



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Diseño de defensa ribereña con enrocado, para mitigar inundaciones
causadas por desbordes del Río Rímac”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

Pérez Rodas Nancy Ruth

ASESOR:

Ing. Jorge John Gabriel Beltrán

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseños de obras hidráulicas y saneamiento

LIMA- PERÚ

2017

Página del jurado



Mg. César Teodoro Arriola Prieto
PRESIDENTE



Mg. Raúl Heredia Benavides
SECRETARIO



Mg. Jorge John Gabriel Beltran
VOCAL

Dedicatoria:

A mi querida madre que siempre
la recuerdo Nicolasa Rosa

Pardo de Pérez, además a mi
familia con amor y dedicación

Por el apoyo incondicional a mi
esposo, mi hija Antonella

Todos mis familiares que llevo en
mi mente siempre presente.

Agradecimiento:

A Dios por darme salud, fuerza, ante toda adversidad además

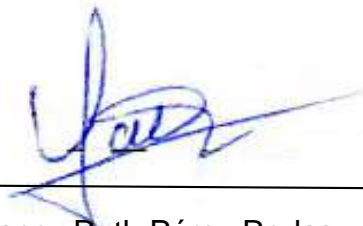
Agradecida infinitamente el apoyo de mi familia, en especial

a la institución la cual trabajo y me desempeño con respeto.

Declaración de autenticidad

Soy Nancy Ruth Pérez Rodas, identificada con dni nº 10415866 en efecto de cumplir todas las disposiciones vigentes y considerando el reglamento de grados, títulos para la universidad César Vallejo de la facultad de ingeniería, escuela académica profesional de ingeniería civil, yo declaro bajo juramento, toda la documentación que acompaña es verdadero y auténtica, con respecto a la tesis, “Diseño de defensa ribereña con enrocados, para mitigar inundaciones causadas por desbordes del río Rímac”.

A la vez, se declara bajo juramento que toda información y datos presentados en la presente tesis son veraces. En tal sentido se asume la responsabilidad que corresponda ante una falsedad, ocultamiento u omisión en los documentos dispuesto en las normas académicas para la universidad César Vallejo.



Nancy Ruth Pérez Rodas

DNI N° 10415866

Lima, 30 de octubre del 2017.

Presentación

El presente trabajo conformado por 8 capítulos, lo que han ayudados para la Investigación:

Introducción, se describe los aspectos generales del proyecto, el planteamiento del problema, los temas relacionados al proyecto, donde se presenta estudios básicos de ingeniería como: topografía, geología, geotecnia, hidráulica fluvial la cual están incluido estudios con eventos temporales del caudal, erosión, sedimentación e impacto ambiental. Además como: justificación, hipótesis y los objetivos tanto general y específico.

Podemos mencionar en primer lugar, el tipo de metodología a realizar en el proyecto tal como: el diseño de investigación, el tipo de estudio, las variables, los ensayos, la población, los instrumentos para la recolección de los datos, la validez, la confiabilidad, el métodos de análisis y aquellos aspectos éticos.

Se presenta el resultado estudios topográficos, cálculos hidrológicos, hidráulica fluvial, mecánica de suelos, a su vez se incluyen los procesos y procedimientos para la metodología a utilizar en la investigación, tomando como antecedentes estudios ya realizados en la zona del proyecto como es el estudio de suelos, brindado por las autoridades municipales. Todos estos datos nos ayudará para el dimensionamiento de las defensa ribereña con enrocados; además se desarrolla el tema de discusión, conclusión, y recomendaciones.

Finalizando se encuentran todas las referencias bibliográficas utilizadas para el sustento científico y proceso del desarrollo del proyecto, incluido los anexos y planos.

Índice

| | |
|---|-----|
| Carátula..... | i |
| Dedicatoria..... | ii |
| Página para jurados | iii |
| Agradecimiento | iv |
| Declaración en autenticidad | v |
| Presentación | vi |
| Índice | vii |
| Contenido - tabla..... | ix |
| Contenido - figura | x |
| Resumen | xi |
| Abstract | xii |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 01 |
| 1.1 Realidad Problemática..... | 02 |
| 1.2.Trabajos previos | 04 |
| 1.3 Teorías relacionadas al tema | 07 |
| 1.3.1 Topografía..... | 07 |
| 1.3.2 Geología y geotecnia..... | 09 |
| 1.3.3 Hidrología..... | 09 |
| 1.3.4 Análisis probabilístico... .. | 11 |
| 1.3.5 Distribución de la probabilidad..... | 14 |
| 1.3.6 Hidráulica fluvial | 22 |
| 1.3.7 Impacto ambiental | 23 |
| 1.3.8 Variable independiente..... | 24 |
| 1.3.9 Variable dependiente..... | 26 |
| 1.4 Formulación del problema | 27 |
| 1.5 Justificación | 28 |
| 1.6 Hipótesis | 29 |
| 1.7 Objetivo..... | 29 |
| II. MARCO METODOLÓGICO | 32 |
| 2.1 Diseño de investigación | 33 |
| 2.2 Variables, operacionalización | 34 |
| 2.3 Población | 38 |
| 2.4 Técnicas e instrumentos de recolección..... | 38 |

| | |
|---|----|
| 2.5 Métodos de análisis de datos | 40 |
| 2.6 Aspectos éticos | 40 |
| III. RESULTADOS..... | 41 |
| 3.1 Metodología del desarrollo | 42 |
| 3.1.1 Topografía..... | 44 |
| 3.1.2 Zona de estudio..... | 44 |
| 3.1.3 Trabajo de campo | 45 |
| 3.1.4 Información altimétrica | 47 |
| 3.1.5 Trabajo de gabinete, proceso de datos | 48 |
| 3.2 Cálculo del caudal | 48 |
| 3.3 Estudio mecánico de suelos..... | 54 |
| 3.4 Defensa ribereña con enrocado | 58 |
| IV. DISCUSIÓN..... | 73 |
| V. CONCLUSIÓN..... | 74 |
| VI. RECOMENDACIÓN..... | 75 |
| VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 76 |
| VIII. ANEXOS | 78 |

Contenido

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Criterio de diseño generalizado para estructura de control de agua ... | 12 |
| Tabla 2. Valores que se usa en el diseño, coeficiente de rugosidad Mannig.... | 22 |
| Tabla 3. Operacionalización de variables | 36 |
| Tabla 4. Comportamiento del caudal promedio del río Rímac 2007-2017 | 48 |
| Tabla 5. Evaluación anual del caudal promedio, probabilístico | 51 |
| Tabla 6. Evaluación probabilístico del período de retorno / caudal de diseño .. | 51 |
| Tabla 7. Tipo de estructura | 52 |
| Tabla 8. Cuadro de ensayo de laboratorio. | 55 |
| Tabla 9. Tabla de variables y resultados de laboratorio | 57 |
| Tabla 10. Tabla de condiciones y factor de fondo | 62 |
| Tabla 11. Tabla de rugosidad y coeficiente de material del cauce | 63 |

Contenido

| | |
|---|----|
| Figura 1. Ubicación y zona del proyecto..... | 8 |
| Figura 2. Cuenca del río Rímac | 42 |
| Figura 3. Puente Pérez de Cuéllar | 43 |
| Figura 4. La toma de medidas topográficas | 44 |
| Figura 5. Punto de referencia para la toma de datos..... | 45 |
| Figura 6. Plano de ubicación de la zona vulnerable | 45 |
| Figura 7. Gráficos de los meses de grandes avenidas..... | 49 |
| Figura 8. Gráficos de dispersión de grandes avenidas..... | 49 |
| Figura 9. Evaluación del mes febrero y marzo de la cuenca del río Rímac | 50 |
| Figura 10. Gráfico del diseño de defensa ribereña | 72 |

Resumen

El diseño de defensa ribereña con enrocado tuvo como objetivo la protección y seguridad en desbordes del río, con la importancia de prevención en caso de eventos naturales como el fenómeno del niño, este evento se presenta año tras año por cambios climáticos; su vez de grandes pérdidas económicas, humana, agrícola, viviendas, carreteras y ciudades.

Para la propuesta del diseño, se ha considerado una metodología aplicada, explicativa y cuantitativa; estudios de ingeniería, con especialidad tales como: topografía, geotecnia, geología, hidrológica, hidráulica y evaluación de impacto ambiental.

Los análisis y resultados que se obtuvo para el diseño de defensa ribereña fue con una altura promedio en el dique = 3.00 m, altura promedio del enrocado = 3.00 m, ancho de corona= 4.00 m, pendiente de talud H= 1.6 V=1.0 cara húmeda y H= 1.5 V=1.0 cara seca; con un T de 50 años, vida útil de la estructura de 20 años por un porcentaje aceptable y un caudal del diseño de 107.7 m³/s.

En el caso del filtro tenemos como resultado, $V_{a1} < V_e$ entonces proponemos el uso de gravas como filtro, cumpliendo la condición de dicha mención. Con el uso de la materia prima de la zona.

Palabras clave: defensa ribereña – río - diseño

Abstract

The design of riparian defense with castling had as objective the protection in overflows of the river, with the importance and prevention in case of natural events like the phenomenon of the boy events are presented year after year by climatic changes; turn of great economic losses, human, agricultural area, housing, roads and cities.

For the design proposal, an applied, explanatory and quantitative methodology has been considered; Engineering studies, with specialization such as: topography, geotechnics, geology, hydrology, hydraulics and environmental impact assessment.

The analyzes and results obtained for the riparian defense structure were with an average height in the dike = 3.00 m, average height of the castling = 3.00 m, crown width = 4.00 m, slope $H = 1.6 V = 1.0$ face wet and $H = 1.5 V = 1.0$ dry face; with a T of 50 years, useful life of the structure of 20 years for an acceptable percentage and a design flow of 107.7 m³ / s.

In the case of the filter we have as a result, $V_{a1} < V_e$ then we propose the use of gravels as a filter, fulfilling the condition of said mention. With the use of the raw material of the area.

Keywords: riparian defense - river - design

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática

En los últimos años se han presentado grandes cambios climáticos para el planeta por causa de calentamiento global y por consecuencia el efecto invernadero, debido a la falta de compromiso de las empresas, las autoridades, sociedad en general y la vez no se está tomando la importancia necesaria para la mejora del planeta.

En Sudamérica los países vecinos no estamos ajeno a estos eventos ya que conformamos una altitud por compartir la cordillera de los andes y cuentan con similares acontecimiento de eventos producido por la naturaleza.

El Perú no está libre a los acontecimientos de la naturaleza y en consecuencia, los desbordes en los ríos por grandes precipitaciones y grandes avenidas. Para prevenir a ello se estaría realizando estudios de investigaciones en protección de los ríos.

Es de conocimiento que nuestro país está ubicado geográficamente entre el ecuador y el trópico de capricornio, que corresponde a un clima eminentemente tropical con lluvias y de altas temperaturas con vegetación exuberante; a la vez estas características climáticas afecta a la población por ejemplo: la presencia de la cordillera de los andes atravesando el territorio de manera longitudinalmente por la corriente peruana de Humboldt y también por el anticiclón del pacífico sur dando como resultado un clima diversificado.

En muchos de los casos el problema se atribuye a la poca importancia que le da la autoridad nacional, regional y local, encargada de brindar seguridad, capacitación y mantenimiento en la faja marginal en ríos. Tiene un carácter estacional; se puede apreciar como los niveles del río van ascendiendo muy lentamente hasta alcanzar una altura máxima al desbordamiento, las inundaciones, rapidez, inicio y desarrollo de los fenómenos son las constantes y que se manifiestan con gran capacidad arrasadora.

Estamos con pérdidas irreparables como: vidas humanas, la faja marginal, pérdidas hídricas, carreteras, áreas agrícolas, vías de comunicación y las vías ferroviarias, ocasionando incertidumbre a falta de comunicación por cierre de carreteras provocado por los desbordes en la comunidad.

Frente a esta problemática, la construcción de defensas ribereñas con enrocados suele considerarse como una infraestructura preventiva ante el riesgo de desbordes naturales producidos por el fenómeno del niño costero que viene siendo muy agresivo.

La planificación de estas defensas ribereñas con enrocados ayudara a prevenir las acciones destructivas y erosivas de los ríos dentro del área rural, como es el caso, la zona de estudio el asentamiento humano alto Huampaní.

Esta investigación de defensas ribereñas con enrocados, brinda la facilidad y viabilidad y se propone utilizar los insumos principales oriundos de la zona si en caso no alcance a ser de calidad la materia prima encontrada en la zona, se estaría proponiendo a utilizar de canteras certificadas, siendo considerado los requerimientos y estándares certificados según los estudios del laboratorio.

Como prevención se trabaja sobre las evaluaciones en desastres naturales y riesgos en desborde de ríos, considerado la consecuencia más común que conlleva a las inundaciones y salida del flujo hídrico. Tomando con gran valor el diseño de defensas ribeñas con enrocado para mitigar a los problemas de erosión, sedimentación.

Este método permite que la defensa ribereña cuente con la estabilidad del talud alcance un mayor rendimiento de la velocidad de arrastre dado por el flujo y la capacidad de recubrimiento, para soportar las fuerzas cortantes previniendo los desastres en las viviendas aledañas de la ribera brindando la seguridad a la población que se encuentran vulnerables de dicho distrito.

Los desbordamientos repentinos se producen en cuencas hidrográficas de alta pendiente, debido a la presencia de grandes cantidades de agua en muy corto

espacio de tiempo y aun no se está preparado para contrarrestar ante esta magnitud.

1.2 Trabajos previos

Según Flores (2013), bases para el diseño de encauzamientos de márgenes estables y de márgenes con protección de enrocado o pedraplén. 136 pp. Tesis (ingeniero civil). Quito-Ecuador: universidad central del Ecuador. Objetivo, determinó la protección a las defensas de márgenes frente a inundaciones, es impedir o dificultar que el territorio se inunde, además mejorar el dictado por la presión del daño económico y sobre la vida humana que causa la inundación. Este daño se localiza en núcleos habitados, no necesariamente en ambas márgenes del río. Llegando a la conclusión que se logra cubrir las expectativas Los muros de protección son estructuras flexibles, por lo que no deben ser recubiertas por hormigón, ya que pierden esta propiedad y se vuelven rígidos. Las recomendaciones sobre la evaluación de caudal, la velocidad crítica, la profundidad del tirante hidráulico, le permite tomar decisiones sobre qué tipo de cálculos a de utilizar para el diseño en las defensas ribereñas (enrocados) de los ríos evitando desbordes e inundaciones.

Cárdenas (2013), estudios y diseños de las obras de protección de orillas en la margen izquierda del río Cauca en el sector candelaria en el distrito de riego roldanillo – la Unión – Toro. 131 pp. Tesis (ingeniero civil). Cali - Colombia: universidad del Valle. Objetivo es determinar, seleccionar, proteger y también diseñar obras de protección de a la margen izquierda del río Cauca del sector Candelaria del distrito de riego Rut, presentando las mejores ventajas encontradas, considerando aspectos técnicos, ambientales y económicos. Además propone implementar el modelo matemático bidimensional CCHE2D para el estudio de la hidrodinámica del río tomando en cuenta el escenario de simulación la cual le permitirá obtener valores más certeros para el diseño de las obras de protección, estimar la socavación total que puede presentar el cauce y realizar análisis comparativo de la diferentes obras teniendo en cuenta los factores económicos, sociales y ambientes que pueda proponer, dimensionar, plantear protección de las márgenes.

Fernández (2015), propuesta de encauzamientos de restauración del tramo urbano del río Rímac mediante la aplicación de la bioingeniería. 106 pp. Tesis (ingeniero civil). Lima – Perú: universidad Católica del Perú. Objetivo, analiza y evaluar una propuesta para la restauración de un tramo del río Rímac, perteneciente al área urbana, mediante una aplicación de alternativa a la bioingeniería, tomando como base el establecimiento de una barrera de vegetación en los márgenes del río con la finalidad de reducir su velocidad de escorrentía y por ende su efecto erosivo.

Describir y documentar a la información de los estudios realizados en la aplicación de la bioingeniería como alternativa de restauración y protección para establecer característica hidráulica y geotécnica en el tramo urbano del río Rímac, identificando zonas vulnerables al desborde y erosión por acción de la escorrentía, evaluando las propuesta de soluciones sobre las bases de desarrollo de modelos hidráulicos y así entender los comportamiento que se presenten.

Según Bach. Flores (2015), propuesta y análisis de diseño de defensas ribereñas en el río llave zona rural. Santa rosa de Huayllata-llave. 256 pp. Tesis (ingeniero civil). Puno – Perú: universidad nacional del Altiplano. Objetivo, proponer el análisis y diseño de defensas ribereñas en el rio llave – sector. Santa Rosa de Huayllata, para reducir riesgo de inundaciones, determinar los parámetros hidrológicos, geológicos–geotécnico y de Hidráulica fluvial que inciden en la crecida del rio llave, para evitar Inundaciones en el sector, a partir de un diseño adecuado proponer en expediente técnico para la solución del problema expuesto. Teniendo como conclusión es necesario la construcciones de defensas ribereñas por el alto riesgo de desbordes, para evitar pérdidas, agrícolas, económicas, humanas, como consecuencia el atraso del desarrollo para el centro poblado de estudio, además también tener como consideración las características de la baja pendiente del rio la cual sería un déficit y la razón de los desbordes del rio en el sector. La conclusión general es la realización urgente del expediente técnico para a la ejecución del estudio. La aportación de esta tesis es de mucho apoyo teniendo en cuenta los mismos propósitos y beneficios para dicho estudio de defensas ribereñas.

Considera Álvaro y Henríquez (2014), diseño hidráulico y estructural de defensa ribereña del río Chicama tramo puente punta moreno – pampas de Jaguey aplicando el programa River. 147 pp. Tesis (ingeniero civil). Trujillo – Perú: universidad privada Antenor Orrego. Objetivo es realizar el proyecto diseño hidráulico y estructural de defensa ribereña del río Chicama, tramo puente Punta Moreno – Pampas de Jaguey aplicando el programa River, la cual realizó los de topografía y mecánica de Suelos en el lugar de estudio, identificar los procesos de diseño de defensa ribereña con revestimiento de enrocado, realizar los estudios de ingeniería del proyecto, con el fin de dar un correcto planteamiento hidráulico de defensa ribereña para que el río Chicama no continúe erosionando y desbordando la margen izquierda en dicho sector, diseñando de esta forma las estructuras definitivas para el encauzamiento. La conclusión principal del estudio será aplicar el método River para el diseño de defensas ribereña por su la facilidad y exactitud al cálculo de diseño.

Según Puelles (2015), el estudio hidráulico e hidrológico de la cuenca alto Perú y el porvenir en el asentamiento humano las mercedes, distrito de la oroya, provincia de Yauli – Junín para la construcción futura de obras de arte ante amenazas de derrumbes provocado por la crecida del río, mediante el uso de los modelos matemáticos hec-georas. 222 pp. Tesis (ingeniero civil). Lima – Perú: universidad Peruana de ciencias aplicadas. Objetivo, elaborar el análisis hidráulico de la quebrada alto porvenir con la finalidad de diseñar estructuras y tipos de defensa ribereñas para prevenir a la población de daños y destrucción de viviendas y vías de acceso para la población, estimar caudales máximos de diseño, con tiempo retorno de 100, 200 y 500 años a través de datos proporcionados por Senamhi, considerando los datos de precipitación máxima estimado a través de modelamientos hidrológicos empleado por el HEC –HMS3.4 creado por el ejército de los EEUU, establecer parámetros geomorfológicos de la quebrada alto Perú a través del plano de la carta nacional geoferrenciada.

La municipalidad de Ñepeña (2015), planteó el mejoramiento de defensa ribereña con enrocado en el río Ñepeña, sector Cerro Blanco, distrito de Ñepeña, Santa, Ancash. 67 pp. Ñepeña, Ancash. Se tiene como objetivo determinar el caudal máximo para periodo de retorno de 10, 25,50 años de tal manera contar con caudal de diseño adecuado y realizar una simulación de

inundación con el programa Hecras 4.1 determinado el área de solución con el uso del programa Georas y Arcgis 10.3 considerando la características físicas y ecológicas de la cuenca del río Ñepeña, evaluación de las variables meteorológicas, la evaluación de la precipitación y determinación de las máximas avenidas.

1.3 Teorías relacionadas al tema

Para proceder al proyecto de prevención ante las inundaciones para el diseño de defensas ribereñas, se toma en cuenta los temas básicos de ingeniería que nos servirá de apoyo para los procedimientos donde se estudió e investigó, el área que fue elegido esta en lugar muy accidentado.

13.1 Topografía

Ciencia que estudia el conjunto de los procedimientos para determinar las posiciones de cada punto sobre la superficie de la tierra, por medio de medidas según tres elementos del espacio, distancias y elevación, a una distancia, dirección y una elevación. La topografía, se puede definir también como ciencia y arte de efectuar mediciones necesarias para determinar las posiciones relativas de puntos situados tanto, arriba, sobre, o debajo de la superficie de la Tierra, o situar tales puntos en una posición especificada. Las operaciones topográficas no están limitadas a tierra firme. (Lavado, Rodrigo. 2013,2. p).

La topografía en el caso de defensa ribereña es sumamente importante y necesario al realizar la ejecución del levantamiento topográfico dando los alcances, los datos y las mediciones exactas del área de estudio, las variaciones del lecho, en este caso se está considerando la márgenes del distrito de Lurigancho Chosica ya que el estudio involucra a dos distritos que tiene en común el cauce del río Rímac, considerando no solo el área geográfico del río sino que también las cosa alrededor como la viviendas el área agrícola la carreteras y toda estructuras que pueda estar afectada y sujetas a erosión.

En el gabinete se procedió al dibujo o plano de la zona que se realizó el levantamiento topográfico de la zona vulnerable del asentamiento humano alto

Huampaní; quedando frente a la población de villa el Rosario distrito de Chaclacayo como se observa en la siguiente figura 01, la zona del proyecto.

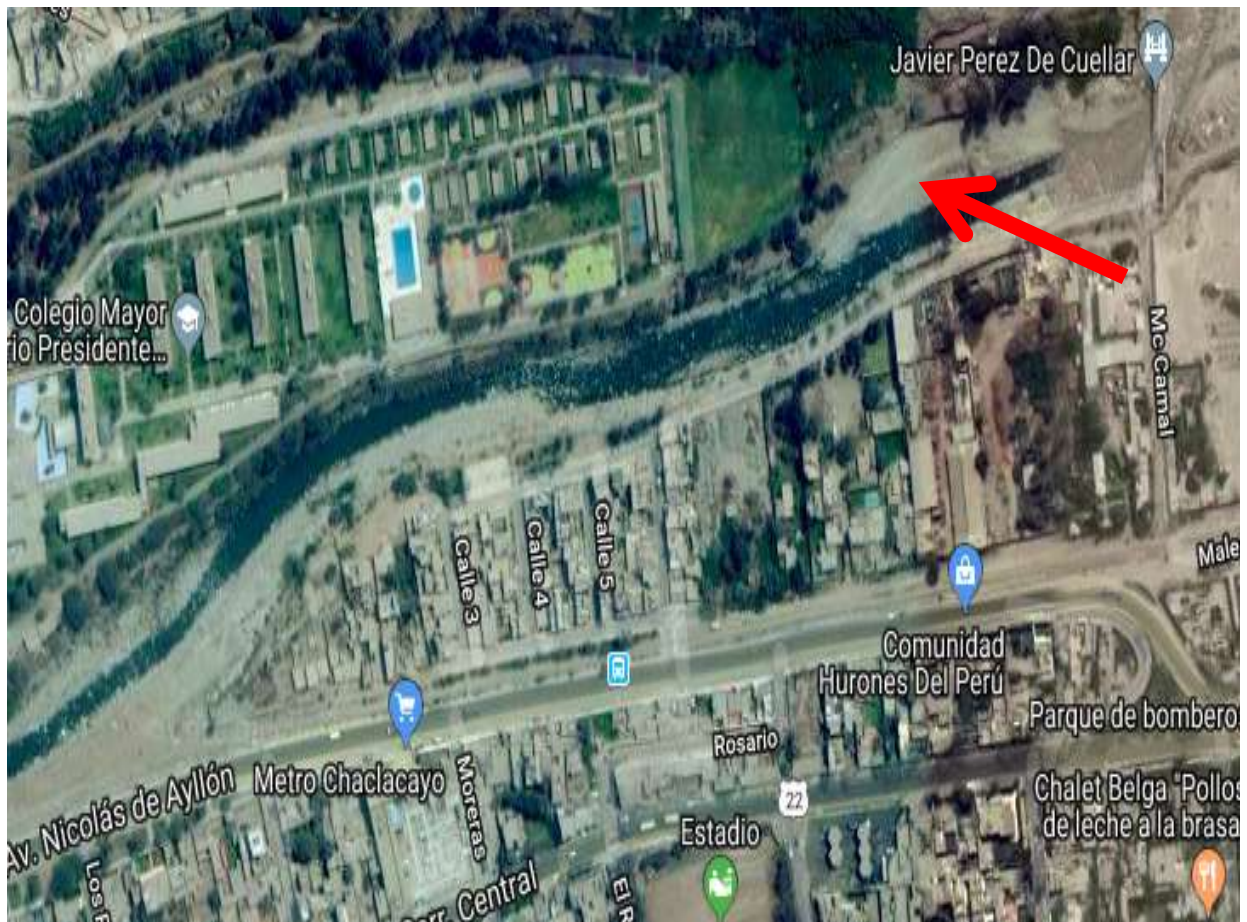


Figura 1. Ubicación y zona del proyecto (elaboración propia).

Levantamiento topográfico

Según Casanova L. (2002), el levantamiento topográfico es realizado con fines a delimitar la configuración de un terreno y la posición sobre la superficie de la tierra, de un elemento natural o instalaciones edificadas por el hombre.

Para el levantamiento topográfico se toman los datos necesarios de la representación gráfica o elaboración del mapa del área en estudio y las herramientas necesarias para la representación de los mapas topográficos se estudiaron en los capítulos anteriores.

Las curvas de nivel.

Según Casanova L. (2002), el métodos más empleado para la representación gráfica de las formas del relieve de la superficie del terreno, donde permite determinar de una forma sencilla y rápida, la cota o elevación del cualquier punto del terreno y trazar perfiles, calcular pendientes, resaltar las formas en accidentes del terreno.

Se puede mencionar que la curva de nivel es el trazo en la superficie del terreno, se marca sobre un plano horizontal donde la interseca por lo que puede definir como la línea continua que une puntos de igual cota o elevación.

1.3.2 Geología y geotecnia

La geología, ciencia que tiene como objetivo el estudio de la tierra como, el análisis, la composición, la estructura, evolución y los sucesos en todo cambio a lo largo de la vida geológicas; tanto en la superficie y el interior de la tierra. Carenas, M. *et al.* (2014, p.5), sufriendo continuos cambios en su forma, composición, generación y destrucción.

La geotecnia se encarga del estudio mecánico e hidráulico de los materiales provenientes de la tierra para la investigación el estudio de suelos y roca.

1.3.3 Hidrología

Según Villon B (2002, p. 15), la hidrología es la ciencia natural que estudia al agua, su comportamiento, secuencia, ocurrencia, circulación y distribución en la superficie terrestre; tanto en las propiedades química y física relacionadas con el medio ambiente incluyendo a los seres vivos.

La hidrología proporciona métodos para resolver los problemas de forma práctica analizando ocurrencias temporales, variaciones y probabilidades de ciclo hidrológico y evento de precipitación que permite tener con exactitud dicho estudio.

Régimen fluvial

Es todo el conjunto de variaciones de caudal experimentada de un río a lo largo del año, se encuentra determinado por factores, alteraciones que realiza el río o factores humanos, que pueden ser los embalses, deslizamientos, para medir el régimen fluvial se considera el caudal cuando hay épocas de aguas altas y aguas bajas. Es conveniente recabar toda la información de las descargas máximas de las estaciones de aforos confiables que corresponde a cada año.

Caudal volumétrico

Se define como el cálculo de flujo que pasa por una superficie dada en un tiempo y lugar determinado. La escurrimiento son los elementos del ciclo hidrológico y nos permite conocer la escurrimiento superficial de un curso de agua descarga en un punto a otro, con efecto a estables con mayor precisión el régimen del río y el potencial hídrico de dicha cuenca donde se representa con la letra Q. La expresión fundamental es conocida y representada como Caudal (m^3/s).

Dónde:

$$Q = A \cdot V$$

- Q Caudal (m^3/s)
- A área (m^2)
- V velocidad promedio (m/s)

El estudio hidrológico tiene como objetivo obtener y conseguir el mejor ajuste estadísticos con los datos existentes ($Q_{máx.}$) a través de las funciones de matemáticas que permitan obtener los márgenes de errores de cada uno y conseguir la información del Caudal de diseño que sería muy importante para el proyecto.

1.3.4 Análisis probabilístico

Este análisis está basado a la formulación de muestras y registros para un periodo de tiempo determinado, por otra parte también se estaría considerando otros métodos por el déficit de la información recurriendo a instrumentos estadísticos.

Estudio de cuenca

Se tiene como objetivo el estudio de la cuenca y evaluación de las características hidrológicas, climatológicas y fisiográficas. La ubicación y situación geográfica de la cuenca nos determina los parámetros meteorológicos de la zona y tener la certeza si se cuenta con las estaciones climatológicas del caudal y precipitación.

Caudal de diseño

La estructura será diseñada para un caudal que tiene un periodo de retorno o frecuencia de sucesos de n años, la cual significa que la estructura sería exigida al máximo cuando se presente el caudal de gran magnitud. El caudal de diseño también llamado período de recurrencias, es un concepto estadístico evaluado donde es calculada de un punto o un suceso n que determina tiempo, espacio y suelen calcularse mediante distribuciones variables con valores mínimas y máximas.

El período de retorno, se toma en cuenta la consideración de riesgos y la vida útil de la estructura. Para el período de retorno al diseño.

$$Tr = \frac{1}{1-(1-R)J}$$

Primero se precisa la vida útil de la obra (J), luego el porcentaje adecuado de riesgo de falla de la estructura (R) llevándonos a una ecuación.

Dónde:

- T_r período de retorno
- R riesgo de falla en %
- J vida útil de la estructura

Según la teoría de Ven Te Chow (1988), es obtener, conseguir el mejor ajuste y de la vida útil, es teniendo en cuenta las consecuencias potenciales de falla de la estructura donde se clasifican como: grandes, intermedias y pequeñas. Encontraremos tabla para ver las clasificaciones que propone Ven Te Chow. Es en el cálculo según la estructura e importancia para cada proyecto hidráulico.

Tabla 1. *Criterio de diseño generalizado para estructura de control de agua.*

| Tipo de estructura | Período de retorno (años) | E.L.V |
|------------------------------------|------------------------------|-------|
| Alcantarilla de carreteras | | |
| Volúmenes de tráfico bajo | 5-10 | ----- |
| Volúmenes de tráfico intermedio | 10-25 | ----- |
| Volúmenes de tráfico altos | 50-100 | ----- |
| Puentes de carreteras | | |
| Sistema secundario | 10-50 | ----- |
| Sistema primario | 50-100 | ----- |
| Drenaje agrícola | | |
| Alcantarillas | 5-50 | ----- |
| Surco | 5-50 | ----- |
| Drenaje urbano | | |
| Alcantarillas en ciudades pequeñas | 2-25 | ----- |
| Alcantarillas en ciudades grandes | 25-50 | ----- |
| Aeropuertos | | |

| | | |
|---|--------|---------|
| Volúmenes bajos | 5-10 | ----- |
| Volúmenes intermedio | 10-25 | ----- |
| Volúmenes altos | 50-100 | ----- |
| Diques | | |
| En fincas | 2-50 | ----- |
| Alrededor de ciudades | 50-200 | ----- |
| Presas con pocas probabilidades de pérdidas de vidas(baja amenaza) | | |
| Presas pequeñas | 50-100 | ----- |
| Presas intermedia | 100+ | ----- |
| Presas grandes | ----- | 50-100% |
| Presas con probabilidades de pérdidas de vidas(amenaza significativa) | | |
| Presas pequeñas | 100+ | 50% |
| Presas intermedia | ----- | 50-100% |
| Presas grandes | ----- | 100% |
| Presas con probabilidades de altas pérdidas de vidas(alta amenaza) | | |
| Presas pequeñas | ----- | 50-100% |
| Presas intermedia | ----- | 100% |
| Presas grandes | ----- | 100% |

Fuente: Libro hidrología tecnología aplicada: Ven Te Chow (1988).

1.3.5 Distribución de la probabilidad

Los modelos probabilístico dan resultados si se cuenta con un mínimo de años de registro, teniendo varios modelos pero entre las principales distribuciones probabilístico que ajusta al caudal máximo instantáneo y son los siguientes: Estaríamos analizando cada una de las probabilidades a utilizar.

Distribución Normal

Es la distribución normal simétrica es conocida como la distribución campana de Gauss, aunque algunas ocasiones no se ajustan a los datos hidrológicos teniendo una amplia aplicación, a la vez como ejemplo los datos que se puedan obtener con transformación de distribución normal. Surge de la teorema del límite central, establece que si una secuencia de variables aleatoria X son independientes y estas idénticamente distribuida con la media y la variante.

Según, (Ven te Chow, p 382)

Función de densidad

Esta dada por los siguientes:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(x-u)^2}{2\sigma^2}\right] \quad -\infty < x < \infty$$

Donde los parámetros de distribución son la media $u(x)$ y la desviación estándar de σ (s), se define la variable estandarizada z como la siguiente ecuación:

$$Z = \left[\frac{(x-u)}{\sigma}\right]$$

Siendo la distribución normal estandarizada

$$f(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{z^2}{2}} \quad -\infty < x < \infty$$

Estimación de parámetros

$$X = \binom{1}{n} \sum_{1=1}^n x_1 \qquad S = \left\{ \binom{1}{n-1} \sum_{1=1}^n (x_1 - x)^2 \right\}^2$$

Factor frecuencia

Si se trabaja con los X sin transformar la z y se calcula como:

$$Z = \frac{x-u}{\sigma}$$

El valor z correspondiente a una probabilidad de excedencia de p ($p=1/T$), donde T es el valor de retorno) se puede calcular encontrando del valor de la variable W.

$$W = \left[\text{Ln} \left(\frac{1}{p} \right) \right] \frac{1}{2} \qquad 0 < p < 0.5$$

Y luego calculando z con la aproximación:

$$Z = W - \frac{2.515517 - 0.802853w + 0.010328 w^2}{1 + 1.4327788w + 0.189269w^2 + 0.001308w^3}$$

De allí se podrá calcular el valor de $F(x) = F(z)$ a partir de cada valor de "z", estando Z en función del período de retorno.

$$\text{Resultado } X = x + ZS$$

Distribución Log Normal de II parámetros

En esta la función los logaritmos naturales de la variable aleatoria se distribuyen normalmente, si los logaritmos Y de una variable aleatoria X se distribuyen normalmente se dice que X se distribuye normalmente. Esta distribución es ya muy usada para el cálculo de los valores extremos por ejemplo Q máx, Q min, P máx, P min. Tiene la ventaja que $X > 0$ y la transformación logarítmica tiende a reducir la asimetría positiva ya que al sacar logaritmos se reducen en mayor proporción los datos a mayor que lo menores.

Las limitaciones son: solamente dos parámetros y requiere que los logaritmos de las variables estén centradas en la media.

Función densidad:

$$f(x) = \frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left\{-\frac{1}{2\sigma^2}(\ln x - u_y)^2\right\} \quad X > 0$$

$$Y = \ln x$$

Donde u_y : Y σ_y : son los parámetros de la distribución, si comparamos con los de la distribución normal, los mencionados corresponden a la media y la desviación estándar de los logaritmos de la variable aleatoria respectivamente definiéndose la variable estandarizada como:

$$Z = \frac{\ln x - u_y}{\sigma_y}$$

u_y : Media de los logaritmos de la población (parámetro escalar) estimado y

σ_y : Desviación estándar de los logaritmos de la población s_y

Estimación de parámetros:

Factor de frecuencia

$$u_y = \left(\frac{1}{n}\right) \sum_{i=1}^n \ln(x_i) \quad S_y = \left\{ \left(\frac{1}{n-1}\right) \sum_{i=1}^n (\ln(x_i) - y)^2 \right\}^{1/2}$$

Pueden trabajarse en el campo original y en el campo transformado; en este campo transformado se trabaja con la media y la desviación estándar de los logaritmos como:

$$\ln(X_{Tr}) = U_y + zS_y$$

Estando z en función del período de retorno (T_r), tal como se escribió en la normal el campo original, se trata con los X sin transformar el K_t se calcula como:

$$K_T = \frac{\exp\left\{Kt * (\ln(1 + Cv^2))^{1/2} - \left(\frac{\ln(1 + Cv^2)}{2}\right)\right\} - 1}{Cv}$$

K variable normal estandarizada para el período de retorno T_r dado:

$Cv = \frac{s}{x}$ el coeficiente de variación X , media de datos originales y S desviación estándar de datos originales.

Distribución Gumbel o Extrema tipo I

Una familia importante de distribuciones usadas en el análisis de frecuencia hidrográfica es la distribución general de valores extremos la cual ha sido ampliamente utilizada para representar el comportamiento de creciente y sequías (máximo y mínimo). Según Fattorelli y Fernández (2011, p. 131).

Función densidad

$$F(x) = \exp\left\{-\exp\left(-\frac{x-u}{\alpha}\right)\right\} \quad -\infty < x < \infty$$

En donde α y u son los parámetros de distribución

$$f(x) = \frac{1}{\alpha} \exp\left\{-\frac{x-\beta}{\alpha} \exp\left(\frac{x-\beta}{\alpha}\right)\right\}$$

En donde α parámetro de forma β parámetro de localización y la estimación de parámetros

$$\alpha = \frac{v6}{\pi s} \quad u = x - 0.5772 \alpha$$

Donde x y S son la media y la desviación estándar de estimada con la muestra se define entonces la variable reducida:

$$y = \frac{x-u}{\alpha}$$

Siendo para este caso la función de densidad: $F(x) = \exp(-\exp(-y))$

Resolviendo para Y . La probabilidad de ocurrencia de un evento en cualquier observación es el inverso al período de retorno (T): donde sería el resultado:

$$P(X \geq x_t) = \frac{1}{T} \rightarrow 1 - P(X < x_t) = \frac{1}{T} \rightarrow 1 - F(x_t) = \frac{1}{T}$$

$$F(x_t) = \frac{T-1}{T}$$

Resultando

$$Y_t = -\ln\left[\ln\left(\frac{T}{T-1}\right)\right]$$

X_t Se relaciona con Y_t mediante la ecuación

$$X_t = U + \alpha Y_T$$

Distribución Log Gamma o Log Pearson de 3 parámetros III.

Si los logaritmo Y es una variable aleatoria X se ajusta a la distribución de Pearson tipo II, considerando que la variable aleatoria X se ajusta a la teoría de lo Log Pearson esta distribución es ampliamente usada en el mundo para el análisis de frecuencia de caudales mínimos. Esta se trabaja igual que la de Pearson tipo III pero con la variables X_Y S_Y como la media y desviación estándar de los logaritmos de la variable original x

Función densidad

$$f(x) = \frac{1}{x\alpha T(\beta)} \left(\frac{\ln(x) - y_0}{\alpha}\right)^{\beta-1} \exp\left(-\frac{\ln(x) - y_0}{\alpha}\right)$$

Dónde:

$$y_0 \leq Y < \alpha \quad \text{Para } \alpha > 0$$

$$\alpha \leq y \leq y_0 \quad \text{Para } \alpha > 0$$

α y β son los parámetros de escala y la forma respectivamente de y , y_0 , es el parámetro de localización.

Estimación de parámetros:

$$\beta = \left(\frac{2}{C_s}\right)^2 \quad \alpha = \left(\frac{C_s}{2}\right) S_v, \quad t_0 = X_v - \alpha\beta$$

C_s , Coeficiente de asimetría, X_v - S_Y Son, las media y la desviación estándar de los logaritmos de la muestra respectivamente.

Factor frecuencia:

$$\ln(Y_n) = x_y + K * S_v$$

$$K \approx Z + (z^2 - 1) \frac{C_s}{6} + \frac{1}{3} (z^3 - 6z) \left(\frac{C_s}{2} \right)^2 - (z^2 - 1) \left(\frac{C_s}{6} \right)^3 + z \left(\frac{C_s}{6} \right)^4 + \frac{1}{3} \left(\frac{C_s}{6} \right)^5$$

Ajuste de distribuciones

Debido a que a veces los resultados de las distribuciones descritas y nombradas anteriormente nos dan resultados diferentes hay diversos métodos para escoger la mejor distribución, algunos de los cuales revisaremos a continuación.

Análisis gráfico

Con este método, consiste en graficar las diversas distribuciones y todos los puntos medios buscando a elegir la mejor probabilidad que se ajuste al método que estaremos eligiendo a utilizar. Este método tiene un alto grado de subjetividad ya que bastante del punto de vista del observador.

Pruebas de ajustes

Para determinar si elegimos o tomamos bien el método de distribución a utilizar existen series de pruebas estadísticas a comprobar, algunos métodos para hacer la verificación de la selección, la más conocidas son la de χ^2 y la de Kolomogorov – Smirnov.

Prueba de Smirnov Kolomogorov

Se calcula la probabilidad empírica (P_{emp}) y la probabilidad teórica (P_{teo}), todo según la función deseada. Se determina también a la desviación máxima:

$$\Delta_{max} = P_{emp} - P_{teo}$$

Se escoge un nivel de significancia " α " (0.005, 0.01) y con α N se tiene un valor de Δ donde se puede tabular de la tabla de Smirnov. Entonces en conclusión: Sí

$\Delta_{max} < \Delta_{tabular}$ El ajuste es bueno al nivel de significancia adoptado

$\Delta_{max} > \Delta_{tabular}$ El ajuste no es bueno al nivel de significancia adoptada

Estudio de tránsito de avenida

Determinación de perfil con respecto al flujo

Es muy importante poder identificar las diferentes características de flujo que se puedan presentar en un canal, ya sea natural o canal artificial y del río tales como algunas de ellas: flujo artificial, flujo de río.

Flujo de canal artificial

Se seleccionan como en los siguientes: flujo permanente, flujo uniforme, flujo turbulento

Flujo de río

Se seleccionan como en los siguientes: flujo no permanente, flujo no uniforme, flujo no turbulento

Para efectuar el estudio hidráulico en los canales es hacer significaciones del flujo real ya que es un flujo bastante complejo.

En un canal artificial se puede lograr ciertos grados de permanencia manteniendo constante el caudal ya, que en el río en primer lugar sería muy complicado lograr cierto grado de permanencia debido a las irregularidades de los caudales fluviales, se podría considerar una excepción mediante la regulación de aguas abajo en un embalse, además se puede lograr algo parecido al movimiento uniforme en la media y que el canal se prismático.

Al ser prismático el canal se mantendrá su sección transversal constante y con una pendiente también del mismo modo a ambos, finalizando se analiza y eso no suele suceder es todo lo contrario debido a que la sección es muy variable y por consecuencias el movimiento no es uniforme, sin embargo a pesar de las limitaciones que existen anteriormente en la hidráulica fluvial se hacen uso de las formulas y conceptos deducidos para el flujo en canales con la finalidad de simplificar el escurrimiento real.

Esa es la razón de la importancia del estudio de la hidráulica de canales para su adecuada aplicación, tomando en cuenta las curvas de remanso básicamente para determinar el nivel de la superficie de agua para un determinado caudal, (perfil de flujo) a la vez dentro de un canal natural o artificial con características geométricas a las que podemos mencionar como: pendiente, perfiles longitudinales, sección transversal y rugosidad.

Estimación del coeficiente de rugosidad “n” Manning

Con esta estimación podemos evaluar la relación de la fuerza resistente y capacidad que ejerce el cauce con función del movimiento del agua y el valor que depende el tamaño de las partículas del material del cauce, con la configuración del lecho del río.

Se considera además los niveles de altura del agua, la velocidad del flujo, los esfuerzos cortantes ya que eso depende el valor del coeficiente de rugosidad. Aunque hay varios factores que afectan la selección de un valor de “n” para un cauce. Los factores que se tienen que considerar son: el tipo, el tamaño de los materiales que componen la cama, el banco y la forma del cauce, tenemos como referencia la tabla de rugosidad que nos servirá de gran ayuda gracias a Manning.

Tabla 2. Valores que se usan generalmente en el diseño, coeficiente de rugosidad Mannig.

| Valores del coeficiente de rugosidad "n" | | | | |
|--|-------|--------|---------|-------|
| Superficie | Mejor | Buena | Regular | Mala |
| Ladrillo vitrificado | 0.011 | 0.012 | 0.013* | 0.014 |
| Albañales de ladrillo | 0.012 | 0.013 | 0.015* | 0.017 |
| Acabado de cemento liso | 0.01 | 0.011 | 0.012 | 0.013 |
| Cemento de mortero | 0.011 | 0.012 | 0.013* | 0.015 |
| Madera cepillada | 0.01 | 0.012* | 0.013 | 0.014 |
| Madera sin cepillar | 0.011 | 0.013* | 0.014 | 0.014 |
| Con tabla | 0.012 | 0.015* | 0.016 | -- |
| Concreto | 0.012 | 0.014* | 0.016* | 0.018 |
| Cemento y mampostería | 0.017 | 0.02 | 0.025 | 0.03 |
| Piedra grande, guijarro | 0.025 | 0.03 | 0.033 | 0.035 |
| Sillería bruta | 0.013 | 0.014 | 0.015 | 0.017 |
| Metal liso | 0.011 | 0.012 | 0.013 | 0.015 |
| Metal corrugado | 0.022 | 0.025 | 0.028 | 0.03 |
| De tierra rectos | 0.017 | 0.02 | 0.022 | 0.025 |
| De piedra uniforme | 0.025 | 0.03 | 0.033 | 0.035 |
| De piedra irregular | 0.035 | 0.04 | 0.045 | -- |
| Canales de tierra dragada | 0.025 | 0.028 | 0.03 | 0.033 |
| Con vegetación | 0.025 | 0.03 | *0.035 | 0.04 |
| De piedra en el fondo | 0.028 | 0.03 | *0.033 | 0.035 |
| Cauces naturales | | | | |
| Limpios y rectos | 0.025 | 0.028 | 0.03 | 0.033 |
| Con vegetación y piedras | 0.03 | 0.033 | 0.035 | 0.04 |
| Limpios con curvas | 0.025 | 0.035 | 0.04 | 0.045 |
| Bajo nivel y curvas | 0.03 | 0.045 | 0.05 | 0.055 |
| Con depresiones y vegetación | 0.03 | 0.06 | 0.07 | 0.08 |

Fuente: Irrigación Rosell Calderón Cesar Arturo.

1.3.6 Hidráulica fluvial

La hidráulica fluvial comprende y combina en conceptos generales como: hidrología, hidráulica general, geomorfología y transporte de sedimentos.

Estudia los comportamientos hidráulicos de ríos en lo que se refiere a los de caudales mínimo, máximo y medio también; la velocidad del flujo sea, permanente, uniforme y turbulenta. La hidráulica fluvial no puede comprender ni aplicar aisladamente a una serie de disciplinas de la ingeniería que son complementarias. Según Rocha (1998, p. 11).

Granulometría

Los lechos de los ríos pueden ser de todo tipo como: granulado o cohesivos, en todo caso el lecho más constituido por partículas sueltas en diversidad de tamaños. El río de tipos aluviales son aquellos que discurren sobre materiales transportados por el propio en años (anteriores), pasado geológico esa es la razón en muchos de los casos su lecho suelen ser granulares.

El río también puede tener el cauce abierto con rocas o materiales cohesivos y eso no significa que puedas ser de contorno fijo o inamovible pero las modificaciones del cauce serán muy lentas debido a la mayor resistencia de la erosión. Teniendo de conocimiento que tras una erosión del fondo el lecho cohesivo se puede restablecer en el fondo original, pero no como cohesivo si no como regular esa es la gran diferencia de los lechos granulares.

La propiedad individual de las partículas de un lecho granular en hidráulica fluvial es muy importante ya que se estudia el peso de las partículas, donde los cauces naturales están formados por partículas de rocas y minerales cuyo peso específico, tiene poca variación y el valor medio es $\gamma_s = 2.65 \text{ T/m}^3$, por eso es importante el tamaño como representación del volumen de la partícula, por tamaño se entiende la dimensión del segundo eje.

La manera más común de analizar la distribución del tamaño en el lecho es tamizar una muestra y pesar la fracción que pasa en cada tamiz y verificar la retención de la siguiente para saber qué tipo de grano estamos reconociendo. Si nos ponemos a considerar los tamaños de las partículas, en primer lugar las menores a 0.004mm se llaman arcilla, la de 0.004mm y 0.062mm se llaman limos, además entre 0.062 y 2.0 se llaman arenas y la el tamaño de 2.0mm y 64mm se llaman gravas; por lo tanto de ahí en adelante la terminología castellana no parece completamente clara, pero podría llamar canto a los elementos hasta 25.6cm. Según Martin (2003, p. 53).

1.3.7 Impacto ambiental

Si nos referimos del impacto ambiental es el entorno vital o el conjunto de factores, físicos, naturales, estéticos, culturales, sociales y económicos que interaccionan con el individuo y toda la comunidad que le rodea. Según Conesa (1993).

Impacto físico nos referimos a los cambio de la variación del paisajes si hablamos de hábitat se nombra la vida biología, vida acuática, también la fauna protección de la ribera, impacto biológicos se refiere al exterminio, eliminación, perdidas de área de vegetación en la zona del enrocado.

Impacto de la calidad del agua se menciona los cambios de la turbulencia del río generando alteración y cambios de la temperatura, afectando el hábitat de la vida acuática peces, vidas ya existentes en la zona del proyecto.

1.3.8 Variable independiente

Diseño de defensa ribereña con enrocados

Son estructuras construidas de rocas para la protección en crecidas de los ríos para áreas aledañas a ellos. La construcción de defensas ribereñas se suele considerarse como una infraestructura preventiva ante todo el riesgo de desastres naturales que son las inundaciones por avenidas extraordinarias o prolongadas en los ríos y quebradas de nuestra accidentada topografía, provocando daños humanos, agrícolas y materiales; la planificación de esta defensa ayudara a prevenir las acciones destructivas y erosivas de los ríos dentro de las área, como es el caso del sector de Chosica zona en la que se basa el estudio.

La protección contra los desbordes incluye, tanto los medios estructurales que consiste en estructuras diseñada sobre la base de los principios de la ingeniería; tales como:

- Diques enrocados
- Enrocados con roca de volteo
- Enrocados con roca colocada
- Estructuras de concreto.
- Tetrápodos
- Losas

Además a todo esto existen tipos de defensa ribereña al cuales las más usadas son las siguientes:

- Defensa ribereña natural
- Defensa ribereña con muro de concreto
- Defensa ribereña con gaviones
- Defensa ribereña con muro ciclópeo
- Defensa ribereña con neumáticos
- Defensa ribereña con enrocados

Esta última sería utilizada por ser más accesible a la zona y contar con los insumos.

Diseño con enrocados

Elaboración de una estructura conformada por rocas colocadas y acomodadas con ayuda de equipos mecánicos tales como cargadores frontales, tractores, retro-excavadoras, con el objeto de proteger taludes evitando la erosión o desprendimiento; sirviendo de “cuña” al pie de los taludes; los enrocados de protección de ribera y de diques son partes muy importante en los trabajos de tratamientos del río, todo es para zonas críticas que se adecua la aplicación. Los enrocados también se usan para proteger estructuras de la erosión y socavación que producen las aguas (protección de riberas, alcantarillas, badenes entradas y salidas de puentes, pontones, etc.). Los enrocados tienen varias ventajas, entre ellas:

- Tratamiento del río para mantener el alineamiento de la ribera
- Protección de los terrenos adyacentes contra la erosión.
- Protección de los diques de defensa contra a los desbordes.
- Protección de estructuras, como puentes, barrajes, presas, pontones, etc.
- Por el aumento de la rugosidad superficial la velocidad del escurrimiento disminuye y por consecuencia también la erosión.
- Son estructuras flexibles y se adaptan a los asentamientos del terreno.
- Los enrocados armonizan bien con las estructuras hidráulicas se adaptan al paisaje por ser estético a la naturaleza.
- Los trozos de rocas no sufren muchos desgastes importantes y son recuperables de larga vida.
- Los enrocados permanecen porque no existe interés de sustraerlos.

La estabilidad de un enrocado depende, en gran parte, de la magnitud de la velocidad del flujo tangencial, de la dirección de la corriente principal en relación con el plano del enrocado, el ángulo del talud del enrocado y de las características de la roca.

En general las fórmulas desarrolladas son velocidad media, número de Froude, radio hidráulico, tipo de flujo con un nivel de turbulencia normal, este aspecto debe considerarse al momento del diseño, ya que la intensidad turbulenta aguas abajo de estructuras disipadoras de energía es muy superior al valor normal.

Los enrocados en el caso de canales son usados para proteger la superficie del lecho de la acción erosionadora del agua cuando trae una velocidad considerable, sin embargo al colocar rocas en el fondo del lecho, el flujo ejerce una fuerza de arrastre sobre estas que es necesario contrarrestar, definiendo el tamaño y peso del enrocado.

Según Flores (2013), este sistema de defensa ribereña consta de un terraplén y un revestimiento de enrocado. La sección del dique posee una sección trapezoidal típica, cuya altura depende del tirante de diseño.

1.3.9 Variable dependiente

Desbordes en ríos

Como consecuencia de un aumento de su caudal debido a la lluvia. En estas van a ser muy importantes el tipo y distribución de la lluvia, de la intensidad, la orografía, la vegetación, el tipo de suelo de la cuenca y del propio río, incluidas las obras hidráulicas sobre el mismo (embalses, canalizaciones). También influyen las condiciones de humedad del terreno.

Los desbordes de los ríos suelen abarcar amplias extensiones de terreno provocan graves trastornos a las comunidades, entre los que se citan las afectaciones a las personas (lesiones, enfermedades e incluso pérdidas de vida) y a los bienes materiales (pérdida de cultivos y animales, así como daños a casas habitación, vías de comunicación, instalaciones eléctricas, caminos, soportes de puente. Posada, *et al.* (2013).

Los ríos son corrientes naturales de agua que fluyen con continuidad, poseen un caudal determinado que rara vez es constante a lo largo del año y pueden desembocar en el mar, un lago o en otro río. Son indudable los beneficio que traen los ríos para la población, como pueden ser fuente de agua para acueducto o riego, alimentación a partir de los peces que en el son capturados o cultivados, recreación, transporte y disipación de aguas residuales, por todas estas características las ciudades y poblados tienden a ubicarse cerca de los ríos, lo que conlleva a que cuando el río aumente su caudal ya que sea en épocas de lluvias o por un evento meteorológico extremo y se produce el desbordamiento de sus aguas, la población se encuentra dentro del área de inundación y puede verse sometida a afectaciones directas. Posada, *et al.* (2013).

Uno de los problemas más interesantes, y siempre actual, de la ingeniería fluvial es el de las inundaciones. Las fuertes y esporádicas lluvias, el incremento notable de los caudales de ríos y quebradas, los huaicos y las consiguientes inundaciones no son nuevos en el Perú. Pero, también es cierto que sus efectos se sienten cada vez con mayor intensidad, a veces con características de desastre, debido a diversos factores entre los que están la creciente erosión de cuencas, el aumento de la deforestación, la explosión demográfica, la concentración poblacional, el mal uso de la tierra y la no consideración de los más elementales conceptos de hidráulica fluvial. Es decir, que todos los factores giran en torno a nuestra falta de previsión y de planificación.

1.4 Formulación del problema:

Problema general

¿Cómo el diseño de defensa ribereña mitigará las inundaciones causadas por desbordes del río Rímac?

Problemas específicos

¿Cómo el diseño de defensa ribereña con enrocado calculará el tamaño de roca para mitigar inundaciones causadas por desborde del río Rímac?

¿Cómo diseño de defensa ribereña con enrocado evaluará el espesor del enrocado para mitigar inundaciones causadas por desborde del río Rímac?

¿Cómo el diseño de defensa ribereña con enrocado evaluará el talud para mitigar la erosión causadas por el río Rímac?

¿Cómo el diseño de defensa ribereña con enrocado evaluará el caudal para mitigar inundaciones causadas por desborde del río Rímac?

¿Cómo el diseño de defensa ribereña con enrocado evaluará la altura del enrocado para mitigar inundaciones causadas por desborde del río Rímac?

1.5 Justificación

El propósito principal del proyecto es mitigar los perjuicios provocados por las inundaciones y reducir pérdidas de comunidades, ya que se destruyen cosechas en pie, infraestructura, maquinarias y viviendas, ello sin contar con las trágicas pérdidas de vidas humanas. En ocasiones los efectos de desbordes de los ríos son dramáticos, no sólo en casos particulares a nivel de hogares sino en todo el país. Esta propuesta que se desarrolla es contribuir al cambio en el paradigma convencional de gestión del riesgo de desbordes en ríos y defensa ribereña superando la visión de respuesta reactiva ante emergencias y desastres, hacia procesos de gestión integral del riesgo por inundaciones.

Para ellos se estaría analizando, los cálculos de fuerza de arrastre, de fuerza cortante y disminuir al máximo la erosión, socavación. Tomando en cuenta las evaluaciones con de informes de las instituciones como: Senamhi, Ingemmet, instituto geográfico nacional, ministerio de agricultura, Sedapal, además también contamos con el apoyo de la municipalidad de Lurigancho Chosica, Chaclacayo, autoridad nacional del agua, autoridad local del agua, etc.

Justificación social

En lo social se ha tomado con mayor importancia la seguridad brindando protección a los pobladores y evitar pérdidas humanas, sus viviendas, carreteras, área agrícola, medios de comunicación y muchos más.

Justificación económica

Se tomaría en cuenta la parte económica, los recursos para la reconstrucción de la comunidad, tanto local, distrital y regional. Por otro lado el inconveniente

en la vías de comunicación ya que estamos considerando la carretera central una de la zonas más importante para la economía de nuestro país.

Justificación ambiental

La propuesta del diseño de defensa ribereña con enrocado es bastante accesible, ya que no se cambia lo estético a la naturaleza.

1.6 Hipótesis

Hipótesis general

El diseño de defensa ribereña con enrocado mitigará las inundaciones causadas por desborde del río Rímac.

Hipótesis específico

El diseño de defensa ribereña con enrocado calculará el tamaño de roca para mitigar inundaciones causadas por desborde del río Rímac.

El diseño de defensa ribereña con enrocado evaluará el espesor del enrocado para mitigar inundaciones causadas por desborde del río Rímac.

El diseño de defensa ribereña con enrocado evaluará el talud para mitigar la erosión causadas por el río Rímac.

El diseño de defensa ribereña con enrocado evaluará el caudal para mitigar inundaciones causadas por desborde del río Rímac.

El diseño de defensa ribereña con enrocado evaluará la altura del enrocado para mitigar inundaciones causadas por desborde del río Rímac.

1.7 Objetivo:

Objetivo general

Determinar como el diseño de defensa ribereña con enrocado, mitigará los riesgos de inundaciones causadas por desbordes del río Rímac.

Objetivos específicos.

Determinar como el diseño de defensa ribereña con enrocado calculará el tamaño de roca para mitigar inundaciones causadas por desborde del río Rímac.

Determinar como el diseño de defensa ribereña con enrocado evaluará el espesor del enrocado a utilizar para mitigar inundaciones causadas por desborde del río Rímac.

Determinar como el diseño de defensa ribereña con enrocado evaluará el talud para mitigar la erosión causadas por el río Rímac.

Determinar como el diseño de defensa ribereña con enrocado evaluará el caudal para mitigar inundaciones causadas por desborde del río Rímac.

Determinar como el diseño de defensa ribereña con enrocado evaluará la altura del enrocado para mitigar inundaciones causadas por desborde del río Rímac.

II. MARCO METODOLÓGICO

2.1 Diseño de investigación

Se considera cuasi experimental; causa y efecto, analizando la consecuencia y tener la opción de manipular por lo menos una variable, este tipo de diseño se utiliza en los métodos cuantitativos.

Tipo de estudio

Tipo de estudio de acuerdo al origen de datos obtenidos para la investigación, podemos mencionar a:

Aplicada.

Sobre este tipo de investigación el autor afirma “se sustenta en la investigación teórica; con finalidad especificar, aplicar teorías existentes a la producción de normas con los procedimientos tecnológicos, para controlar situaciones o procesos en la realidad” Valderrama (2014, p. 39).

Explicativa.

Sobre este tipo de investigación, Hernández, Fernández y Baptista (2014) señalan que “los estudios explicativos no solo se refiere a la descripción de conceptos, fenómenos, están dirigidos a responder las causas de los eventos, sucesos y fenómenos físicos o sociales. Son aquella que tiene relación causal; y no persigue describir o acercarse a un problema, sino que también intenta encontrar las causas del mismo, describiendo el fenómeno, tratando de buscar la explicación y el comportamiento de las variables con un fin último, el descubrimiento de todas las causas (p. 126).

Cuantitativa.

Para esta investigación el autor afirma: “en el caso de la mayoría de los estudios cuantitativos, los proceso se aplica de manera secuencial desde un comienzo de una idea que va acotándose y, una vez remarcada, se establecen

los objetivos de preguntas de la investigación, se revisa, la literatura y se construye un marco teórico. Después se analizan objetivos y preguntas, cuyas respuestas tentativas traduciendo la hipótesis (diseño de investigación). Por último, se recolectan datos utilizando uno o más instrumentos de medición, los cuales se estudian (la mayoría de las veces a través del análisis estadístico), y se reportan los resultados” Hernández et al. (2014, p. 16-17).

Longitudinal.

“El interés del investigador es analizar cambios a través del tiempo en determinadas categorías, datos de conceptos, sucesos y eventos variables en las relaciones entre ellas” Hernández et al, (2014, p. 278). La presente investigación es longitudinal debido a que se tomaran los datos a través de un periodo de investigación por de 6 meses.

Diseño cuasi experimental

Los diseños cuasi-experimentales tienen el mismo propósito que los estudios experimentales: probar la existencia de una relación causal de 2 o más variables. Cuando se asigna aleatoria es más imposible, los cuasi-experimentos (semejantes a los experimentos) permitiendo estimar los impactos del programa, dependiendo de si llega a establecer una base de comparación apropiada. Hedrick, 1993, p. 58).

Recuérdese que los grupos son intactos, no se crean, ya se habían constituido por motivos diferentes al cuasi experimento.

Diseño de investigación:

$$\begin{array}{ccc} G_1 & x & O_1 \\ G_2 & -- & O_2 \end{array}$$

G = grupo o muestra.

O1, O2 = observaciones.

X = estímulo.

Correlacional

Porque pretende describir las características de las variables en estudio, diseño de defensa ribereña con enrocados para mitigar las inundaciones causadas por desbordes del río Rímac y determinar, un antes y un después del proyecto (mejora).

Causal

Porque pretende describir las características de las variables en estudio, diseño de defensa ribereña con enrocados para mitigar las inundaciones causadas por desbordes del río Rímac para determinar, explicar el comportamiento encontrando la relación “causa y efecto” que existente entre ellas.

2.2 Variables, operacionalización

Variable independiente: Diseño de defensas ribereñas con enrocados

El enrocado consiste en bloques o cantos de roca de diferente tamaño con formas irregulares colocadas sobre el talud o a lo largo de la orilla de una corriente como el diseño adecuado para la ribera, dicho revestimiento también puede emplearse en el fondo del canal. Vélez, *et al.* (2013, p.55).

Las defensas ribereñas con enrocados son estructuras construidas para proteger de las crecidas de los ríos las áreas aledañas a estos cursos de agua. Los ríos de la costa y sierra del Perú, se caracterizan por ser caudalosos en la época de avenidas o lluvias (época de verano) y de poco caudal en etapa de estiaje que son los meses (abril, a diciembre); siendo necesario tomar medidas de precaución y control para evitar desbordes en los ríos por consiguiente las inundaciones.

La construcción de defensas ribereñas se suele considerarse como una infraestructura preventiva ante todo el riesgo de desastres naturales que son

las inundaciones por avenidas extraordinarias o prolongadas en los ríos y quebradas de nuestra accidentada topografía, la protección contra los desbordes incluye, tanto los medios estructurales que consiste en estructuras diseñada sobre la base de los principios de la ingeniería.

Variable dependiente: Desbordes en ríos.

Como consecuencia de un aumento de su caudal debido a la lluvia, en estas van a ser muy importantes el tipo y distribución de la lluvia, de la intensidad, la orografía, la vegetación, el tipo de suelo de la cuenca y del propio río, incluidas las obras hidráulicas sobre el mismo (embalses, canalizaciones). También influyen las condiciones de humedad del terreno.

Los desbordes de los rio suelen abarcar amplias extensiones de terreno provocan graves trastornos a las comunidades, entre los que se citan las afectaciones a las personas (lesiones, enfermedades e incluso pérdidas de vida) y a los bienes materiales (pérdida de cultivos y animales, así como daños a casas habitación, vías de comunicación, instalaciones eléctricas, caminos, soportes de puente, etc. Posada, *et al* (2013).

Operacionalización de variables

Tabla 3.

Tema: *Diseño de defensa ribereña con enrocado, para mitigar inundaciones causadas por desbordes del río Rímac.*

| Variables | Definición conceptual | Definición operacional | Dimensiones | Indicadores |
|---|---|---|--|--|
| V i. Diseño de defensa ribereña con enrocado | <p>El enrocado consiste en bloques o cantos de roca de diferente tamaño con formas irregulares colocadas sobre el talud o a lo largo de la orilla de una corriente. El diseño adecuado de dicho revestimiento también puede emplearse en el fondo del canal. (Vélez, et al 2013, p.55).</p> | <p>El diseño de defensa ribereña con enrocado sus dimensiones son: Tamaño de roca, espesor, talud y caudal.</p> <p>Para ello se harán las mediciones, mediante los indicadores y se hará por medio de evaluaciones, estudio de laboratorios y cálculos.</p> | <p>Tamaño de roca</p> <p>Espesor del enrocado</p> <p>Talud</p> <p>Caudal</p> | <p>Diámetro</p> <p>Dimensión</p> <p>Pendiente</p> <p>Velocidad</p> |
| V d. Desbordes del río. | <p>Los desbordes de los ríos suelen abarcar amplias extensiones de terreno provocan graves trastornos a las comunidades, entre los que se citan las afectaciones a las personas (Posada, et al, 2013).</p> | <p>Los desbordes en ríos sus dimensiones es: Altura.</p> <p>Para ello se harán las mediciones, mediante el indicador y se hará por medio de evaluaciones, estudio de laboratorios y cálculos.</p> | <p>Altura</p> | <p>Tirante hidráulico</p> |

(Elaboración propia)

2.3 Población

Población

Estamos tomando en cuenta todo el universo del distrito de Lurigancho Chosica con una población de 218,976 habitantes. Según Hernández, *et al.* (2014). “La población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones” (p. 174).

Muestra.

La muestra para el proyecto sería el asentamiento humano alto Huampaní, del distrito de Lurigancho – Chosica parte baja ladera con el río Rímac, con una población de 100 habitantes ambas márgenes.

Según Hernández, *et al.* (2014). “La muestra es, en esencia un subgrupo de la población. Digamos que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población. Se sabe que pocas veces es posible medir a toda la población, porque lo que obtenemos o seleccionamos una muestra y, desde luego, se pretende que este subconjunto sea un reflejo fiel del conjunto de la población” (p.175).

2.4 Técnicas, instrumentos de recolección de datos para la validez y confiabilidad.

Técnicas

Elegida la muestra según el problema el objetivo y la hipótesis que se busca probar, es necesario recolectar datos de calidad, lo cual se logra definiendo el método de recolección y los procedimientos más apropiados para obtenerlos. En tal sentido, al presente método del desarrollo de la investigación, es indispensable mencionar la validez y la confiabilidad y explicar cómo fueron determinadas. Según Arbaiza, 2016, p. 192).

Según Bernal, C. (2010). “En la actualidad, en investigación científica hay una diversidad de técnicas o instrumentos para la recolección de información en los trabajos de campo en la investigación. De acuerdo que método y el tipo de investigación que se realiza, podemos usar una u otra técnicas” (p. 192). Las técnicas aplicadas de esta investigación serán: Observación en campo experimental y análisis documental.

Instrumento

Según Hernández, *et al.* (2014). “Considerado un instrumento de medición adecuado que se registra datos observables representada los conceptos o variables que el investigador considere” (p. 199). Para el caso del proyecto se está utilizando estudios de suelo realizado por la municipalidad de Chaclacayo y a la vez trabaja con patrocinio, empresas particulares con pactos internos de la municipalidad, obtenido con fecha enero del 2011, se toma como referencia de dichos estudios por no contar con el presupuesto necesario y solvencia; al encontrarse en la zona del proyecto se adecua y nos permite adaptarlo por el tiempo y espacio apropiado para el proyecto.

Los datos hidrológicos tomados del servicio nacional de meteorología e hidrología del Perú Senamhi. Estos datos hidrológicos son de la estación Chosica, ya que es la más cercana a la zona de estudio, siendo Senamhi la institución que puede brindar esa información con total veracidad y exactitud considerada para todo tipo de estudios y obras hidráulicas en el Perú.

Validez

Tanto la validez y la confiabilidad son muy fundamentales para garantizar los resultados ya que son esperados Bernal (2010) es preciso no improvisar tener criterio, cuando se diseña un instrumento.

La validez del contenido se refiere al grado en que un instrumento refleja un dominio, un tema específico de contenido de lo que se mide (Hernández, Fernando y Baptista, 2014, p 201).

2.5 Métodos de análisis de datos

Estadística descriptiva

Córdoba (2003), “se denomina estadística descriptiva, al conjunto de métodos estadísticos que se relacionan con el resumen y descripción de los datos, como tablas, gráficos y el análisis mediante algunos cálculos”(p.1). Por lo consiguiente se analizará el comportamiento de la muestra que es materia de estudio, haciendo uso de la media, mediana varianza, desviación estándar, asimetría, y la normalidad.

Estadística inferencial

Hernández, Fernández y Baptista (2014), explica que la “estadística inferencial es para probar las hipótesis y estimar parámetros” (p.299). Se realizará para la contratación de la hipótesis y la comparación de medias, donde se verifica la hipótesis nula e hipótesis alterna. Ambas estadísticas no son mutuamente excluyentes o se desarrollen por separado, porque para utilizar los métodos de la inferencia estadística, se necesita conocer los métodos de la estadística descriptiva.

2.6 Aspectos éticos

El investigador se compromete a respetar la veracidad de los resultados, la confiabilidad de los datos obtenidos a partir de los resultados del trabajo en laboratorio, así como la identidad de los individuos que participan en el estudio. Aseveramos que la información consignada en la presente investigación, están debidamente referenciada.

III. RESULTADOS

3.1 Metodología del desarrollo.

Para realizar la investigación del proyecto de defensas ribereñas, se ha buscado colaboración y datos en instituciones confiables como: La autoridad nacional del agua, donde se logró entrevistar con el ingeniero Augusto Valverde; del área de proyectos también nos apoyó al institución del Senamhi, la cual se hizo la gestión para facilitar información al clima, temperatura, caudal.

Con respecto a los planos de ubicación del área también pedimos apoyo al instituto geográfico nacional que muy gentil nos atendieron, en caso de la investigación geomorfológico nos inclinamos por Ingemmet, la cual nos brindó información el ingeniero Moreno del área de geología ambiental.

Ubicamos al ingenieros de la municipalidad de Lurigancho Chosica ingeniero Huamani Lujan, quien nos refirió a la institución del autoridad nacional de agua. Sin olvidar además del apoyo de la municipalidad de Chaclacayo donde se conversó con la licenciada Yoselyn del área de gestión de proyectos y el ingeniero Tevés, brindando todos los permisos bien documentados.

Después de buscar, solicitar en todas las instituciones de prestigio y confianza empezamos a la evaluación, procediendo al reconocimiento del terreno y levantamiento topográfico de la cuenca del río Rímac como refiere en la figura 02.

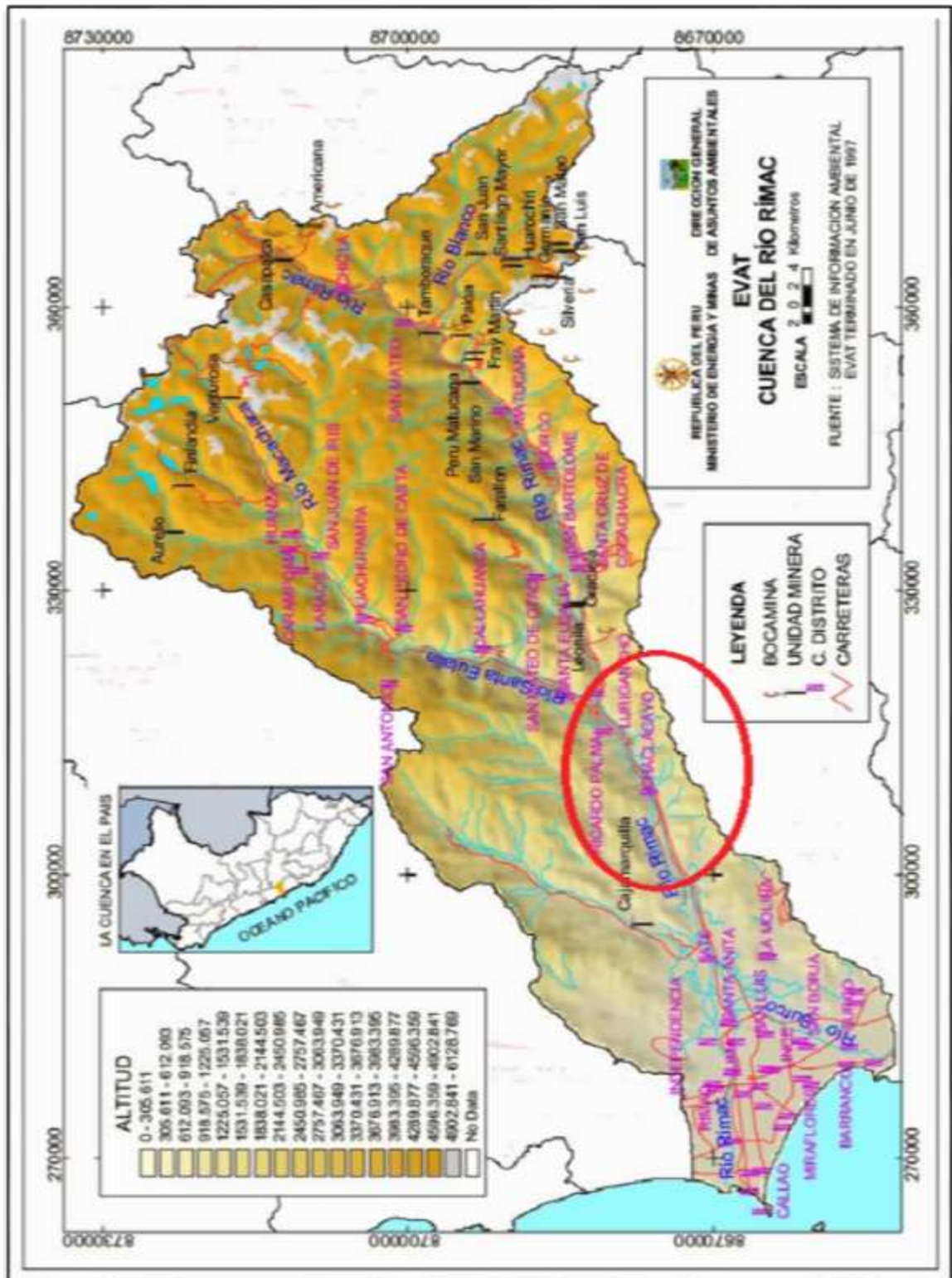


Figura 2. Cuenca del río Rímac. Fuente: sistema de evaluación ambiental (1997).

3.1.1 Topografía.

Ubicación de la cuenca del río Rímac

La cuenca del río Rímac se encuentra ubicada entre las coordenadas geográficas 11°36'52" y 12°05'47" de latitud Sur y entre 76°11'05" y 77°04'36" de longitud Oeste,

3.1.2 Zona de estudio

Descripción del terreno

La zona de estudio presenta un relieve homogéneo con pendientes muy accidentadas; por causa de los desbordes del río y la erosión provocada, exactamente el sitio de ubicación del proyecto parte baja del asentamiento humano alto Huampaní de Lurigancho Chosica, costado del colegio mayor de San Marco, altura del km 25.5 de la carretera central con la ribera del río Rímac, tomando como referencia la estructura ya existente puente peatonal Javier Pérez de Cuéllar, zona compartida con la municipalidad de Chaclacayo y Lurigancho Chosica como se muestra en la figura 3.



Figura 3. Puente Pérez de Cuéllar punto de referencia, (elaboración propia).

3.1.3 Trabajo de campo

Luego del reconocimiento del campo en compañía de las personas calificadas se procedió al trazado de los puntos necesarios para dar inicio al levantamiento topográfico, se realizó la toma de datos mediante el método de radiación a todos los elementos existentes, así como la planimetría necesaria y curvas de nivel en zonas del diseño. Se consideró varios puntos de referencia importantes como: aspecto físico existente con exactitud a la zona vulnerable en caso de desbordes del río Rímac que necesita protección ribereña como se observan en la figura 4.



Figura 4. La toma de medidas topográficas para el proyecto (elaboración propia).



Figura 5. Punto de referencia donde nos permite la toma de datos exactos del proyecto.
(Elaboración propia).



Figura 6. Plano y ubicación de la zona vulnerable, donde se ubica el remarcado del gráfico.
(Croquis).

Podemos verificar en la foto los instrumentos utilizados para dicha operación de levantamiento topográfico de la zona como es la estación total y se incluye la imagen de la zona erosionada por la naturaleza.

Consiste en la identificación del área erosionada, que está cerca en laderas del río Rímac, destinado para la construcción de defensa ribereña con enrocado, para brindar mayor seguridad a la comunidad. Conteniendo las informaciones de planimetría, altimetría, datos técnicos del levantamiento topográfico, en el área del proyecto obteniendo la ubicación de zonas donde se proyecta para la construcción y ubicación de la estructura para el diseño de enrocado.

3.1.4 Información altimétrica

Se consignan curvas de nivel principales considerando un espaciamiento de 1m y curvas de nivel secundarias con un espaciamiento de 0.50 m, la cota de las curvas están respecto al nivel del mar, datos técnicos, cuadro técnico de estaciones, topográficas, (coordenadas utm 84 y cotas m.s.n.m.) utilizadas en la toma de datos de campo.

Personal

Estamos contando con personas calificadas para este trabajo conformado por:

- 01 Topógrafo.
- 01 Operador
- 03 Primeros
- 01 Cadista
- 01 Ayudante
- 01 Chofer

Equipos

Se utilizan los equipos adecuados y con la garantía necesaria.

- 01 Auto marca Kia
- 01 Estación total Topcon Modelo GPT – 3005W.
- 01 Trípode metálico Topcon para estación
- 03 Bastones
- 03 Porta prismas
- 03 Prismas
- 04 Radios Walkie Takie, Motorola
- GPS navegador GPSMAP 76CSx
- 01 Cámara fotográfica digital
- 01 Laptop de marca HP

Equipo de software (AutoCAD civil 3D, Microsoft office, etc.), pilas recargables, extensiones eléctricas.

3.1.5 Trabajo de gabinete, procesamiento de datos

Toda la información se trabajó con software topográfico (AutoCAD Civil 3D Microsoft Excel) procediendo al dibujo de los planos llevando a cabo el proceso de compensación para el cierre angular como para el cierre lineal, se halló los siguientes valores de las coordenadas de los vértices de la poligonal que son: trazo de la curvas de nivel, fueron realizadas a través del software topográfico autodesk civil 3D 2018, el cual genera las curvas de nivel con las tolerancias y rangos manejables por el usuario, en esta etapa se edita la red irregular de triángulos (TIN) buscando que el terreno natural tenga la mejor representación a la realidad.

Además también se considera cálculo del perímetro y área con programa Civil 3D con una precisión cálculos de los perímetros y áreas se realizaron en el programa de dibujo AutoCAD 2018 confiable. Toda la información del levantamiento almacenada durante la jornada de trabajo, se transferían a una computadora y luego fueron procesados en el programa, finalizando el presente trabajo la equidistancia de las curvas de nivel en el plano topográfico es de cada 1.00 metros para las curvas principales y cada 0.50 metros para las curvas secundarias

3.2 Cálculo del caudal

Para la evaluación del caudal se está considerando la teoría de la distribución de probabilidades Gumbel - hidrología. Ya que es la más adecuada y cumple con datos del caudal promedio de los últimos 10 años, según los estudios realizados y son requisitos a utilizar para esta investigación. Además estamos evaluando los caudales de los meses de grandes avenidas como son los meses de: enero, febrero, marzo y abril, por su considerable caudal durante todo el año.

Tomando en cuenta los datos como: Probabilidades, variaciones de eventos, periodo de retorno, vida útil de la estructura, el riesgo de falla de la estructura y el caudal de diseño el más importante.

La información fue tomada con apoyo del servicio nacional de meteorología e hidrología del Perú Senamhi, que es un organismo técnico especializado sobre el pronóstico del tiempo se consideran el comportamiento anual del caudal del río Rímac.

Además se evalúa los meses que presentan mayor demanda de fluido hídrico, según la temporada que oscila entre los meses de mayor caudal. Tomado en cuenta los años del 2007 al 2017, como se observa en la tabla 4. Esos datos son de la institución Senamhi, servicio nacional de meteorología e hidrología del Perú.

Tabla 4. *Comportamiento del caudal promedio del río Rímac 2007-2017.*

| Mes | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Enero | 47.3 | 34.7 | 38.9 | 53.6 | 40.2 | 33.9 | 44.4 | 35.1 | 38.2 | 22.2 | 46.58 |
| Febrero | 51 | 46 | 69 | 49.7 | 53.5 | 70.4 | 71.2 | 38.3 | 40.2 | 85.2 | 50.5 |
| Marzo | 61.1 | 45.8 | 71.4 | 64.3 | 55.6 | 68.7 | 91.4 | 84.8 | 66.1 | 78.9 | 89.1 |
| Abril | 52.7 | 31 | 46.8 | 42.5 | 58.6 | 67.5 | 92.4 | 32.3 | 44.1 | 41.8 | 65.9 |

Fuente: Senamhi 2017.

Se puede observar en la figura de barras, la diferencia del caudal que hay entre los meses y años de evaluación ya que ayudara en la toma de decisiones y que meses se consideraría para el diseño.

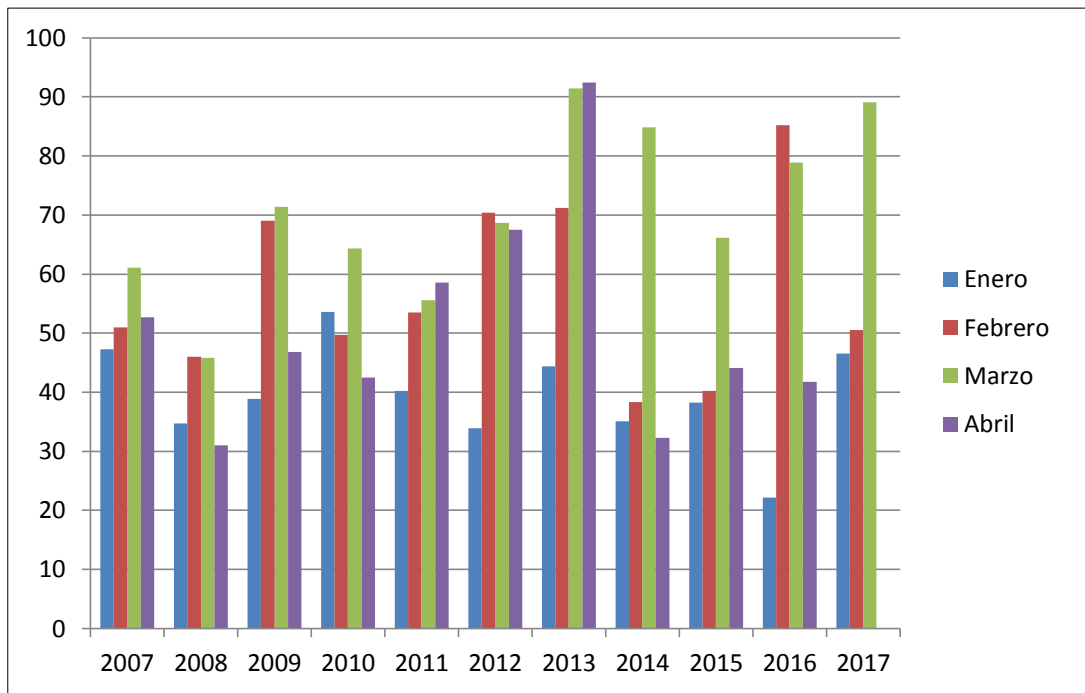


Figura 7. Gráficos de los meses de grandes avenidas en la cuenca del río Rímac (elaboración propia).

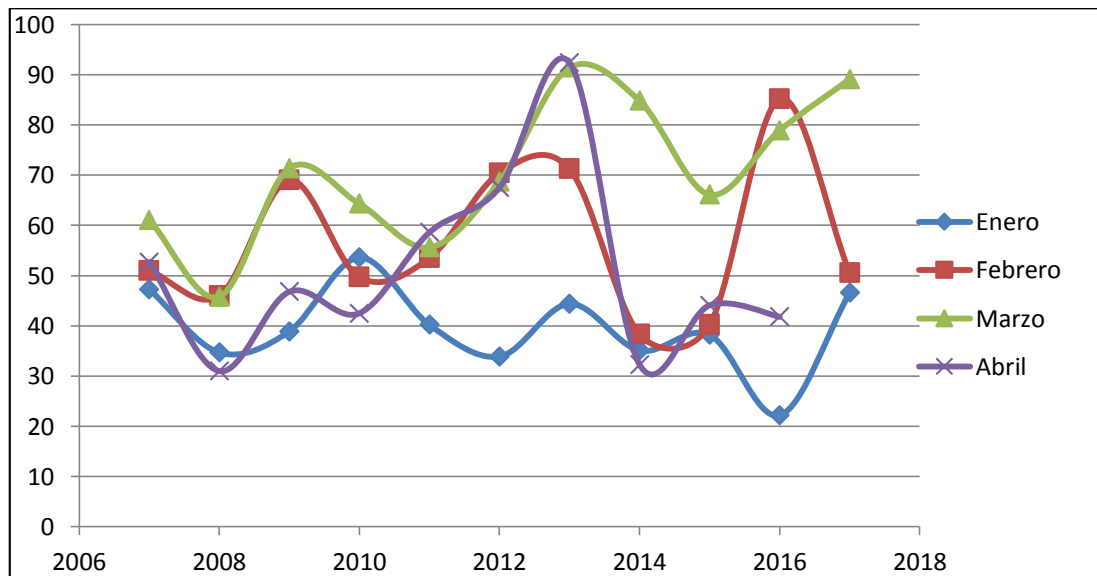


Figura 8. Gráficos de dispersión de grandes avenidas en la cuenca del río Rímac (elaboración propia).

Según el gráfico se visualiza la dispersión que existe entre el mes de enero a marzo; viendo en ambos escenarios se tomaría en consideración el historial de los meses de marzo de los últimos 10 años, como se puede evaluar en el gráfico de ambos meses.

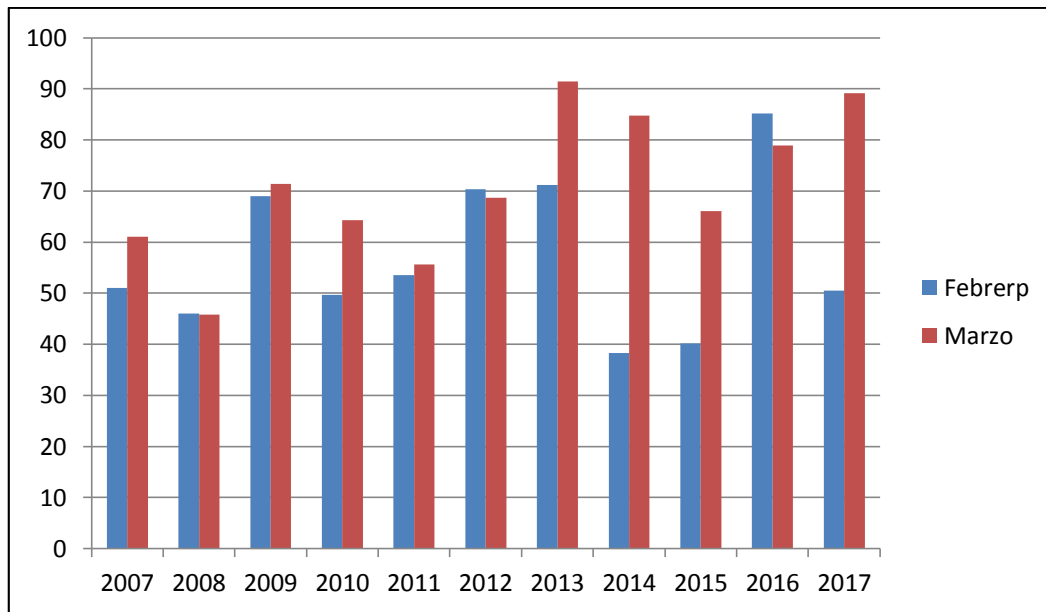


Figura 09. Evaluación del mes febrero y marzo de la cuenca del río Rímac (elaboración propia).

El Caudal de diseño

Siendo el periodo de retorno y las probabilidades de eventos están siendo calculados obteniendo los datos a considerar para la elaboración de las defensas ribereñas con enrocados. La fórmula a utilizar es:

$$Tr = \frac{1}{1-(1-R)J}$$

Dónde:

- Tr período de retorno
- R riesgo de falla en %
- J vida útil de la estructura

Tabla 05 Evaluación anual del caudal promedio y cálculos probabilístico del río Rímac 2007-2017.

| Mes | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | MEDIA | DESVESTA | CV |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|----------|------|
| Enero | 47.3 | 34.7 | 38.9 | 53.6 | 40.2 | 33.9 | 44.4 | 35.1 | 38.2 | 22.2 | 46.58 | 39.55 | 8.42 | 0.21 |
| Febrero | 51 | 46 | 69 | 49.7 | 53.5 | 70.4 | 71.2 | 38.3 | 40.2 | 85.2 | 50.5 | 56.82 | 14.89 | 0.26 |
| Marzo | 61.1 | 45.8 | 71.4 | 64.3 | 55.6 | 68.7 | 91.4 | 84.8 | 66.1 | 78.9 | 89.1 | 70.65 | 14.28 | 0.20 |
| Abril | 52.7 | 31 | 46.8 | 42.5 | 58.6 | 67.5 | 92.4 | 32.3 | 44.1 | 41.8 | 65.9 | 52.33 | 17.95 | 0.34 |

(Elaboración propia.)

Para los parámetros estadísticos considerando en los programas son aquellos que permite obtener datos tales como: suma de registros, desviación estándar, media, coeficiente de asimetría y coeficiente de variación; tal como se visualiza en las tablas.

Tabla 06 Evaluación probabilístico del período de retorno / caudal de diseño

| P | Tr | Y | Q diseño |
|------|---------|-------|----------|
| % | años | | m3 |
| 0.01 | 10000.0 | 9.21 | 166.8 |
| 0.1 | 1000.0 | 6.91 | 141.2 |
| 1 | 100.0 | 4.60 | 115.5 |
| 2 | 50.0 | 3.90 | 107.7 |
| 3 | 20.0 | 3.49 | 103.1 |
| 10 | 10 | 2.25 | 89.3 |
| 20 | 5.0 | 1.50 | 80.9 |
| 25 | 4.0 | 1.25 | 78.1 |
| 50 | 2.0 | 0.37 | 68.3 |
| 80 | 1.3 | -0.48 | 58.9 |
| 90 | 1.1 | -0.83 | 54.9 |
| 99 | 1.0 | -1.53 | 47.2 |

(Elaboración propia.)

Para la tabla 06 se determina el caudal a utilizar donde se toma los datos: el periodo de retorno, probabilidad empírica, probabilístico y como resultado el caudal de diseño.

Según la teoría de Ven Te Chow (1988), obtener y conseguir el mejor ajuste de la vida útil es teniendo en cuenta las consecuencias potenciales de falla de la estructura donde se clasifican como: grandes, intermedias y pequeñas. En la tabla podemos verlas.

Tabla 07 Tipo de estructura.

| Tipo de estructura | Período de retorno (años) | e.l.v |
|-----------------------------------|---------------------------|-------|
| Drenaje agrícola | | |
| Surco | 5 - 50 | ----- |
| Drenaje urbano | | |
| Alcantarillas en ciudades grandes | 25-50 | ----- |
| Diques | | |
| En fincas | 2 - 50 | ----- |
| Alrededor de ciudades | 50 - 200 | ----- |

(Elaboración propia.)

Riesgo de falla

Se considera que para hacer una verificación cual sería el porcentaje de falla se analizara el periodo de retorno y la vida útil de la estructura.

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n$$

Dónde:

- R riesgo de falla en %
- T período de retorno
- J vida útil de la estructura
- n años de probabilidad

Analizando el riesgo de falla, se tendrá como resultado en porcentaje la cual es accesible para la vida útil de propuesta en la defensa ribereña con enrocado.

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{50}\right)^{20}$$

$$R = 0.33239 \implies 0.66$$

Tomando en cuenta la probabilidad a la capacidad que no exceda durante el período de 50 años y su vida útil de la estructura podemos asumir entonces que sería $1 - 0.33239 = 0.66761$; 0.66. Ya que según las condiciones para un riesgo de falla de con t 50 años y vida útil de 20 años, se encuentra entre los parámetros aceptables de [0.4..... 0.6] si cumple. Según la teoría de Ven Te Chow.

3.3 Estudio mecánica de suelos

Estaríamos tomando como referencia el estudio de suelos de un proyecto ya realizado por la municipalidad y la empresa Geo pavimentos s. r. l y con permiso de la institución; se gestionó ese requerimiento de información ya que la zona de estudio lo comparte con el distrito de Lurigancho Chosica y abarca la zona del proyecto teniendo a favor la fecha cercana al estudio denominado, construcción del boulevard de Chaclacayo con fecha del año 2011, obteniendo los datos del tipo de suelos que se encuentra en la zona del asentamiento humano alto Huampaní parte baja.

Ubicación del área de estudio

El terreno de estudio se encuentra ubicado a orillas del río Rímac, del distrito de Chaclacayo y Lurigancho Chosica, provincia y departamento de Lima, altura del km 25.5 de la carretera central.

Formación mecánica de los suelos

El área de estudio se ubica a orillas del río Rímac y en el cual existe un relleno conformado por una mezcla de suelos gravosos y arenosos con cantos rodados, restos de demoliciones (desmonte) y algunos restos de basura doméstica, en estado suelto y poco húmedo o seco y que han sido conformadas en capas desiguales hasta alcanzar la altura promedio de 3.00 m. aproximadamente.

Ensayos de Laboratorio

Con las muestras inalteradas de los suelos, obtenidas de cada una de las calicatas, se realizarán los siguientes ensayos en el laboratorio de acuerdo con los procedimientos de la American society for testing and materials (ASTM):

- Analisis granulométrico por tamizado ASTM D 422
- Clasificación unificada de suelos (SUCS) ASTM D 2487
- Clasificación unificada de suelos (AASHTO) ASTM D 3282
- Limite líquido, limite plástico e índice de plasticidad ASTM D 4318
- Contenido de humedad ASTM D 2216
- Proctor modificado ASTM D 1557
- California bearing ratio (CBR) ASTM D 1883
- Determinación de lones cloruro ASTM D 512
- Determinación de lones sulfato ASTM D 516
- Corte directo ASTM D 3080

Tabla 08 Cuadro de ensayo de laboratorio.

| Calicata | C-1 | C-2 | C-4 | C-5 |
|----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Prof(m) muestra | 0.40-1.20 | 0.00-1.20 | 0.40-1.20 | 0.90-1.40 |
| % retenido en la N°4 | 65 | 67 | 61.5 | 65.9 |
| % que pasa malla 200 | 3.8 | 3.2 | 3.1 | 1.9 |
| Limite liquido | 17.6 | 16.1 | 16.83 | 16.65 |
| Índice plástico | N.P | N.P | N.P | N.P |
| Clasificación SUCS | GW | GW | GP | GW |
| Clasificación ASSHTO | A-1-a(o) | A-1-a(o) | A-1-a(o) | A-1-a(o) |

| Calicata | C-7A | C-8 | C-9 | C-10 | C-11 |
|----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Prof(m) muestra | 0.40-1.20 | 0.25-1.20 | 0.55-1.20 | 0.00-12.0 | 0.25-1.20 |
| % retenido en la N°4 | 57.2 | 71 | 61.5 | 65.9 | 65.9 |
| % que pasa malla 200 | 2.1 | 2 | 3 | 1.8 | 2.4 |
| Limite liquido | 15.05 | 16.38 | 17.16 | 16.65 | 16.99 |
| Índice plástico | N.P | N.P | N.P | N.P | N.P |
| Clasificación SUCS | GP | GW | GP | GW | GW |
| Clasificación ASSHTO | A-1-a(o) | A-1-a(o) | A-1-a(o) | A-1-a(o) | A-1-a(o) |

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos geo pavimentos.)

Perfil estratigráfico

De acuerdo, a la información y resultados de campo de los ensayos de laboratorio, es posible inferir el perfil estratigráfico representativo del área de estudio y en la profundidad de exploración máxima alcanzada. Con los resultados de los registros de excavaciones y los ensayos de laboratorio se ha elaborado el perfil estratigráfico del terreno que se describe a continuación:

Primer estrato:

Presenta superficialmente relleno conformado por desechos, desmonte de construcción, cascotes de ladrillo, pedazo de concreto, plástico, vidrios, maderas, cartones, con grava de tamaño máximo 6", con arenas y limos, tiene una potencia de promedio de -0.00 a – 1.00 metro.

Segundo estrato:

Seguidamente se encuentra el suelo de fundación compuesto por una grava mal graduada con arenas (Sucs GP-GW AASHTO A-1-a (0)) de buena compacidad, color gris plomizo, con una humedad de 1.0%, con botonería de tamaño máximo 20", con un 30% de grava de 4" de su volumen, de perfil canto rodado tipo conglomerado de río, sin plasticidad. Buena estabilidad de talud, dicho estrato llega hasta una profundidad de -3.00.

Nivel de napa freática

La ubicación de la napa freática es función de la época en la que se realice la investigación de campo, así como las variaciones naturales de los sistemas de lluvias que abastece los estratos acuíferos.

En la zona comprendida del estudio no se ha detectado la napa freática dentro de la profundidad investigada (-3.00 metros respecto a la superficie del terreno).

Aguas superficiales y subterráneas

La fuente principal de aguas superficiales corresponde al río Rímac que se ubica a una distancia no mayor de 5.00 m. del pie del talud del relleno existente.

En el área de estudio y hasta la profundidad máxima de excavación (3.00 m.) en el subsuelo no se ha encontrado agua subterránea o filtraciones de agua provenientes de fuentes naturales o artificiales.

Los valores mostrados en la tabla siguiente se pueden adoptar para realizar los cálculos de estabilidad y resistencia de estructuras de contención.

Tabla 09 *Tabla de variables y resultados de laboratorio.*

| Variable | Símbolo | Valor |
|---|----------------|-------------------------|
| Coeficiente de presión activa | K_a | 0.33 |
| Coeficiente de presión pasiva | K_p | 3.25 |
| Coeficiente de fricción | F | 0.5 |
| Profundidad de cimentación | D_f (min) | 0.50 m. |
| Peso volumétrico del suelos (relleno gravoso) | γ_s | 2,200 kg/m ³ |
| Peso volumétrico de la roca | γ_r | 2,800 kg/m ³ |

Fuente: Municipalidad de Chaclacayo.

Parámetros para el diseño sismo resistente

Los suelos que conforman el perfil estratigráfico están constituidos por suelos granulares, los cuales están incluidos en el perfil tipo S2 descrito en la norma de diseño sismo resistente (N.T.E. E-030) y por lo tanto los valores correspondientes del periodo predominante de vibración del suelo (T_s) y el factor suelo (S).

Según los mapas de zonificación sísmica y mapa de máximas intensidades sísmicas del Perú y las normas del sismo resistente del reglamento nacional de construcciones E-30, la provincia y departamento de Lima se encuentra comprendida en la zona 3 correspondiéndole la sismicidad alta y de intensidad IX a X en la escala de Mercalli modificada con los parámetros correspondiente:

| | |
|-------------------------------|----------|
| Tipo de suelo: | S2 |
| Factor de zona (z): | 0.40 |
| Tipo de uso (U): | 1.3 |
| Periodo predominante (TP): | 0.6 seg. |
| Factor de suelo (S9): | 1.20 |
| Coeficiente de reducción (R): | 6.00 |

3.4 Defensa ribereña con enrocado.

El enrocado, es una estructura hidráulica económica teniendo ciertas ventajas por ejemplo: es flexible, estética y adaptable a la naturaleza a comparación de otros tipos de defensa ribereña. El logro del diseño es basado, a estudios donde se presentan los resultados de evaluaciones y datos exactos que fue utilizado para el diseño tales como:

Determinar como el diseño de defensa ribereña con enrocado calculará el tamaño de roca para mitigar inundaciones causadas por desborde del río Rímac.

Cálculo del diámetro de roca

| Sección hidráulica | Altura hidráulica (m) | Velocidad en el centro del cauce (m/s) | Coeficiente C ₁ | Coeficiente por ubicación de roca C ₂ | $F = C_2 V / (g y)^{0.5}$ | $d_{50} = t C_1 F^3$ |
|--------------------|-----------------------|--|----------------------------|--|---------------------------|----------------------|
| Río Rímac | 1.18 | 1.39 | 0.32 | 1.50 | 0.61 | 0.09 |

| | | | |
|------------------|---|------|---|
| D ₅₀ | = | 0.09 | m |
| D ₁₀₀ | = | 0.17 | m |

| | |
|------------------|-----------------------------------|
| Fondo plano | 0.25 |
| Talud 1V: 3H | 0.28 |
| Talud 1V: 2H | 0.32 |
| C ₂ = | coeficiente por ubicación de roca |
| Tramos en curva | 1.50 |
| Tramos rectos | 1.25 |

Formula de r. a. Lopardo

$$W = \frac{0.011314 * \gamma_s * V^6}{\left(\frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma} \right) * \text{SENO}^3(\phi - \theta)}$$

- γ_s Peso específico de las partículas, Kg/cm³, Tn/m³
- γ Peso específico del fluido, Kg/cm³, Tn/m³
- V Velocidad media, m/s
- ϕ Angulo de reposo del material
- θ Ángulo del talud respecto a la horizontal
- W Peso, Kg

$$D_s = \left(\frac{6 * W}{\pi * \lambda_s} \right)^{1/3}$$

- D_s Diámetro de volumen esférico equivalente, ft
- W Peso de roca, lb
- γ_σ Peso específico de la roca, lb / ft³

| Sección hidráulica | γ_s Tn/m ³ | γ Tn/m ³ | Velocidad media (m/s) | ϕ (°) |
|--------------------|---------------------------------|-------------------------------|--------------------------|---------------|
| río Rímac | 2.8 | 1.00 | 1.39 | 4 5.00 ° |

| Talud | θ (°) | W (Peso) | | |
|-------|-----------------|----------|-------|------|
| | | Kg | Tn | Lb |
| 2.00 | 2 6.57 ° | 3.95 | 0.004 | 8.71 |

| γ_σ pcf | D_s ft (Pies) |
|------------------------|--------------------|
| 174.798 | 0.457 |

| Porcentaje | Diámetro de roca, m | | | |
|------------|---------------------|-----------------|---|------|
| 100 | <= | D calculado | = | 0.14 |
| 50 | > | D ₆₀ | = | 0.08 |
| 80 | > | D ₄₀ | = | 0.06 |

| | | | |
|-------------|---|------|---|
| D calculado | = | 0.14 | m |
|-------------|---|------|---|

Fórmula de la california división of highways

$$d_{50} = \frac{b}{\Delta} * \frac{V^2}{2g} * \frac{1}{f}$$

b factor para condiciones de mucha turbulencia, piedras redondas, y sin que permita movimiento de piedra, se adopta un valor b =1.4

Δ Densidad relativa del material ==> $\Delta = \frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma}$

γ_s Densidad de la roca

γ Densidad del agua

V velocidad media m/s

g aceleración gravedad 9.81

| Sección hidráulica | γ _s Tn/m3 | γ Tn/m3 | Velocidad media (m/s) | φ (°) |
|--------------------|-------------------------|------------|--------------------------|----------|
| río Rímac | 2.80 | 1.00 | 1.39 | 3 8.00 ° |

$$f = \sqrt{1 - \frac{\text{sen}^2 \theta}{\text{sen}^2 \phi}}$$

f = Factor de talud
 θ = Angulo del talud
 Angulo de fricción interna del
 ϕ = material.

| Talud | θ (°) | Δ | f | d_{50} (m) |
|-------|-----------------|----------|-------|-----------------|
| 2.00 | 2 6.57 ° | 1.80 | 0.687 | 0.11 |

| Porcentaje | Diámetro de roca, m | | | |
|------------|---------------------|-----------------|---|------|
| 100 | <= | D calculado | = | 0.11 |
| 50 | > | D ₆₀ | = | 0.07 |
| 80 | > | D ₄₀ | = | 0.04 |

| | | | |
|-----------------|---|------|---|
| D ₅₀ | = | 0.11 | m |
|-----------------|---|------|---|

Determinar como el diseño de defensa ribereña con enrocado evaluará el espesor del enrocado a utilizar para mitigar inundaciones causadas por desborde del río Rímac.

Para determinar el espesor del enrocado se utiliza con los siguientes criterios: (Aashto, 2007). El espesor de la capa no debe ser menor que la dimensión correspondiente a D100 y dos veces D50, el espesor debe aumentar en 50% si es colocado bajo el agua, teniendo en cuenta la incertidumbre del proceso de colocación.

Determinar como el diseño de defensa ribereña con enrocado evaluará la altura y el talud del enrocado para mitigar inundaciones causadas por desborde del río Rímac.

Ancho de encauzamiento

Para hallar el ancho se tiene varias consideraciones, las que se tiene en mención como:

Método de Simons y Henderson

Método de Pettis

Método de Altunin – Manning

Método de Blench

Tomando en cuenta las condiciones según la tablas de diseño por teoría.

Tabla 10 *Tabla de condiciones y factor de fondo.*

| Condiciones de fondo de río | K₁ |
|--|----------------------|
| Fondo arena y orillas de material cohesivo | 4.20 |
| Fondo y orillas de material cohesivo | 3.60 |
| Fondo y orillas de grava | 2.90 |
| Fondo arena y orillas material no cohesivo | 2.80 |

| Factor de fondo | F_b |
|----------------------------------|----------------------|
| Material fino | 0.80 |
| Material grueso | 1.20 |
| Factor de orilla | F _s |
| Materiales sueltos | 0.10 |
| Materiales ligeramente cohesivos | 0.20 |
| Materiales cohesivos | 0.30 |

Tabla 11 *Tabla de rugosidad y coeficiente de material del cauce.*

| Valores rugosidad de Manning (n) | |
|---|-------|
| Descripción | n |
| Cauce con fondo sólido sin irregularidades = 0.025 | 0.025 |
| Cauces de río con acarreo irregular = 0.030 - 0.029 | 0.03 |
| Cauces de ríos con vegetación = 0.033 - 0.029 | 0.029 |
| Cauces naturales con derrubio e irregularidades = 0.033 | 0.033 |
| Cauces de río con fuerte transporte de acarreo = 0.035 | 0.035 |
| Torrentes con piedras de tamaño de una cabeza = 0.040 - 0.036 | 0.04 |
| Torrentes con derrubio grueso y acarreo móvil = 0.045 - 0.050 | 0.05 |
| Coeficiente material del cauce | |
| Descripción | K |
| Material de cauce muy resistente = 3 a 4 | 3 |
| Material fácilmente erosionable = 16 a 20 | 16 |
| Material aluvial = 8 a 12 | 12 |
| Valor practico = 10 | 10 |
| Coeficiente de tipo de río | |
| Descripción | m |
| Para ríos de montaña | 0.5 |
| Para cauces arenosos | 0.7 |
| Para cauces aluviales | 1.0 |

Los valores que estamos utilizando son en casi todas la condiciones.

Método de Simons y Henderson

Está en función al caudal de diseño y dela condiciones del fondo y su orilla del río y se calcula con:

$$B = K_1 Q^{1/2}$$

| Condiciones de fondo de río | K ₁ | B (m) |
|-----------------------------|----------------|-------|
| Fondo y orillas de grava | 2.9 | 30.1 |

Método de Pettis

$$B = 4.44 Q^{0.5}$$

B (m)

| |
|-----------|
| B (m) |
| B = 46.08 |

Método de Altunin – Manning

Pide seleccionar el coeficiente de rugosidad “n”, coeficiente del tipo de material (k) y coeficiente del cauce (m).

$$B = (Q^{1/2}/S^{1/5}) (n K^{5/3})^{3/(3+5m)}$$

| Valores rugosidad de Manning (n) | |
|--|-----------|
| Descripción | n |
| Cauces de río con fuerte transporte de acarreo = 0.035 | 0.035 |
| Coeficiente material del cauce | |
| Descripción | K |
| Material aluvial = 8 a 12 | 12 |
| Coeficiente de tipo de río | |
| Descripción | m |
| Para cauces aluviales | 1 |
| $B = (Q^{1/2}/S^{1/5}) (n K^{5/3})^{3/(3+5m)}$ | B = 48.35 |

Método de Blench

El cálculo va a depender de F_b (diámetro del material de fondo) y de F_s (diámetro del material de orilla), con los siguientes datos:

$$B = 1.81 (Q F_b/F_s)^{1/2}$$

| Factores | |
|-----------------------------|----------------|
| Factor de fondo | F _b |
| Material grueso | 1.2 |
| Factor de orilla | F _s |
| Materiales sueltos | 0.1 |
| $B = 1.81(Q F_b/F_s)^{1/2}$ | B = 65.07 |

Por lo tanto estaremos tomando como datos de b= 65.07 ya que se adecua a la zona de estudio.

Diseño de la Sección de enrocado de protección

Altura del enrocado

Cálculo del tirante

Método de Manning - Strickler (B > 30 m)

$$t = ((Q / (Ks * B * S^{1/2}))^{3/5}$$

Valores para Ks para cauces naturales (inversa de n)

| Valores para Ks para cauces naturales | |
|---|----|
| Descripción | Ks |
| Cauce con fondo sólido sin irregularidades = 40 | 40 |
| Cauces de río con acarreo irregular = 33 - 35 | 33 |
| Cauces de ríos con vegetación = 30 - 35 | 35 |
| Cauces naturales con derrubio e irregularidades = 30 | 30 |
| Cauces de río con fuerte transporte de acarreo = 28 | 28 |
| Torrentes con piedras de tamaño de una cabeza = 25 - 28 | 25 |
| Torrentes con derrubio grueso y acarreo móvil = 19 - 22 | 20 |

Método de Manning - Strickler (B > 30 M)

$$t = ((Q / (Ks * B * S^{1/2}))^{3/5}$$

| Método de Manning - strickler (B > 30 m) | | |
|--|---------|------|
| $t = ((Q / (Ks * B * S^{1/2}))^{3/5}$ | | t |
| Valores para Ks para cauces naturales (inversa de n) | | (m) |
| Descripción | Ks | |
| Cauces de río con fuerte transporte de acarreo = 28 | 28 | 1.18 |
| Caudal de diseño (m ³ /seg) | | |
| Q = | 107.70 | |
| Ancho estable - plantilla (m) | | |
| B = | 65.07 | |
| Pendiente del tramo de estudio | | |
| S = | 0.00200 | |

Altura del dique

| Bordo libre (BL) = ϕe | | | | | |
|---------------------------------|---------|--------|--------|------------------------|------|
| Caudal máximo m ³ /s | | ϕ | ϕ | e = V ² /2g | BL |
| 3000.00 | 4000.00 | 2 | 1.1 | 0.10 | 0.11 |
| 2000.00 | 3000.00 | 1.7 | | | |
| 1000.00 | 2000.00 | 1.4 | | | |
| 500.00 | 1000.00 | 1.2 | | | |
| 100.00 | 500.00 | 1.1 | | | |

Caudal de Diseño (m³/seg) : 107.70

| Altura de muro (H _D) | |
|----------------------------------|------|
| H _M = y + BL | |
| y : tirante de diseño (m) | |
| y = | 1.18 |
| >>>>>> H _M = | 1.29 |
| Por procesos constructivos | |
| >>>>>> H _M = | 3.00 |

Por lo tanto las características geométricas del dique a construir será:

| | | |
|---------------------------------|-------------|---------|
| Altura promedio de dique (m) | = | 3.00 |
| Altura promedio de enrocado (m) | = | 3.00 |
| Ancho de corona (m) | = | 4.00 |
| Talud | : | H : V |
| | Cara húmeda | 1.6 : 1 |
| | Cara seca | 1.5 : 1 |
| Área (m ²) | = | 19.95 |

Cálculo de la profundidad de socavación (hs)

Método de II. Listvan Levediev

| Suelos granulares - no cohesivos |
|--|
| $t_s = ((\alpha t^{5/3}) / (0.68 D_m^{0.28} \beta))^{1/(x+1)}$(1) |
| Suelos cohesivos |
| $t_s = ((\alpha t^{5/3}) / (0.60 \gamma_s^{1.18} \beta))^{1/(x+1)}$(2) |

| |
|---|
| Dónde: |
| t_s = Tirante después de producirse la socavación (m) |
| t = Tirante sin socavación (m) |
| $t = 1.18$ m |
| D_m = Diámetro medio de las partículas (mm) |
| $D_m = 12$ mm |
| γ_s = Peso específico suelo (Kg/m ³) |
| μ = Coeficiente de contracción |
| α = Coeficiente >>>>> |
| $\alpha = Q/(t_m^{5/3} B \mu)$ |

| | | |
|-------------------------------|----------------------|--------------------------------------|
| Tirante medio (t_m) = A/B | Q (Caudal de diseño) | Coeficiente de contracción (μ) |
| $t_m = 1.14$ | 107.70 | $\mu = 1.00$ |

| | |
|---------------|----------|
| Ancho estable | α |
| $B = 65.07$ | 1.34 |

Profundidad de socavación para suelos no cohesivo... (1):

| | |
|--|---------|
| X: Exponente que depende de: D_m para suelos granulares no cohesivos y γ_s para suelos cohesivos. >>>>> | |
| X | $1/x+1$ |
| $x = 0.34$ | 0.75 |

| | |
|---|--|
| Coeficiente por tiempo de retorno : β | Tirante de socavación suelos granulares - no cohesivos |
| | $t_s = ((\alpha t^{5/3}) / (0.68 D_m^{0.28} \beta))^{1/(x+1)}$ |
| $\beta = 0.94$ | $t_s = 1.27$ m |

| | |
|-------------------------------------|-----------|
| Profundidad de socavación (H_s) | |
| $H_s =$ | $t_s - t$ |
| $H_s =$ | 0.09 m |

Cálculo estructural

Profundidad de uña

| | | |
|--|-----|---|
| Profundidad de socavación (H_s) = 0.06 | ==> | Profundidad de uña ($P_{uña}$) = FS * |
| | | H_s |

FS = 1.5

$P_{uña} = 0.13$

Por lo tanto, el diseño sería considerado como:

$$P_{UÑA} = 1.00$$


Estabilidad del terraplén

| Estabilidad del terraplén | | | |
|---|---------|-----------|---|
| Fuerza resistente (Kg/m) | | | Análisis de estabilidad |
| $R = W * \text{tag } \emptyset$ | | | |
| W = Peso del terraplén | | R | $R > P \implies$ el dique es estable a la presión del agua. |
| Área dique (m ²) | 19.95 | 30,732.11 | |
| Peso específico del material (kg / m ³) | 2200.00 | | |
| W = 43,890.00 | | | |
| Angulo de fricción interna en grados(tipo de material de río) | | | |
| \emptyset | 35 | | |
| Tag \emptyset | 0.70 | | |
| Presión del agua (kg/m ²) | | | |
| $P = P_w * t^2/2$ | | P | |
| $P_w =$ | 1000.00 | 696.20 | |
| Tirante | | | |
| t = | 1.18 | | |

Estabilidad del revestimiento del enrocado

| Esfuerzo máximo cortante actuante | |
|--|----------|
| $\tau_a = \gamma_a * t * S$ | τ_a |
| Peso específico del agua Kg/m ³ | 0.24 |
| $\gamma_a = 1,000.00$ | |
| Tirante de diseño (m) | |
| t = 1.18 | |
| Pendiente tramo de estudio | |
| S = 0.00020 | |

Esfuerzo cortante críticos

| Esfuerzo cortante críticos | | |
|---|----------|---|
| $\tau_c = C + (\gamma_a - \gamma_s) * D_{50} * K$ | τ_c | Verificación ==> |
| Peso específico del agua Kg/m ³ | | Si $\tau_a < \tau_c$ |
| $\gamma_a = 1,000.00$ | | |
| Peso específico de la roca (cantera) Kg/m ³ | | El revestimiento del enrocado es estable. |
| $\gamma_s = 2,800.00$ | | |
| Factor de talud (k) | | |
| $k = \sqrt{1 - \frac{\text{sen}^2 \alpha}{\text{sen}^2 \theta}}$ | 111.60 | |
| Angulo del talud (α) | | |
| Z = 2 | | |
|  | | |
| Angulo de fricción interna del material (enrocado) (Φ) | | |
| Φ = 45 | | |
| Factor de talud (K) | | |
| K = 0.775 | | |
| Coeficiente de Shields | | |
| C = 0.100 | | |

Cálculo para determinar el uso de filtros

| 1.- Determinación de velocidad en el espacio entre el enrocado y material base: | | |
|---|---------------------|----------------------|
| V _a : velocidad del agua entre el enrocado y el fondo. | | V _a (m/s) |
| $V_a = (D_{50} / 2)^{2/3} * S^{1/2} / n_f$ | | |
| n _f = | Rugosidad del fondo | 0.971 |
| Condición | n _f | |
| Si hay filtro de grava | 0.025 | |
| Pendiente tramo de estudio | | |
| S = 0.00200 | | |
| Diámetro medio de roca (D ₅₀) | | |
| D ₅₀ = 0.80 | | |

| 2.-Determinación de velocidad que puede soportar el suelo sin ser erosionado (V _e) | | |
|--|---|----------------------|
| V _e = velocidad que puede soportar el suelo sin ser erosionado | | V _e (m/s) |
| $V_e = 16.1 * (D_m)^{1/2}$ | | |
| D _m = | Diámetro de partículas del suelo base (m) | 1.764 |
| D _m = | 0.012 m | |
| Verificación : | | |
| Como V _a < V _e : No Habrá Erosión ==> Se recomienda el uso de filtros | | |

Determinación del tipo de filtro

| Condición | n _f |
|--------------------------------------|----------------|
| Sin filtro o hay filtro de geotextil | 0.020 |
| Si hay filtro de grava | 0.025 |

Si se asume el con filtro de geotextil, se considera => va1/4, pero

Va1= 0.971 =>

Va1/4= 0.243 m/s

Se debe verificar que se cumpla que: Va1 > Ve, pero Ve = 1.764

Verificación:

Como Va1 < Ve: => se recomienda utilizar un filtro de grava, demostrado.

Determinar como el diseño de defensa ribereña con enrocado evaluará el caudal para mitigar inundaciones causadas por desborde del río Rímac.

| | Período de retorno | | Q de diseño |
|---|--------------------|------|-------------|
| 1 | 100.0 | 4.60 | 115.5 |
| 2 | 50.0 | 3.90 | 107.7 |
| 3 | 20.0 | 3.49 | 103.1 |

Entonces así se realiza el diseño de defensa ribereña.

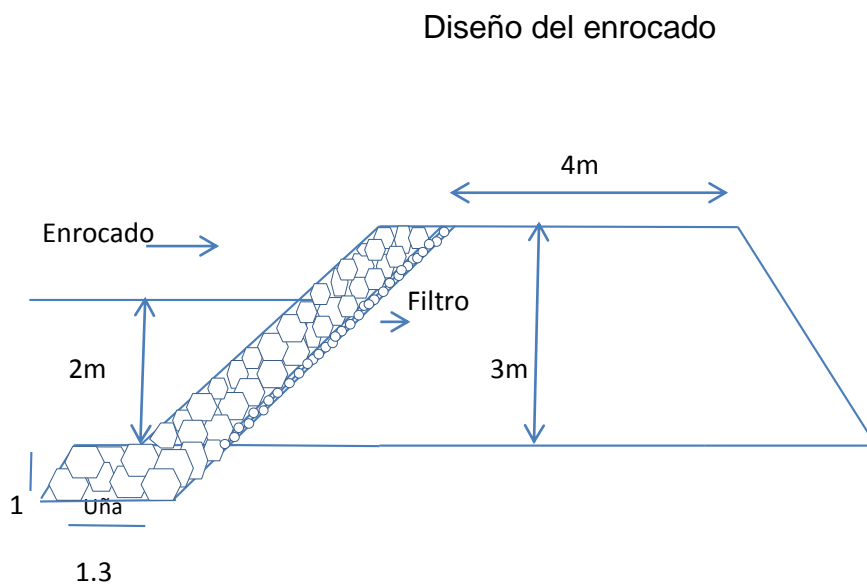


Figura 10. Gráfico- diseño de defensa ribereña en el río Rímac.
(Elaboración propia).

Datos del diseño del enrocado:

- Alto de dique: 3 m
- Alto de enrocado: 3 m
- Altura de uña: 1 m
- Ancho de uña: 1.3
- Base: 65 m
- Caudal de diseño: 107.7 m/s³
- Deslizamiento: estable.
- Filtro: grava.

IV. DISCUSIÓN

A partir de los hallazgos encontrados, se acepta la hipótesis del diseño de defensas ribereñas con enrocado para mitigar inundaciones por desbordes del río Rímac.

Lo que sostiene Cárdenas (2012), los Bachilleres Flores (2015) y Álvaro, conjuntamente con el Bach. Henríquez (2014), es acorde con lo hallado en el estudio. Considerado un protector de los márgenes y la infraestructura, dando una solución ante la crecida del caudal y se evita desbordes por la erosión en las laderas del río.

Con referencia al cálculo del tamaño de roca y el espesor en el enrocado también existe coincidencia con los resultados que mencionan, Cárdenas (2012), Álvaro, Bach. Henríquez (2014), Flores (2015).

Si se toma en cuenta en los datos que indican sobre el cálculo del talud y la altura del dique por evaluación; depende del tirante de diseño, lo sostiene Flores (2015).

Según las evaluaciones realizadas se toman en cuenta a la distribución de probabilidad Gumbel- hidrología, como la más utilizada y con menor margen de error al cálculo de caudal de diseño, sostiene Cárdenas (2012), Flores (2015), Álvaro, Bach. Henríquez (2014), Puelles (2015), Flores (2013), municipalidad Ñepeña (2015).

V. CONCLUSIÓN

En esta tesis se determinó el objetivo principal: el diseño de defensa ribereña con enrocado, mitigó los riesgos de inundaciones causadas por desbordes del río Rímac.

Se concluyó los resultados del tipo de roca a ser utilizada y los requerimientos mencionados: la roca debe ser sana, dura, resistente al agua por los esfuerzos de corte y una roca angulosa.

Para el enrocado se consideró un talud; tales como: cara húmeda H: 1.6, V: 1 cara seca H: 1.5, V: 1. Además se concluyó, que la velocidad del agua entre el enrocado y el fondo, (material base) es menor a la velocidad que puede soportar el suelo a ser erosionado ($v_a < v_e$) por lo tanto quiere decir que es menor la probabilidad a la erosión.

Se evaluó el área del dique, 19.95 m^2 y el enrocado a proteger con un promedio de 3.00 m y el diámetro de la roca del enrocado se considera su tamaño de $D_{50}=1.20\text{m}$.

Se evaluó el caudal con sus parámetros como: caudal de diseño, período del retorno T de 50 años, eventos de probabilidad, la vida útil de la estructura de 20 años y riesgo de falla. Por lo tanto el caudal de diseño que usamos es 107.7m^3 ; ya que en el último evento del fenómeno del niño su caudal máximo promedio fue 103.66 m^3 , día 17 de marzo, 2017 según Senamhi.

La evaluación en la altura, dio como resultado una altura promedio de 3.00 m, con un ancho de corona de 4.00 m.

VI. RECOMENDACIÓN

Se recomienda a las instituciones competentes del área de hidrología Senamhi, que se encarguen de la difusión y el acceso virtual brinde la facilidad de información.

A las personas relacionadas con la evaluación del caudal de diseño se le recomienda tener en cuenta el riesgo de falla para saber el porcentaje de la vida útil de la estructura según el período de retorno tomando por la teoría de Ven Te Chow (1994); para no sobredimensionar la estructura.

A las instituciones locales se recomienda, el compromiso y coordinación para mejoramiento en las defensas ribereñas de su zona, en casos de compartir márgenes con otras jurisdicciones.

Se recomienda fomentar campañas educativas, informativas y de sensibilización para las poblaciones cercanas que mantienen sus viviendas en zonas vulnerables al borde de la ladera del río Rímac.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DAVILA, Dilma. Sistema de alerta temprana ante inundaciones en América Latina. Perú: Soluciones prácticas, 2016. 60pp.

ISBN: 9786124134326

DISEÑO HIDRÁULICO E HIDROLÓGICO DE OBRAS DE INGENIERÍA PARA PROYECTOS VIALES. Vélez, Jorge [et al.]. Colombia: Editorial Blanecolor. 2013. 221 pp.

ISBN: 9789587612875

FATTORELLI, Sergio y FERNÁNDEZ, Pedro. Diseño Hidrológico. 2.ª ed. España: Wasa GN, SA. 2011.

ISBN: 9789870527382.

GEOLOGÍA, por Fernández María, [et al.]. España: Editorial Paraninfo S.A. 2014. 486 pp.

ISBN: 9788497328944.

JUÁREZ, Eulalio y RICO, Alfonso. Mecánica de suelos, 2.ª ed. México: Editorial Limusa. 2011.

ISBN: 9681811909.

MARTÍN, Juan. Ingeniería de ríos. España: Editorial Alfaomega. 2001. 329 pp.

ISBN: 8483015633

FERRADA, Pedro. Riesgos de desastres y desarrollo. Lima: Soluciones prácticas, 2012. 218pp.

VEN TE CHOW, David. Hidrología aplicada. Maidment, Larry W. Colombia: McGraw-Hill Interamericana, SA. 1994.

ISBN: 9586001717.

VEN TE CHOW, David. Hidráulicas de canales Abierto. Maidment, Larry W. Colombia: McGraw-Hill Interamericana, SA. 1994.

ISBN: 9586002284.

ROCHA, Arturo. Introducción a la Hidráulica de las obras viales. 3.ª ed. Perú: imprenta de ICG. 2013. 283 pp.

N° 201308014.

ROCHA, Arturo. Introducción a la Hidrología Fluvial. Perú: Universidad Nacional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería civil, 1998.

VILLON, Máximo. Hidráulica de canales. 2.ª ed. Perú: editorial Villon 2007.

ISBN: 9978660816.

VILLON, Máximo. Hidrología. Perú: editorial Villon 2002.lima Perú.

VILLON, Máximo. Diseño de estructuras hidráulicas. 2.ª ed. Lima-Perú: editorial Villon, 2002. 187 pp.

INUNDACIONES, Ministerio de agricultura. Autoridad nacional del agua. 2009.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, plan de prevención ante la presencia de fenómenos naturales por inundaciones, deslizamientos, huaycos y sequias. Perú: Anexo, 2009.

VIII. ANEXOS

MATRÍZ DE CONSISTENCIA

Tema: Diseño de defensa ribereña con enrocado, para mitigar inundaciones causadas por desbordes del río Rímac.

| Problema | Objetivo | Hipótesis | Variables | Definición conceptual | Definición Operacional | Dimensiones | Indicadores | Fórmulas | Escala |
|---|--|--|---|---|--|-------------------------------|--------------------|------------------------------|--------|
| P. General | O. General | H. General | | | | Variable independiente | | | |
| ¿Cómo el diseño de defensa ribereña mitigará, las inundaciones causadas por desbordes del río Rímac? | Determinar como el diseño de defensa ribereña con enrocado, mitigará los riesgos de inundaciones causadas por desbordes del río Rímac. | El diseño de defensa ribereña con enrocado, mitigará los riesgos de inundaciones causadas por desbordes del río Rímac. | VI. Diseño de Defensa Ribereña con enrocado | El enrocado consiste en bloques o cantos de roca de diferente tamaño con formas irregulares colocadas sobre el talud o a lo largo de la orilla de una corriente. Como el diseño adecuado, dicho revestimiento también puede emplearse en el fondo del canal. (Vélez, et al 2013, p.55). | En el Diseño de defensa ribereña con enrocado sus dimensiones son: Diámetro, espesor, talud, y caudal. Para ello se harán las mediciones, mediante los indicadores y se hará por medio de evaluaciones, estudio de laboratorios y cálculos. | Tamaño de la roca | Diámetro | $\frac{DPR}{PE} \times 100$ | Razón |
| | | | | | | Espesor del enrocado | Dimensión | $\frac{DPR}{PE} \times 100$ | Razón |
| | | | | | | Talud | Pendiente | $\frac{DPR}{PE} \times 100$ | Razón |
| | | | | | | Caudal | Velocidad | $\frac{VPR}{PE} \times 100$ | Razón |
| P. Específico | O. Específico | H. Específico | | | | Variable dependiente | | | |
| ¿Cómo el diseño de defensa ribereña con enrocado, evaluará el diámetro de la roca para mitigar inundaciones causadas por desbordes del río Rímac? ¿Cómo el diseño de defensa ribereña con enrocado, evaluará el espesor del enrocado para mitigar inundaciones causadas por desborde del río Rímac? ¿Cómo el diseño de defensa ribereña con enrocado, evaluará el talud para mitigar la erosión causadas por el río Rímac? ¿Cómo el diseño de defensa ribereña con enrocado, evaluará el caudal para mitigar inundaciones causadas por desborde del río Rímac? | Determinar como el diseño de defensa ribereña con enrocado, evaluará el diámetro de la roca para mitigar inundaciones causadas por desborde del río Rímac. Determinar como el diseño de defensa ribereña con enrocado, evaluará el espesor a utilizar para mitigar inundaciones causadas por desborde del río Rímac. Determinar como el diseño de defensa ribereña con enrocado, evaluará el talud para mitigar la erosión causadas por el río Rímac. Determinar como el diseño de defensa ribereña con enrocado, evaluará el caudal para mitigar inundaciones causadas por desborde del río Rímac. | El diseño de defensa ribereña con enrocado, calculará el tamaño de la roca para mitigar inundaciones causadas por desbordes del río Rímac. El diseño de defensa ribereña con enrocado, evaluará el espesor del enrocado para mitigar inundaciones causadas por desborde del río Rímac. El diseño de defensa ribereña con enrocado, evaluará el talud para mitigar la erosión causadas por el río Rímac. El diseño de defensa ribereña con enrocado, evaluará el caudal para mitigar inundaciones causadas por desborde del río Rímac. | VD. Desbordes Del Río. | Los desbordes de los río suelen abarcar amplias extensiones de terreno provocan graves trastornos a las comunidades, entre los que se citan las afectaciones a las personas (Posada, et al, 2013). | Los desbordes en ríos sus dimensiones es: Tirante Hidráulico. Para ello se harán las mediciones, mediante el indicador y se hará por medio de evaluaciones, estudio de laboratorios y cálculos. | Altura | Tirante Hidráulico | $\frac{THPR}{PE} \times 100$ | Razón |

Gráfico de cálculo de caudal

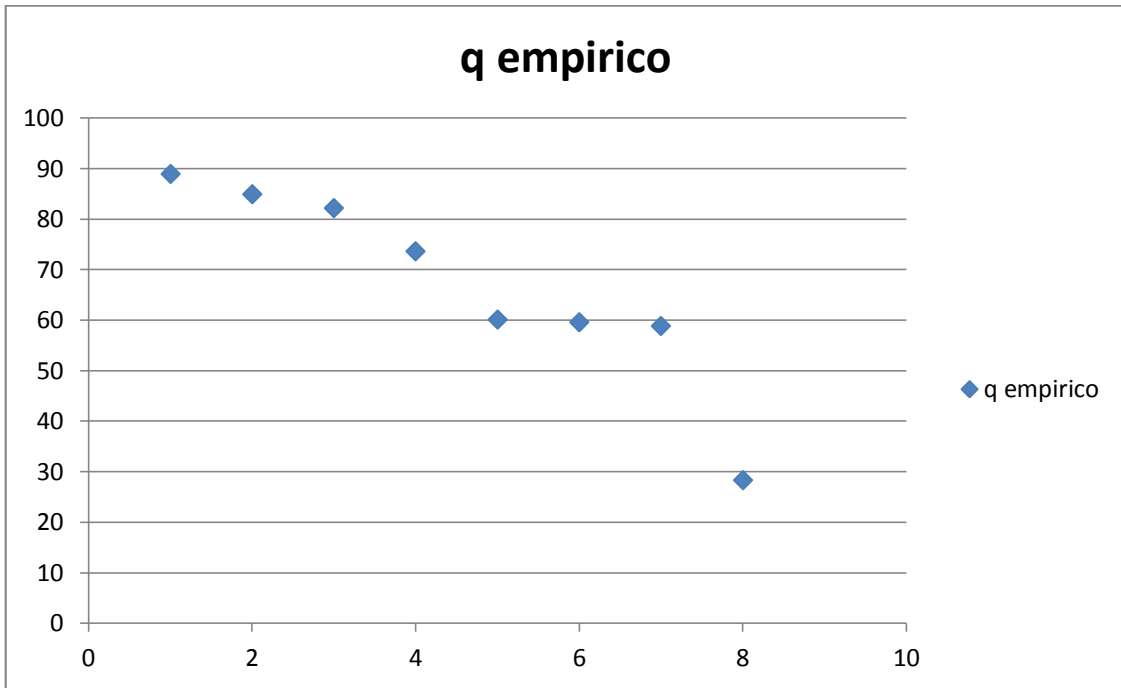


Gráfico de probabilidad empírica

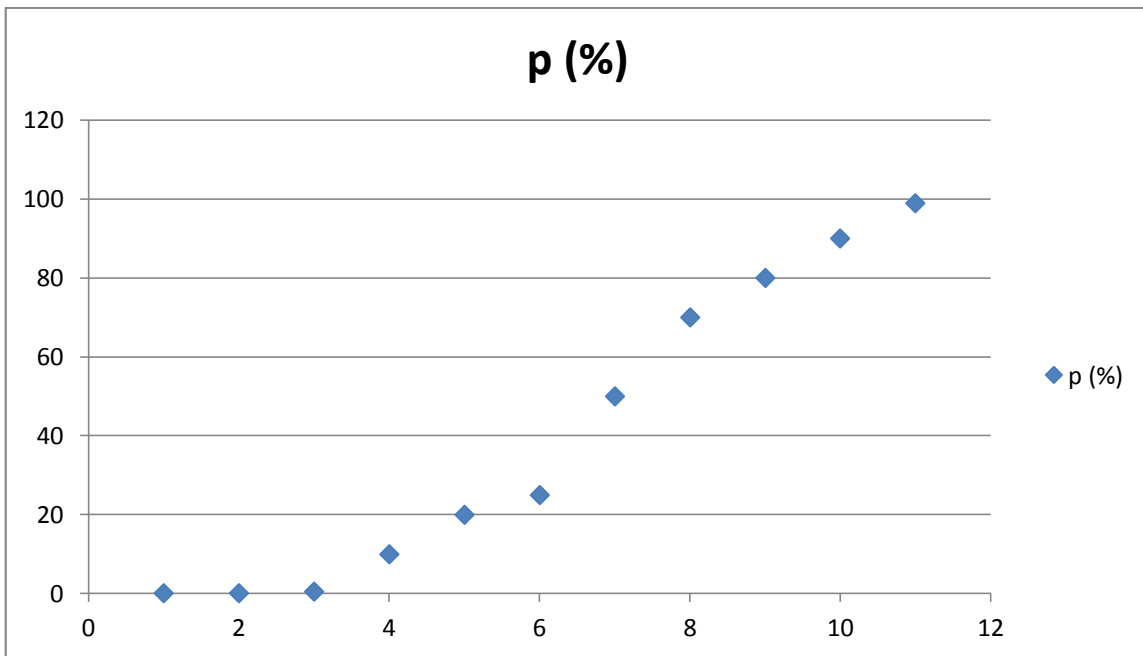
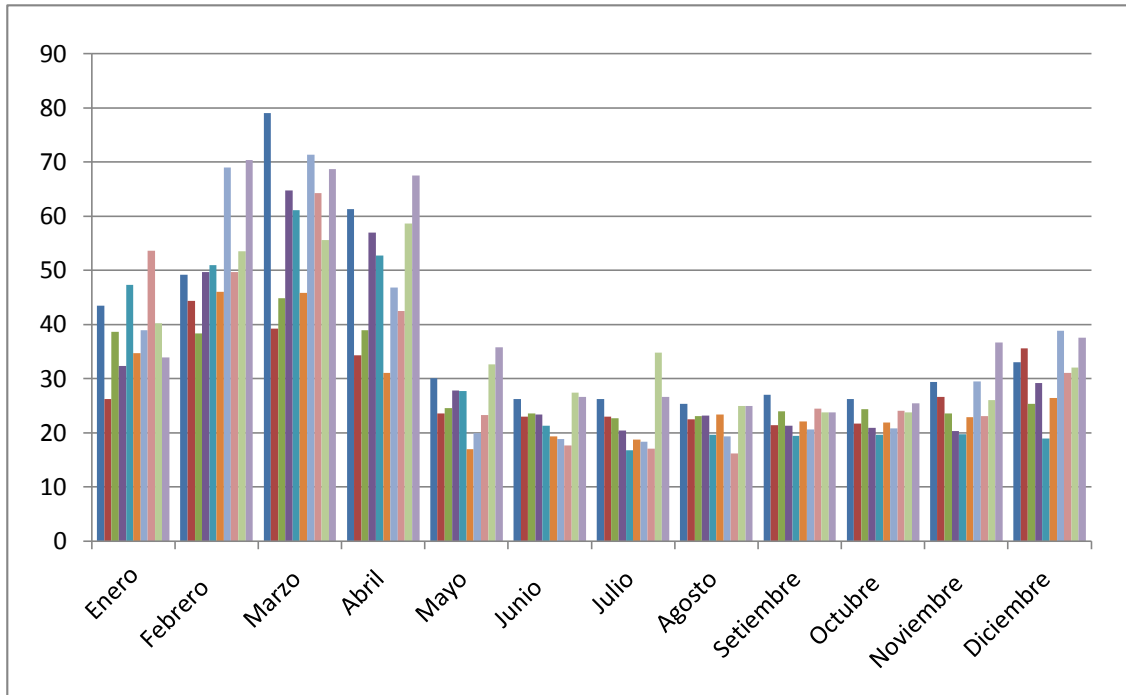
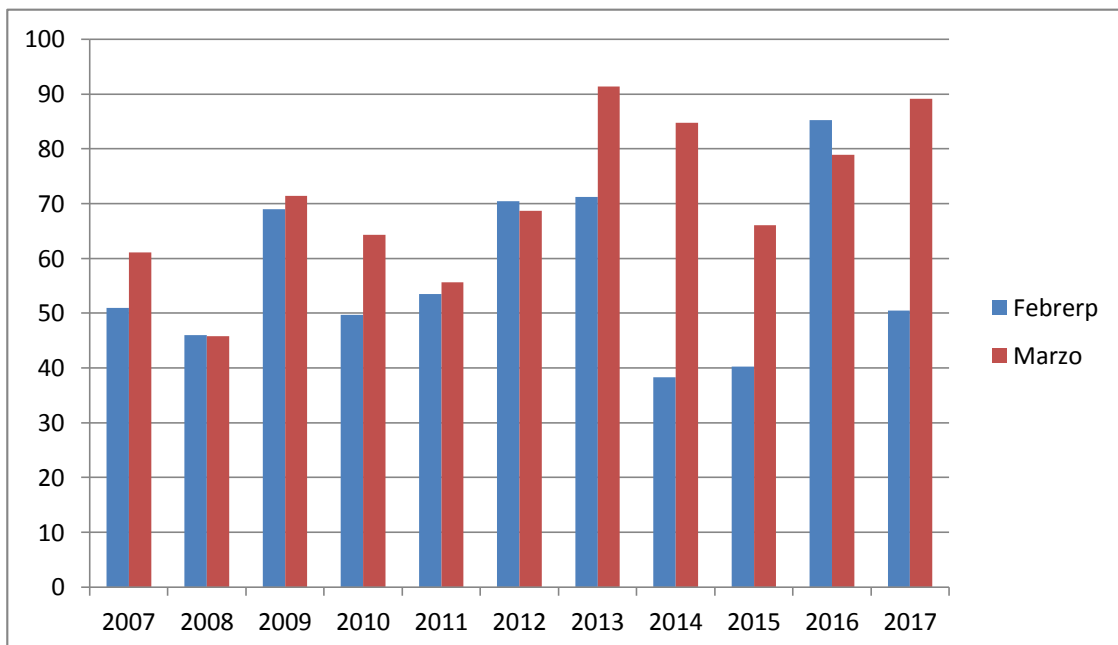


Gráfico de probabilidad de eventos.

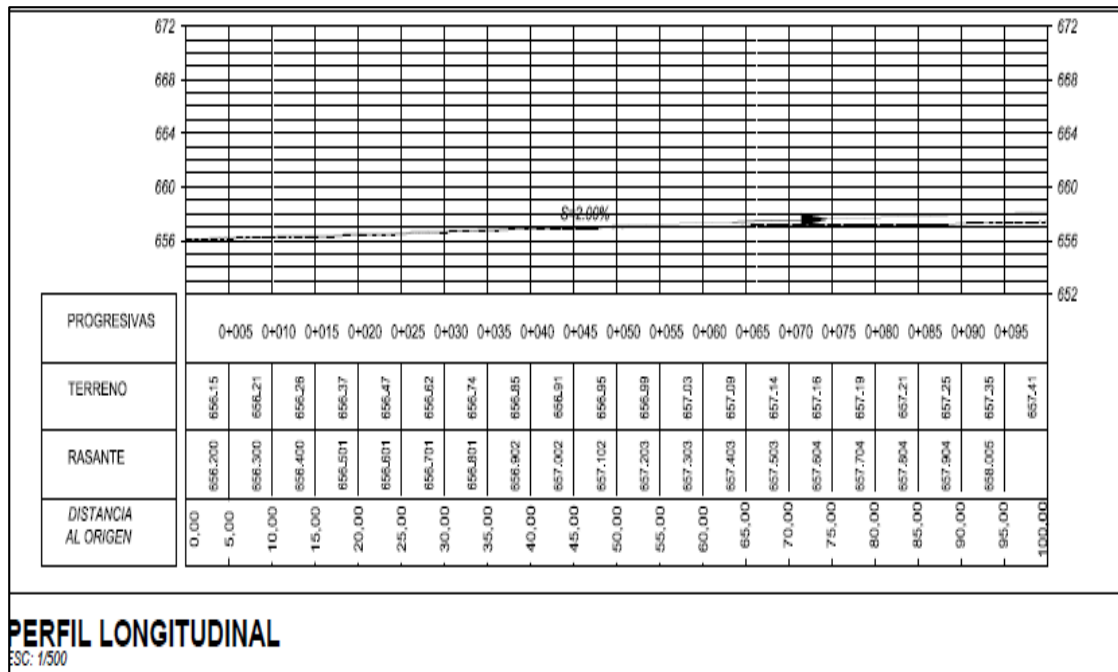


Caudales del rio Rímac (todos los meses).



Caudal a ser evaluados

Levantamiento topográfico



Gráficos evaluación de caudal

Comportamiento anual del caudal promedio del río Rímac 2002 - 2013

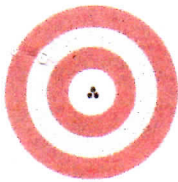
| Mes | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Río Rímac | | | | | | | | | | |
| Enero | 43.5 | 26.2 | 38.6 | 32.3 | 47.3 | 34.7 | 38.9 | 53.6 | 40.2 | 33.9 |
| Febrero | 49.2 | 44.4 | 38.3 | 49.7 | 51 | 46 | 69 | 49.7 | 53.5 | 70.4 |
| Marzo | 79 | 39.2 | 44.8 | 64.8 | 61.1 | 45.8 | 71.4 | 64.3 | 55.6 | 68.7 |
| Abril | 61.3 | 34.3 | 38.9 | 57 | 52.7 | 31 | 46.8 | 42.5 | 58.6 | 67.5 |
| Mayo | 30.1 | 23.6 | 24.5 | 27.8 | 27.7 | 17 | 19.9 | 23.3 | 32.6 | 35.8 |
| Junio | 26.2 | 23 | 23.6 | 23.4 | 21.3 | 19.3 | 18.8 | 17.6 | 27.4 | 26.6 |
| Julio | 26.2 | 23 | 22.7 | 20.4 | 16.8 | 18.7 | 18.3 | 17.1 | 34.8 | 26.6 |
| Agosto | 25.3 | 22.5 | 23.1 | 23.2 | 19.6 | 23.4 | 19.3 | 16.2 | 24.9 | 24.9 |
| Setiembre | 27 | 21.4 | 24 | 21.3 | 19.4 | 22.1 | 20.6 | 24.4 | 23.8 | 23.8 |
| Octubre | 26.2 | 21.7 | 24.3 | 20.9 | 19.6 | 21.9 | 20.8 | 24.1 | 23.8 | 25.4 |
| Noviembre | 29.4 | 26.6 | 23.6 | 20.3 | 19.7 | 22.9 | 29.5 | 23.1 | 26 | 36.7 |
| Diciembre | 33 | 35.6 | 25.3 | 29.2 | 18.9 | 26.4 | 38.8 | 31 | 32 | 37.6 |

Comportamiento anual del caudal promedio del río Rímac 2007-2017.

| Mes | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Enero | 47.3 | 34.7 | 38.9 | 53.6 | 40.2 | 33.9 | 44.4 | 35.1 | 38.2 | 22.2 | 46.58 |
| Febrero | 51 | 46 | 69 | 49.7 | 53.5 | 70.4 | 71.2 | 38.3 | 40.2 | 85.2 | 50.5 |
| Marzo | 61.1 | 45.8 | 71.4 | 64.3 | 55.6 | 68.7 | 91.4 | 84.8 | 66.1 | 78.9 | 89.1 |
| Abril | 52.7 | 31 | 46.8 | 42.5 | 58.6 | 67.5 | 92.4 | 32.3 | 44.1 | 41.8 | 65.9 |

Evaluación anual del caudal promedio del ríos Rímac 2007-2017

| Mes | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | MEDIA | DESVESTA | CV |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|----------|------|
| Enero | 47.3 | 34.7 | 38.9 | 53.6 | 40.2 | 33.9 | 44.4 | 35.1 | 38.2 | 22.2 | 46.58 | 39.55 | 8.42 | 0.21 |
| Febrero | 51 | 46 | 69 | 49.7 | 53.5 | 70.4 | 71.2 | 38.3 | 40.2 | 85.2 | 50.5 | 56.82 | 14.89 | 0.26 |
| Marzo | 61.1 | 45.8 | 71.4 | 64.3 | 55.6 | 68.7 | 91.4 | 84.8 | 66.1 | 78.9 | 89.1 | 70.65 | 14.28 | 0.20 |
| Abril | 52.7 | 31 | 46.8 | 42.5 | 58.6 | 67.5 | 92.4 | 32.3 | 44.1 | 41.8 | 65.9 | 52.33 | 17.95 | 0.34 |



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 417 - 2017

Página: 1 de 3

Expediente : T 239-2017
Fecha de Emisión : 2017-06-19

1. Solicitante : **GEOPAVIMENTOS S.R.L.**

Dirección : MZA. 13 LOTE. 19 COO. UNIVERSAL 2DA ET
AGUSTINO - SANTA ANITA - LIMA

2. Instrumento de Medición : **BALANZA**

Marca : **OHAUS**

Modelo : **NO INDICA**

Número de Serie : **NO INDICA**

Alcance de Indicación : **500 g**

División de Escala de Verificación (e) : **0,1 g**

División de Escala Real (d) : **0,1 g**

Procedencia : **NO INDICA**

Identificación : **NO INDICA**

Tipo : **ELECTRÓNICA**

Ubicación : **PLANTA**

Fecha de Calibración : **2017-06-19**

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

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

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

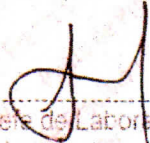
3. Método de Calibración

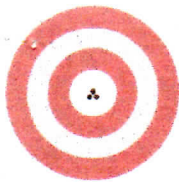
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 3ra Edición, 2009; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
AV. LOS ANGELES N° 653 - LIMA 42




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



5. Condiciones Ambientales

| | Inicial | Final |
|------------------|---------|---------|
| Temperatura | 20,4 °C | 20,5 °C |
| Humedad Relativa | 68 % | 68 % |

6. Trazabilidad

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

| Trazabilidad | Patrón utilizado | Certificado de calibración |
|--------------|----------------------|----------------------------|
| INACAL - DM | Pesas (exactitud F1) | LM-C-140-2017 |

7. Observaciones

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

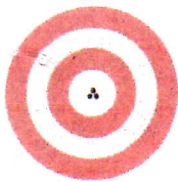
| INSPECCIÓN VISUAL | | | |
|-------------------|-------|----------------|----------|
| AJUSTE DE CERO | TIENE | ESCALA | NO TIENE |
| OSCILACIÓN LIBRE | TIENE | CURSOR | NO TIENE |
| PLATAFORMA | TIENE | SIST. DE TRABA | NO TIENE |
| NIVELACIÓN | TIENE | | |

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

| Medición N° | Carga L1= 260,0 g | | | Carga L2= 500,0 g | | |
|------------------------------|-------------------|---------------|-------|-------------------|---------------|-------|
| | l(g) | $\Delta L(g)$ | E(g) | l(g) | $\Delta L(g)$ | E(g) |
| 1 | 250,0 | 0,06 | -0,01 | 500,0 | 0,07 | -0,02 |
| 2 | 250,0 | 0,09 | -0,04 | 500,0 | 0,09 | -0,04 |
| 3 | 250,0 | 0,07 | -0,02 | 500,0 | 0,08 | -0,03 |
| 4 | 250,1 | 0,05 | 0,10 | 500,0 | 0,06 | -0,01 |
| 5 | 250,0 | 0,08 | -0,03 | 500,0 | 0,07 | -0,02 |
| 6 | 250,0 | 0,06 | -0,01 | 500,1 | 0,05 | 0,10 |
| 7 | 250,1 | 0,03 | 0,12 | 500,0 | 0,08 | -0,03 |
| 8 | 250,1 | 0,04 | 0,11 | 500,0 | 0,09 | -0,04 |
| 9 | 250,0 | 0,08 | -0,03 | 500,1 | 0,03 | 0,12 |
| 10 | 250,0 | 0,09 | -0,04 | 500,1 | 0,04 | 0,11 |
| Diferencia Máxima | | | 0,16 | 0,16 | | |
| Error máximo permitido \pm | | | 0,3 g | \pm 0,3 g | | |



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Cepeda
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 417 - 2017

Página: 1 de 3

Expediente : T 239-2017
Fecha de Emisión : 2017-06-19

1. Solicitante : **GEOPAVIMENTOS S.R.L.**
Dirección : MZA. 13 LOTE. 19 COO. UNIVERSAL 2DA ET
AGUSTINO - SANTA ANITA - LIMA

2. Instrumento de Medición : **BALANZA**
Marca : **OHAUS**
Modelo : **NO INDICA**
Número de Serie : **NO INDICA**
Alcance de Indicación : **500 g**
División de Escala de Verificación (e) : **0,1 g**
División de Escala Real (d) : **0,1 g**
Procedencia : **NO INDICA**
Identificación : **NO INDICA**
Tipo : **ELECTRÓNICA**
Ubicación : **PLANTA**
Fecha de Calibración : **2017-06-19**

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

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

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

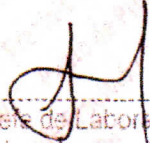
3. Método de Calibración

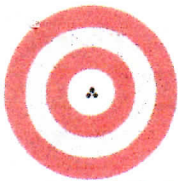
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 3ra Edición, 2009: Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
AV. LOS ANGELES N° 653 - LIMA 42




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 189 - 2017

Página : 1 de 2

- Expediente** : T 239-2017
Fecha de emisión : 2017-06-19
- 1. Solicitante** : GEOPAVIMENTOS S.R.L.
Dirección : MZA. 13 LOTE. 19 COO. UNIVERSAL 2DA ET AGUSTINO
- SANTA ANITA - LIMA
- 2. Equipo** : SPEEDY
- 3. Instrumento de Medición** : MANÓMETRO DE DETERMINADOR DE HUMEDAD
- Alcance de Escala** : 0 % H a 20 % H
División de Escala : 0,2 % H
Marca de Manómetro : MOISTURE TESTER
Tipo de Manómetro : D/2
Posición de Trabajo : POSTERIOR
Serie de Botella : 73506
Material de Botella : ALUMINIO

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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

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

4. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
19 - JUNIO - 2017

5. Método de Calibración
Calibración por comparación empleando manómetro certificado.

6. Trazabilidad

| INSTRUMENTO | MARCA | CERTIFICADO | TRAZABILIDAD |
|-------------|-------------------|------------------|--------------|
| MANÓMETRO | OMEGA ENGINEERING | LFP - 256 - 2016 | INACAL - DM |

7. Condiciones Ambientales

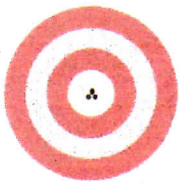
| | INICIAL | FINAL |
|----------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 20,9 | 21,1 |
| Humedad % | 71 | 71 |

8. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.
Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO"




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 189 - 2017

Página : 2 de 2

Resultados

| LECTURA DEL MANÓMETRO DEL SPEEDY | LECTURA DEL PATRÓN | CORRECCIÓN |
|--|-----------------------|------------|
| % Humedad | % Humedad | % Humedad |
| 0 | 0,0 | 0,0 |
| 1 | 1,4 | 0,4 |
| 2 | 2,4 | 0,4 |
| 3 | 3,3 | 0,3 |
| 4 | 4,3 | 0,3 |
| 5 | 5,4 | 0,4 |
| 6 | 6,4 | 0,4 |
| 7 | 7,4 | 0,4 |
| 8 | 8,4 | 0,4 |
| 9 | 9,4 | 0,4 |
| 10 | 10,5 | 0,5 |
| 11 | 11,6 | 0,6 |
| 12 | 12,6 | 0,6 |
| 13 | 13,6 | 0,6 |
| 14 | 14,6 | 0,6 |
| 15 | 15,6 | 0,6 |
| 16 | 16,7 | 0,7 |
| 17 | 17,6 | 0,6 |
| 18 | 18,6 | 0,6 |
| 19 | 19,6 | 0,6 |
| 20 | 20,6 | 0,6 |

LA HUMEDAD CONVENCIONAL VERDADERA (HCV) RESULTA DE LA RELACIÓN
 $HCV = \text{INDICACIÓN DEL MANÓMETRO DE SPEEDY} + \text{CORRECCIÓN}$

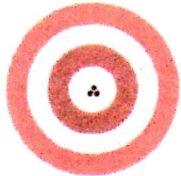


Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 567 - 2017

Página : 1 de 2

Expediente : T 318-2017
Fecha de emisión : 2017-08-21

1. Solicitante : GEOPAVIMENTOS S.R.L.

Dirección : MZA. 13 LOTE. 19 COO. UNIVERSAL 2DA ET
AGUSTINO - SANTA ANITA - LIMA

2. Instrumento de Medición : CONO DE ARENA

Marca del Cono : HUMBOLDT

Serie del Cono : NO INDICA

3. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO DE GEOPAVIMENTOS S.R.L.
18 - AGOSTO - 2017

4. Método de Calibración
Calibración efectuada por comparación con patrones certificados.

5. Trazabilidad

| INSTRUMENTO | MARCA | CERTIFICADO | TRAZABILIDAD |
|-------------|--------|-----------------|--------------|
| PIE DE REY | INSIZE | L - 0576 - 2016 | INACAL - DM |

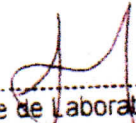
6. Condiciones Ambientales

| | INICIAL | FINAL |
|----------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 19,7 | 19,7 |
| Humedad % | 69 | 69 |

7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.

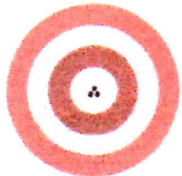



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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

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

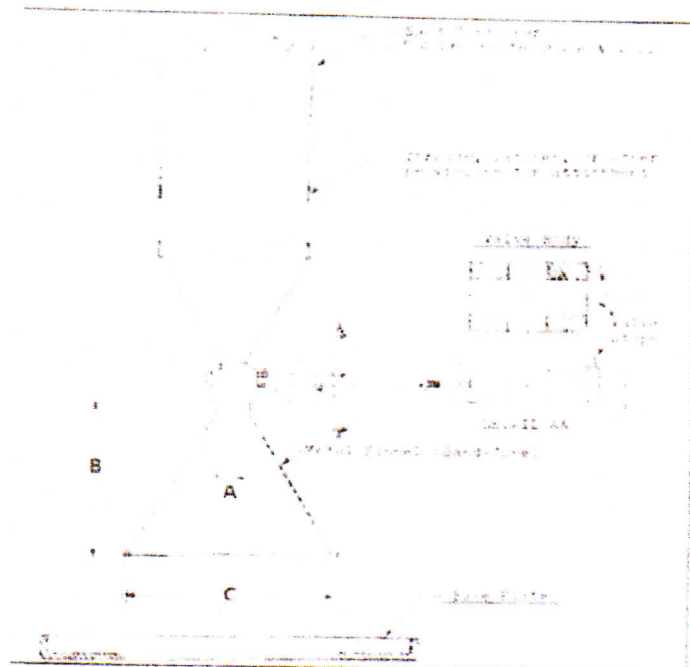


Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL-567-2017

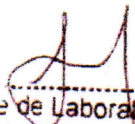
Página : 2 de 2

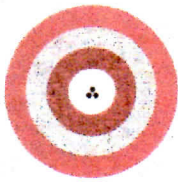


RESULTADOS

| DIMENSIONES | A | B | C | D |
|-------------|-------|--------|--------|--------|
| | mm | mm | mm | mm |
| ESTANDAR | 12,15 | 137,50 | 169,50 | 305,78 |
| ERROR | -0,55 | 0,97 | 4,40 | 0,98 |




Jefe de Laboratorio
Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 565 - 2017

Página : 1 de 1

Expediente : T 318-2017
Fecha de Emisión : 2017-08-21

1. Solicitante : GEOPAVIMENTOS S.R.L.

Dirección : MZA. I3 LOTE. 19 COO. UNIVERSAL 2DA ET AGUSTINO
- SANTA ANITA - LIMA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 10

Diametro de Tamiz : 8 pulg.

Marca : EQUIPOS TECNICOS E INGENIERIA

Serie : NO INDICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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

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

3. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO DE GEOPAVIENTOS S.R.L.
18 - AGOSTO - 2017

4. Método de Calibración
Calibración efectuada tomando como referencia la norma ASTM E 11

5. Trazabilidad

| INSTRUMENTO | MARCA | CERTIFICADO | TRAZABILIDAD |
|-------------|--------|------------------|--------------|
| MICROSCOPIO | INSIZE | LLA - 017 - 2017 | INACAL - DM |

6. Condiciones Ambientales

| | INICIAL | FINAL |
|----------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 19,6 | 19,6 |
| Humedad % | 68 | 68 |

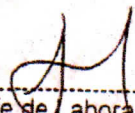
7. Observaciones

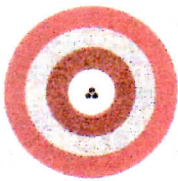
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

8. Resultados

| MEDIDAS TOMADAS | | | | | | | | | | PROMEDIO | ESTÁNDAR | ERROR |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|----------|-------|
| mm | | | | | | | | | | mm | mm | mm |
| 2,051 | 2,023 | 2,015 | 2,035 | 2,015 | 2,035 | 2,015 | 2,016 | 2,041 | 2,015 | 2,025 | 2,000 | 0,025 |
| 2,034 | 2,014 | 2,023 | 2,043 | 2,011 | 2,006 | 2,035 | 2,045 | 2,025 | 2,035 | | | |
| 2,031 | 2,025 | 2,013 | 2,014 | 2,025 | 2,013 | 2,046 | 2,035 | 2,012 | 2,016 | | | |




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 564 - 2017

Página : 1 de 1

Expediente : T 318-2017
Fecha de Emisión : 2017-08-21

1. Solicitante : GEOPAVIMENTOS S.R.L.

Dirección : MZA. I3 LOTE. 19 COO. UNIVERSAL 2DA ET AGUSTINO
- SANTA ANITA - LIMA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 3/4 pulg

Diametro de Tamiz : 8 pulg.

Marca : FORNEY

Serie : BS8F542728

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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

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

3. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO DE GEOPAVIENTOS S.R.L.
18 - AGOSTO - 2017

4. Método de Calibración
Calibración efectuada tomando como referencia la norma ASTM E 11

5. Trazabilidad

| INSTRUMENTO | MARCA | CERTIFICADO | TRAZABILIDAD |
|-------------|--------|-----------------|--------------|
| PIE DE REY | INSIZE | L - 0576 - 2016 | INACAL - DM |

6. Condiciones Ambientales

| | INICIAL | FINAL |
|----------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 19,7 | 19,6 |
| Humedad % | 68 | 68 |

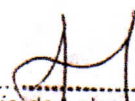
7. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

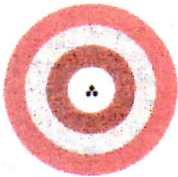
8. Resultados

| MEDIDAS TOMADAS mm | | | | | | | | | | PROMEDIO mm | ESTÁNDAR mm | ERROR mm |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------|----------------|-------------|
| 18,87 | 18,80 | 19,12 | 18,78 | 18,89 | 19,10 | 18,90 | 18,95 | 18,94 | 18,92 | 18,93 | 19,00 | -0,07 |





Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 566 - 2017

Página : 1 de 1

Expediente : T 318-2017
 Fecha de Emisión : 2017-08-21

1. Solicitante : GEOPAVIMENTOS S.R.L.
 Dirección : MZA. 13 LOTE. 19 COO. UNIVERSAL 2DA ET AGUSTINO
 - SANTA ANITA - LIMA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ
 Tamiz N° : 20
 Diametro de Tamiz : 8 pulg.
 Marca : FORNEY
 Serie : 20BS8F551535

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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

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

3. Lugar y fecha de Calibración
 LABORATORIO DE GEOPAVIENTOS S.R.L.
 18 - AGOSTO - 2017

4. Método de Calibración
 Calibración efectuada tomando como referencia la norma ASTM E 11

5. Trazabilidad

| INSTRUMENTO | MARCA | CERTIFICADO | TRAZABILIDAD |
|-------------|--------|------------------|--------------|
| MICROSCOPIO | INSIZE | LLA - 017 - 2017 | INACAL - DM |

6. Condiciones Ambientales

| | INICIAL | FINAL |
|----------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 19,6 | 19,6 |
| Humedad % | 68 | 68 |

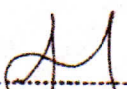
7. Observaciones

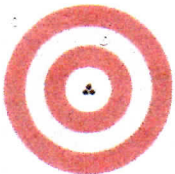
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

8. Resultados

| MEDIDAS TOMADAS | | | | | | | | | | PROMEDIO | ESTÁNDAR | ERROR |
|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|-------|
| μm | | | | | | | | | | μm | μm | μm |
| 852,362 | 851,245 | 850,365 | 853,214 | 851,274 | 849,652 | 851,324 | 852,314 | 851,225 | 850,223 | 851,428 | 850,000 | 1,428 |
| 851,336 | 851,246 | 852,175 | 850,326 | 851,326 | 848,521 | 853,625 | 851,246 | 852,317 | 853,149 | | | |
| 850,217 | 852,369 | 851,472 | 850,268 | 850,725 | 852,316 | 850,298 | 853,249 | 851,116 | 852,347 | | | |




 Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 245 - 2017

Página : 1 de 6

Expediente : T 303-2017
Fecha de Emisión : 2017-08-08

1. Solicitante : GEOPAVIMENTOS S.R.L.

Dirección : MZA. 13 LOTE. 19 COO. UNIVERSAL 2DA ET
AGUSTINO - SANTA ANITA - LIMA

2. Descripción del Equipo : ANILLO DE CARGA

Marca de Prensa : NO INDICA

Marca de Anillo : IMPACT

Serie de Anillo : 08834

Capacidad del Anillo : 6000 lbs

Marca del Dial : IMPACT

Modelo del Dial : ZA631083

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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

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

3. Lugar y fecha de Calibración

LABORATORIO DE GEOPAVIMENTOS S.R.L.
07 - AGOSTO - 2017

4. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación del dial del anillo y la lectura de celda patrón.

5. Trazabilidad

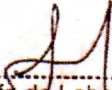
| INSTRUMENTO | MARCA | CERTIFICADO O INFORME | TRAZABILIDAD |
|----------------|-----------------|-----------------------|-------------------------------|
| CELDA DE CARGA | AEP TRANSDUCERS | INF-LE 057 | UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ |
| INDICADOR | AEP TRANSDUCERS | | |

6. Condiciones Ambientales

| | INICIAL | FINAL |
|----------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 19,6 | 19,7 |
| Humedad % | 65 | 65 |

7. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.


Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

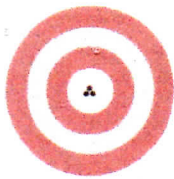


TABLA N° 1

| SISTEMA ANALÓGICO "A" DIVISIONES | SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf) | | | PROMEDIO "B" kgf |
|----------------------------------|------------------------------|----------|----------|------------------|
| | SERIE 1 | SERIE 2 | SERIE 3 | |
| 100 | 259,65 | 260,50 | 259,55 | 259,90 |
| 200 | 517,35 | 519,75 | 517,75 | 518,28 |
| 300 | 773,35 | 773,35 | 773,30 | 773,33 |
| 400 | 1 020,65 | 1 024,40 | 1 024,15 | 1 023,07 |
| 500 | 1 271,70 | 1 272,50 | 1 270,45 | 1 271,55 |
| 600 | 1 518,75 | 1 519,20 | 1 517,60 | 1 518,52 |
| 700 | 1 769,45 | 1 770,20 | 1 769,70 | 1 769,78 |

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

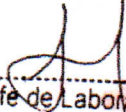
Coefficiente Correlación: $R^2 = 1,0000$

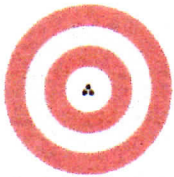
Ecuación de ajuste para valores en kgf : $y = 2,5050x + 16,5233$

Donde: x : Lectura del dial
y : Fuerza promedio (kgf)

Ecuación de ajuste para valores en lbf : $y = 5,5225x + 36,4277$

Donde: x : Lectura del dial
y : Fuerza promedio (lbf)


Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CARTA DE CALIBRACIÓN EN kgf

Página 3 de 6

Marca de Prensa
Serie de Anillo
Capacidad del Anillo

NO INDICA
08834
6000 lbs

Marca del Dial
Modelo del Dial

IMPACT
ZA631083

$$y = 2,5050x + 16,5233$$

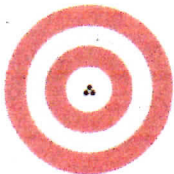
| Divisiones del Dial | Valores Ajustados en kgf | | | | | | | | | |
|---------------------|--------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 100 | 267,02 | 269,53 | 272,03 | 274,54 | 277,04 | 279,55 | 282,05 | 284,56 | 287,06 | 289,57 |
| 110 | 292,07 | 294,58 | 297,08 | 299,59 | 302,09 | 304,60 | 307,10 | 309,61 | 312,11 | 314,62 |
| 120 | 317,12 | 319,63 | 322,13 | 324,64 | 327,14 | 329,65 | 332,15 | 334,66 | 337,16 | 339,67 |
| 130 | 342,17 | 344,68 | 347,18 | 349,69 | 352,19 | 354,70 | 357,20 | 359,71 | 362,21 | 364,72 |
| 140 | 367,22 | 369,73 | 372,23 | 374,74 | 377,24 | 379,75 | 382,25 | 384,76 | 387,26 | 389,77 |
| 150 | 392,27 | 394,78 | 397,28 | 399,79 | 402,29 | 404,80 | 407,30 | 409,81 | 412,31 | 414,82 |
| 160 | 417,32 | 419,83 | 422,33 | 424,84 | 427,34 | 429,85 | 432,35 | 434,86 | 437,36 | 439,87 |
| 170 | 442,37 | 444,88 | 447,38 | 449,89 | 452,39 | 454,90 | 457,40 | 459,91 | 462,41 | 464,92 |
| 180 | 467,42 | 469,93 | 472,43 | 474,94 | 477,44 | 479,95 | 482,45 | 484,96 | 487,46 | 489,97 |
| 190 | 492,47 | 494,98 | 497,48 | 499,99 | 502,49 | 505,00 | 507,50 | 510,01 | 512,51 | 515,02 |
| 200 | 517,52 | 520,03 | 522,53 | 525,04 | 527,54 | 530,05 | 532,55 | 535,06 | 537,56 | 540,07 |
| 210 | 542,57 | 545,08 | 547,58 | 550,09 | 552,59 | 555,10 | 557,60 | 560,11 | 562,61 | 565,12 |
| 220 | 567,62 | 570,13 | 572,63 | 575,14 | 577,64 | 580,15 | 582,65 | 585,16 | 587,66 | 590,17 |
| 230 | 592,67 | 595,18 | 597,68 | 600,19 | 602,69 | 605,20 | 607,70 | 610,21 | 612,71 | 615,22 |
| 240 | 617,72 | 620,23 | 622,73 | 625,24 | 627,74 | 630,25 | 632,75 | 635,26 | 637,76 | 640,27 |
| 250 | 642,77 | 645,28 | 647,78 | 650,29 | 652,79 | 655,30 | 657,80 | 660,31 | 662,81 | 665,32 |
| 260 | 667,82 | 670,33 | 672,83 | 675,34 | 677,84 | 680,35 | 682,85 | 685,36 | 687,86 | 690,37 |
| 270 | 692,87 | 695,38 | 697,88 | 700,39 | 702,89 | 705,40 | 707,90 | 710,41 | 712,91 | 715,42 |
| 280 | 717,92 | 720,43 | 722,93 | 725,44 | 727,94 | 730,45 | 732,95 | 735,46 | 737,96 | 740,47 |
| 290 | 742,97 | 745,48 | 747,98 | 750,49 | 752,99 | 755,50 | 758,00 | 760,51 | 763,01 | 765,52 |
| 300 | 768,02 | 770,53 | 773,03 | 775,54 | 778,04 | 780,55 | 783,05 | 785,56 | 788,06 | 790,57 |
| 310 | 793,07 | 795,58 | 798,08 | 800,59 | 803,09 | 805,60 | 808,10 | 810,61 | 813,11 | 815,62 |
| 320 | 818,12 | 820,63 | 823,13 | 825,64 | 828,14 | 830,65 | 833,15 | 835,66 | 838,16 | 840,67 |
| 330 | 843,17 | 845,68 | 848,18 | 850,69 | 853,19 | 855,70 | 858,20 | 860,71 | 863,21 | 865,72 |
| 340 | 868,22 | 870,73 | 873,23 | 875,74 | 878,24 | 880,75 | 883,25 | 885,76 | 888,26 | 890,77 |
| 350 | 893,27 | 895,78 | 898,28 | 900,79 | 903,29 | 905,80 | 908,30 | 910,81 | 913,31 | 915,82 |
| 360 | 918,32 | 920,83 | 923,33 | 925,84 | 928,34 | 930,85 | 933,35 | 935,86 | 938,36 | 940,87 |
| 370 | 943,37 | 945,88 | 948,38 | 950,89 | 953,39 | 955,90 | 958,40 | 960,91 | 963,41 | 965,92 |
| 380 | 968,42 | 970,93 | 973,43 | 975,94 | 978,44 | 980,95 | 983,45 | 985,96 | 988,46 | 990,97 |
| 390 | 993,47 | 995,98 | 998,48 | 1 000,99 | 1 003,49 | 1 006,00 | 1 008,50 | 1 011,01 | 1 013,51 | 1 016,02 |
| 400 | 1 018,52 | 1 021,03 | 1 023,53 | 1 026,04 | 1 028,54 | 1 031,05 | 1 033,55 | 1 036,06 | 1 038,56 | 1 041,07 |
| 410 | 1 043,57 | 1 046,08 | 1 048,58 | 1 051,09 | 1 053,59 | 1 056,10 | 1 058,60 | 1 061,11 | 1 063,61 | 1 066,12 |
| 420 | 1 068,62 | 1 071,13 | 1 073,63 | 1 076,14 | 1 078,64 | 1 081,15 | 1 083,65 | 1 086,16 | 1 088,66 | 1 091,17 |
| 430 | 1 093,67 | 1 096,18 | 1 098,68 | 1 101,19 | 1 103,69 | 1 106,20 | 1 108,70 | 1 111,21 | 1 113,71 | 1 116,22 |
| 440 | 1 118,72 | 1 121,23 | 1 123,73 | 1 126,24 | 1 128,74 | 1 131,25 | 1 133,75 | 1 136,26 | 1 138,76 | 1 141,27 |
| 450 | 1 143,77 | 1 146,28 | 1 148,78 | 1 151,29 | 1 153,79 | 1 156,30 | 1 158,80 | 1 161,31 | 1 163,81 | 1 166,32 |
| 460 | 1 168,82 | 1 171,33 | 1 173,83 | 1 176,34 | 1 178,84 | 1 181,35 | 1 183,85 | 1 186,36 | 1 188,86 | 1 191,37 |
| 470 | 1 193,87 | 1 196,38 | 1 198,88 | 1 201,39 | 1 203,89 | 1 206,40 | 1 208,90 | 1 211,41 | 1 213,91 | 1 216,42 |
| 480 | 1 218,92 | 1 221,43 | 1 223,93 | 1 226,44 | 1 228,94 | 1 231,45 | 1 233,95 | 1 236,46 | 1 238,96 | 1 241,47 |
| 490 | 1 243,97 | 1 246,48 | 1 248,98 | 1 251,49 | 1 253,99 | 1 256,50 | 1 259,00 | 1 261,51 | 1 264,01 | 1 266,52 |
| 500 | 1 269,02 | 1 271,53 | 1 274,03 | 1 276,54 | 1 279,04 | 1 281,55 | 1 284,05 | 1 286,56 | 1 289,06 | 1 291,57 |
| 510 | 1 294,07 | 1 296,58 | 1 299,08 | 1 301,59 | 1 304,09 | 1 306,60 | 1 309,10 | 1 311,61 | 1 314,11 | 1 316,62 |


 Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Página 4 de 6

Punto de Precisión SAC

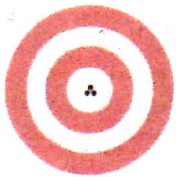
| Divisiones del Dial | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 520 | 1 319,12 | 1 321,63 | 1 324,13 | 1 326,64 | 1 329,14 | 1 331,65 | 1 334,15 | 1 336,66 | 1 339,16 | 1 341,67 |
| 530 | 1 344,17 | 1 346,68 | 1 349,18 | 1 351,69 | 1 354,19 | 1 356,70 | 1 359,20 | 1 361,71 | 1 364,21 | 1 366,72 |
| 540 | 1 369,22 | 1 371,73 | 1 374,23 | 1 376,74 | 1 379,24 | 1 381,75 | 1 384,25 | 1 386,76 | 1 389,26 | 1 391,77 |
| 550 | 1 394,27 | 1 396,78 | 1 399,28 | 1 401,79 | 1 404,29 | 1 406,80 | 1 409,30 | 1 411,81 | 1 414,31 | 1 416,82 |
| 560 | 1 419,32 | 1 421,83 | 1 424,33 | 1 426,84 | 1 429,34 | 1 431,85 | 1 434,35 | 1 436,86 | 1 439,36 | 1 441,87 |
| 570 | 1 444,37 | 1 446,88 | 1 449,38 | 1 451,89 | 1 454,39 | 1 456,90 | 1 459,40 | 1 461,91 | 1 464,41 | 1 466,92 |
| 580 | 1 469,42 | 1 471,93 | 1 474,43 | 1 476,94 | 1 479,44 | 1 481,95 | 1 484,45 | 1 486,96 | 1 489,46 | 1 491,97 |
| 590 | 1 494,47 | 1 496,98 | 1 499,48 | 1 501,99 | 1 504,49 | 1 507,00 | 1 509,50 | 1 512,01 | 1 514,51 | 1 517,02 |
| 600 | 1 519,52 | 1 522,03 | 1 524,53 | 1 527,04 | 1 529,54 | 1 532,05 | 1 534,55 | 1 537,06 | 1 539,56 | 1 542,07 |
| 610 | 1 544,57 | 1 547,08 | 1 549,58 | 1 552,09 | 1 554,59 | 1 557,10 | 1 559,60 | 1 562,11 | 1 564,61 | 1 567,12 |
| 620 | 1 569,62 | 1 572,13 | 1 574,63 | 1 577,14 | 1 579,64 | 1 582,15 | 1 584,65 | 1 587,16 | 1 589,66 | 1 592,17 |
| 630 | 1 594,67 | 1 597,18 | 1 599,68 | 1 602,19 | 1 604,69 | 1 607,20 | 1 609,70 | 1 612,21 | 1 614,71 | 1 617,22 |
| 640 | 1 619,72 | 1 622,23 | 1 624,73 | 1 627,24 | 1 629,74 | 1 632,25 | 1 634,75 | 1 637,26 | 1 639,76 | 1 642,27 |
| 650 | 1 644,77 | 1 647,28 | 1 649,78 | 1 652,29 | 1 654,79 | 1 657,30 | 1 659,80 | 1 662,31 | 1 664,81 | 1 667,32 |
| 660 | 1 669,82 | 1 672,33 | 1 674,83 | 1 677,34 | 1 679,84 | 1 682,35 | 1 684,85 | 1 687,36 | 1 689,86 | 1 692,37 |
| 670 | 1 694,87 | 1 697,38 | 1 699,88 | 1 702,39 | 1 704,89 | 1 707,40 | 1 709,90 | 1 712,41 | 1 714,91 | 1 717,42 |
| 680 | 1 719,92 | 1 722,43 | 1 724,93 | 1 727,44 | 1 729,94 | 1 732,45 | 1 734,95 | 1 737,46 | 1 739,96 | 1 742,47 |
| 690 | 1 744,97 | 1 747,48 | 1 749,98 | 1 752,49 | 1 754,99 | 1 757,50 | 1 760,00 | 1 762,51 | 1 765,01 | 1 767,52 |
| 700 | 1 770,02 | 1 772,53 | 1 775,03 | 1 777,54 | 1 780,04 | 1 782,55 | 1 785,05 | 1 787,56 | 1 790,06 | 1 792,57 |
| 710 | 1 795,07 | 1 797,58 | 1 800,08 | 1 802,59 | 1 805,09 | 1 807,60 | 1 810,10 | 1 812,61 | 1 815,11 | 1 817,62 |
| 720 | 1 820,12 | 1 822,63 | 1 825,13 | 1 827,64 | 1 830,14 | 1 832,65 | 1 835,15 | 1 837,66 | 1 840,16 | 1 842,67 |
| 730 | 1 845,17 | 1 847,68 | 1 850,18 | 1 852,69 | 1 855,19 | 1 857,70 | 1 860,20 | 1 862,71 | 1 865,21 | 1 867,72 |
| 740 | 1 870,22 | 1 872,73 | 1 875,23 | 1 877,74 | 1 880,24 | 1 882,75 | 1 885,25 | 1 887,76 | 1 890,26 | 1 892,77 |
| 750 | 1 895,27 | 1 897,78 | 1 900,28 | 1 902,79 | 1 905,29 | 1 907,80 | 1 910,30 | 1 912,81 | 1 915,31 | 1 917,82 |
| 760 | 1 920,32 | 1 922,83 | 1 925,33 | 1 927,84 | 1 930,34 | 1 932,85 | 1 935,35 | 1 937,86 | 1 940,36 | 1 942,87 |
| 770 | 1 945,37 | 1 947,88 | 1 950,38 | 1 952,89 | 1 955,39 | 1 957,90 | 1 960,40 | 1 962,91 | 1 965,41 | 1 967,92 |
| 780 | 1 970,42 | 1 972,93 | 1 975,43 | 1 977,94 | 1 980,44 | 1 982,95 | 1 985,45 | 1 987,96 | 1 990,46 | 1 992,97 |
| 790 | 1 995,47 | 1 997,98 | 2 000,48 | 2 002,99 | 2 005,49 | 2 008,00 | 2 010,50 | 2 013,01 | 2 015,51 | 2 018,02 |
| 800 | 2 020,52 | 2 023,03 | 2 025,53 | 2 028,04 | 2 030,54 | 2 033,05 | 2 035,55 | 2 038,06 | 2 040,56 | 2 043,07 |
| 810 | 2 045,57 | 2 048,08 | 2 050,58 | 2 053,09 | 2 055,59 | 2 058,10 | 2 060,60 | 2 063,11 | 2 065,61 | 2 068,12 |
| 820 | 2 070,62 | 2 073,13 | 2 075,63 | 2 078,14 | 2 080,64 | 2 083,15 | 2 085,65 | 2 088,16 | 2 090,66 | 2 093,17 |
| 830 | 2 095,67 | 2 098,18 | 2 100,68 | 2 103,19 | 2 105,69 | 2 108,20 | 2 110,70 | 2 113,21 | 2 115,71 | 2 118,22 |
| 840 | 2 120,72 | 2 123,23 | 2 125,73 | 2 128,24 | 2 130,74 | 2 133,25 | 2 135,75 | 2 138,26 | 2 140,76 | 2 143,27 |
| 850 | 2 145,77 | 2 148,28 | 2 150,78 | 2 153,29 | 2 155,79 | 2 158,30 | 2 160,80 | 2 163,31 | 2 165,81 | 2 168,32 |
| 860 | 2 170,82 | 2 173,33 | 2 175,83 | 2 178,34 | 2 180,84 | 2 183,35 | 2 185,85 | 2 188,36 | 2 190,86 | 2 193,37 |
| 870 | 2 195,87 | 2 198,38 | 2 200,88 | 2 203,39 | 2 205,89 | 2 208,40 | 2 210,90 | 2 213,41 | 2 215,91 | 2 218,42 |
| 880 | 2 220,92 | 2 223,43 | 2 225,93 | 2 228,44 | 2 230,94 | 2 233,45 | 2 235,95 | 2 238,46 | 2 240,96 | 2 243,47 |
| 890 | 2 245,97 | 2 248,48 | 2 250,98 | 2 253,49 | 2 255,99 | 2 258,50 | 2 261,00 | 2 263,51 | 2 266,01 | 2 268,52 |
| 900 | 2 271,02 | 2 273,53 | 2 276,03 | 2 278,54 | 2 281,04 | 2 283,55 | 2 286,05 | 2 288,56 | 2 291,06 | 2 293,57 |
| 910 | 2 296,07 | 2 298,58 | 2 301,08 | 2 303,59 | 2 306,09 | 2 308,60 | 2 311,10 | 2 313,61 | 2 316,11 | 2 318,62 |
| 920 | 2 321,12 | 2 323,63 | 2 326,13 | 2 328,64 | 2 331,14 | 2 333,65 | 2 336,15 | 2 338,66 | 2 341,16 | 2 343,67 |
| 930 | 2 346,17 | 2 348,68 | 2 351,18 | 2 353,69 | 2 356,19 | 2 358,70 | 2 361,20 | 2 363,71 | 2 366,21 | 2 368,72 |
| 940 | 2 371,22 | 2 373,73 | 2 376,23 | 2 378,74 | 2 381,24 | 2 383,75 | 2 386,25 | 2 388,76 | 2 391,26 | 2 393,77 |
| 950 | 2 396,27 | 2 398,78 | 2 401,28 | 2 403,79 | 2 406,29 | 2 408,80 | 2 411,30 | 2 413,81 | 2 416,31 | 2 418,82 |
| 960 | 2 421,32 | 2 423,83 | 2 426,33 | 2 428,84 | 2 431,34 | 2 433,85 | 2 436,35 | 2 438,86 | 2 441,36 | 2 443,87 |
| 970 | 2 446,37 | 2 448,88 | 2 451,38 | 2 453,89 | 2 456,39 | 2 458,90 | 2 461,40 | 2 463,91 | 2 466,41 | 2 468,92 |
| 980 | 2 471,42 | 2 473,93 | 2 476,43 | 2 478,94 | 2 481,44 | 2 483,95 | 2 486,45 | 2 488,96 | 2 491,46 | 2 493,97 |
| 990 | 2 496,47 | 2 498,98 | 2 501,48 | 2 503,99 | 2 506,49 | 2 509,00 | 2 511,50 | 2 514,01 | 2 516,51 | 2 519,02 |
| 1000 | 2 521,52 | 2 524,03 | 2 526,53 | 2 529,04 | 2 531,54 | 2 534,05 | 2 536,55 | 2 539,06 | 2 541,56 | 2 544,07 |
| 1010 | 2 546,57 | 2 549,08 | 2 551,58 | 2 554,09 | 2 556,59 | 2 559,10 | 2 561,60 | 2 564,11 | 2 566,61 | 2 569,12 |
| 1020 | 2 571,62 | 2 574,13 | 2 576,63 | 2 579,14 | 2 581,64 | 2 584,15 | 2 586,65 | 2 589,16 | 2 591,66 | 2 594,17 |
| 1030 | 2 596,67 | 2 599,18 | 2 601,68 | 2 604,19 | 2 606,69 | 2 609,20 | 2 611,70 | 2 614,21 | 2 616,71 | 2 619,22 |
| 1040 | 2 621,72 | 2 624,23 | 2 626,73 | 2 629,24 | 2 631,74 | 2 634,25 | 2 636,75 | 2 639,26 | 2 641,76 | 2 644,27 |
| 1050 | 2 646,77 | 2 649,28 | 2 651,78 | 2 654,29 | 2 656,79 | 2 659,30 | 2 661,80 | 2 664,31 | 2 666,81 | 2 669,32 |
| 1060 | 2 671,82 | 2 674,33 | 2 676,83 | 2 679,34 | 2 681,84 | 2 684,35 | 2 686,85 | 2 689,36 | 2 691,86 | 2 694,37 |
| 1070 | 2 696,87 | 2 699,38 | 2 701,88 | 2 704,39 | 2 706,89 | 2 709,40 | 2 711,90 | 2 714,41 | 2 716,91 | 2 719,42 |

Jeje de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Punto de Precisión SAC

CARTA DE CALIBRACIÓN EN lbf

Página 5 de 6

Marca de Prensa
Serie de Anillo
Capacidad del Anillo

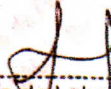
NO INDICA
08834
6000 lbs

Marca del Dial
Modelo del Dial

IMPACT
ZA631083

$$y = 5,5225x + 36,4277$$

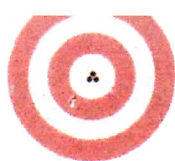
| Divisiones del Dial | Valores Ajustados en lbf | | | | | | | | | |
|---------------------|--------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 100 | 588,68 | 594,20 | 599,72 | 605,25 | 610,77 | 616,29 | 621,81 | 627,34 | 632,86 | 638,38 |
| 110 | 643,90 | 649,43 | 654,95 | 660,47 | 665,99 | 671,52 | 677,04 | 682,56 | 688,08 | 693,61 |
| 120 | 699,13 | 704,65 | 710,17 | 715,70 | 721,22 | 726,74 | 732,26 | 737,79 | 743,31 | 748,83 |
| 130 | 754,35 | 759,88 | 765,40 | 770,92 | 776,44 | 781,97 | 787,49 | 793,01 | 798,53 | 804,06 |
| 140 | 809,58 | 815,10 | 820,62 | 826,15 | 831,67 | 837,19 | 842,71 | 848,24 | 853,76 | 859,28 |
| 150 | 864,80 | 870,33 | 875,85 | 881,37 | 886,89 | 892,42 | 897,94 | 903,46 | 908,98 | 914,51 |
| 160 | 920,03 | 925,55 | 931,07 | 936,60 | 942,12 | 947,64 | 953,16 | 958,69 | 964,21 | 969,73 |
| 170 | 975,25 | 980,78 | 986,30 | 991,82 | 997,34 | 1 002,87 | 1 008,39 | 1 013,91 | 1 019,43 | 1 024,96 |
| 180 | 1 030,48 | 1 036,00 | 1 041,52 | 1 047,05 | 1 052,57 | 1 058,09 | 1 063,61 | 1 069,14 | 1 074,66 | 1 080,18 |
| 190 | 1 085,70 | 1 091,23 | 1 096,75 | 1 102,27 | 1 107,79 | 1 113,32 | 1 118,84 | 1 124,36 | 1 129,88 | 1 135,41 |
| 200 | 1 140,93 | 1 146,45 | 1 151,97 | 1 157,50 | 1 163,02 | 1 168,54 | 1 174,06 | 1 179,59 | 1 185,11 | 1 190,63 |
| 210 | 1 196,15 | 1 201,68 | 1 207,20 | 1 212,72 | 1 218,24 | 1 223,77 | 1 229,29 | 1 234,81 | 1 240,33 | 1 245,86 |
| 220 | 1 251,38 | 1 256,90 | 1 262,42 | 1 267,95 | 1 273,47 | 1 278,99 | 1 284,51 | 1 290,04 | 1 295,56 | 1 301,08 |
| 230 | 1 306,60 | 1 312,13 | 1 317,65 | 1 323,17 | 1 328,69 | 1 334,22 | 1 339,74 | 1 345,26 | 1 350,78 | 1 356,31 |
| 240 | 1 361,83 | 1 367,35 | 1 372,87 | 1 378,40 | 1 383,92 | 1 389,44 | 1 394,96 | 1 400,49 | 1 406,01 | 1 411,53 |
| 250 | 1 417,05 | 1 422,58 | 1 428,10 | 1 433,62 | 1 439,14 | 1 444,67 | 1 450,19 | 1 455,71 | 1 461,23 | 1 466,76 |
| 260 | 1 472,28 | 1 477,80 | 1 483,32 | 1 488,85 | 1 494,37 | 1 499,89 | 1 505,41 | 1 510,94 | 1 516,46 | 1 521,98 |
| 270 | 1 527,50 | 1 533,03 | 1 538,55 | 1 544,07 | 1 549,59 | 1 555,12 | 1 560,64 | 1 566,16 | 1 571,68 | 1 577,21 |
| 280 | 1 582,73 | 1 588,25 | 1 593,77 | 1 599,30 | 1 604,82 | 1 610,34 | 1 615,86 | 1 621,39 | 1 626,91 | 1 632,43 |
| 290 | 1 637,95 | 1 643,48 | 1 649,00 | 1 654,52 | 1 660,04 | 1 665,57 | 1 671,09 | 1 676,61 | 1 682,13 | 1 687,66 |
| 300 | 1 693,18 | 1 698,70 | 1 704,22 | 1 709,75 | 1 715,27 | 1 720,79 | 1 726,31 | 1 731,84 | 1 737,36 | 1 742,88 |
| 310 | 1 748,40 | 1 753,93 | 1 759,45 | 1 764,97 | 1 770,49 | 1 776,02 | 1 781,54 | 1 787,06 | 1 792,58 | 1 798,11 |
| 320 | 1 803,63 | 1 809,15 | 1 814,67 | 1 820,20 | 1 825,72 | 1 831,24 | 1 836,76 | 1 842,29 | 1 847,81 | 1 853,33 |
| 330 | 1 858,85 | 1 864,38 | 1 869,90 | 1 875,42 | 1 880,94 | 1 886,47 | 1 891,99 | 1 897,51 | 1 903,03 | 1 908,56 |
| 340 | 1 914,08 | 1 919,60 | 1 925,12 | 1 930,65 | 1 936,17 | 1 941,69 | 1 947,21 | 1 952,74 | 1 958,26 | 1 963,78 |
| 350 | 1 969,30 | 1 974,83 | 1 980,35 | 1 985,87 | 1 991,39 | 1 996,92 | 2 002,44 | 2 007,96 | 2 013,48 | 2 019,01 |
| 360 | 2 024,53 | 2 030,05 | 2 035,57 | 2 041,10 | 2 046,62 | 2 052,14 | 2 057,66 | 2 063,19 | 2 068,71 | 2 074,23 |
| 370 | 2 079,75 | 2 085,28 | 2 090,80 | 2 096,32 | 2 101,84 | 2 107,37 | 2 112,89 | 2 118,41 | 2 123,93 | 2 129,46 |
| 380 | 2 134,98 | 2 140,50 | 2 146,02 | 2 151,55 | 2 157,07 | 2 162,59 | 2 168,11 | 2 173,64 | 2 179,16 | 2 184,68 |
| 390 | 2 190,20 | 2 195,73 | 2 201,25 | 2 206,77 | 2 212,29 | 2 217,82 | 2 223,34 | 2 228,86 | 2 234,38 | 2 239,91 |
| 400 | 2 245,43 | 2 250,95 | 2 256,47 | 2 262,00 | 2 267,52 | 2 273,04 | 2 278,56 | 2 284,09 | 2 289,61 | 2 295,13 |
| 410 | 2 300,65 | 2 306,18 | 2 311,70 | 2 317,22 | 2 322,74 | 2 328,27 | 2 333,79 | 2 339,31 | 2 344,83 | 2 350,36 |
| 420 | 2 355,88 | 2 361,40 | 2 366,92 | 2 372,45 | 2 377,97 | 2 383,49 | 2 389,01 | 2 394,54 | 2 400,06 | 2 405,58 |
| 430 | 2 411,10 | 2 416,63 | 2 422,15 | 2 427,67 | 2 433,19 | 2 438,72 | 2 444,24 | 2 449,76 | 2 455,28 | 2 460,81 |
| 440 | 2 466,33 | 2 471,85 | 2 477,37 | 2 482,90 | 2 488,42 | 2 493,94 | 2 499,46 | 2 504,99 | 2 510,51 | 2 516,03 |
| 450 | 2 521,55 | 2 527,08 | 2 532,60 | 2 538,12 | 2 543,64 | 2 549,17 | 2 554,69 | 2 560,21 | 2 565,73 | 2 571,26 |
| 460 | 2 576,78 | 2 582,30 | 2 587,82 | 2 593,35 | 2 598,87 | 2 604,39 | 2 609,91 | 2 615,44 | 2 620,96 | 2 626,48 |
| 470 | 2 632,00 | 2 637,53 | 2 643,05 | 2 648,57 | 2 654,09 | 2 659,62 | 2 665,14 | 2 670,66 | 2 676,18 | 2 681,71 |
| 480 | 2 687,23 | 2 692,75 | 2 698,27 | 2 703,80 | 2 709,32 | 2 714,84 | 2 720,36 | 2 725,89 | 2 731,41 | 2 736,93 |
| 490 | 2 742,45 | 2 747,98 | 2 753,50 | 2 759,02 | 2 764,54 | 2 770,07 | 2 775,59 | 2 781,11 | 2 786,63 | 2 792,16 |
| 500 | 2 797,68 | 2 803,20 | 2 808,72 | 2 814,25 | 2 819,77 | 2 825,29 | 2 830,81 | 2 836,34 | 2 841,86 | 2 847,38 |
| 510 | 2 852,90 | 2 858,43 | 2 863,95 | 2 869,47 | 2 874,99 | 2 880,52 | 2 886,04 | 2 891,56 | 2 897,08 | 2 902,61 |


 Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Punto de Precisión SAC

| Divisiones del Dial | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 520 | 2 908,13 | 2 913,65 | 2 919,17 | 2 924,70 | 2 930,22 | 2 935,74 | 2 941,26 | 2 946,79 | 2 952,31 | 2 957,83 |
| 530 | 2 963,35 | 2 968,88 | 2 974,40 | 2 979,92 | 2 985,44 | 2 990,97 | 2 996,49 | 3 002,01 | 3 007,53 | 3 013,06 |
| 540 | 3 018,58 | 3 024,10 | 3 029,62 | 3 035,15 | 3 040,67 | 3 046,19 | 3 051,71 | 3 057,24 | 3 062,76 | 3 068,28 |
| 550 | 3 073,80 | 3 079,33 | 3 084,85 | 3 090,37 | 3 095,89 | 3 101,42 | 3 106,94 | 3 112,46 | 3 117,98 | 3 123,51 |
| 560 | 3 129,03 | 3 134,55 | 3 140,07 | 3 145,60 | 3 151,12 | 3 156,64 | 3 162,16 | 3 167,69 | 3 173,21 | 3 178,73 |
| 570 | 3 184,25 | 3 189,78 | 3 195,30 | 3 200,82 | 3 206,34 | 3 211,87 | 3 217,39 | 3 222,91 | 3 228,43 | 3 233,96 |
| 580 | 3 239,48 | 3 245,00 | 3 250,52 | 3 256,05 | 3 261,57 | 3 267,09 | 3 272,61 | 3 278,14 | 3 283,66 | 3 289,18 |
| 590 | 3 294,70 | 3 300,23 | 3 305,75 | 3 311,27 | 3 316,79 | 3 322,32 | 3 327,84 | 3 333,36 | 3 338,88 | 3 344,41 |
| 600 | 3 349,93 | 3 355,45 | 3 360,97 | 3 366,50 | 3 372,02 | 3 377,54 | 3 383,06 | 3 388,59 | 3 394,11 | 3 399,63 |
| 610 | 3 405,15 | 3 410,68 | 3 416,20 | 3 421,72 | 3 427,24 | 3 432,77 | 3 438,29 | 3 443,81 | 3 449,33 | 3 454,86 |
| 620 | 3 460,38 | 3 465,90 | 3 471,42 | 3 476,95 | 3 482,47 | 3 487,99 | 3 493,51 | 3 499,04 | 3 504,56 | 3 510,08 |
| 630 | 3 515,60 | 3 521,13 | 3 526,65 | 3 532,17 | 3 537,69 | 3 543,22 | 3 548,74 | 3 554,26 | 3 559,78 | 3 565,31 |
| 640 | 3 570,83 | 3 576,35 | 3 581,87 | 3 587,40 | 3 592,92 | 3 598,44 | 3 603,96 | 3 609,49 | 3 615,01 | 3 620,53 |
| 650 | 3 626,05 | 3 631,58 | 3 637,10 | 3 642,62 | 3 648,14 | 3 653,67 | 3 659,19 | 3 664,71 | 3 670,23 | 3 675,76 |
| 660 | 3 681,28 | 3 686,80 | 3 692,32 | 3 697,85 | 3 703,37 | 3 708,89 | 3 714,41 | 3 719,94 | 3 725,46 | 3 730,98 |
| 670 | 3 736,50 | 3 742,03 | 3 747,55 | 3 753,07 | 3 758,59 | 3 764,12 | 3 769,64 | 3 775,16 | 3 780,68 | 3 786,21 |
| 680 | 3 791,73 | 3 797,25 | 3 802,77 | 3 808,30 | 3 813,82 | 3 819,34 | 3 824,86 | 3 830,39 | 3 835,91 | 3 841,43 |
| 690 | 3 846,95 | 3 852,48 | 3 858,00 | 3 863,52 | 3 869,04 | 3 874,57 | 3 880,09 | 3 885,61 | 3 891,13 | 3 896,66 |
| 700 | 3 902,18 | 3 907,70 | 3 913,22 | 3 918,75 | 3 924,27 | 3 929,79 | 3 935,31 | 3 940,84 | 3 946,36 | 3 951,88 |
| 710 | 3 957,40 | 3 962,93 | 3 968,45 | 3 973,97 | 3 979,49 | 3 985,02 | 3 990,54 | 3 996,06 | 4 001,58 | 4 007,11 |
| 720 | 4 012,63 | 4 018,15 | 4 023,67 | 4 029,20 | 4 034,72 | 4 040,24 | 4 045,76 | 4 051,29 | 4 056,81 | 4 062,33 |
| 730 | 4 067,85 | 4 073,38 | 4 078,90 | 4 084,42 | 4 089,94 | 4 095,47 | 4 100,99 | 4 106,51 | 4 112,03 | 4 117,56 |
| 740 | 4 123,08 | 4 128,60 | 4 134,12 | 4 139,65 | 4 145,17 | 4 150,69 | 4 156,21 | 4 161,74 | 4 167,26 | 4 172,78 |
| 750 | 4 178,30 | 4 183,83 | 4 189,35 | 4 194,87 | 4 200,39 | 4 205,92 | 4 211,44 | 4 216,96 | 4 222,48 | 4 228,01 |
| 760 | 4 233,53 | 4 239,05 | 4 244,57 | 4 250,10 | 4 255,62 | 4 261,14 | 4 266,66 | 4 272,19 | 4 277,71 | 4 283,23 |
| 770 | 4 288,75 | 4 294,28 | 4 299,80 | 4 305,32 | 4 310,84 | 4 316,37 | 4 321,89 | 4 327,41 | 4 332,93 | 4 338,46 |
| 780 | 4 343,98 | 4 349,50 | 4 355,02 | 4 360,55 | 4 366,07 | 4 371,59 | 4 377,11 | 4 382,64 | 4 388,16 | 4 393,68 |
| 790 | 4 399,20 | 4 404,73 | 4 410,25 | 4 415,77 | 4 421,29 | 4 426,82 | 4 432,34 | 4 437,86 | 4 443,38 | 4 448,91 |
| 800 | 4 454,43 | 4 459,95 | 4 465,47 | 4 471,00 | 4 476,52 | 4 482,04 | 4 487,56 | 4 493,09 | 4 498,61 | 4 504,13 |
| 810 | 4 509,65 | 4 515,18 | 4 520,70 | 4 526,22 | 4 531,74 | 4 537,27 | 4 542,79 | 4 548,31 | 4 553,83 | 4 559,36 |
| 820 | 4 564,88 | 4 570,40 | 4 575,92 | 4 581,45 | 4 586,97 | 4 592,49 | 4 598,01 | 4 603,54 | 4 609,06 | 4 614,58 |
| 830 | 4 620,10 | 4 625,63 | 4 631,15 | 4 636,67 | 4 642,19 | 4 647,72 | 4 653,24 | 4 658,76 | 4 664,28 | 4 669,81 |
| 840 | 4 675,33 | 4 680,85 | 4 686,37 | 4 691,90 | 4 697,42 | 4 702,94 | 4 708,46 | 4 713,99 | 4 719,51 | 4 725,03 |
| 850 | 4 730,55 | 4 736,08 | 4 741,60 | 4 747,12 | 4 752,64 | 4 758,17 | 4 763,69 | 4 769,21 | 4 774,73 | 4 780,26 |
| 860 | 4 785,78 | 4 791,30 | 4 796,82 | 4 802,35 | 4 807,87 | 4 813,39 | 4 818,91 | 4 824,44 | 4 829,96 | 4 835,48 |
| 870 | 4 841,00 | 4 846,53 | 4 852,05 | 4 857,57 | 4 863,09 | 4 868,62 | 4 874,14 | 4 879,66 | 4 885,18 | 4 890,71 |
| 880 | 4 896,23 | 4 901,75 | 4 907,27 | 4 912,80 | 4 918,32 | 4 923,84 | 4 929,36 | 4 934,89 | 4 940,41 | 4 945,93 |
| 890 | 4 951,45 | 4 956,98 | 4 962,50 | 4 968,02 | 4 973,54 | 4 979,07 | 4 984,59 | 4 990,11 | 4 995,63 | 5 001,16 |
| 900 | 5 006,68 | 5 012,20 | 5 017,72 | 5 023,25 | 5 028,77 | 5 034,29 | 5 039,81 | 5 045,34 | 5 050,86 | 5 056,38 |
| 910 | 5 061,90 | 5 067,43 | 5 072,95 | 5 078,47 | 5 083,99 | 5 089,52 | 5 095,04 | 5 100,56 | 5 106,08 | 5 111,61 |
| 920 | 5 117,13 | 5 122,65 | 5 128,17 | 5 133,70 | 5 139,22 | 5 144,74 | 5 150,26 | 5 155,79 | 5 161,31 | 5 166,83 |
| 930 | 5 172,35 | 5 177,88 | 5 183,40 | 5 188,92 | 5 194,44 | 5 199,97 | 5 205,49 | 5 211,01 | 5 216,53 | 5 222,06 |
| 940 | 5 227,58 | 5 233,10 | 5 238,62 | 5 244,15 | 5 249,67 | 5 255,19 | 5 260,71 | 5 266,24 | 5 271,76 | 5 277,28 |
| 950 | 5 282,80 | 5 288,33 | 5 293,85 | 5 299,37 | 5 304,89 | 5 310,42 | 5 315,94 | 5 321,46 | 5 326,98 | 5 332,51 |
| 960 | 5 338,03 | 5 343,55 | 5 349,07 | 5 354,60 | 5 360,12 | 5 365,64 | 5 371,16 | 5 376,69 | 5 382,21 | 5 387,73 |
| 970 | 5 393,25 | 5 398,78 | 5 404,30 | 5 409,82 | 5 415,34 | 5 420,87 | 5 426,39 | 5 431,91 | 5 437,43 | 5 442,96 |
| 980 | 5 448,48 | 5 454,00 | 5 459,52 | 5 465,05 | 5 470,57 | 5 476,09 | 5 481,61 | 5 487,14 | 5 492,66 | 5 498,18 |
| 990 | 5 503,70 | 5 509,23 | 5 514,75 | 5 520,27 | 5 525,79 | 5 531,32 | 5 536,84 | 5 542,36 | 5 547,88 | 5 553,41 |
| 1000 | 5 558,93 | 5 564,45 | 5 569,97 | 5 575,50 | 5 581,02 | 5 586,54 | 5 592,06 | 5 597,59 | 5 603,11 | 5 608,63 |
| 1010 | 5 614,15 | 5 619,68 | 5 625,20 | 5 630,72 | 5 636,24 | 5 641,77 | 5 647,29 | 5 652,81 | 5 658,33 | 5 663,86 |
| 1020 | 5 669,38 | 5 674,90 | 5 680,42 | 5 685,95 | 5 691,47 | 5 696,99 | 5 702,51 | 5 708,04 | 5 713,56 | 5 719,08 |
| 1030 | 5 724,60 | 5 730,13 | 5 735,65 | 5 741,17 | 5 746,69 | 5 752,22 | 5 757,74 | 5 763,26 | 5 768,78 | 5 774,31 |
| 1040 | 5 779,83 | 5 785,35 | 5 790,87 | 5 796,40 | 5 801,92 | 5 807,44 | 5 812,96 | 5 818,49 | 5 824,01 | 5 829,53 |
| 1050 | 5 835,05 | 5 840,58 | 5 846,10 | 5 851,62 | 5 857,14 | 5 862,67 | 5 868,19 | 5 873,71 | 5 879,23 | 5 884,76 |
| 1060 | 5 890,28 | 5 895,80 | 5 901,32 | 5 906,85 | 5 912,37 | 5 917,89 | 5 923,41 | 5 928,94 | 5 934,46 | 5 939,98 |
| 1070 | 5 945,50 | 5 951,03 | 5 956,55 | 5 962,07 | 5 967,59 | 5 973,12 | 5 978,64 | 5 984,16 | 5 989,68 | 5 995,21 |

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° SM-294-2018

SOLICITANTE : GEOPAVIMENTOS S.R.L.
 DIRECCION : Mza. 13 Lote. 19 Co. Universal 2da Et Agustino (Coop Universal 2da Et Agustino) - Santa Anita
 FECHA DE CALIBRACIÓN : 2018-03-28
 FECHA DE EMISIÓN : 2018-03-28
 LUGAR DE CALIBRACIÓN : LABORATORIO - TECCIOS
 INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA
 MARCA : OHAUS CAPACIDAD MÁXIMA : 6200 g
 N° SERIE : B710790536 DIVISIÓN DE ESCALA (d) : 0,1 g
 MODELO : SPX6201 DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN (e) : 0,1 g
 TIPO : Electrónica COE. DERIVA TEMPERATURA : 0,00001 / °C
 CLASE : II ΔT LOCAL : 17,0 °C hasta 30,0 °C
 CÓDIGO IDENTIFICACIÓN : NO INDICA CAPACIDAD MÍNIMA : 5 g

PESAS UTILIZADAS Y TRAZABILIDAD Se utilizó Pesas Patrones con Certificado: LM-C-550-2017, LM-C-460-2017, LM-C-461-2017, LM-332-2017, LM-031-2018 trazable a patrones nacionales del SNM/INDECOPI,

CALIBRACIÓN EFECTUADA SEGÚN: NMP-003-2009 y Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II PC-011 4ta. Edición: 2010 del SNM/INDECOPI.

PROCEDIMIENTOS Y RESULTADOS

INSPECCIÓN VISUAL

| | | | |
|------------------|----------|------------|----------|
| AJUSTE DE CERO | Tiene | ESCALA | No tiene |
| OSCILACIÓN LIBRE | Tiene | CURSOR | No tiene |
| PLATAFORMA | Tiene | NIVELACIÓN | Tiene |
| SISTEMA DE TRABA | No tiene | | |



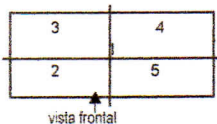
ENSAYO DE REPETIBILIDAD

| | | | | | |
|------------|---------|-------|----------|---------|-------|
| Temp. (°C) | Inicial | Final | H.R. (%) | Inicial | Final |
| | 23,1 | 23,1 | | 61 | 61 |

| Medición N° | Carga L1 = 3 000.0 g | | | Carga L2 = 6 000.0 g | | |
|-------------|----------------------|---------|-------|----------------------|---------|-------|
| | I (g) | Δ L (g) | E (g) | I (g) | Δ L (g) | E (g) |
| 1 | 3.000,0 | 0,07 | -0,02 | 6.000,0 | 0,07 | -0,02 |
| 2 | 3.000,0 | 0,07 | -0,02 | 6.000,0 | 0,07 | -0,02 |
| 3 | 3.000,0 | 0,07 | -0,02 | 6.000,0 | 0,07 | -0,02 |
| 4 | 3.000,0 | 0,07 | -0,02 | 6.000,0 | 0,07 | -0,02 |
| 5 | 3.000,0 | 0,07 | -0,02 | 6.000,0 | 0,07 | -0,02 |
| 6 | 3.000,0 | 0,07 | -0,02 | 6.000,0 | 0,07 | -0,02 |
| 7 | 3.000,0 | 0,07 | -0,02 | 6.000,0 | 0,07 | -0,02 |
| 8 | 3.000,0 | 0,07 | -0,02 | 6.000,0 | 0,07 | -0,02 |
| 9 | 3.000,0 | 0,07 | -0,02 | 6.000,0 | 0,07 | -0,02 |
| 10 | 3.000,0 | 0,07 | -0,02 | 6.000,0 | 0,07 | -0,02 |

$E = I + 1/2d - \Delta L - L$

| CARGA (g) | E _{max} - E _{min} (g) | e.m.p.(±) (g) |
|-----------|---|---------------|
| 3 000.0 | 0,00 | 0,30 |
| 6 000.0 | 0,00 | 0,30 |



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

| | | | | | |
|-----------|---------|-------|----------|---------|-------|
| Temp (°C) | Inicial | Final | H.R. (%) | Inicial | Final |
| | 23,1 | 23,1 | | 61 | 61 |

| Carga | Determinación de E _o | | | | Determinación del error corregido E _c | | | | | e.m.p. (±) |
|-------|---------------------------------|-------|---------|--------------------|--|---------|---------|-------|--------------------|------------|
| | Carga Min.* (g) | I (g) | Δ L (g) | E _o (g) | Carga L (g) | I (g) | Δ L (g) | E (g) | E _c (g) | |
| 1 | 1.0 | 1,0 | 0,07 | -0,02 | 2 000.0 | 2.000,0 | 0,07 | -0,02 | 0,00 | 0,20 g |
| 2 | 1.0 | 1,0 | 0,07 | -0,02 | 2 000.0 | 2.000,0 | 0,07 | -0,02 | 0,00 | 0,20 g |
| 3 | 1.0 | 1,0 | 0,07 | -0,02 | 2 000.0 | 2.000,0 | 0,07 | -0,02 | 0,00 | 0,20 g |
| 4 | 1.0 | 1,0 | 0,07 | -0,02 | 2 000.0 | 2.000,0 | 0,07 | -0,02 | 0,00 | 0,20 g |
| 5 | 1.0 | 1,0 | 0,07 | -0,02 | 2 000.0 | 2.000,0 | 0,07 | -0,02 | 0,00 | 0,20 g |

* Valor entre 0 y 10e

$E = I + 1/2d - DL - L$

$E_c = E - E_o$

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° SM-294-2018

ENSAYO DE PESAJE

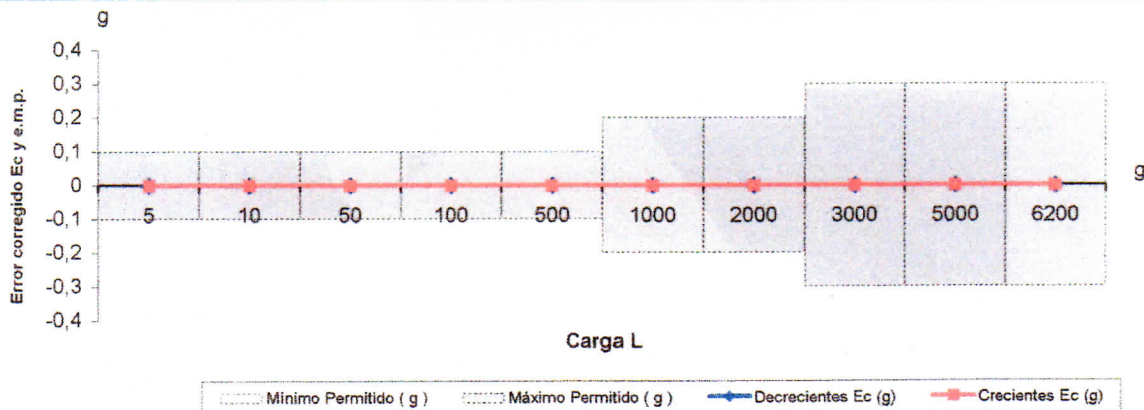
Temp (°C)

| | |
|---------|-------|
| Inicial | Final |
| 23,1 | 23,1 |

H.R. (%)

| | |
|---------|-------|
| Inicial | Final |
| 61 | 61 |

| Carga L (g) | CRECIENTES | | | | DECRECIENTES | | | | e.m.p. ± (g) |
|-------------|------------|---------|-------|--------|--------------|---------|-------|--------|--------------|
| | I (g) | Δ L (g) | E (g) | Ec (g) | I (g) | Δ L (g) | E (g) | Ec (g) | |
| 1.0 | 1,0 | 0,07 | -0,02 | | | | | | |
| 5.0 | 5,0 | 0,07 | -0,02 | 0,00 | 5,0 | 0,07 | -0,02 | 0,00 | 0,10 |
| 10.0 | 10,0 | 0,07 | -0,02 | 0,00 | 10,0 | 0,07 | -0,02 | 0,00 | 0,10 |
| 50.0 | 50,0 | 0,07 | -0,02 | 0,00 | 50,0 | 0,07 | -0,02 | 0,00 | 0,10 |
| 100.0 | 100,0 | 0,07 | -0,02 | 0,00 | 100,0 | 0,07 | -0,02 | 0,00 | 0,10 |
| 500.0 | 500,0 | 0,07 | -0,02 | 0,00 | 500,0 | 0,07 | -0,02 | 0,00 | 0,10 |
| 1 000.0 | 1.000,0 | 0,07 | -0,02 | 0,00 | 1.000,0 | 0,07 | -0,02 | 0,00 | 0,20 |
| 2 000.0 | 2.000,0 | 0,07 | -0,02 | 0,00 | 2.000,0 | 0,07 | -0,02 | 0,00 | 0,20 |
| 3 000.0 | 3.000,0 | 0,07 | -0,02 | 0,00 | 3.000,0 | 0,07 | -0,02 | 0,00 | 0,30 |
| 5 000.0 | 5.000,0 | 0,07 | -0,02 | 0,00 | 5.000,0 | 0,07 | -0,02 | 0,00 | 0,30 |
| 6 200.0 | 6.200,0 | 0,07 | -0,02 | 0,00 | 6.200,0 | 0,07 | -0,02 | 0,00 | 0,30 |



RESULTADO DE LA CALIBRACIÓN

Incertidumbre expandida
Lectura corregida de la balanza

$$U_R = 2 \sqrt{1.667 \times 10^{-3} g^2 + 1.41 \times 10^{-9} R^2}$$

$$R_{\text{corregida}} = R - 0.00 \times 10^{-6} R \quad R = \text{inducción de la balanza en g.}$$

OBSERVACIONES

La incertidumbre expandida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre combinada por el factor de cobertura $k = 2$, que para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.
Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO". La capacidad mínima para este tipo de balanza según la NMP-003-2009 es de 5 g.


Dpto. de Metrología
TECCIOS S.A.C.



Fin de Documento



INACAL

Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Certificado de Calibración

LM - 031 - 2018

Laboratorio de Masa

Página 1 de 4

| | |
|----------------------|--|
| Expediente | 98342 |
| Solicitante | TECCIOS S.A.C. |
| Dirección | Calle Antares - Torre B N° 320 Int. 409 (Centro Empresarial El Nuevo Trigo) - Santiago de Surco |
| Patrón de Medición | PESA |
| Valor Nominal | 2 kg |
| Clase de Exactitud | E2 |
| Material | ACERO INOXIDABLE |
| Marca | METTLER TOLEDO |
| Procedencia | NO INDICA |
| Número de Serie | 11119290 |
| Cantidad | 1 |
| Fecha de Calibración | 2018-01-26 |

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

La Dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metrológicas a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la metrología en el país y contribuye a la difusión del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú. (SLUMP).

La Dirección de Metrología es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y participa activamente en las Intercomparaciones que éste realiza en la región.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

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



2018-01-26

Fecha

Area de Mecánica

Laboratorio de Masa


ALDO QUIROGA ROJAS


LUZ MARINA CORI ALMONTE

Dirección de Metrología

Dirección de Metrología



INACAL

Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Masa

Certificado de Calibración

LM – 031 – 2018

Página 3 de 4

Resultados de Medición

| VALOR NOMINAL | IDENTIF. | MASA CONVENCIONAL | INCERTIDUMBRE | FORMA | MATERIAL | ERROR MAXIMO PERMITIDO E2 |
|---------------|----------|-------------------|---------------|---------------------|------------------|------------------------------|
| 2 kg | -- | 2 kg - 1,7 mg | 1,0 mg | CLINDRICA CON BOTON | ACERO INOXIDABLE | 3,0 mg |

NOTA: La caja que contiene a la pesa está identificada con con los códigos LC 09T y P 060

Resumen de coincidencias

25 %

- 1 www.scribd.com 4 % >
Fuente de Internet
- 2 docplayer.es 1 % >
Fuente de Internet
- 3 www.buenastareas.com 1 % >
Fuente de Internet
- 4 repositorio.ucv.edu.pe 1 % >
Fuente de Internet
- 5 www.cclima.org.pe 1 % >
Fuente de Internet
- 6 www.slideshare.net 1 % >
Fuente de Internet
- 7 www.cenapred.gob.mx 1 % >
Fuente de Internet

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"DISEÑO DE DEFENSA RIBEREÑA CON ENROCADO, PARA MITIGAR INUNDACIONES CAUSADAS POR DESBORDES DEL RÍO RIMAC"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Pérez Rodas Nancy Ruth

ASESOR:

Ing. Jorge John Gabriel Beltrán

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseños de obras hidráulicas y saneamiento