a la intemperie.	máquina de los ángeles. Técnicas de procesamiento de datos ➤ software. (Excel, Word, etc.) ➤ SAS STUDIO
--	--	---	--	---

- | | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Universidad Nacional de Huancavelica (2018): Infante y Quispe, “Influencia de las propiedades del hormigón del cauce río Ichu en la resistencia a compresión del concreto” ➤ Universidad Nacional de Huancavelica (2018): Belito y Paucar, “Influencia de agregados de diferentes procedencias y diseño de mezcla sobre la resistencia del concreto”. | | |
|--|--|--|--|--|



ANEXO II: constancia de laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HUANCAMELICA
ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EPICH



"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

EL JEFE DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL HUANCAMELICA, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA, otorga la presente:

CONSTANCIA

A: **DIEGO LÁZARO, Nancy Elisabeth y QUISPE HUAMANÍ, Saúl Hítalo**, bachilleres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil - Huancavelica, Facultad de Ciencias de Ingeniería, de la Universidad Nacional de Huancavelica, quienes han concluido con el desarrollo los siguientes ensayos en el laboratorio de **TECNOLOGÍA DEL CONCRETO** de la EPICH:

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA ABRASIÓN DE LA PIEDRA CHANCADA	32

Durante el periodo de ejecución comprendido del 15 de Julio al 18 de octubre del 2021, del proyecto de tesis titulado: "INFLUENCIA DE LA RESISTENCIA A LA ABRASIÓN DE LA PIEDRA CHANCADA EXPUESTA A LA INTEMPERIE".

Se expide la presente constancia a solicitud de los interesados para fines que estimen por conveniente.

Huancavelica, 09 de diciembre de 2021.

Nº 008-2021

C. C.
Archivo
AP



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HUACA
ÁREA DE PRODUCCIÓN
Ing Judith Martinez Quispe
JEFE



ANEXO III: datos de estación meteorológica

MONTHLY CLIMATOLOGICAL SUMMARY for JUL. 2021

NAME: IRC_Huancavelica CITY: STATE:
ELEV: 3685 m LAT: 12° 47' 12" S LONG: 74° 58' 31" W

TEMPERATURE (°C), RAIN (mm), WIND SPEED (km/hr)

						HEAT	COOL	AVG					DOM
DAY	MEAN TEMP	HIGH	TIME	LOW	TIME	DEG DAYS	DEG DAYS	RAIN	WIND SPEED	HIGH	TIME		DIR

1	7.8	16.6	3:00p	0.6	7:00a	10.5	0.0	0.0	2.9	24.1	2:00p		N
2	7.1	17.0	3:00p	-0.9	6:00a	11.2	0.0	0.0	2.4	20.9	1:00p		ENE
3	7.8	16.7	2:00p	0.1	6:00a	10.5	0.0	0.0	2.1	19.3	12:00p		NE
4	7.9	17.3	4:00p	-0.8	7:00a	10.1	0.0	0.0	2.1	25.7	1:00p		NE
5	8.6	18.4	5:00p	0.3	7:00a	9.7	0.0	0.0	2.4	27.4	2:00p		ENE
6	9.1	18.2	3:00p	1.4	7:00a	9.2	0.0	0.0	2.6	19.3	12:00p		NE
7	9.3	19.1	3:00p	1.4	7:00a	9.0	0.1	0.0	2.6	24.1	2:00p		NE
8	8.9	18.4	4:00p	0.7	8:00a	9.4	0.0	0.0	2.7	24.1	12:00p		E
9	9.8	18.4	4:00p	2.3	7:00a	8.5	0.0	0.0	3.1	19.3	2:00p		WSW
10	9.9	20.0	4:00p	1.7	7:00a	8.5	0.1	0.0	3.4	22.5	1:00p		ENE
11	9.3	17.3	4:00p	2.3	7:00a	9.0	0.0	0.0	3.1	22.5	4:00p		N
12	10.9	17.9	2:00p	4.3	8:00a	7.4	0.0	0.0	2.9	19.3	12:00p		N
13	10.3	20.1	3:00p	4.5	8:00a	8.1	0.1	2.0	3.2	27.4	8:00p		SE
14	9.9	19.4	5:00p	1.6	8:00a	8.5	0.1	0.0	2.7	19.3	11:00a		NE
15	10.6	20.2	3:00p	2.4	8:00a	7.9	0.2	0.0	3.2	22.5	1:00p		ENE
16	9.9	18.7	4:00p	1.7	8:00a	8.4	0.0	0.0	3.2	24.1	1:00p		E
17	10.2	19.2	2:00p	2.2	7:00a	8.2	0.1	0.0	2.7	27.4	5:00p		ENE
18	9.3	15.8	1:00p	1.9	8:00a	9.1	0.0	0.0	2.9	17.7	12:00p		WSW
19	9.7	18.3	3:00p	5.2	7:00a	8.6	0.0	1.6	2.9	29.0	4:00p		E
20	8.1	16.2	2:00p	1.8	7:00a	10.2	0.0	0.2	3.1	37.0	3:00p		ENE
21	8.7	17.2	5:00p	1.7	7:00a	9.7	0.0	0.0	3.1	20.9	5:00p		ENE
22	8.6	18.3	3:00p	0.6	8:00a	9.8	0.0	0.0	2.9	29.0	4:00p		E
23	9.4	19.4	4:00p	1.1	8:00a	9.0	0.1	0.0	2.9	30.6	3:00p		ENE
24	9.8	18.9	5:00p	1.8	8:00a	8.6	0.0	0.0	3.5	29.0	3:00p		ENE
25	10.1	20.0	4:00p	1.9	7:00a	8.3	0.1	0.0	2.9	27.4	3:00p		SE
26	9.9	19.7	3:00p	1.7	7:00a	8.4	0.1	0.0	3.2	24.1	1:00p		ESE
27	10.3	20.6	4:00p	1.9	7:00a	8.2	0.2	0.0	4.5	25.7	5:00p		WSW
28	11.5	19.1	5:00p	7.5	7:00a	6.8	0.0	0.0	3.9	27.4	7:00p		WNW
29	11.4	20.1	4:00p	4.1	8:00a	6.9	0.1	0.0	3.7	27.4	3:00p		SE
30	11.1	19.8	4:00p	4.3	7:00a	7.3	0.0	0.0	4.8	32.2	4:00p		SE
31	10.9	18.8	4:00p	4.6	7:00a	7.4	0.0	0.0	4.7	30.6	5:00p		WSW

	9.6	20.6	27	-0.9	2	272.5	0.9	3.8	3.1	37.0	20		WSW

Max >= 32.0: 0

Max <= 0.0: 0

Min <= 0.0: 2

Min <= -18.0: 0

Max Rain: 2.01 ON 13/07/21

Days of Rain: 3 (> .2 mm) 1 (> 2 mm) 0 (> 20 mm)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCABELICA
ESCUELA DE INGENIERIA DE AGUA Y SUELO
LABORATORIO DE HIDRAULICA
LABORATORIO DE FISICA
LABORATORIO DE METEOROLOGIA
Ing. Roger Rivera Casanueva
ENCARGADO

MONTHLY CLIMATOLOGICAL SUMMARY for AUG. 2021

NAME: IRC_Huancavelica CITY: STATE:
ELEV: 3685 m LAT: 12° 47' 12" S LONG: 74° 58' 31" W

TEMPERATURE (°C), RAIN (mm), WIND SPEED (km/hr)

	MEAN					HEAT	COOL		AVG			
DAY	TEMP	HIGH	TIME	LOW	TIME	DEG	DEG	RAIN	WIND	HIGH	TIME	DOM
						DAYS	DAYS		SPEED			DIR
1	10.2	17.4	3:00p	5.0	7:00a	8.1	0.0	0.0	4.0	30.6	1:00p	SE
2	9.6	17.4	3:00p	5.1	3:00a	8.7	0.0	0.4	3.2	29.0	7:00p	ESE
3	8.9	17.1	2:00p	4.2	6:00p	9.4	0.0	4.0	3.7	43.5	6:00p	WNW
4	8.9	16.9	3:00p	2.5	8:00a	9.4	0.0	0.2	3.4	25.7	3:00p	ESE
5	9.1	18.2	3:00p	0.6	7:00a	9.2	0.0	0.0	3.1	22.5	2:00p	ESE
6	10.2	18.8	3:00p	1.2	7:00a	8.2	0.0	0.0	3.2	27.4	7:00p	SE
7	10.5	20.3	4:00p	1.7	7:00a	7.9	0.1	0.0	4.0	29.0	12:00p	ENE
8	10.7	21.2	5:00p	1.8	7:00a	7.9	0.2	0.0	3.1	24.1	3:00p	ENE
9	10.6	19.9	4:00p	1.8	7:00a	7.9	0.1	0.0	3.2	25.7	2:00p	ENE
10	9.6	19.3	4:00p	0.7	7:00a	8.8	0.0	0.0	3.4	25.7	12:00p	ESE
11	10.9	18.3	3:00p	4.1	6:00a	7.4	0.0	0.0	4.0	30.6	12:00p	N
12	11.2	19.8	3:00p	3.9	6:00a	7.2	0.1	0.0	3.7	27.4	6:00p	WSW
13	10.8	19.9	3:00p	3.6	7:00a	7.6	0.1	0.0	3.7	24.1	5:00p	WSW
14	10.4	19.1	2:00p	4.5	6:00a	7.9	0.0	4.6	2.6	22.5	2:00p	ENE
15	9.2	17.9	3:00p	5.2	12:00m	9.2	0.0	6.6	2.7	32.2	4:00p	ESE
16	10.2	18.9	4:00p	1.8	7:00a	8.1	0.0	0.0	3.1	20.9	1:00a	WSW
17	10.2	18.7	3:00p	3.0	7:00a	8.1	0.0	0.0	3.5	25.7	5:00p	ESE
18	9.5	17.2	3:00p	1.8	7:00a	8.8	0.0	0.0	2.9	24.1	4:00p	ENE
19	9.7	20.4	3:00p	1.9	7:00a	8.7	0.1	0.0	4.5	40.2	6:00p	ESE
20	10.9	20.1	3:00p	1.8	5:00a	7.6	0.2	0.0	3.7	24.1	3:00p	WSW
21	9.5	17.6	2:00p	2.8	7:00a	8.8	0.0	1.6	3.7	30.6	7:00p	SE
22	10.2	19.3	4:00p	2.5	7:00a	8.2	0.0	0.0	3.7	30.6	7:00p	ESE
23	11.7	19.7	2:00p	4.7	7:00a	6.8	0.1	0.0	3.4	30.6	6:00p	N
24	11.6	18.7	5:00p	4.7	7:00a	6.7	0.0	0.0	4.2	27.4	6:00p	SE
25	11.9	22.9	5:00p	1.7	7:00a	7.0	0.7	0.0	3.4	27.4	6:00p	N
26	11.6	20.3	4:00p	4.8	7:00a	6.9	0.2	0.0	3.2	40.2	5:00p	SE
27	11.2	19.0	2:00p	5.6	5:00a	7.1	0.0	0.4	3.7	25.7	8:00p	SE
28	11.4	20.6	3:00p	3.4	7:00a	7.1	0.1	0.0	3.7	25.7	4:00p	WSW
29	8.7	15.9	5:00p	3.3	7:00a	9.6	0.0	2.8	2.6	20.9	4:00p	SE
30	9.9	18.3	4:00p	2.5	6:00a	8.4	0.0	0.0	3.7	33.8	6:00p	SE
31	10.6	17.8	3:00p	3.8	7:00a	7.8	0.0	0.0	2.9	25.7	5:00p	SE

	10.3	22.9	25	0.6	5	250.6	1.8	20.6	3.4	43.5	3	SE

Max >= 32.0: 0

Max <= 0.0: 0

Min <= 0.0: 0

Min <= -18.0: 0

Max Rain: 6.60 ON 15/08/21

Days of Rain: 8 (> .2 mm) 4 (> 2 mm) 0 (> 20 mm)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCABELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN AGROPECUARIA
LAUREADO EN INGENIERIA EN AGROPECUARIA
Ing. ROBERTO RIVERA CASANOVES
ENCARGADO

MONTHLY CLIMATOLOGICAL SUMMARY for SEP. 2021

NAME: IRC_Huancavelica CITY: STATE:
ELEV: 3685 m LAT: 12° 47' 12" S LONG: 74° 58' 31" W

TEMPERATURE (°C), RAIN (mm), WIND SPEED (km/hr)

DAY	MEAN TEMP	HIGH	TIME	LOW	TIME	HEAT DEG DAYS	COOL DEG DAYS	RAIN	AVG WIND SPEED	HIGH	TIME	DOM DIR
1	10.7	19.4	3:00p	2.1	7:00a	7.7	0.1	0.0	3.5	25.7	12:00p	E
2	10.9	19.8	4:00p	2.2	7:00a	7.5	0.1	0.0	3.1	25.7	4:00p	ESE
3	11.6	21.6	3:00p	3.7	7:00a	7.2	0.4	0.0	4.5	29.0	7:00p	SE
4	12.5	20.7	4:00p	4.2	7:00a	6.2	0.3	0.0	3.7	30.6	2:00p	NE
5	10.1	16.9	2:00p	5.9	12:00m	8.3	0.0	1.8	3.7	43.5	3:00p	SE
6	7.9	13.6	5:00p	4.6	5:00a	10.4	0.0	0.8	1.6	17.7	7:00a	WSW
7	9.3	16.5	1:00p	4.1	7:00a	9.0	0.0	0.6	4.5	40.2	4:00p	SE
8	9.4	19.2	3:00p	2.0	7:00a	8.9	0.0	3.4	4.2	30.6	5:00p	WSW
9	9.4	17.1	2:00p	5.2	3:00a	8.9	0.0	1.2	2.3	27.4	3:00p	SE
10	9.4	19.4	3:00p	1.9	7:00a	8.9	0.1	12.8	3.7	25.7	6:00p	E
11	8.4	15.2	2:00p	4.8	12:00m	9.9	0.0	0.6	1.8	19.3	5:00p	WNW
12	10.6	17.4	6:00p	4.7	6:00a	7.8	0.0	0.0	3.2	24.1	2:00p	ESE
13	12.4	20.7	3:00p	5.9	7:00a	6.1	0.2	0.0	3.4	30.6	6:00p	WSW
14	13.2	21.7	5:00p	5.5	7:00a	5.5	0.3	0.0	4.5	29.0	7:00p	WSW
15	10.6	14.3	5:00p	8.1	7:00a	7.7	0.0	0.2	2.7	24.1	11:00a	ESE
16	11.1	15.7	1:00p	5.9	7:00a	7.2	0.0	0.0	3.7	22.5	1:00p	WNW
17	11.3	17.9	4:00p	6.5	12:00m	7.1	0.0	0.0	3.4	24.1	2:00p	WNW
18	9.8	17.8	2:00p	2.8	7:00a	8.5	0.0	1.0	2.6	27.4	3:00p	NW
19	11.8	17.6	4:00p	5.2	2:00a	3.5	0.0	0.0	3.7	27.4	7:00p	SE
20	11.2	16.3	5:00p	7.6	6:00a	7.2	0.0	0.0	2.4	20.9	3:00p	N
21	11.6	17.2	3:00p	7.0	6:00a	6.8	0.0	0.0	4.2	37.0	4:00p	N
22	9.8	18.3	2:00p	6.4	12:00m	8.6	0.0	4.4	2.9	29.0	2:00p	N
23	8.3	12.0	5:00p	5.8	4:00a	10.1	0.0	1.4	3.1	19.3	1:00p	W
24	10.3	15.6	12:00p	5.9	6:00a	8.0	0.0	0.0	2.7	20.9	12:00p	WSW
25	11.6	17.6	4:00p	6.4	7:00a	6.8	0.0	0.0	3.1	24.1	11:00a	N
26	11.3	19.4	3:00p	3.5	7:00a	7.0	0.0	0.0	2.9	37.0	3:00p	ENE
27	11.0	18.0	12:00p	4.6	7:00a	7.3	0.0	0.0	2.6	27.4	1:00p	ENE
28	12.2	21.3	3:00p	3.1	6:00a	6.5	0.3	0.4	3.7	32.2	9:00p	ENE
29	9.7	17.2	3:00p	4.8	5:00a	8.7	0.0	1.0	3.1	38.6	3:00p	N
30	10.8	17.6	4:00p	3.6	7:00a	7.5	0.0	0.0	2.4	20.9	11:00a	SE

	10.6	21.7	14	1.9	10	230.6	1.8	29.6	3.2	43.5	5	WSW

Max >= 32.0: 0

Max <= 0.0: 0

Min <= 0.0: 0

Min <= -18.0: 0

Max Rain: 12.80 ON 10/09/21

Days of Rain: 13 (> .2 mm) 3 (> 2 mm) 0 (> 20 mm)

Heat Base: 18.3 Cool Base: 18.3 Method: Integration

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCABELICA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL - HYCA
LABORATORIO DE HIDRAULICA
LABORATORIO DE FISICA
LABORATORIO DE INGENIERIA
Ing. Roger Rivera Casavilca
ENCARGADO

MONTHLY CLIMATOLOGICAL SUMMARY for OCT. 2021

NAME: IRC_Huancavelica CITY: STATE:
ELEV: 3685 m LAT: 12° 47' 12" S LONG: 74° 58' 31" W

TEMPERATURE (°C), RAIN (mm), WIND SPEED (km/hr)

DAY	MEAN TEMP	HIGH	TIME	LOW	TIME	HEAT DEG DAYS	COOL DEG DAYS	RAIN	AVG WIND SPEED	HIGH	TIME	DOM DIR
1	11.1	20.6	3:00p	4.3	7:00a	7.3	0.1	0.4	3.9	30.6	4:00p	W
2	12.4	20.9	3:00p	4.1	7:00a	6.1	0.2	0.2	5.3	33.8	6:00p	SE
3	12.1	19.6	3:00p	5.3	6:00a	6.3	0.0	0.0	3.4	27.4	4:00p	SE
4	12.6	19.8	5:00p	5.1	7:00a	5.8	0.1	0.0	3.5	27.4	1:00p	SE
5	8.4	15.4	2:00p	5.6	8:00a	9.9	0.0	9.8	2.6	38.6	5:00p	WNW
6	8.4	14.0	12:00p	5.9	2:00a	9.9	0.0	3.0	1.4	30.6	6:00p	W
7	9.7	17.5	4:00p	6.3	4:00a	8.6	0.0	2.2	1.1	19.3	12:00p	W
8	11.4	17.7	3:00p	6.6	1:00a	6.9	0.0	0.2	1.1	16.1	1:00p	WSW
9	12.3	17.0	4:00p	9.2	7:00a	6.0	0.0	0.2	1.0	24.1	1:00p	W
10	13.2	19.5	2:00p	7.2	5:00a	5.2	0.0	0.2	1.9	27.4	7:00p	SE
11	11.3	17.1	11:00a	5.7	7:00a	7.0	0.0	0.6	1.4	38.6	1:00p	SE
12	13.6	23.2	5:00p	5.8	7:00a	5.5	0.7	5.8	3.7	29.0	7:00p	SE
13	12.7	22.7	2:00p	5.6	6:00a	6.2	0.5	0.0	3.4	29.0	7:00p	SE
14	13.2	23.7	2:00p	5.1	6:00a	5.8	0.7	0.0	2.9	40.2	4:00p	ENE
15	11.9	22.3	2:00p	5.7	5:00a	6.9	0.6	0.2	4.8	43.5	4:00p	SE
16	12.4	22.4	3:00p	6.4	1:00a	6.3	0.4	0.0	4.2	45.1	6:00p	N
17	12.2	21.2	2:00p	5.4	7:00a	6.4	0.2	0.0	3.7	30.6	5:00p	N
18	13.2	22.1	3:00p	3.9	6:00a	5.7	0.5	0.0	2.9	25.7	2:00p	N
19	11.8	18.1	4:00p	6.7	12:00m	6.5	0.0	5.8	3.7	22.5	4:00p	WNW
20	5.3	6.7	1:00a	4.2	7:00a	3.8	0.0	0.6	0.0	6.4	2:00a	SE
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												

	11.5	23.7	14	3.9	18	132.2	4.1	29.2	2.8	45.1	16	SE

Max >= 32.0: 0

Max <= 0.0: 0

Min <= 0.0: 0

Min <= -18.0: 0

Max Rain: 9.80 ON 05/10/21

Days of Rain: 13 (> .2 mm) 5 (> 2 mm) 0 (> 20 mm)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCABELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL-HVAC
LABORATORIO DE FISICA
LABORATORIO DE METEOROLOGIA
Ing. Roger Rivera Caceres
HUANCABELICA

ANEXO V: panel topográfico de ensayo de laboratorio desarrollado en la tesis.



FIGURA 22: piedra chancada expuesto a la intemperie.



FIGURA 23: recogiendo la muestra de piedra chancada del complejo polideportivo (obra abandonada).



FIGURA 24: pesando la piedra chancada de acuerdo a la tabla N° 2 para poder realizar el ensayo de abrasión.



FIGURA 25: colocando la muestra y la carga abrasiva a la máquina de los ángeles.



FIGURA 26. Retirando la muestra de la máquina de los ángeles



FIGURA 27: tamizando la muestra por la malla N° 12



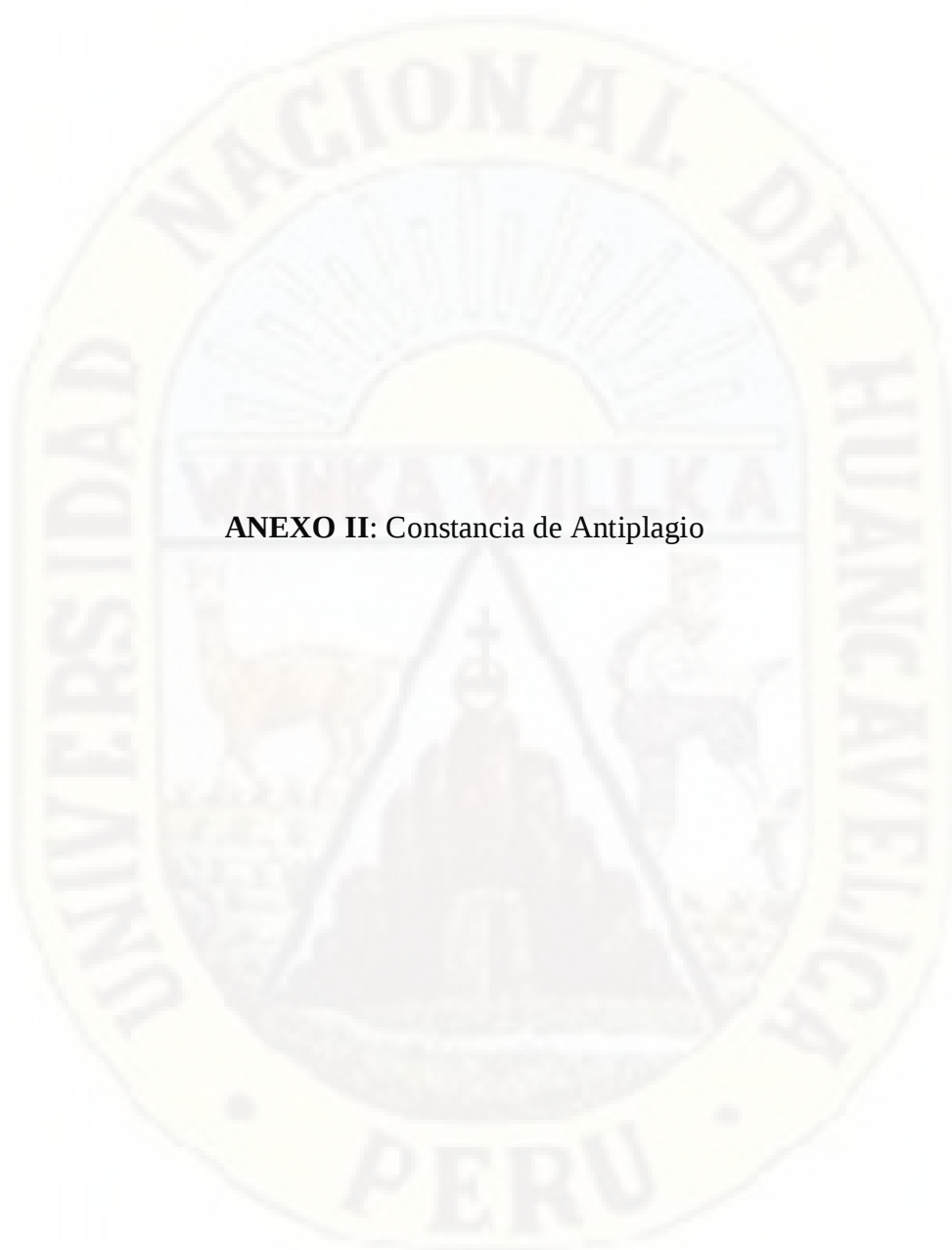
FIGURA 28: lavando el material que fue retenido en la malla N° 12



FIGURA 29: colocando el material en el horno.



FIGURA 30: pesando el material una vez secada en el horno.



ANEXO II: Constancia de Antiplagio

REPOSITORIO INSTITUCIONAL



CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD

Por medio de este documento de Originalidad el área de Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Huancavelica, certifica que el trabajo de investigación titulado: **"INFLUENCIA DE LA RESISTENCIA A LA ABRASIÓN DE LA PIEDRA CHANCASA EXPUESTA A LA INTERPERIE"** presentado por los autores: **DIEGO LÁZARO, Nancy Elisabeth y QUISPE HUAMANI, Saúl Hitalo**, cuyo docente asesor es: **Arq. OLIVERA QUINTANILLA, Abdón Dante**. Con la finalidad de obtener el Título Profesional de: **INGENIERO CIVIL** el Repositorio Institucional hace saber que **es un trabajo de investigación original** y no ha sido presentado ni publicado en otras revistas científicas nacionales e internacionales ni en sitio o portal electrónico.

Por tanto, basándonos en el cumplimiento del Art.4 del Reglamento del Software Anti plagio de la UNH, el área de Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Huancavelica dictamina que este trabajo de investigación fue analizado por el software anti plagio TURNITIN y al estar dentro de los parámetros establecidos, esta investigación es **aceptado como original**.

ORIGINALIDAD	SIMILITUD
72.0 %	28.0 %

ADJUNTO

- ✓ Captura de pantalla de la revisión del trabajo de investigación en el software anti plagio - TURNITIN.

El presente Certificado se expide el 26 de noviembre del año 2021.



N° 370-2021