



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Coeficiente de rugosidad, en el Canal Carlos Leigh entre las progresivas 1+000 al 8+000,
Centro Poblado Cascajal, Ancash, 2019”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTORES:

AZNARAN MONZON, Ronny Michel (ORCID: 0000-0002-2988-4597)

MORAN MARTINEZ, Wilder Javier (ORCID: 0000-0001-5429-1112)

ASESORA:

MGTR. LEGENDRE SALAZAR, Sheila Mabel (ORCID: 0000-0003-3326-6895)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

DISEÑO DE OBRAS HIDRÁULICAS Y SANEAMIENTO

CHIMBOTE – PERÚ

2019

DEDICATORIA

A Dios padre quien nos dio la vida e instruyó con su palabra, y enderezo nuestros caminos en nuestra vida diaria y profesional.

A nuestra familia, por su apoyo Incondicional en cada etapa de nuestra vida universitaria.

A nuestra esposa e hijos que nos incentivaron a seguir adelante para poder concluir satisfactoriamente con nuestra carrera profesional.

Por otro lado, a nuestra asesora y docentes que nos ayudaron en nuestra formación académica como estudiante en nuestra carrera universitaria.

AGRADECIMIENTO

A Dios padre como muestra de valores, dedicación y amor por lo que realizaba en su vida diaria, ejemplo llevado en el desarrollo de nuestra investigación.

A nuestra familia, por su apoyo Incondicional en cada etapa del desarrollo de la investigación.

Al jurado calificador, y a la Ing. Sheila Mabel Legendre Salazar por las recomendaciones hechas para optimizar el correcto desarrollo de este trabajo de investigación.

A la Escuela profesional de Ingeniería Civil y a la Universidad Cesar Vallejo.

 UCV UNIVERSIDAD CITA VILLANOVA	ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	Código : F07-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
---	---------------------------------------	---

El jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a):

RONNY MICHEL AZNARAN MONZON

Cuyo título es:

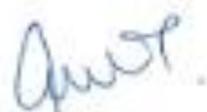
COEFICIENTE DE RUGOSIDAD EN EL CANAL CARLOS LEIGHT ENTRE LAS PROGRESIVAS 1+000 AL 8+ 000, CENTRO POBLADO CASCAJAL, ANCASH, 2019.

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de:¹⁵..... (Número).....
^{BUENO}..... (Letras).

Chimbote, 13 de julio del 2019



 DR. RIGORITO CERNA CHAVEZ
 PRESIDENTE



 MG. SHEILA MABEL LEGENDRY SALAZAR
 SECRETARIO



 MG. JOSE PEPE ALCOCZ ARANA
 VOCAL

El jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a):

WILDER JAVIER MORAN MARTINEZ

Cuyo título es:

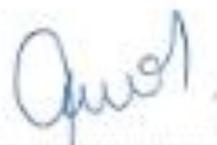
**COEFICIENTE DE RUGOSIDAD EN EL CANAL CARLOS LEIGHT ENTRE LAS
PROGRESIVAS 1 + 000 AL 8 + 000, CENTRO POBLADO CASCAJAL, ANCASH,
2019.**

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el
estudiante, otorgándole el calificativo de:15..... (Número).....
.....D.V.I.A.C.E..... (Letras).

Chimbote, 13 de julio del 2019



DR. RIGOBERTO CERNA CHAVEZ
PRESIDENTE



MG. SHELA MABEL LEGENDRE SALAZAR
SECRETARIO



MG. JOSE PESE MUÑOZ ARANA
FOCAL

DECLARACION DE AUTENTICIDAD

DECLARACION DE AUTENTICIDAD

Yo RONNY MICHEL AZNARAN MONZON con DNI N° 44819822 y WILDER JAVIER MORAN MARTINEZ con DNI N° 10566310, a efectos de cumplir con los criterios de evaluación de la experiencia curricular de Desarrollo del Proyecto de Investigación, declaramos bajo juramento que toda la documentación que acompañamos es veraz y autentica.

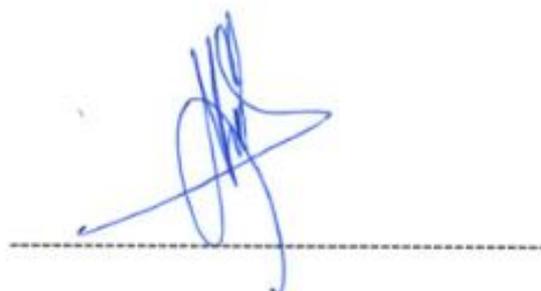
Así mismo, declaramos también bajo juramento que todos los datos e información que se presentan en esta investigación de tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento y omisión tanto de los documentos como de la información aportada por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Nuevo Chimbote, Julio 2019



Ronny Michel Aznarán Monzón
DNI N° 44819822



Wilder Javier Moran Martínez
DNI N° 10566310

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ACTA DE APROBACION DE TESIS	iv
DECLARACION DE AUTENCIDAD	vi
INDICE	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MÉTODO	14
2.1. Tipo de Investigación.....	14
2.2. Operacionalización de variables.....	14
2.3. Población, muestra y muestreo.....	15
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad...	15
2.5. Procedimiento.....	15
2.6. Método de análisis de datos.....	19
2.7. Aspectos éticos.....	19
III. RESULTADOS	20
3.1. Caudal (m ³ /s).....	20
3.2. Área (m ²).....	21
3.3. Radio Hidráulico (m).....	23
3.4. Pendiente (mm).....	24
3.5. Eficiencia Hidráulica (%).....	25
IV. DISCUSIÓN	27
V. CONCLUSIONES	29
VI. RECOMENDACIONES	30
VII. REFERENCIAS	31
ANEXOS	38

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el Centro Poblado Cascajal, en la Provincia del Santa, teniendo como objetivo general determinar el coeficiente de rugosidad, en el Canal Carlos Leigh entre las progresivas 1+000 al 8+000, en el Centro Poblado de Cascajal, Ancash, 2019. Así mismo, teniendo como formulación del problema ¿Cuál es el coeficiente de rugosidad, en el Canal Carlos Leigh entre las progresivas 1+000 al 6+000, Centro Poblado de Cascajal, Ancash, 2019?

Para el desarrollo de la investigación se recurrió a distintos autores como: Chow V, Villón M. y distintas tesis que aportaron para dicha investigación que de acuerdo a su estudio se considera de diseño no experimental y su población y muestra comprendió el tramo del Canal Carlos Leigh, entre las progresivas 1+000 al 8+000, identificando las secciones de aforo a través de un instrumento visual donde las franjas líquidas sean equivalentes entre sí, la velocidad del caudal sea suficiente, constantes y sobre todo de un trayecto recto que permitió obtener muestreos de aforos más confiables para luego realizar las mediciones de velocidad utilizando para ello un molinete hidrométrico OTT, estos datos nos han permitido comparar el valor actual de la rugosidad con el considerado en el diseño inicial, a fin de implementar medidas de operación y mantenimiento que coadyuven a mantener niveles óptimos en la infraestructura del canal.

Los principales resultados corresponde a valores de rugosidad con un n promedio de 0.016 que al ser relacionado con el n inicial de diseño que corresponde a un 0.011 se puede apreciar que habido una variación el cual se ve influenciado por distintos factores externos, factores que respaldan el valor obtenido a través de la ecuación de Manning afectando la eficiencia hidráulica obteniendo un porcentaje promedio de 81% del 100% del diseño inicial, concluyendo que dicho valor de rugosidad está fuera del rango teórico para canales de cemento con superficie pulida.

Palabras Clave: Aforo, Caudal, Área mojada, Radio hidráulico, Pendiente, Rugosidad, Eficiencia Hidráulica.

ABSTRACT

The current investigation was carried out in the populated area of Cascajal which is located in the Province of Santa. The general objective of this investigation was to determine the roughness coefficient in the Carlos Leigh Channel between the 1+000 to 8+000 progressive in the town of Cascajal, Ancash, 2019. Likewise, having as a formulation of the problem, “What is the coefficient of roughness in the Carlos Leigh Channel between the 1+000 to 6+000; populated area of Cascajal, Ancash, 2019?”

For the development of this investigation distinct authors were resorted to such as: Chow V, Villón M. and many different theses that contributed to the research that in accordance to their study it was considered non-experimental design and its population and its population and sample included the Carlos Canal section between the progressives 1+000 to 8+000, identifying the gauging sections through a visual instrument where the liquid fringes are equivalent to each other. The speed of the flow is sufficient, constant and above all from a straight path that allowed to obtain safer reliable gauges to then perform the speed measurements an OTT, hydrometric windlass. This data has allowed us to compare the current value of the roughness with the one considered in the initial design; in order to implement operation and maintenance measures that help to maintain optimal levels in the infrastructure of the channel.

The main results correspond to rugosity values with an average n of 0.016 which, when related to the initial design n corresponding to a 0.011, it can be seen that there is a variation which is influenced by different external factors. Factors that support the value obtained through the Manning equation affecting hydraulic efficiency obtaining an average percentage of 81% of 100% of the initial design. Concluding that said roughness value outside the theoretical range for cement channels with polished surface.

Keywords: Capacity, Flow, Wet área, Hidraulic radius, Slope, Roughness, Hydraulic efficiency.

I. INTRODUCCIÓN

La presente desarrollo de investigación se refiere al tema del coeficiente de rugosidad mediante el modelo matemático de Manning, el cual está en función del Caudal, Pendiente, Radio hidráulico y Coeficiente de rugosidad que se puede definir como el conjunto de irregularidades que posee una superficie la cual en su vida útil se ve afectada por elementos externos.

La característica principal de identificar el coeficiente de rugosidad es que no se realiza una evaluación técnica previa si no se asume dicho coeficiente a través de tablas preestablecidas.

Para analizar esta problemática es necesario mencionar que la infraestructura hidráulica a nivel mundial ha cumplido un rol importante en el desarrollo social y económico. El Perú con la construcción de infraestructura hidráulica no es ajena a este desarrollo, sobre todo en sector costero haciendo uso de las aguas de las cabeceras de cuencas de la sierra peruana. Desde el año 50, 60 y 70 el Perú desarrollo la mayor cantidad de obras hidráulicas sobre todo al norte del territorio peruano. Desde la fecha de construcción no existe una política de operación y mantenimiento en infraestructura hidráulica tal como canales de riego. La región Ancash presenta importantes canales de riego construidas en los años 70, estos canales después de un periodo de vida se deterioran generando erosión, sedimentación debido a una variación en el coeficiente de rugosidad afectando su funcionamiento, es decir, no cumpliendo la eficiencia hidráulica para lo cual fue construido siendo uno de ellos el canal “Carlos Leight”, el cual es un canal de segundo orden que deriva del canal principal IRCHIM. La importancia de este canal de conducción, radica ya que es usado para riego agrícola y para el traslado del agua en dirección a la planta de tratamiento del Distrito de Nuevo Chimbote, el cual permitió identificar en el desarrollo de la investigación una serie agentes externos que aportan que el coeficiente de rugosidad con el cual fue diseñado haya sufrió una variación en el tiempo.

Por otra parte, establecer los coeficientes actuales y promedio mediante el modelo matemático de manning haciendo uso del correntómetro desarrollados mediante trabajos de campo denominado aforos.

Profundizar en dicho método analítico a través de aforos y modelo matemático de Manning, fue un interés académico. Asimismo, nos interesamos por aportar e incentivar a la investigación analítica y no predeterminado en tablas como es hallar el coeficiente de rugosidad.

En el ámbito profesional, como ingeniero civil, el interés versó en conocer el desarrollo analítico del coeficiente de rugosidad como dato relevante para futuros canales, remodelaciones y futuros mantenimientos del canal en estudio.

En el marco del contexto social en el desarrollo de la investigación se revisó una serie de estudios nacionales como en la referida tesis citada por Burgos N. (2017), en su tesis denominada “Estimación del coeficiente de rugosidad de Manning a través de mediciones de velocidad y profundidad, empleando un molinete hidrométrico, en el río Chonta, Cajamarca, 2016”, la presente investigación propuso como objetivo general estimar el coeficiente de Manning, mediante mediciones de velocidad, profundidad y secciones transversales, empleando un molinete hidrométrico, a lo largo del río Chonta. En el estudio, se empleó la metodología aplicada. Se llegó a las conclusiones que las profundidades aforadas en esta investigación varían entre un máximo 78.00cm a un mínimo de 35.58cm, con una profundidad media en el río Chonta, provincia de Baños del Inca de 35.58cm. Asimismo las velocidades varían entre un máximo 2.06m/s a una velocidad mínima de 0.03m/s, con una velocidad media de 0.45m/s. Por otro lado, se determinó que la relación de velocidades varía entre un máximo de 1.96 a una relación de velocidades mínimas de 1.07, con una relación de velocidades media igual a 1.51. Finalmente, los valores como resultado al hallar el coeficiente de rugosidad de Manning (n) fluctúan entre un máximo de 0.0642 y un mínimo de 0.0021, obteniéndose un valor medio de 0.0301. Como también otras tesis nacional citada por Chugnas y Mantari (2015), en su tesis denominada “Determinación experimental del coeficiente de rugosidad de Manning superficies granulares mediante simulación de un cauce natural de sección rectangular”, la presente investigación propuso como objetivo general la determinación experimental del coeficiente de rugosidad mediante la fórmula de Manning en superficies granulares mediante la simulación de un cauce natural.

En el estudio, se empleó una metodología aplicada. Se llegó a los resultados que el trabajo de investigación para determinar el coeficiente de rugosidad mediante la fórmula Manning, se utilizó material granular en el fondo de canal de 45cm de ancho, realizándose varios ensayos obteniendo las características geométricas del canal al variar el tirante de agua, y mediante la fórmula de Manning se ha obtenido la rugosidad con la finalidad de compararlos con los establecidos en tablas que se encuentran en las diferentes bibliografías y que de acuerdo a los resultados se observa que los valores obtenidos están dentro del rango establecido por otros investigadores por lo tanto los resultados son confiables para realizar diseño obras civiles en el cauce del río Chicama considerando las variantes según la vegetación de la zona, considerando que el trabajo de investigación se ha realizado con fondo de grava. Siendo este estudio ampliado a otras tesis internacionales citado por Pastora D. (2010), en su tesis denominada “Evaluación de la fórmula de Manning en el río Ostua”, la presente investigación propuso como objetivo general Calcular la fórmula de Manning para la valoración de caudales en torrentes de flujo natural en la región, a partir de datos de aforo y resultados obtenidos mediante la fórmula de Manning. En el estudio, se utilizó la metodología analítica. Se llegó a las conclusiones que mediante la fórmula de Manning se consiguió datos representativos del coeficiente de rugosidad “n” de 0.04 para la estación Las Cruces y que contiene la presencia de lecho con material arenoso con canto rodado de diámetros bajos y 0.121 para la estación la Lechuza que presenta lecho con material rocoso y que los caudales obtenidos mediante la fórmula de Manning y el valor de rugosidad “n” son confiables debido a la similitud con los caudales reales de aforos. De acuerdo a lo revisado en dichas tesis se tuvieron en consideración algunas teorías lo cual fueron consideradas y ampliadas en el desarrollo de la presente investigación considerando las secciones transversales más frecuentes que de acuerdo a lo citado por Villón M. (1995, pp.15-16), indica que un canal natural generalmente su sección transversal es de forma irregular y varían dependiendo del espacio geográfico donde se ubican, sin embargo, en los canales artificiales son los diseños geométricos regulares los que predominan, las más usuales son las secciones abiertas y secciones cerradas. Las secciones abiertas esta compuestas por canales de sección trapezoidal las cuales son diseñados en canales revestidos, así como en canales de tierra; los canales de

sección rectangular son mayormente usados en canales excavados en zonas rocosas, acueductos de material de madera, así mismo en canales revestidos. Los de sección triangular en su mayoría se usan para cunetas revestidas, como parte de las obras de arte de obras viales, así como en canales de tierra, su trazo es básico y los canales de Sección parabólica con muy poca incidencia en canales revestidos, mayormente lo asumen canales naturales de tierra de mucha antigüedad. En cambio en los canales de sección cerrada son los de Sección circular y sección de herradura frecuentemente usadas en alcantarillas y estructuras hidráulicas de obras viales. Dichas secciones cuentan con componentes como parte del elemento geométrico citado por Villon M. (1995, p. 18), donde detalla de una manera muy clara y sencilla los componentes del diseño del canal, la cual se ve representada por “y” como la profundidad máxima del agua en el canal se le denomina tirante, “b” viene a ser el ancho de la base del canal, también conocido como solera o ancho de plantilla, “T” es la distancia o ancho de la superficie libre del agua, “C” se le conoce como ancho de corona, “H” es la distancia entre la superficie de la corona y la solera “H-y” es el borde libre, distancia entre superficie del agua y la superficie de corona, “ θ ” viene a ser el ángulo de inclinación de las paredes laterales con la horizontal y “Z” lo que denominamos talud. Es decir, Z es el valor de la proyección horizontal cuando la vertical es 1, de acuerdo al tipo de sección geométrica desarrolla un tipo de flujo como lo cita Chow V. (2004, p. 3), donde nos indica que el flujo del agua puede ser mediante un canal abierto o en tubería; ambas tienen similitud en sus características, pero se diferencian en lo siguiente: el flujo del canal abierto tiene su superficie libre mientras que en la tubería no. Debemos entender que una superficie libre estará sujeta a la presión atmosférica mientras que en tubería se encuentra sometida a una presión hidráulica. Lo cual genera diferentes tipos de flujos de canales como lo cita Villon M. (1995, pp. 45-48), nos da a conocer que la variable de referencia asumida será determinante en la clasificación del flujo del canal, por lo tanto, se tendrán las siguientes variedades de flujos como son: Flujo permanente y no permanente donde el tiempo es la variable a la que está sujeto. Se entiende que el flujo es constante si los parámetros tales como son: velocidad, tirante, etc., no se ven afectados con respecto al tiempo, por lo tanto, el Flujo uniforme y variado esta clasificación tiene como variable al espacio. Si los

parámetros (tirante, velocidad, área, etc.), no varían en cada sección, entonces el flujo es uniforme y se mantiene constante con respecto al espacio. Para el caso de Flujo variado, este se clasifica en: Gradual, como su nombre lo indica cambia de forma escalonada, podemos citar como ejemplo la curva de remanso y Rápidamente variado, cuando los parámetros varían de un momento a otro en una distancia corta, denominándose a dicho comportamiento o fenómeno resalto hidráulico. Otro tipo de Flujo es el laminar o turbulento este flujo está sujeto a fuerzas de gravedad y viscosidad, en interrelación con las fuerzas de inercia. Los efectos de la viscosidad, puede ser laminar o turbulento, la fuerza viscosa se mide según los números de Reynolds (R_t), relacionando fuerza de inercia de la velocidad con las fuerzas de característica viscosa, las cuales podemos presentar en este caso como: “R” conocido como el radio hidráulico de la sección transversal, definido en metros (m), “V” dada en metros por segundo (m/s), se refiere a velocidad media y “ ν ” Se denomina así a la viscosidad cinemática del agua, en m^2/s . Podemos mencionar que se ha comprobado resultados similares al flujo en tuberías, en los canales. Se considera entonces para fines prácticos, en el caso de un canal: Flujo laminar para $R_t < 580$, para este caso, las fuerzas viscosas son por lo general grandes, en relación a las fuerzas de inercia en comparación con los flujos de transición para $580 \leq R_t \leq 750$, estado mixto entre laminar y turbulento. El Flujo turbulento para $R_t \geq 750$, en cambio para este caso las fuerzas viscosas son débiles comparadas con las fuerzas de inercia. Para el caso de los canales en su mayoría, el flujo laminar se origina rara vez, debido a dimensiones relativamente grandes y a la baja viscosidad cinemática. Y en el caso de Flujo crítico, subcrítico y supercrítico, este tipo de flujo se encuentra relacionado al efecto de gravedad, podemos identificar, crítico, sub crítico y supercrítico; la fuerza de gravedad es medida por el número de Froude (F), las fuerzas de inercia y de velocidad se interrelacionan con las fuerzas gravitacionales que se encuentran, determinadas como: “v” es la velocidad promedio de la sección, dada en m/s, “g” Se refiere a la aceleración de la gravedad, en m/s^2 y “L” es la longitud característica de la sección, en m, Para el caso de canales, la longitud característica viene dada por la magnitud de la profundidad media o tirante medio $\bar{y} = \frac{A}{T}$, con lo cual se tiene, el número de Froude (F) siendo este acondicionado por el flujo que puede ser: Flujo subcrítico si $F < 1$, en este caso las fuerzas de gravedad toman el

control, debido a que el flujo disminuye su velocidad, en este caso es lento y tranquilo y esta particularidad influye aguas arriba, Flujo crítico si $F=1$, las fuerzas de gravedad y las fuerzas inercia están equilibradas y Flujo supercrítico si $F>1$, El flujo ejerce una gran velocidad, se convierte en siendo rápido torrencioso y tiene influencia aguas abajo. Conociendo estos conceptos básico es importante conocer también la Ecuación de Manning que está citado por Chow V. (2004, p. 97), el cual nos dice que en el ingeniero irlandés de nombre Robert Manning dio a conocer en el año 1889 una ecuación, la cual vario en el tiempo hasta definirse como es en la actualidad, donde: “V” representa la velocidad promedio, medida en pies/s, “R” radio Hidráulico (pies), “S” se define como la pendiente de la línea de energía, “N” el coeficiente de rugosidad, la que es conocida mayormente como la “n” de Manning. Dicha ecuación se desarrolló como consecuencia de siete ecuaciones, fundamentadas en valores diferentes de Bazin y corroboradas mediante 170 observaciones. Respecto a su forma y resultados convincentes, la ecuación de Manning se ha transformado en la más requerida por los ingenieros a la hora de realizar cálculos de flujos para canales abiertos la cual es representada por la siguiente formula $v = \frac{1.49}{n} R^{2/3} S^{1/2}$. En el desarrollo de esta fórmula se tiene un dato importante como es el coeficiente de rugosidad de Manning la cual se ve afectado por los siguientes factores la cual es citado por Chow V. (2004, p. 99), donde nos hace referencia respecto a que normalmente los ingenieros piensan que la rugosidad está afectada por un solo valor único de n, sin embargo, el valor de n es muy variado y es consecuencia de factores variados. Para escoger el “n” adecuado para los distintos tipos de diseño, es importante conocerlos. Los factores que tienen mayor incidencia tanto en canales naturales como artificiales se hacen referencia más adelante teniendo en cuenta que los factores hasta cierta medida se encuentran interrelacionados; por lo tanto, la discusión de uno se repetiría al relacionarlo con otro. Podemos mencionar los factores que afectan el coeficiente de rugosidad como son: La Rugosidad superficial donde nos indica de acuerdo a lo citado por Chow V. (2004, p. 97), que está representado por la forma y tamaño de los granos del tipo de material que son parte del perímetro mojado y que retardan el flujo. Normalmente, este valor es asumido como factor único para determinar el “n”, se debe indicar que los granos finos obtienen resultados bajos, en oposición con los granos gruesos que brindan un valor alto y en cuanto a su

cálculo de resistencia al flujo, en el libro “Hidráulica de las conducciones libres” de Leon A Martinez Y. (2013,p.179) sostiene que es posible elaborar cálculos algoritmos sofisticados; pero si los valores de “n” no están bien definidos, por consiguiente el resultado será erróneo. Por ejemplo un error del 10% en C o en $1/n$ implicaría un error similar en la velocidad y el caudal. Este concepto es acompañado por lo citado por Chow V. (2004, p. 99), donde nos indica que en corrientes aluviales cuando el material es fino, el efecto retardante es menor que cuando el material es grueso. Normalmente es alto y en particular en niveles bajos o altos los materiales como: canto rodado a menudo se ubican en el fondo de la corriente, generando que el canal sea más rugoso que sus bancas acumulando el valor de “n” para los niveles más bajos. En niveles superiores, parte del poder del flujo se usa para trasladar los cantos rodados aguas abajo, lo cual va en aumento el valor de “n”. Dentro de la rugosidad superficial encontramos los siguientes agentes externos que aumentan la rugosidad como son: La vegetación la cual está citado por Chow V. (2004, p. 100), donde nos dice que es considerada una clase de rugosidad superficial y reduce de manera notable la capacidad del canal y retarda el flujo. Dicho resultado depende de la densidad, altura, tipo de vegetación, distribución y sobre todo es muy importante en el diseño de pequeños canales como: Drenaje, La irregularidad del canal citado por Chow V. (2004, p. 101), nos dice que este factor incluye perímetro mojado con ciertas irregularidades y variación en forma y tamaño en sección transversal, a lo largo del canal. En canales naturales estas irregularidades, son producto de depresiones, fosos y/o montículos de arena en el canal este fenómeno genera una rugosidad extra a la causada por la rugosidad superficial y otros factores. Una gradualidad uniforme en la sección transversal o en su forma y tamaño no producen efectos en el valor de “n”, pero alteraciones o cambios bruscos de secciones grandes y pequeñas requieren un valor grande de esta misma. Para tal efecto, el incremento en “n” puede ser 0.0005 o mucho mayor. Estas variaciones permiten que el flujo cambie de manera ondulante en el canal y como consecuencia el mismo efecto, Alineamiento del canal citado por Chow V. (2004, p. 101), nos hace referencia que las curvas suaves con radios de gran dimensión generan índices de “n” menores, en cuanto a las curvas repentinas con sinuosidad aumentará el “n”. y esto con respaldo en experimentos hechos en laboratorio llevados a cabo con

canaletas, Scobey mostró que el resultado de “n” aumentará en 0.001 por cada 20 grados de curvatura en 100 pies del canal. Aunque la curvatura raramente llegue incrementar el valor de “n” en más de 0.002 o 0003. Por lo regular en canales no revestidos el aumento de la rugosidad que canalizan el agua con una velocidad baja, es despreciable. El aumento del índice de rugosidad de 0.002, establece una dotación correcta respecto al extravío de curvas generadas por el tipo de material constructivo. La estadía de sinuosidad en el tipo de corrientes naturales puede ampliar el valor de “n” a un 30%, Sedimentación y socavación citado por Chow V. (2004, p. 101), nos indica que la sedimentación puede variar la condición de un canal irregular en un canal uniforme y por lo tanto disminuir el valor de “n”, todo lo contrario, ocurre con la socavación, que puede aumentar el valor de “n”. El resultado fundamental de la sedimentación está sujeto a la composición del material, embalses con barras y ondulaciones de material arenoso que constituyen irregularidades incrementando dicha rugosidad. La uniformidad y cantidad de la socavación dependerá mucho de las características del material que se configura el perímetro mojado. De este modo un estrato de grava o arena se erosiona de manera similar, en diferencia con el estrato de arcilla. La sedimentación originada en los estratos de arcillas con erosión en agua arriba ayuda a equilibrar las irregularidades en el canal de un suelo con características arcillosas. El poder usado para mover y erosionar un material constructivo ya sea por suspensión o por saltación en el recorrido del cauce permite incrementar el índice de rugosidad “n”, así mismo Mejía D. Benavidez Muñoz H. (2017, p. 71 Vol. XI), en su artículo titulado “Calculo del coeficiente de rugosidad “n” para canales trapezoidales con presencia de sedimento ($\phi=0.05\text{mm}$)” concluyen que la presencia de sedimento se refleja en el flujo del agua a lo largo del canal. Y sostienen que en el fondo o solera la velocidad es mayor en tramos sin sedimento, esto indica que en tramos en donde hay presencia de sedimento, las partículas actúa aumentando la rugosidad, como agentes de contención de fluido. La socavación es menos importante cuando una erosión afecta el cauce del canal es originada altas velocidades progresando de manera uniformemente e igualitaria. Estos agentes tienen características bien marcadas como: Obstrucción que es la aparición de elementos que dificulten el libre flujo como: troncos, columnas de puentes y elementos estructurales semejantes suelen aumentar el índice de rugosidad “n”. La dimensión de

determinado incremento es consecuencia de las obstrucciones naturales, teniendo en consideración el número, tamaño, forma y distribución, Tamaño y forma del canal cual no existe prueba precisa respecto del tamaño y la forma del cual como factor afecte el “n”, pero si un aumento en el radio hidráulico puede incrementar como también decremento el “n” y el Nivel y caudal que generalmente en los cursos de agua la rugosidad “n” aumenta o baja con el caudal y el nivel. Se puede indicar que cuando el nivel de agua es bajo la desigualdad de la base del canal se ven expuestas, de otra manera, el índice de rugosidad “n” puede incrementar en altos niveles si está cubierta por pastos o son rugosas así mismo en su investigación Fonseca, E. Sanchez L. “Análisis de un canal de riego en tierra vs Revestido de suelo – cemento” (2018, p. 20) afirman que el revestimiento de un canal mejora la condición y garantiza el caudal necesario diseñando controlando además la erosión, infiltración. En el manual publicado por la Autoridad Nacional del Agua – ANA, “Criterios de Diseño de Obras Hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos multisectoriales y de afianzamiento con el cauce y el talud, dado a las paredes laterales del mismo, irregularidad, vegetación, trazado del canal, radio hidráulico y obstrucciones en el canal. Así como la rugosidad es un dato importante también lo es la Medición de la velocidad donde nos indica de acuerdo a lo citado por Chow V. (2004, p. 27), que los pasos para realizar un aforo de corrientes, el canal se debe dividir en franjas verticales determinando un número de verticales sucesivas tomando nota la velocidad a una profundidad de 0.6 en cada uno de los tramos verticales o asumiendo velocidades de 0.2 y 0.8 de la profundidad del cauce de agua obteniendo resultados aceptables. La media de velocidades en cualesquiera de las verticales adyacentes, multiplicando por el área entre dichas verticales dan como consecuencia el caudal a través de esa banda vertical y la sumatoria de estos caudales a través de dichas bandas darán como resultado un caudal consolidado así mismo lo expuesto por León Y. (2018,p.15) en su tesis titulada “Estimación del Coeficiente de Manning con el método de los dos puntos en el río Negro (Cundinamarca)”, afirma que en Colombia son muchos los ríos que cuentan con infraestructura de aforo de caudal que permite estimar las velocidades de manera instantánea en porcentajes de 20 y 80 de profundidad de flujo, esta es definitivamente información fundamental para estimar la Rugosidad de Manning utilizando el método de los dos puntos. Método muy valioso para

canales muy anchos, en los que el radio hidráulico es muy similar a la profundidad y este se fundamenta en la distribución de velocidad logarítmica. El promedio de la velocidad de la sección total es igual al caudal consolidado dividido por el área total. Mientras, en el libro “Hidráulica de Canales”, Villon M. (1995, p. 134), nos brinda otro concepto con respecto a la Velocidad media de los canales (V) el promedio de velocidad en canales, se puede calcular a través de la ecuación de Manning: $v = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \dots (6)$, estas velocidades fluctúan en un rango cuyos intervalos son: velocidad de menor intensidad que no produzcan acumulación de materiales (sedimentación) y una velocidad máxima que consecuentemente provoque erosión en el lecho y paredes del canal. Las rasantes se ven alteradas por las velocidades mayores y origina el incorrecto desarrollo del canal. Mientras que la sedimentación debido a la velocidad baja, provocan embargamiento y disminución en la capacidad de conducir y a consecuencia de ello origina gastos de conservación, encontrándose conclusiones de experimentos sobre dichos intervalos para canales en tierra comprendida entre 0,30 y 0.90m/s. Siendo esta velocidad media de acuerdo a la ecuación de manning es acondicionada por otros valores como es el Radio Hidráulico (R), que tiene como concepto de acuerdo a lo citado por Rocha A. (2007, pp. 10-11), indica que cuando el ancho del canal “b” es mucho mayor que el tirante, se considera un canal muy ancho. Permitiendo realizar una rápida deducción del radio hidráulico. En un canal con una longitud transversal ancha $\frac{y}{b}$ es muy corto y por lo general se considera: $R = y$, por lo tanto en un canal con una longitud transversal ancha, se concluye que el radio hidráulico es igual al tirante, La Pendiente admisible en canales de tierra citado por Villon M. (1995, p. 134), nos da a conocer que se debe considerar la pendiente mayor, permitiendo una superficie mayor posible y que, a la vez, de índices para la velocidad que como consecuencia origine la erosión del estrato que se encuentra depositado en el canal, ni favorezca la acumulación de azolve. La pendiente máxima varía según su textura: en Suelos sueltos de 0,5-1,0, Suelos francos de 1.5-2,5 y en suelos arcillosos de 3,0-4,5% y por ultimo Caudal o gasto citado por Villon M. (1995, p. 50), nos explica que volumen de fluido o caudal Q que recorre una determinada sección del canal en un tiempo determinado, se muestra así: $Q = v \cdot A \dots (8)$, Entonces, V es la velocidad promedio de la sección normal al

flujo, del área transversal A. Para determinar este último valor es importante desarrollar el método de Aforo con correntómetros o molinetes de acuerdo a lo citado por Villon M. (2004), nos indica que, para el procedimiento de aforo, se utiliza un equipo denominado molinete o correntómetro. Este dispositivo mide la velocidad, en un determinado punto del cauce del agua. La velocidad es determinada a través de un dispositivo móvil, que nos brinda la velocidad de la corriente del agua y transmite las señales desde un interruptor que se encarga de cerrar un circuito eléctrico, de acuerdo a un número de vueltas, sobre un correntómetro o contador que permite determinar las velocidades de la siguiente manera: $V = aN + b \dots (9)$, donde: “V” se refiere a la velocidad de la corriente, en m/s, “N” indica el número de vueltas de la hélice por segundo, “a” es el paso real de la hélice, en m, “b” indica la velocidad llamada de frotamiento, en m/s. De manera indirecta, es medida la velocidad, lo que se mide es el tiempo que utiliza dicha hélice, para dar una cierta cantidad de revoluciones, y a través de una ecuación para cada hélice se obtiene la velocidad. Para desarrollar dicho trabajo de campo es importante conocer las Condiciones de la sección de aforo que de acuerdo a lo citado Villon M. (2004), nos indica que las condiciones de la sección para el aforo con correntómetro consisten en explorar el campo de velocidades, en la sección en la que se quiere medir el caudal líquido. La localización adecuada de una sección es aquella donde: Las franjas líquidas son equivalentes entre sí, la velocidad del caudal debe ser suficiente, Las velocidades deben ser constantes y como condición principal exige un trayecto recto entre las riberas, Un fondo del canal, estable y un Perfil transversal relativamente constante, que permitirá obtener muestreos de aforos más confiables. Las formas de aforo de acuerdo a Villon M. (2004), nos indica que las formas de aforo son las siguientes: Cuando el curso de agua es pequeño se puede medir a pie siendo el canal de poca profundidad y de lecho resistente. Se instala una regla con graduación de un margen a otro, y se va evaluando la velocidad a distintas profundidades, también es posible hacerlo desde un bote, cuando las condiciones sean desfavorables, y esto se realiza con ayuda de un cable que se instala de un extremo a otro y también se utiliza una pasarela, cuando se trata de ríos pequeños, se coloca en pilones de un puente, el técnico aforador se coloca encima de ella y desde allí toma muestra de las velocidades. Así como es importante conocer las formas también se debe

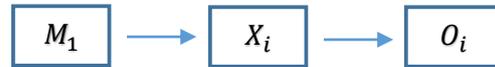
conocer los procesos para realizar el aforo donde Villon M. (2004), no indica que para Determinar la sección transversal (área) lo primero es dividir la sección transversal (área hidráulica), en franjas adyacentes, como se indica: Se procede a medir la amplitud del río (distancia de la superficie libre de agua o espejo de agua T_1 y dividir el espejo de agua T_1 , en un número n de tramos (por lo menos $n=10$), siendo el ancho de cada tramo: $L = \frac{Y_1}{\pi} \dots (10)$, las distancias entre verticales de acuerdo al ancho total mínimo del río, cuando sea menos de 2m la distancia entre vertical es 0.20m de 2m a 3m será de 0.30m y de 3m a 4m de 0.40m así sucesivamente hasta en anchos de 35m a 45m tendrá distancias verticales de 4.00m. Se mide en cada vertical, la profundidad (h), cabe la posibilidad que en los laterales la profundidad sea cero o distinta de cero. Con la fórmula del trapecio podemos hallar el área de cada tramo. Para estos aforos es importante identificar el tipo de correntómetro los cuales son los siguientes como son: el Molinete: Los molinetes son aparatos conformados de paletas o conchas móviles, las cuales, impulsadas por el líquido, dan un número de revoluciones proporcional a la velocidad de la corriente. Existen dos tipos de molinetes, el de cazoletas y el de hélice, los cuales pueden ser montadas sobre una varilla para el aforo de corrientes superficiales o suspendidas desde un cable durante el aforo de ríos, diques profundos, etc. De eje vertical o cazoletas: Tipo Price, de origen norte-americano y los de eje horizontal o de hélice: Más comunes en Europa. La Tecnología Doppler ADCP es un equipamiento acústico de medición de caudal que utiliza el efecto Doppler (cambio observado en la frecuencia de una onda cualquiera resultante del movimiento relativo entre la fuente y el observador) transmitiendo pulsos sonoros de frecuencia fija y escuchando el eco que retorna de las partículas en suspensión (sedimentos y plancton). Estos materiales, en promedio, se mueven con las mismas velocidades de la masa del agua en que se encuentran y el Electromagnético que es un tipo de correntómetro que permite predecir el caudal de los ríos por estaciones climáticas, Determina el flujo en buzones de alcantarillado, se aplica en aforos de canales de riego y su ventaja de estos es que no tienen partes en movimiento, por lo tanto eliminan la incertidumbre que genera la fricción y resistencia. Pueden trabajar directamente en aguas sucias y con abundante vegetación. Se caracterizan por su fácil uso y transporte, solo basta una persona para realizar la medición.

En el desarrollo de la investigación nace la formulación del siguiente problema como es: ¿Cuál es el coeficiente de rugosidad, en el Canal Carlos Leigh entre las progresivas 1+000 al 6+000, Centro Poblado de Cascajal, Ancash, 2019?, siendo esta formulación justificada ya que actualmente, no se cuenta con muchos estudios que nos permita determinar el coeficiente “n” en canales revestidos de concreto en el ámbito del Perú asimismo en nuestra Región Ancash, para ello los ingenieros al momento de diseñar estas estructuras, recurren a bibliografías extranjera, en muchos de los casos con valores generales del coeficiente de rugosidad “n”, para proyectar estructuras hidráulicas de esta índole. Frente a esta realidad problemática, nos surgió el interés de estimar el coeficiente de rugosidad mediante mediciones de velocidad y profundidad en bases a un proceso lógico de cálculo matemático, en el Canal Carlos Leigh, uno de los canales representativos del proyecto especial Chinecas. El canal se encuentra geográficamente ubicado en el Centro Poblado Cascajal, en la Provincia del Santa, Departamento de Ancash. El presente estudio pretende dejar bases sólidas con la finalidad de aportar conocimientos a partir del cual se generen mayores estudios, en canales del país, mediante este procedimiento. Y para resolver dicha formulación del problema es necesario tener como objetivo principal como, Determinar el coeficiente de rugosidad, en el Canal Carlos Leigh entre las progresivas 1+000 al 8+000, en el Centro Poblado de Cascajal, Ancash, 2019 y Objetivos específicos como: Determinar el caudal promedio (Q) del Canal Carlos Leigh entre las progresivas 1+000 al 8+000, Determinar radio hidráulico (R) del Canal Carlos Leigh entre las progresivas 1+000 al 8+000, Determinar el área (A) del Canal Carlos Leigh entre las progresivas 1+000 al 8+000, Determinar la pendiente (s) y mediante la fórmula de Manning y Evaluación de la variación del “n” en función a su eficiencia hidráulica (%).

II. MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de Investigación

De acuerdo al desarrollo del estudio que se realizó la investigación es de diseño no experimental.



M_1 = Delimitación del canal Carlos Leigh entre las progresivas 1+000 al 8+000.

X_i = Rugosidad.

O_i = Resultados.

2.2. Operacionalización de variables

Variable Independiente:

Rugosidad.

Definición conceptual:

Chow V. (2004, p. 97), está representado por la forma y tamaño de los granos del tipo de material que son parte del perímetro mojado y que retardan el flujo.

Definición Operacional:

Se basó en la inspección ocular del canal, determinando las progresivas adecuadas para desarrollar los aforos con ayuda de un molinete universal donde se tomara las mediciones del área del canal y su velocidad para luego procesarlo y determinar el coeficiente de rugosidad con la fórmula de Manning.

Dimensiones:

Caudal (m³/s).

Área (m²)

Radio hidráulico (Base, Tirante y Talud) (m).

Pendiente (mm).

Porcentaje (%)

2.3. Población, muestra y muestreo

Comprendió el tramo del Canal Carlos Leigh, entre las progresivas 1+000 al 8+000, identificando las secciones de aforo a través de un instrumento visual donde las franjas líquidas sean equivalentes entre sí, la velocidad del caudal sea suficiente, constantes y sobre todo de un trayecto recto que permitió obtener muestreos de aforos más confiables.

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

La técnica de recolección de datos y el manejo de la información que se llevó a cabo el estudio se presenta a continuación:

Se realizó la técnica de observación ya que permitió recoger los datos de cada aforo realizado en la ficha técnica

Validación y Confiabilidad

Para la validación de los instrumentos que se utilizó se recurrió al juicio de expertos que consiste en presentar los instrumentos que fueron validados por profesionales colegiados en el área en desarrollo, determinando así su confiabilidad.

2.5. Procedimiento

La prueba hidráulica se ha realizado siguiendo los lineamientos descritos en el Protocolo y teniendo en cuenta las consideraciones acordadas en el acta de Reunión de Coordinación para la Ejecución de la Prueba Hidráulica del 30 de Noviembre del 2004.

El detalle del desarrollo de la Prueba Hidráulica es el siguiente:

a) Primera visita de campo

El 27 de abril de 2019, se realizó la visita a campo con ayuda de personal técnico de la Dirección y Operación de Mantenimiento, donde se realizó la inspección preliminar de la conducción en funcionamiento, identificando los posibles tramos donde se ubicarían las secciones de aforo.

b) Prueba Hidráulica

Los días 09, 10 y 11 de Mayo, se procedió a realizar las mediciones de velocidades y tirantes de agua en las secciones de aforo previamente establecidas.

La ubicación de las secciones de control, donde se han efectuado aforos y mediciones de tirante, es la siguiente:

AFORO	PROGRESIVA
1	Km 1+680
2	Km 6+730
3	Km 7+560

Para efectuar las mediciones de velocidad, se utilizó un correntómetro unidireccional OTT de fabricación alemana operado por personal calificado.

La ecuación de calibración del instrumento de medición es:

HELICE	ECUACION
1-358572	$0.2602.N+0.003$

Donde “N” es el número de vueltas que la hélice por intervalo de tiempo de medición.

El recurso de agua disponible para la prueba hidráulica del que deriva el Canal Irchin en las progresivas 40+100 para el Canal Carlos leigth es de $Q_{max} = 7m^3/s$. y en su recorrido se tiene compuertas para canales laterales que ha estado operando para el riego de cultivos; por lo que en las secciones en donde se han realizado los aforos, los caudales son menores a los $7.00m^3/s$.

Para dicho procedimiento se consideró el fundamento teórico y la metodología para las pruebas hidráulicas donde nos indica que para la medición de velocidades y determinación del caudal; el volumen de agua por unidad de tiempo que atraviesa por una determinada sección

transversal, denominada descarga o caudal, se obtiene multiplicando la velocidad promedio de la sección por el área mojada correspondiente teniendo como fórmula.

$$Q = V_p \times A$$

Donde:

Q= Caudal, en m³/s.

V_p= Velocidades promedio aforado, en m/s

A= Área mojada de la sección transversal, en m²

Con la finalidad de lograr una determinación precisa que tienda a conseguir una aproximación al valor verdadero del valor del caudal; el área total de la sección transversal se ha dividido en cuatro columnas de agua como se muestra en la figura 1, teniendo en cuenta que la sección transversal del tramo es trapezoidal.

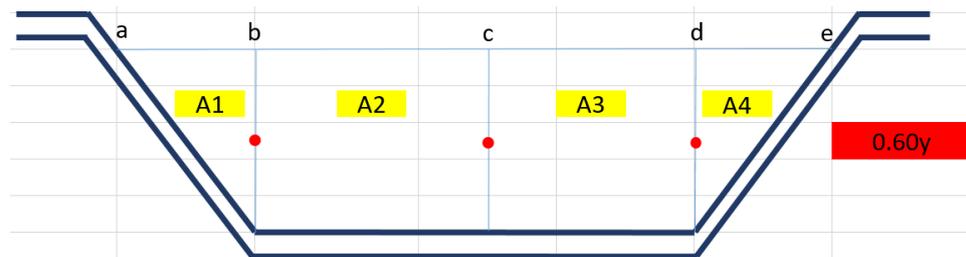


Figura 1. Sección transversal de aforo

En cada una de las columnas, se ha aforado para 0.60y; realizando tres medidas para cada una de las profundidades y para columna de agua.

Luego se encuentra la velocidad promedio aritmético por columna de la medida para cada profundidad de agua, es decir; para 0.60y (velocidad promedio de las tres mediciones). En el cuadro de AFOROS PARA CALCULOS DE CAUDALES, cada una de las columnas se denominado como Area 1 para la columna ubicada en la margen derecha, Área 2 para la columna ubicada en la margen central derecha, Área 3 para la columna ubicada en la margen central izquierda y Área 4 para la columna ubicada en la margen izquierda.

Obtenido las velocidades promedio (Rev), para 0.60y en cada una de las columnas; se calcula la velocidad promedio para cada columna (Med V1, Med V2, Med V3), con la siguiente fórmula:

$$V_p = \text{Promedio (Rev)} \times \text{Tiempo (seg)}$$

Calculado la velocidad promedio para cada una de las columnas se calcula el caudal de cada una de las columnas conociendo el área de cada una de las columnas.

Es decir cada una de las columnas de agua tiene un área y una velocidad promedio que permiten obtener el caudal total.

$$Q_t = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$$

$$Q_t = A_1 \times V_{1p} + A_2 \times V_{2p} + A_3 \times V_{3p} + A_4 \times V_{4p}$$

Donde:

Q_t = Caudal total en la sección transversal

Q_1, A_1, V_{1P} = Caudal, área y velocidad promedio.

Q_2, A_2, V_{2P} = Caudal, área y velocidad promedio.

Q_3, A_3, V_{3P} = Caudal, área y velocidad promedio.

Q_4, A_4, V_{4P} = Caudal, área y velocidad promedio.

Se tuvo en consideración asumir la velocidad media debido a la fricción entre el flujo y el canal así como la turbulencia interna; la velocidad de la corriente varía de un punto a otro en una columna de agua. En un canal con superficie rugosa, la velocidad se distribuye uniformemente y está comprobado que la velocidad media se ubica a 0.60 del tirante, medido desde la superficie o pelo de agua.

Con los datos de velocidad, área de sección transversal, niveles de agua y pendiente; se han determinado los valores de coeficiente de rugosidad correspondiente a las secciones de aforo.

Para determinar dichos valores de rugosidad se recurrió a la fórmula de Manning, siendo esta la siguiente:

$$Q = (1/n) A R^{2/3} S^{1/2}$$

Donde:

Q= Caudal o gasto, en m³/s

A= Área mojada de la sección transversal, en m²

R= Radio hidráulico, en m.

S= Pendiente de fondo, m/m.

n= Coeficiente de rugosidad.

El cual se registró en el Cuadro de Determinación de Coeficiente de Rugosidad (n) donde se muestran los datos de campo y los resultados del coeficiente de rugosidad de cada una de las secciones.

2.6. Método de análisis de datos

Los valores obtenidos de rugosidad de acuerdo a los aforos realizados corresponden a un n promedio de 0.016 con una eficiencia hidráulica de un 69% del 100% del diseño inicial, para lo cual dicha información se obtuvo por el método del correntómetro que nos ayudó a obtener las velocidades siendo estas procesadas hallando así el caudal en las progresivas en estudio, de tal modo, con el análisis matemático de la fórmula de manning se halló la rugosidad y se determinó su eficiencia hidráulica.

2.7. Aspectos éticos

En la investigación se respetó la autenticidad de los resultados, la confiabilidad y confidencialidad de los datos conseguidos en indagación de libros, profesionales y datos tomados en campo.

III. RESULTADOS

3.1. Caudal (Q), luego del procesamiento de los datos obtenidos en las fichas de aforo se procedió a calcular los caudales promedio por cada aforo siendo los resultados lo siguiente.

Tabla N° 01. Cuadro resumen de Caudal (Q)

Aforo - Progresiva	Día 1	Día 2	Día 3	Caudal Promedio (m ³ /s)
Aforo N° 01 - 1+680	4.937	5.894	5.896	5.576
Aforo N° 02 - 6+730	2.884	3.845	3.693	3.474
Aforo N° 03 - 7+560	2.884	2.996	3.147	3.009

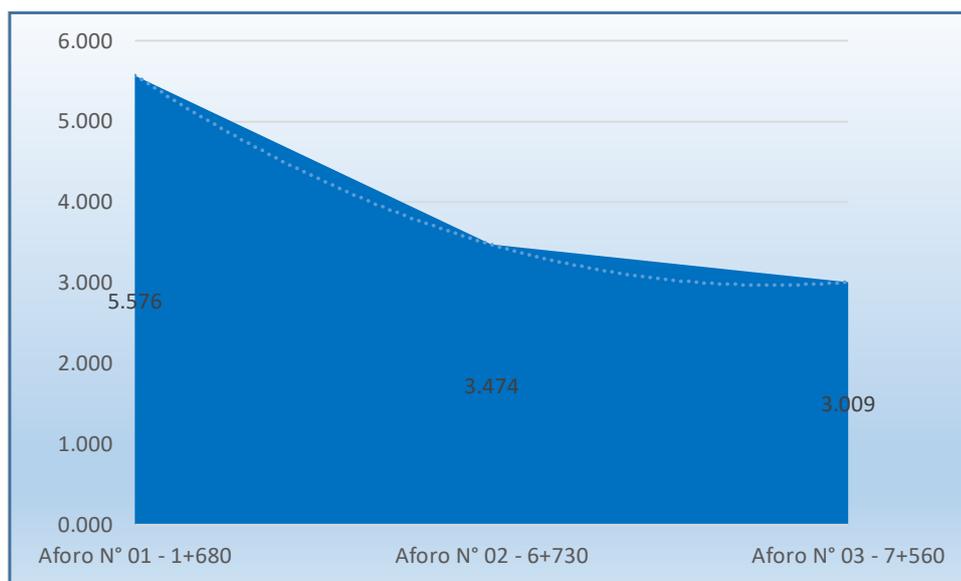
Fuente: Ficha de cálculo de caudales

La tabla N° 01, nos muestra que en el Aforo N° 01 en la progresiva 1+680 en el primer día se obtuvo un caudal de 4.937m³/s, así mismo en el segundo día el caudal ha aumentado en un 5.894m³/s llegando tercer día a un caudal de 5.896m³/s teniendo una variación entre el primer día y el tercer día de 0.959m³/s, obteniendo un caudal promedio de 5.576m³/s.

En el aforo N° 02 en la progresiva 6+730 con respecto al Aforo N° 01 ha sufrido una disminuciones, obteniendo en el primer día un caudal de 2.884m³/s, así mismo en el segundo día el caudal aumento en un 3.845m³/s disminuyendo al tercer día a 3.693m³/s teniendo una variación entre el primer día y el tercer día de 0.809m³/s, obteniendo una caudal promedio de 3.474m³/s.

En el aforo N° 03 en la progresiva 7+560 con respecto al Aforo N° 02 el caudal sigue bajando a un 2.884m³/s en el primer día, asimismo en el segundo día el caudal ha aumentado a 2.996m³/s llegando al tercer día a una caudal de 3.147 teniendo una variación entre el primer día y tercer día de 0.263m³/s, obteniendo un caudal promedio de 3.009m³/s.

Gráfico N° 01. Resumen promedio de Caudal (Q)



Fuente: Ficha de cálculo de caudales

Interpretación, nos muestra que en el procesamiento de datos se ha identificado un decreciente caudal desde la progresiva 1+680 con un caudal promedio de 5.576m³/s hasta la progresiva 7+560 con un caudal de 3.009m³/s obteniendo una disminución de 2.567m³/s en dicho tramo.

3.2. Área (m²), el área se determinó a partir de la formula trapezoidal que corresponde al área mojada del canal.

Tabla N° 02. Cuadro resumen de Área (A)

Aforo - Progresiva	Día 1	Día 2	Día 3	Área Promedio (m)
Aforo N° 01 - 1+680	2.98	3.69	3.69	3.45
Aforo N° 02 - 6+730	2.47	2.63	2.50	2.54
Aforo N° 03 - 7+560	1.98	2.06	2.32	2.12

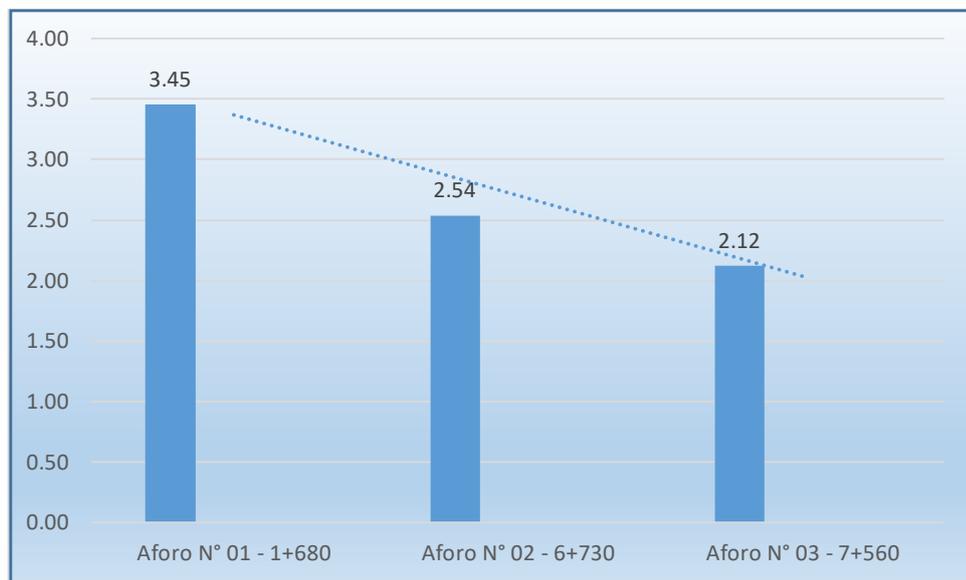
Fuente: Ficha de campo

La tabla N° 02, nos muestra que en el Aforo N° 01 en la progresiva 1+680 en el primer día se obtuvo un área mojada de la sección transversal del canal de 2.98m, así mismo en el segundo día el área ha aumentado en un 3.69m siendo la misma área para el tercer día, obteniendo un área promedio de 3.45m.

En el aforo N° 02 en la progresiva 6+730 con respecto al Aforo N° 01 ha sufrido una disminución, obteniendo en el primer día una área mojada de 2.47m, así mismo en el segundo día el área aumento en un 2.63m disminuyendo al tercer día a 2.50m, obteniendo un área promedio de 2.54m.

En el aforo N° 03 en la progresiva 7+560 con respecto al Aforo N° 02 el área mojada sigue bajando a 1.98m en el primer día, asimismo en el segundo día el área ha aumentado a 2.06m llegando al tercer día a un área de 2.32m, obteniendo un área promedio de 2.12m.

Gráfico N° 02. Resumen promedio de Área (m)



Fuente: Ficha de campo

Interpretación, nos muestra que las áreas mojadas de las secciones transversales ha sufrido una variación debido a la reducción del caudal como lo muestra en el grafico N° 01, siendo el aforo N° 01 la de mayor área mojada con un 3.45m y un área de 2.12m siendo esta la de menor área identificada en la progresiva 7+560.

3.3. Radio Hidráulico (R), el radio hidráulico se determinó en base al área de la sección mojada sobre el perímetro mojado.

Tabla N° 03. Cuadro resumen de Radio Hidráulico (R)

Aforo - Progresiva	Día 1	Día 2	Día 3	Radio Hidráulico Promedio (m ²)
Aforo N° 01 - 1+680	0.66	0.71	0.68	0.68
Aforo N° 02 - 6+730	0.56	0.58	0.58	0.57
Aforo N° 03 - 7+560	0.50	0.52	0.54	0.52

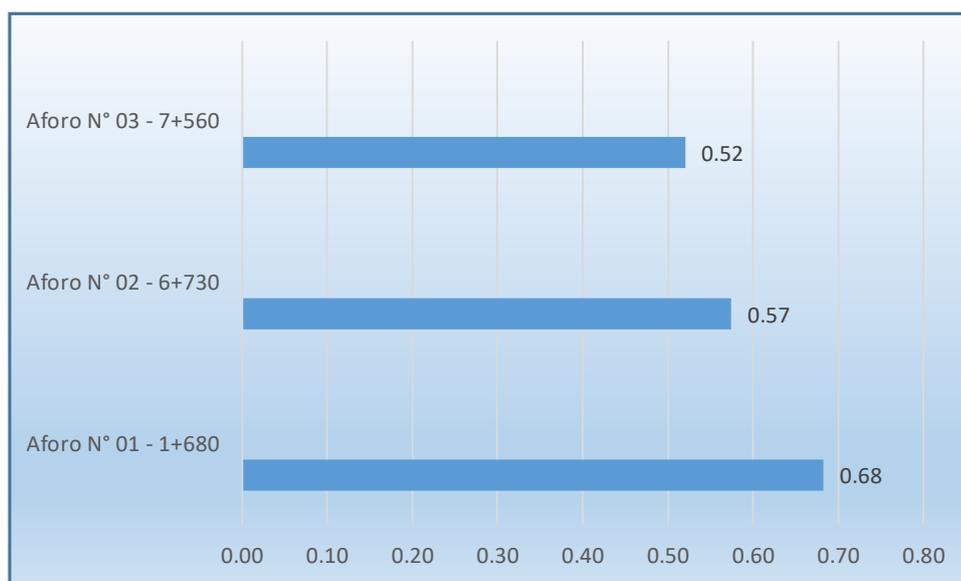
Fuente: Ficha de campo

La tabla N° 03, nos muestra que en el Aforo N° 01 en la progresiva 1+680 en el primer día se obtuvo un radio hidráulico de 0.66m², así mismo en el segundo día el radio hidráulico ha aumentado en un 0.71m² y disminuyendo a 0.68m² para el tercer día, obteniendo un radio hidráulico promedio de 0.68m².

En el aforo N° 02 en la progresiva 6+730 con respecto al Aforo N° 01 ha sufrido una disminución, obteniendo en el primer día un radio hidráulico de 0.56m², así mismo en el segundo día el radio hidráulico ha aumentado en un 0.58m² y manteniéndose para el tercer día, obteniendo un radio hidráulico promedio de 0.57m².

En el aforo N° 03 en la progresiva 7+560 con respecto al Aforo N° 02 el radio hidráulico sigue bajando a 0.50m² en el primer día, asimismo en el segundo día el radio hidráulico ha aumentado a 0.52m² llegando al tercer día a un radio hidráulico de 0.54m², obteniendo un radio hidráulico promedio de 0.52m.

Gráfico N° 03. Resumen promedio de Radio Hidráulico (R)



Fuente: Ficha de campo

Interpretación, nos muestra que los radios hidráulicos de las secciones transversales ha sufrido una variación debido a la reducción del tirante, siendo el aforo N° 01 la de mayor radio hidráulico con 0.68m² y un área de 0.52m² siendo esta la de menor radio hidráulica identificada en la progresiva 7+560.

3.4. Pendiente (P), la pendiente corresponde al desnivel que se ubica en cada sección transversal tomado en cada punto de aforo.

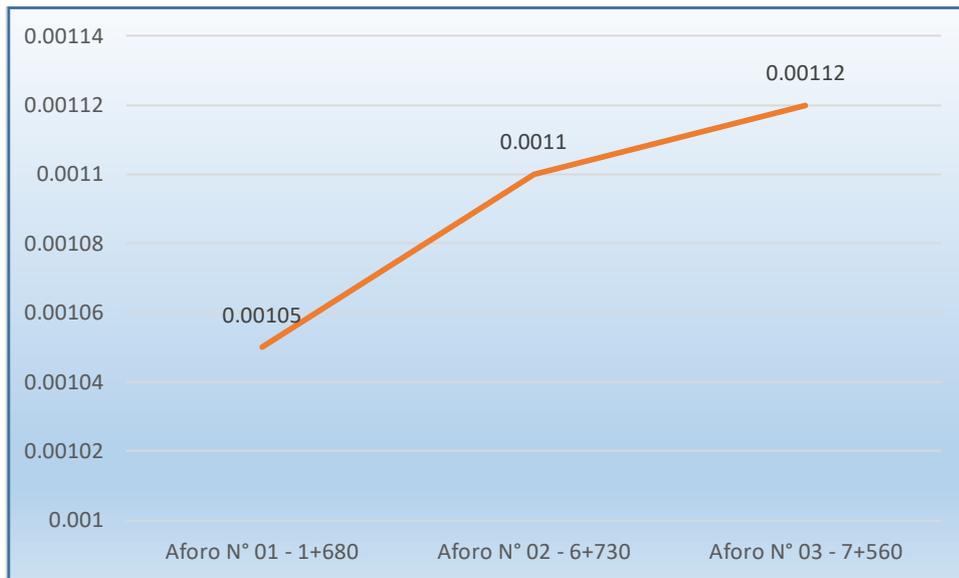
Tabla N° 04. Cuadro resumen de Pendiente (s)

Aforo - Progresiva	Coordenadas	Pendiente
Aforo N° 01 - 1+680	E-07741265 N-90115677	0.00105
Aforo N° 02 - 6+730	E-0772690 N-9009086	0.0011
Aforo N° 03 - 7+560	E-0773275 N-9008818	0.00112

Fuente: Características hidráulicas del canal - Chincas

La tabla N° 04, nos muestra que en el Aforo N° 01 en la progresiva 1+680 cuenta con una pendiente de 0.00105, así mismo en Aforo N° 02 en la progresiva 6+730 ha incrementado levemente a un 0.0011 y para el tercer aforo llego a una pendiente de 0.00112.

Gráfico N° 04. Resumen promedio de Pendiente (s)



Fuente: Características hidráulicas del canal - Chinecas

Interpretación, nos muestra que las pendientes de las secciones transversales, siendo el aforo N° 01 la de menor pendiente con 0.00105 con respecto al aforo N° 03 con una pendiente de 0.00112, desarrollando un perfil longitudinal decreciente.

3.5. Eficiencia hidráulica, al producirse el aumento de rugosidad en el canal por efectos de factores externos y físicos del canal ocasiono una perdida en su capacidad de transporte.

Tabla N° 05. Cuadro resumen de Coeficiente de rugosidad (n)

Aforo - Progresiva	Día 1	Día 2	Día 3	Rugosidad Promedio (n)
Aforo N° 01 - 1+680	0.0148	0.0162	0.0156	0.016
Aforo N° 02 - 6+730	0.0156	0.0158	0.0156	0.016
Aforo N° 03 - 7+560	0.0145	0.0148	0.0164	0.015

Fuente: Formula de Manning - Chow V

En base a los valores de rugosidad obtenidos se ha podido analizar y relacionar ambos valores.

Relacionados ambos valores:

$$\frac{Q'}{Q} = \frac{\text{Rugosidad de diseño (0.013)}}{\text{Rugosidad obtenida}}$$

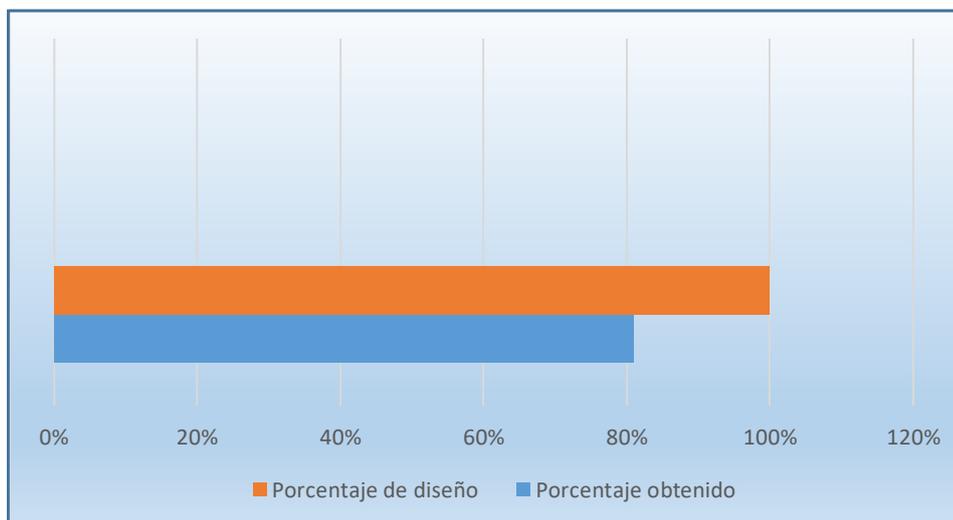
Tabla N° 06. Cuadro resumen de Eficiencia Hidráulica (%)

Aforo - Progresiva	Rugosidad de diseño (n)	Rugosidad obtenida (n)	Eficiencia hidráulica
Aforo N° 01 - 1+680	0.013	0.016	81%
Aforo N° 02 - 6+730	0.013	0.016	81%
Aforo N° 03 - 7+560	0.013	0.015	86%

Fuente: Formula de Eficiencia hidráulica

La tabla N° 06, nos muestra que en el Aforo N° 01 en la progresiva 1+680 cuenta con una rugosidad de diseño 0.013 y una rugosidad obtenida de 0.016 que al calcular se tiene una eficiencia hidráulica de 81%, así mismo en Aforo N° 02 en la progresiva 6+730 cuenta con una rugosidad de diseño 0.013 y una rugosidad obtenida de 0.016 que al calcular se tiene una eficiencia hidráulica de 81% mientras que en el Aforo N° 03 en la progresiva 7+560 cuenta con una rugosidad de diseño 0.013 y una rugosidad obtenida de 0.015 que al calcular se tiene una eficiencia hidráulica de 86%.

Gráfico N° 05. Resumen promedio de Eficiencia Hidráulica (%)



Fuente: Formula de Eficiencia hidráulica

Interpretación, nos muestra la Eficiencia Hidráulica promedio obtenida es de 81% con un $n = 0.016$ y 100% con un $n = 0.013$ correspondiente a la de diseño.

IV. DISCUSIÓN

Para el desarrollo de esta investigación se llevó a cabo la realización de aforos con el método de correntómetro en el canal Carlos Leigh en las progresivas 1+680, 6+730 y 7+560, siendo estos datos obtenidos en campo y luego procesados obteniendo los siguientes datos.

En el primer aforo en la progresiva 1+680, se obtuvo un caudal promedio $5.576\text{m}^3/\text{s}$, un área de 3.45m , un radio hidráulico de 0.68m^2 , una pendiente de 0.00105 obteniendo una rugosidad de 0.016 con una eficiencia hidráulica de 81% . En el segundo aforo en la progresiva 6+730, se obtuvo un caudal promedio $3.474\text{m}^3/\text{s}$, un área de 2.54m , un radio hidráulico de 0.57m^2 , una pendiente de 0.0011 obteniendo una rugosidad de 0.016 con una eficiencia hidráulica de 81% y por último en el tercer aforo en la progresiva 7+560, se obtuvo un caudal promedio $3.009\text{m}^3/\text{s}$, un área de 2.12m , un radio hidráulico de 0.68m^2 , una pendiente de 0.00112 obteniendo una rugosidad de 0.015 con una eficiencia hidráulica de 86% .

Para la determinación de los caudales se realizó aforos como la toma de datos de las secciones del canal y concluyendo el procesamiento de los valores con la fórmula de mannig determinando el valor de rugosidad. De tal modo en contraste con los protocolos de aforo de la Universidad de Piura la profundidad para toma de revoluciones fue a 0.60% mientras que en los protocolos se realiza a 0.20 , 0.60 y 0.80 y esto se dio debido a la altura del tirante, sin embargo no deja de ser un valor confiable.

De tal modo los datos obtenidos de los aforos y el procesamiento de datos en contraste con las características hidráulicas iniciales del canal Carlos Leigh en dicha progresivas se ha producido una variación en su caudal el cual fue diseñado con $7.00\text{m}^3/\text{s}$ y un n de 0.011 para la progresiva 1+680, mientras que en la progresiva 6+730 tenía un caudal de $7.00\text{m}^3/\text{s}$ y un n de 0.011 y en la progresiva 7+560 tenía un caudal de $4.60\text{m}^3/\text{s}$ y un n de 0.011 , llegando a la conclusión que en su ciclo de vida del canal se ha visto afectada su eficiencia hidráulica.

Teniendo en consideración dichos valores obtenidos en la investigación de acuerdo a Chow V. (2004, p. 102) en unos de los factores que afectan el coeficiente de rugosidad es el Nivel y Caudal donde nos hace referencia que cuando el agua es poco profunda, las irregularidades del fondo del canal quedan expuestas y sus efectos se vuelven pronunciados, lo cual se puede verificar al comparar los caudales tomados con las características hidráulicas iniciales del canal obtenemos un aumento en el “n”.

Los valores de rugosidad obtenido mediante el proceso analítico corresponde a un n promedio de 0.016 que al ser relacionado con el n inicial de diseño que corresponde a un 0.011 se puede apreciar que habido una variación el cual se ve influenciado por distintos factores externos contrastados con Chow V. (2004, p. 99) que corresponden a la Rugosidad superficial, Vegetación, Irregularidad del canal, Alineamiento del canal, Sedimentación y Socavación, Obstrucción, Tamaño y forma del canal, Nivel y caudal, Cambio estacional, Material en suspensión y carga de lecho, factores que se encuentran relacionados con el tipo del canal, el estado del flujo, el grado de mantenimiento y otras consideraciones que influyen en dicha variación, que al evaluar el canal en investigación se ha podido apreciar una rugosidad superficial en las caras laterales del canal como la presencia de vegetación, sedimentación y socavación como un nivel y caudal disminuido con respecto al de diseño, factores que respaldan el valor obtenido a través de la ecuación de manning.

De acuerdo a dicha rugosidad obtenida se ha visto afectada la eficiencia hidráulica obteniendo un porcentaje promedio de 81% del 100% del diseño inicial afectando las características físicas del canal y los elementos que interviene en su funcionamiento debido a la inadecuada previsión de mantenimiento ya sean normales, correctivas y especiales.

V. CONCLUSIONES

1. Según los datos procesados que se obtuvo a partir de las fichas de campo de cálculo de caudales utilizando el correntómetro se ha identificado un decreciente caudal desde la progresiva 1+680 con un caudal promedio de 5.576m³/s, en la progresiva 6+730 con un caudal promedio de 3.474m³/s hasta la progresiva 7+560 con un caudal de 3.009m³/s obteniendo una disminución de 2.567m³/s en dicho tramo.
2. De acuerdo a las fichas de campo las mediciones obtenida ínsito del área del canal siendo estos datos procesados a través de la fórmula del trapecio, geometría a la que corresponde el canal en estudio se obtuvo que en la progresiva 1+680 el área mojada corresponde a un 3.45m, en la progresiva 6+730 un área mojada de 2.54m y en la progresiva 7+560 área mojada de 2.12m siendo esta la de menor área identificada en el Aforo N°3.
3. En base a la mediciones tomadas en campo y registradas en fichas se utilizó la fórmula de radio hidráulico que corresponde a división entre el área mojada y perímetro mojado de la sección del canal en estudios obteniendo que en la progresiva 1+680 un radio hidráulico de 0.68m², en la progresiva 6+730 un radio hidráulico de 0.57m² y un área de 0.52m² siendo esta la de menor radio hidráulica identificada en la progresiva 7+560.
4. Teniendo en cuenta la topografía del canal y a las características hidráulicas obtenidas de CHINECAS se obtuvo que en la progresiva 1+680 una pendiente de 0.00105, en la progresiva 6+730 una pendiente de 0.0011 y con respecto a la progresiva 7+560 una pendiente de 0.00112, desarrollando un perfil longitudinal ascendente.
5. De acuerdo a las rugosidades obtenidas mediante la fórmula de mannig en cada punto de aforo y al ser promediadas obteniendo un $n= 0.016$ y al ser analizado y relacionado con el $n=0.011$ del diseño se obtuvo una eficiencia hidráulica de 81%, concluyendo que hubo una deficiencia entre el n de diseño y el n real del canal en un 19%.

VI. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones son elaboradas para la

- Es necesario implementar y/o construir estaciones de aforo, ya que teniendo estructuras tales como los estribos de puentes; desde donde se puedan realizar mediciones de profundidad, velocidad y de secciones transversales y hacer un estudio completo y detallado teniendo los cuidados del personal y equipos.
- Es necesario realizar investigaciones similares de los demás canales, con las características hidráulicas similares al canal estudiado, que permitan las comparaciones y contribuyan a mejorar la metodología y procedimientos aplicados en esta investigación y sobre todo al desarrollo de futuros canales o mantenimientos de los mismos.
- De acuerdo a las investigaciones realizadas con respecto al mantenimiento del canal Carlos Leigh, se ha venido realizando de manera anual por lo tanto se recomienda realizarlo como mínimo dos veces al año con fines de mantener o mejorar su eficiencia hidráulica.
- Se recomienda realizar estudios de la sedimentación el cual dependerá de la naturaleza del material depositado no uniformes como barras de arena y ondulaciones.

Se recomienda a la Junta de Usuarios de Sección de Riego Irchim y Proyecto Especial Chincas y terceras personas.

REFERENCIAS

Ven Te Chow. 2004. Hidráulica de Canales Abiertos. Editorial Nomos. Primera Edición. Santafe de Bogota, CO. 667 p.

Limerinos, JT. 1970. Determination of the Manning Coefficient from Measured Bed Roughness in Natural Channels U.S. Govt. Water Supply Paper 1898-B. 47

Martin V, Juan. 2002. Ingeniería de Rios. Ediciomes UPC. Barcelona, ES. 331 p.

Rocha F, Arturo. Hidráulica de Tuberías y Canales. 515p.

Villon V, Máximo. 2004. Hidrología. Editorial Tecnológica de Costa Rica. Segunda Edicion. Cartago, CR. 436 p.

Arcement, G. y Schneider, V. 1989. Guide for Selecting Manning's Roughness Coefficients for Natural Channels and Flood Plains. U.S. Geological Survey Water-supply paper 2339. [En línea]. United States Government Printing Office, pp. 44. [consulta: 13 octubre 2017]. Disponible en: <https://pubs.usgs.gov/wsp/2339/report.pdf>

Beirami, M y Chamani, Mohammad. 2006. Hydraulic Jumps in Sloping Channels: Sequent Depth Ratio. Journal of hydraulic engineering [en línea]. The American Society of Civil Engineers, ASCE, Nro. 10, pp. 1061-1068. [Consulta: 13 octubre 2017]. ISSN 0733-9429. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2102268>

Cadavid, Juan. 2006, "Hidráulica de Canales: fundamentos". Medellín, Primera Edición, Universidad Eafit. 369 p.

Cayuela López, Manuel y Weyermayr, Harald. 2009. El manejo de la vegetación ribereña y sus efectos hidráulicos. Revista de Obras Públicas: Organo profesional de los ingenieros de caminos, canales y puertos [en línea]. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Nro.3495, pp. 23-30. [consulta: 13 octubre 2017]. ISSN 0034-8619. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2862856>.

Chow, Ven Te (1959), "Open-Channel Hydraulics" New York, McGraw-Hill Book Co.
Chugnas, Clara y Mantari, Wilfredo. Determinación experimental del coeficiente de rugosidad de Manning superficies granulares mediante la simulación de un cauce natural de sección rectangular. Tesis (Tesis pregrado). Perú: Universidad Privada Antenor Orrego, 2015. Disponible en:

http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/1985/1/RE_ING.CIVIL_CLARA.CHU_GNAS_WILFREDO.MANTARI_EXPERIMENTAL.RUGOSIDAD.DE.MANNING_DATOS.PDF

Colmenárez, G. et al 2010. Estudio de la relación de la rugosidad topográfica obtenida a partir de datos Lidar y GPS con el coeficiente de rugosidad N de Manning. Cuaternario y geomorfología: Revista de la Sociedad Española de Geomorfología y Asociación Española para el Estudio del Cuaternario [En línea]. Revista Cuaternario y Geomorfología, Vol 24, Nro. 1-2, pp. 135-151. [consulta: 13 octubre 2017]. ISSN 0214-1744. Disponible en:

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3237484>

Ferro, V. 2003. Flow Resistance in Gravel-Bed Channels with Large-Scale Roughness. Earth surface processes and landforms: The journal of the British Geomorphological Research Group [en línea]. John Willey & Sons, Nro. 12, pp. 135-151. [consulta: 13 octubre 2017]. ISSN 0197-9337. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=772865>

Fu-Chun, W. et al 1999. Variation of Roughness Coefficients for Unsubmerged and Submerged Vegetation. Journal of Hydraulic Engineering. [En línea]. American Society of Civil Engineers, Vol. 125, No. 9, pp. 11. [Consulta: 13 octubre 2017]. DOI: 10.1061/(ASCE)0733-9429(1999)125:9(934). Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/239389296_Variation_of_Roughness_Coefficients_for_Unsubmerged_and_Submerged_Vegetation

Hancoccallo, Max. Análisis de la rugosidad en canal de concreto, para la evaluación de la variabilidad de la velocidad de flujo de diseño del Proyecto de Riego Jarroñan Sector Pautina Comunidad Querocollana, Distrito de Coporaque – Espinar - Cusco. Tesis (Tesis pregrado). Perú: Universidad Peruana Unión, 2017. Disponible en: <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/1006>

Jarrett, R. 1985. Determination of roughness coefficients for streams in Colorado. Water-Resources Investigations. [En línea]. U.S. GEOLOGICAL SURVEY. Report 85-4004, pp. 1-60. [Consulta: 13 octubre 2017]. Disponible en: <https://pubs.usgs.gov/wri/1985/4004/report.pdf>

Jhonson, Keith. Determining the Manning's Coefficient of Roughness for Channel Lining Materials. Tesis (Tesis bachiller). USA: University of the Sunshine Coast, 2013. Disponible en:

<http://research.usc.edu.au/vital/access/manager/Repository/usc:19057>

Kathua, K., Patra, K. y Nayak, P. 2010. Meandering effect for evaluation of roughness coefficients in open channel flow. Conference on Advances in Fluid Mechanics. (15-17, septiembre: Algarve, Portugal [en línea]. Semantic Scholar, pp. 8. [consulta: 13 octubre 2017]. Disponible en:

<https://pdfs.semanticscholar.org/8a55/0c24d11bbb56578c8e929b5a4fbd6b41ad1a.pdf>

Kubrak, Elzbieta et al 2019. Apparent Friction Coefficient Used for Flow Calculation in Straight Compound Channels. Journal of Water. [en línea]. MDPI, Vol. 11, No. 745, pp. 11. [consulta: 13 octubre 2017]. DOI: 10.3390/w11040745. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2073-4441/11/4/745/pdf>

Kulkarni, Amit. Effects of surface roughness in microchannel flows. Tesis (Tesis Maestría). USA: University of Florida, 2004. Disponible en: http://etd.fcla.edu/UF/UFE0003400/kulkarni_a.pdf

Lai San, Hin. Determination of composite friction factor and manning roughness coefficient for discharge estimation in natural compound channels. Tesis (Tesis Doctorado). Malasia: University Malaysia Sarawak, 2005. Disponible en: <https://ir.unimas.my/id/eprint/3142/1/Determination.pdf>

León, Isabel. Caracterización de los coeficientes de rugosidad empleados en el diseño hidráulico de conducciones mediante técnicas experimentales. Tesis (Tesis Doctoral). España: Universidad de Castilla La Mancha, 2015. Disponible en <http://hdl.handle.net/10578/7365>

León, Yenni y Parra Jersson. Estimación del coeficiente de Manning con el método de los dos puntos en el río negro (Cundinamarca). Tesis (Tesis pregrado). Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2018. Disponible en <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/13336/1/parraarizajerssonaugusto2018.pdf>

MacDonald, Michael, et al 2016. The minimal channel: a fast and direct method for characterising roughness. *Journal of Physics: Conference Series*. [en línea]. IOP Publishing Ltd, vol. 708, no. 1, pp. 16. [Consulta: 13 octubre 2017]. DOI 10.1088/1742-6596/708/1/012010. Disponible en: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/708/1/012010>

Mejía, D. y Benavides-Muñoz, H. 2017. Cálculo del coeficiente de rugosidad "n" para canales trapecoidales con presencia de sedimento ($\emptyset = 0.05$ mm). *Ingeniería y Tecnología*. [en línea]. Tecnociencia Chihuahua, Vol. 11, N° 2 pp. 69-81. [consulta: 13 octubre 2017]. Disponible en:

http://tecnociencia.uach.mx/numeros/v11n2/data/Calculo_del_coeficiente_de_rugosidad_para_canales_trapecoidales_con_presencia_de_sedimento.pdf

Méndez, Manuel. 2001, "Elementos de Hidráulica de Canales". Caracas, Primera Edición, Universidad Católica Andrés Bello. 424 p.

Mohanta, A., Charan, K. y Bhusan, B. 2018. Anticipate Manning's Coefficient in Meandering Compound Channels. *Hidrology* 2018. [en línea]. MDPI. Vol. 5, pp. 1-22. [consulta: 13 octubre 2017]. DOI:10.3390/hydrology5030047. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2306-5338/5/3/47/pdf-vor>

Mondragón, Domingo. Determinación del coeficiente de rugosidad [N] de Manning en canal rectangular. Tesis (Tesis pregrado). Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, 1974. Disponible en: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/2766>

Naudascher, Eduard. 2005, "Hidráulica de Canales: Diseño de Estructuras". Ciudad de México, Editorial Limusa. 381 p.

Nirjharini, Sahoo. Effect of differential roughness on flow characteristics in a compound open channel. Tesis (Tesis Maestría). India: National Institute of Technology Rourkela., 2012. Disponible en http://ethesis.nitrkl.ac.in/4469/1/609CE604_NIRJHARINI_THESIS_FINAL.pdf

Pastora, Deyman. Evaluación de la fórmula de Manning en el río Ostua. Tesis (Tesis Maestría). Guatemala: Universidad San Carlos de Guatemala, 2010. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0398_MT.pdf

Patiño, Nelson, Yaulema, Víctor y Velastegui, Henry. Coeficiente de rugosidad de canales abiertos de hormigón incluyendo micro partículas de ceniza volcánica, cemento portland tipo I y He. Tesis (Tesis pregrado). Ecuador: Universidad Nacional de Chimborazo, 2018. Disponible en:

<http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/5194>

Pradhan, A., Kumar, K. 2017. Assessment of Roughness Coefficient for Meandering Compound Channels. KSCE Journal of Civil Engineering. [en línea]. Korean Society of Civil Engineers, Vol. 22, No. 5, pp. 2010-2022. [Consulta: 13 octubre 2017]. DOI: 10.1007/s12205-017-1818-9. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/320771374_Assessment_of_roughness_coefficient_for_meandering_compound_channels

Priyadarshinee, K. y Mohanty, L. 2015. Interpretation of Roughness in Compound Channel Using MATLAB. International Research Journal of Engineering and Technology(IRJET). [en línea]. Vol. 2, pp. 860-864. [consulta: 13 octubre 2017]. ISSN: 2395 -0056. Disponible en: <https://www.irjet.net/archives/V2/i3/Irjet-v2i3120.pdf>

Priyadarshinee, K., Mohanty, L. y Khatua, K. 2015. Variation of Roughness Coefficient in Compound Channel. IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering [en línea]. National Conference on Advances in Engineering, Technology & Management, pp. 13-18. [Consulta: 13 octubre 2017]. ISSN: 2278-1684. Disponible en: http://www.iosrjournals.org/iosr-jmce/papers/AETM%2715_CE/1/3-CE-142.pdf

Ramezani, Etedali, et al 2011. Evaluating models for the estimation of furrow irrigation infiltration and roughness. Spanish Journal of Agricultural Research. [en línea]. Irán, Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA). No. 2, pp. 641-649. [consulta: 13 octubre 2017]. ISSN 1695-971X. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3663993>

Sánchez, José. El canal del Henares Estudio de un proyecto de regadío en la campiña del Henares. Tesis (Tesis Doctoral). España: Universidad Autónoma de Madrid, 2018. Disponible en <http://hdl.handle.net/10486/683811>

Sotelo, Gilberto. 1998, "Hidráulica General: fundamentos volumen 1". Ciudad de México, Editorial Limusa. 561 p.

Sotelo, Gilberto. 2002, "Hidráulica de Canales. Capítulo 5 del Manual de Ingeniería de Ríos". Ciudad de México, Universidad Nacional Autónoma de México. 836 p.

Universidad de Texas. 2008, "Obras Hidráulicas". Editorial Limusa, Texas,. 276 p.

Vásquez, Ernesto y Gracia, Jesús. 1998. Calibración de parámetros de infiltración y rugosidad con un modelo numérico para riego con surcos cerrados. Ingeniería del agua [en línea]. Guía Polipapers, Vol. 5, Nro. 3, pp. 11-16. [consulta: 13 octubre 2017]. ISSN 1886-4996. Disponible en: <https://doi.org/10.4995/ia.1998.2761>.

Wallingfor, HR. y Barr, D. 2006. Tables for the Hydraulic Design of Pipes, Sewers and Channels. Thomas Telford Publishing. Octava Edición. Londres, Inglaterra. 329 p.

León, M. J. F. A., Martínez, G. Y. 2013. Hidráulica de las conducciones libres, Editorial Félix Varela, 2013.

Criterios de Diseños de obras hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos multisectoriales y de afianzamiento hídrico. 2010. Lima. Perú.

Fonseca E., Sánchez I. 2018. Análisis de un canal de riego en tierra vs. Revestido de suelo - cemento. 239 p.

Sotelo Ávila, g. (2015). Hidráulica general. México: limusa.

Rodríguez Ruiz, p. (2008). Hidráulica II (3rd ed., pp. 65-81). retrieved from https://carlosquispeanccasi.files.wordpress.com/2011/12/hidraulica_ruiz.pdf

Villamarin. S. 20143. Manual Básico de Estructuras de Disipación de energía Hidráulica. 2500 p.

Díaz. J. 2014. Remodelación y Revestimiento de 1.2 km en los canales Escute, Arenal y Rama pulen del distrito de Chiclayo, provincia de Chicla y, Departamento de Lambayeque. 276 p.

Álvarez. J., Castillo C. 2015. Evaluación de las pérdidas de agua por filtración en un canal de tierra y su efecto económico en los costos de producción agrícola, sector Valdivia Alta Ramal I Valle de santa Catalina. Moche – Trujillo. 94 p.

Ahmad, N. A., Iswal, S., Ali, Z., Mat, A. M., y S. Musa. 2017. Effect Of Flow Resistance In: Rectangular Channel. Vol.7, pp. 1-6. Consultado en: <http://doi.org/10.1051/mateconf/20179701107>.

Ji-Sung K., Chan-Joo L., Won KIM, Yong-Jeon K., 2010. Roughness coefficient and its uncertainty in gravel-bed river 16 p.

Daryl B. Simons 1957, "Theory and design of stable channels in aluvial materials", 126 p.

Garbis H. Keulegan. 1938. Laws of Turbulent Flow In Open Channels, 35 p.

ANEXOS

Anexo N° 01: Matriz de Consistencia.

Anexo N° 02: Validación.

Anexo N° 03: Resultados.

Anexo N° 04: Protocolo.

Anexo N° 05: Panel Fotográfico.

Anexo N° 06: Plano de Ubicación y Localización.

Anexo N° 07: Acta de Aprobación de Originalidad de tesis.

Anexo N° 08: Pantallazo de Pág. Turnitin.

Anexo N° 09: Autorización de Publicación de Tesis en Repertorio Institucional UCV.

Anexo N° 10: Autorización de la Versión Final del Trabajo de Investigación.

ANEXO N° 1:
MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA

FORMULACION DEL PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	DIMENSIONES E INDICADORES	INSTRUMENTO
¿Cuál es el coeficiente de rugosidad, en el Canal Carlos Leigh entre las progresivas 1+000 al 8+000, en el año 2019?	<p>General:</p> <p>Determinar el coeficiente de rugosidad, en el Canal Carlos Leigh entre las progresivas 1+000 al 8+000, en el año 2019.</p>	<p>No cuenta con Hipótesis.</p>	Caudal (m ³ /s)	<p>Las fichas técnicas que servirá para determinar las zonas con rugosidad entre las progresivas 1+000 al 8+000.</p> <p>Los aforos se realizaran con la utilización de un molinete universal donde se tomara mediciones de velocidades y profundidades en cada tramo</p>
	<p>Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar el caudal (Q) del Canal Carlos Leigh entre las progresivas 1+000 al 8+000. • Determinar el área (A) del Canal Carlos Leigh entre las progresivas 1+000 al 8+000. • Determinar radio hidráulico (R) del Canal Carlos Leigh en las progresivas 1+000 al 8+000. • Determinar la pendiente (S) del Canal Carlos Leigh en las progresivas 1+000 al 8+000. • Evaluación de la variación del “n” en función a su eficiencia hidráulica. 		Área (m ²)	
			Radio hidráulico (Base, Tirante y Talud) (m)	
			Pendiente (mm)	
			Porcentaje (%)	

ANEXO N° 2:
VALIDACIÓN

CÁLCULO DE CAUDALES UTILIZANDO CORRENTOMETRO PUNTO DE AFORO

VALIDACION 05/2019

Estación de Aforos: _____

Datos de Campo:

Fecha : _____
 Sección de Canal : _____
 Lectura de Mira (m) : _____ m
 Espejo de Agua (B) : _____ m
 Base Menor (b) : _____ m
 Tirante de Agua (y) : _____ m

Datos de Equipo de Aforos:

Marca : _____
 Modelo : _____
 Hélice : _____
 Ecuación : _____
 Sistema de Aforo : _____
 Lastre : _____
 Operador : _____

Datos de Aforos:

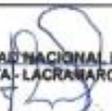
Caudal Total : _____ m³/s
 Velocidad Media : _____ m/s
 Area Total : _____ m²
 Q según Tabla : _____ m³/s

Hora Inicio de Aforos : _____ horas

Hora Final de Aforos : _____ horas

Tirante (y)	Profundidad de la Observación		Punto de Aforo	Med V1 (Rev)	Med V2 (Rev)	Med V3 (Rev)	Med V4 (Rev)	Promedio (Rev)	Tiempo (seg)	Velocidad Promedio (m/s)	Velocidad en el Punto (m/s)	Area Mojada (m ²)				Caudal Promedio (m ³ /s)
	Método (%)	(m)										B	b	y	Area	

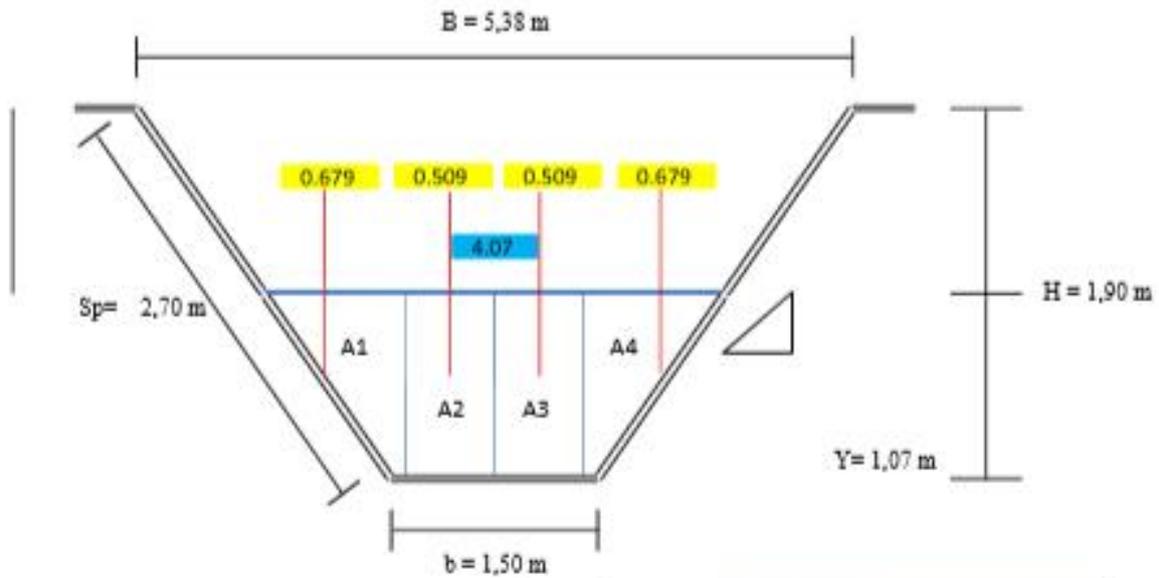
CAUDAL TOTAL

 PEDRO VILLAFANI VIVAS Ingeniero Mecánico de Fluidos Reg. Colegio de Ingenieros N°30021	 IVAN FERNANDO FUENTES VILCHEZ INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 54290	 AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA A.L.A. SANTA-LACRAMARCA - NEPEÑA ING. FAREZ W. BRAVO-LÓPEZ PROF. ESPEC. EN RR. YH. SUPERFICIALES R.C.I.P. N° 64637
--	--	--

ANEXO N° 3:
RESULTADOS

CANAL LATERAL CARLOS LEIGHT

FICHA DE CAMPO
PRIMER PUNTO DE AFORO
KM 1+680

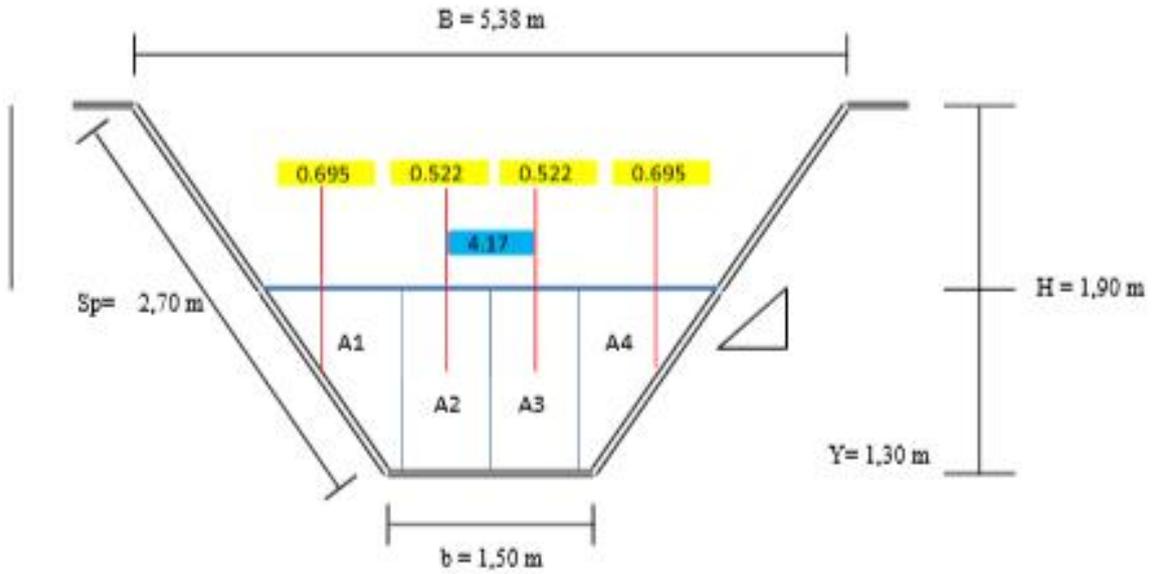


Fecha: 9/05/2019
Punto: 1
Hora/Inicio: 10:12
Hora/Final: 11:10

A1 (MLD)	A2	A3	A4 (ML)
Y= 0.62 - 0.37	Y= 1.07 - 0.64	Y= 1.07 - 0.64	Y= 0.62 - 0.37
V1= 157	V1= 196	V1= 195	V1= 147
V2= 164	V2= 199	V2= 197	V2= 139
V3=166	V3= 198	V3= 192	V3= 147

CANAL LATERAL CARLOS LEIGHT

FICHA DE CAMPO
PRIMER PUNTO DE AFORO
KM 1+680

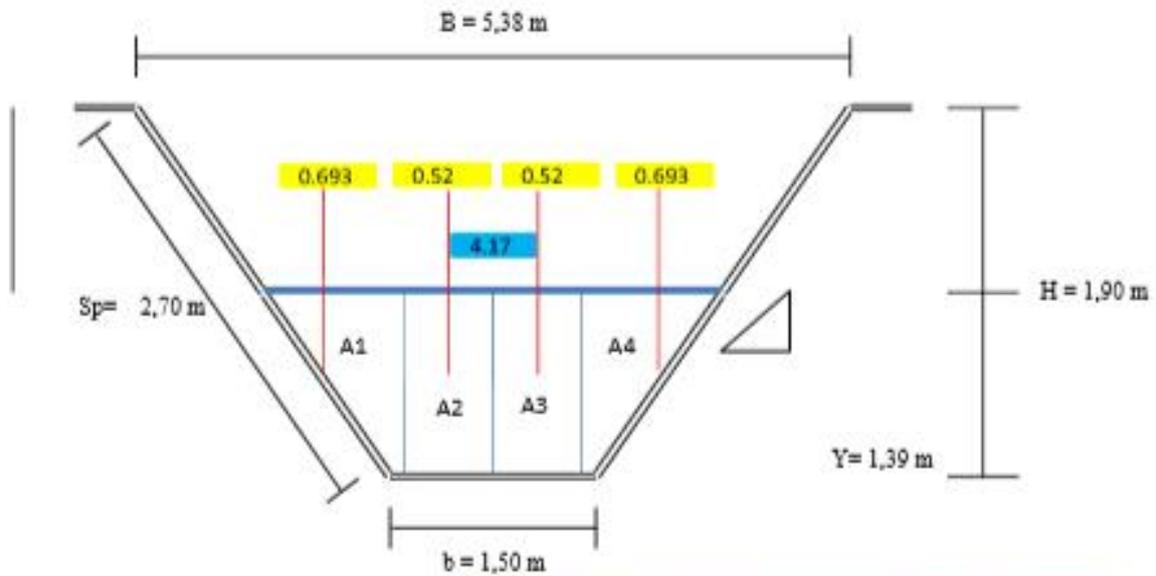


Fecha: 10/05/2019
Punto: 1
Hora/Inicio: 8:41
Hora/Final: 9:40

V1 (M.D)	V2	V3	V4 (M.I)
Y= 0.73 - 0.44	Y= 1.30 - 0.78	Y= 1.30 - 0.78	Y= 0.73 - 0.44
V1= 153	V1= 188	V1= 186	V1= 151
V2= 143	V2= 196	V2= 189	V2= 145
V3=146	V3=194	V3= 184	V3= 141

CANAL LATERAL CARLOS LEIGHT

FICHA DE CAMPO
PRIMER PUNTO DE AFORO
KM 1+680

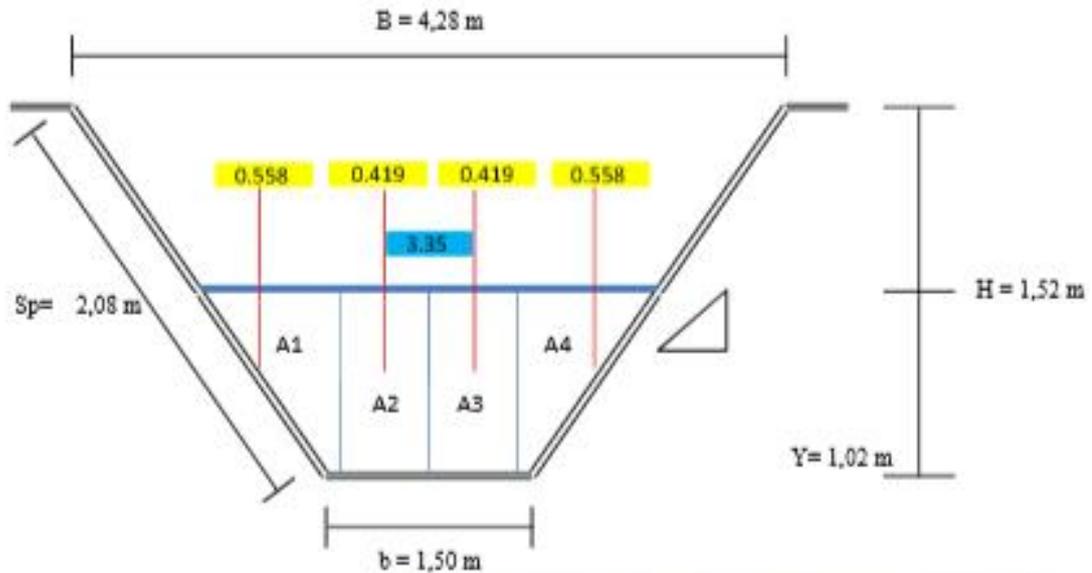


Fecha: 11/05/2019
Punto: 1
Hora/Inicio: 11:30
Hora/Final: 0:11

V1 (M.D)	V2	V3	V4 (M.I)
Y= 0.62 - 0.37	Y= 1.39 - 0.83	Y= 1.39 - 0.83	Y= 0.62 - 0.37
V1= 156	V1= 192	V1= 186	V1= 141
V2= 157	V2= 189	V2= 185	V2= 148
V3=163	V3= 194	V3= 186	V3= 151

CANAL LATERAL CARLOS LEIGHT

FICHA DE CAMPO SEGUNDO PUNTO DE AFORO KM 6+730

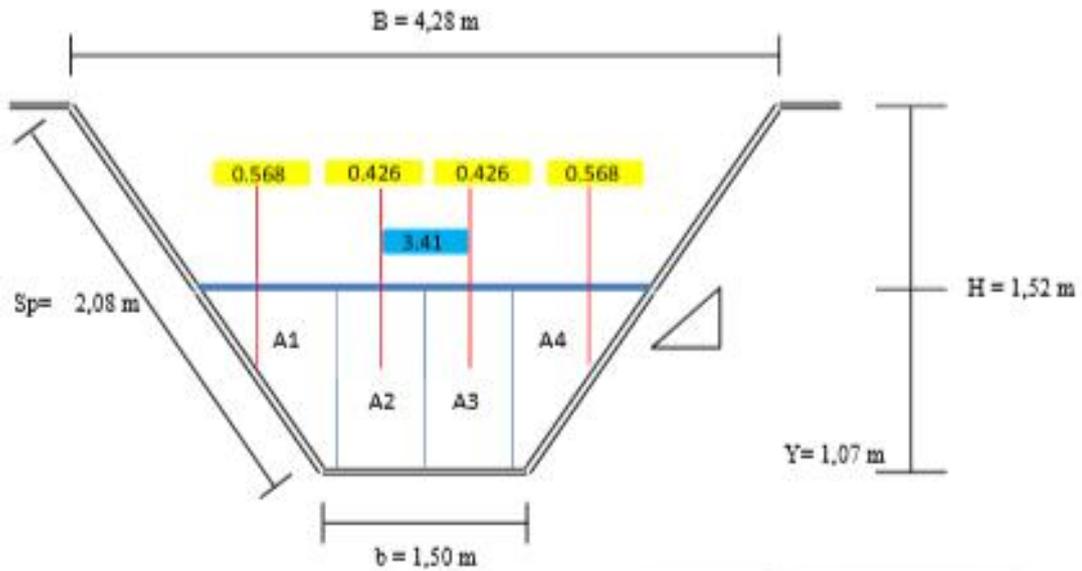


Fecha: 9/05/2019
 Punto: 2
 Hora/Inicio: 11:56
 Hora/Final: 0:30

V1 (M.D)	V2	V3	V4 (M.I)
Y= 0.59 - 0.35	Y= 1.02 - 0.60	Y= 1.02 - 0.60	Y= 0.59 - 0.35
V1= 163	V1= 176	V1= 163	V1= 132
V2= 162	V2= 176	V2= 161	V2= 130
V3= 158	V3= 176	V3= 167	V3= 135

CANAL LATERAL CARLOS LEIGHT

FICHA DE CAMPO SEGUNDO PUNTO DE AFORO KM 6+730

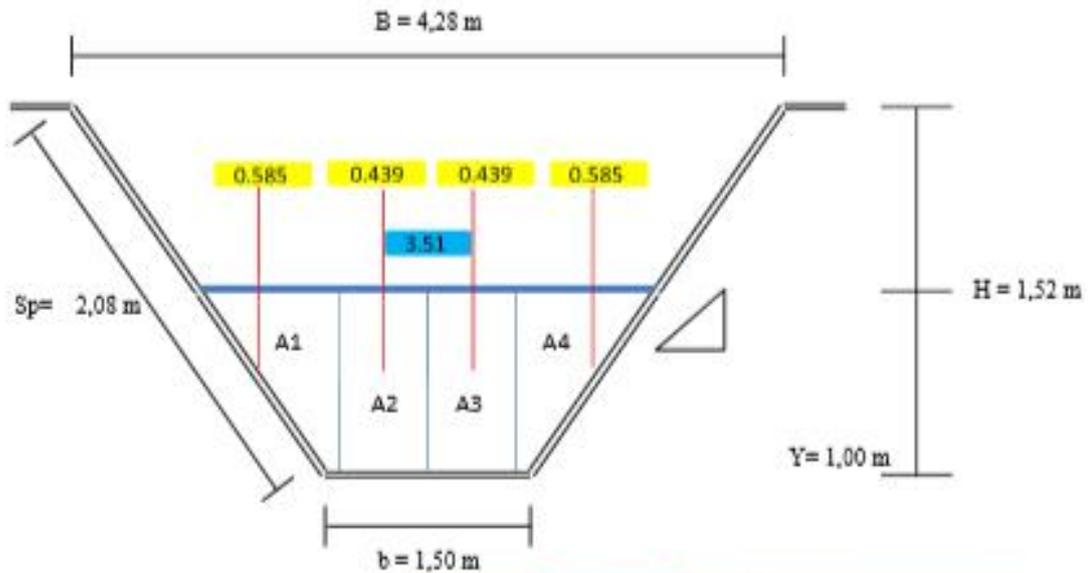


Fecha: 10/05/2019
 Punto: 2
 Hora/Inicio: 10:00
 Hora/Final: 10:25

V1 (M.D)	V2	V3	V4 (M.I)
Y= 0.66 - 0.40	Y= 1.07 - 0.64	Y= 1.07 - 0.64	Y= 0.66 - 0.40
V1= 169	V1= 175	V1= 167	V1= 113
V2= 167	V2= 180	V2= 166	V2= 121
V3= 169	V3= 178	V3= 166	V3= 124

CANAL LATERAL CARLOS LEIGHT

FICHA DE CAMPO
SEGUNDO PUNTO DE AFORO
KM 6+730

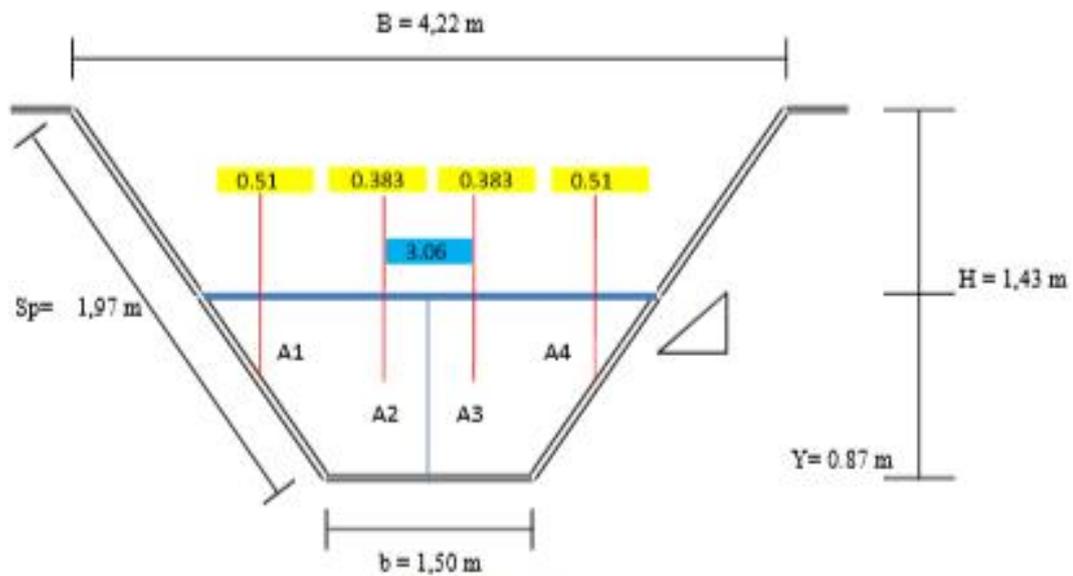


Fecha: 11/05/2019
Punto: 2
Hora/Inicio: 0:35
Hora/Final: 0:53

V1 (M.D)	V2	V3	V4 (M.I)
Y= 0.57 - 0.34	Y= 1.00 - 0.60	Y= 1.00 - 0.60	Y= 0.57 - 0.34
V1= 170	V1= 177	V1= 166	V1= 129
V2= 168	V2= 178	V2= 170	V2= 134
V3=165	V3= 178	V3= 168	V3= 132

CANAL LATERAL CARLOS LEIGHT

SECCIÓN DE AFORO TERCER PUNTO DE AFORO KM 7+560

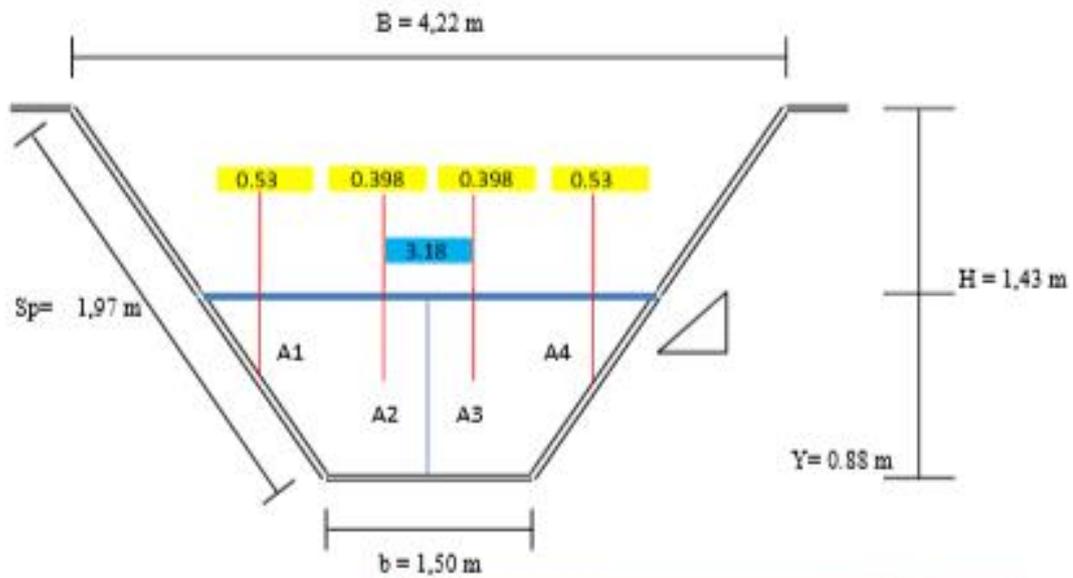


Fecha: 9/05/2019
 Punto: 3
 Hora/Inicio: 2:00
 Hora/Final: 2:51

V1 (M.D)	V2	V3	V4 (M.I)
Y= 0.54 - 0.32	Y= 0.87 - 0.52	Y= 0.87 - 0.52	Y= 0.54 - 0.32
V1= 148	V1= 169	V1= 169	V1= 156
V2= 142	V2= 173	V2= 169	V2= 157
V3=143	V3= 173	V3= 168	V3= 155

CANAL LATERAL CARLOS LEIGHT

SECCIÓN DE AFORO TERCER PUNTO DE AFORO KM 7+560

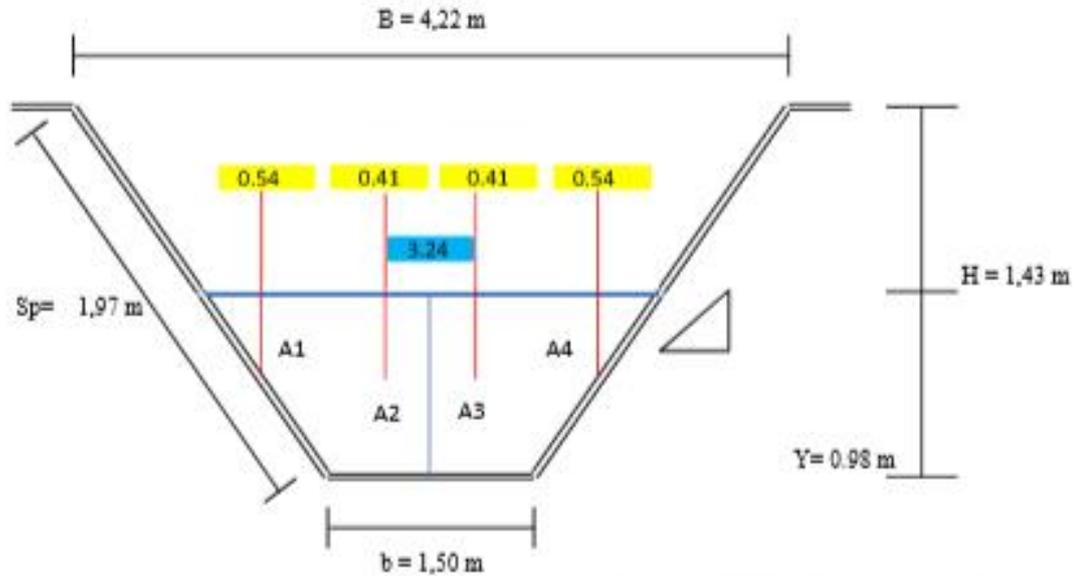


Fecha: 10/05/2019
 Punto: 3
 Hora/Inicio: 10:40
 Hora/Final: 11:10

V1 (M.D)	V2	V3	V4 (M.I)
Y= 0.63 - 0.38	Y= 0.88 - 0.53	Y= 0.88 - 0.53	Y= 0.63 - 0.38
V1= 151	V1= 175	V1= 165	V1= 156
V2= 148	V2= 170	V2= 167	V2= 160
V3=150	V3= 176	V3= 165	V3= 155

CANAL LATERAL CARLOS LEIGHT

SECCIÓN DE AFORO TERCER PUNTO DE AFORO KM 7+560

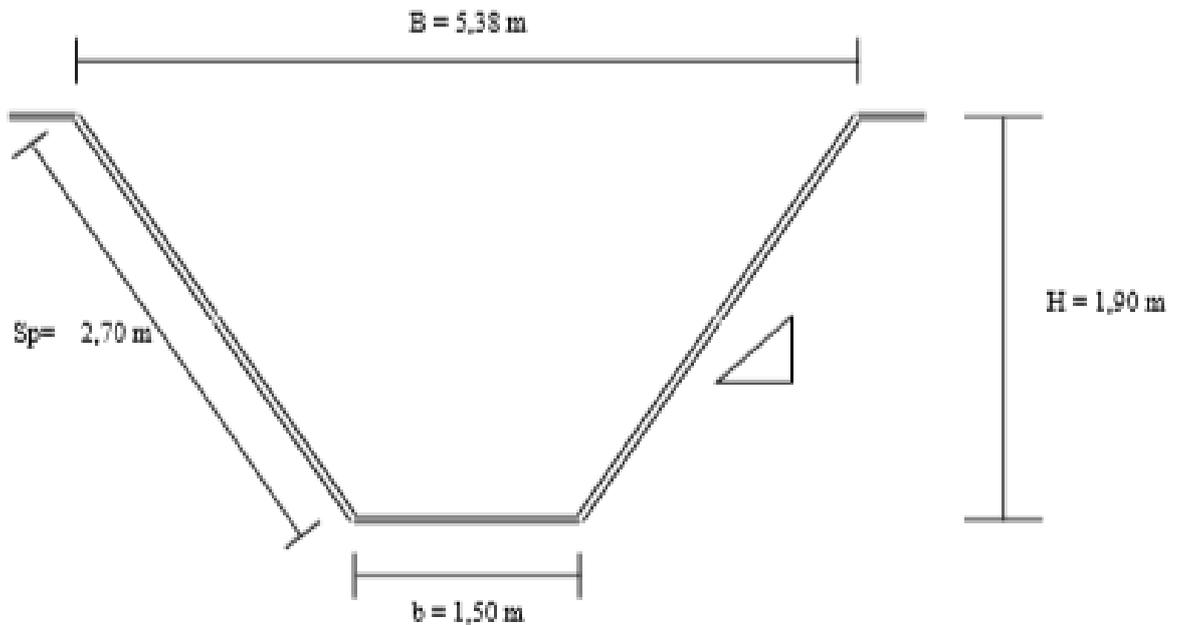


Fecha: 11/05/2019
 Punto: 3
 Hora/Inicio: 0:05
 Hora/Final: 1:31

V1 (M.D)	V2	V3	V4 (M.I)
Y= 0.65 - 0.39	Y= 0.98 - 0.59	Y= 0.98 - 0.59	Y= 0.65 - 0.39
V1= 106	V1= 160	V1= 155	V1= 148
V2= 107	V2= 164	V2= 159	V2= 149
V3=102	V3= 169	V3= 157	V3= 151

CANAL LATERAL CARLOS LEIGHT

SECCIÓN DE AFORO PRIMER PUNTO DE AFORO KM 1+680



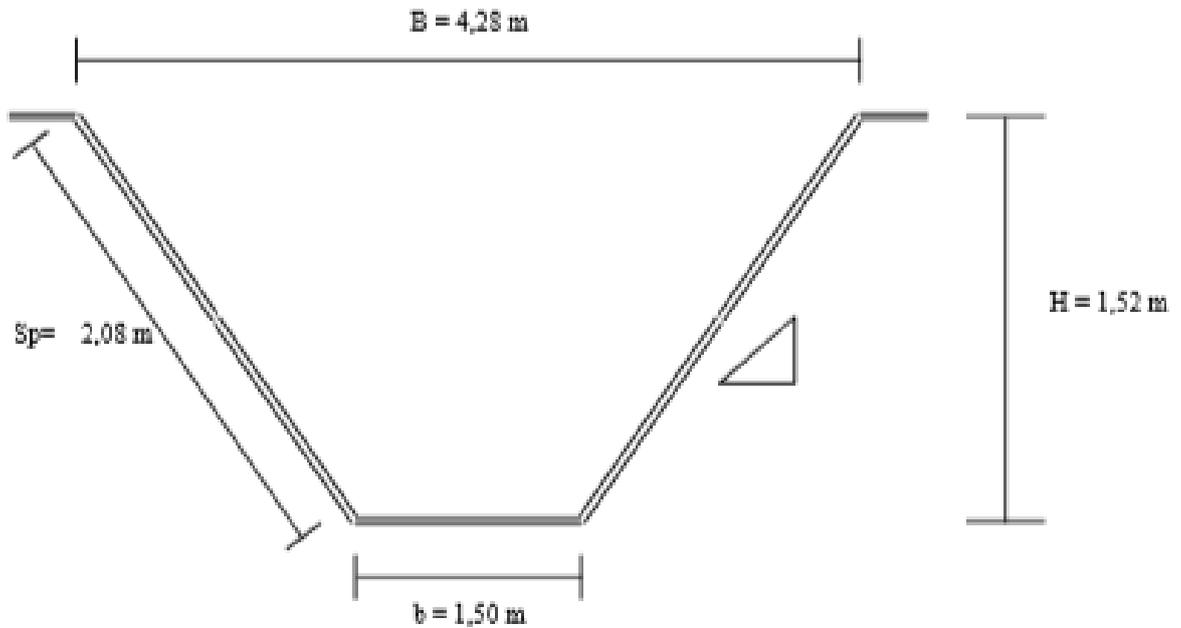
Características Geométricas de la Sección de Aforo:

Tipo de Sección: Trapezoidal

B	:	Es la medida de la base mayor de la sección del canal	→	5,38 m
H	:	Es la medida de la altura de la sección del canal	→	1,90 m
b	:	Es la medida de la base menor de la sección	→	1,50 m
T	:	Es la medida del espejo del agua	→	Variable
Y	:	Es la medida del tirante de agua a lectura de mira	→	Variable
z	:	Es el talud de la pared del canal	→	1 / 1
Sp	:	Es el semiperímetro de la sección del canal	→	2,70 m
s	:	Es la pendiente de la sección del canal	→	0.00105

CANAL LATERAL CARLOS LEIGHT

SECCIÓN DE AFORO SEGUNDO PUNTO DE AFORO KM 6+730



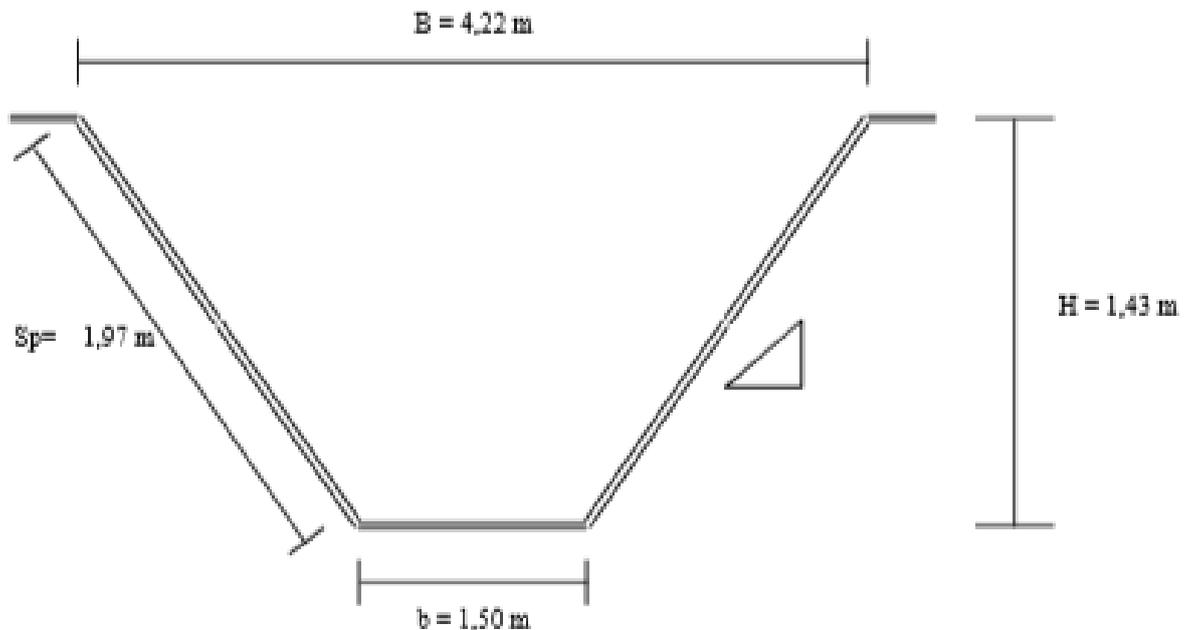
Características Geométricas de la Sección de Aforo:

Tipo de Sección: Trapezoidal

B	:	Es la medida de la base mayor de la sección del canal	→	4,28 m
H	:	Es la medida de la altura de la sección del canal	→	1,52 m
b	:	Es la medida de la base menor de la sección	→	1,50 m
T	:	Es la medida del espejo del agua	→	Variable
Y	:	Es la medida del tirante de agua a lectura de mira	→	Variable
z	:	Es el talud de la pared del canal	→	1 / 1
Sp	:	Es el semiperímetro de la sección del canal	→	2,08 m
s	:	Es la pendiente de la sección del canal	→	0.0011

CANAL LATERAL CARLOS LEIGHT

SECCIÓN DE AFORO TERCER PUNTO DE AFORO KM 7+560



Características Geométricas de la Sección de Aforo:

Tipo de Sección: Trapezoidal

B	:	Es la medida de la base mayor de la sección del canal	→	4,22 m
H	:	Es la medida de la altura de la sección del canal	→	1,43 m
b	:	Es la medida de la base menor de la sección	→	1,50 m
T	:	Es la medida del espejo del agua	→	Variable
Y	:	Es la medida del tirante de agua a lectura de mira	→	Variable
z	:	Es el talud de la pared del canal	→	1 / 1
Sp	:	Es el semiperímetro de la sección del canal	→	1,97 m
s	:	Es la pendiente de la sección del canal	→	0,00112

CÁLCULO DE CAUDALES UTILIZANDO CORRENTOMETRO
PRIMER PUNTO DE AFORO 1+680

Estación de Aforos: **Canal Lateral Carlos Leight km 1+680**

Datos de Campo:

Fecha : Jue 09/may/2019
 Sección de Canal : Trapezoidal
 Lectura de Mira (m) : _____ m
 Espejo de Agua (B) : 4.07 m
 Base Menor (b) : 1.50 m
 Tirante de Agua (y) : 1.07 m

Datos de Equipo de Aforos:

Marca : OTT
 Modelo : C 31
 Hélice : 1 - 358572
 Ecuación : 0.2602.N+0.003
 Sistema de Aforo : Suspensión
 Lastre : 50 kg
 Operador : Carlos Espejo

Datos de Aforos:

Caudal Total : 4.937 m³/s
 Velocidad Media : 1.657 m/s
 Area Total : 2.980 m²
 Q según Tabla : _____ m³/s

Hora Inicio de Aforos : 10:12 horas

Hora Final de Aforos : 11:10 horas

Tirante (y)	Profundidad de la Observación		Punto de Aforo	Med V1 (Rev)	Med V2 (Rev)	Med V3 (Rev)	Med V4 (Rev)	Promedio (Rev)	Tiempo (seg)	Velocidad Promedio (m/s)	Velocidad en el Punto (m/s)	Area Mojada (m ²)				Caudal Promedio (m ³ /s)
	Método (%)	(m)										B	b	y	Area	
0.62	0.60	0.37	A (M.D)	157	164	166	-	162	30	5.41	1.4110	1.018	-	0.62	0.1910	0.2695
1.07	0.60	0.64	B2 (M.C.D)	196	199	198	-	198	30	6.59	1.7174	1.018	0.75	1.07	1.2990	2.2309
1.07	0.60	0.64	B2 (M.C.I)	195	197	192	-	195	30	6.49	1.6914	1.018	0.75	1.07	1.2990	2.1971
0.62	0.60	0.37	C (M.I)	147	139	147	-	144	30	4.81	1.2549	1.018	-	0.62	0.1910	0.2397

CAUDAL TOTAL

4.937

CÁLCULO DE CAUDALES UTILIZANDO CORRENTOMETRO
SEGUNDO PUNTO DE AFORO KM 6+730

Estación de Aforos: **Canal Lateral Carlos Leight km 6+730**

Datos de Campo:

Fecha : Jue 09/may/2019
 Sección de Canal : Trapezoidal
 Lectura de Mira (m) : m
 Espejo de Agua (B) : 3.35 m
 Base Menor (b) : 1.50 m
 Tirante de Agua (y) : 1.02 m

Datos de Equipo de Aforos:

Marca : OTT
 Modelo : C 31
 Hélice : 1 - 358572
 Ecuación : 0.2602.N+0.003
 Sistema de Aforo : Suspensión
 Lastre : 50 kg
 Operador : Carlos Espejo

Datos de Aforos:

Caudal Total : 3.583 m³/s
 Velocidad Media : 1.448 m/s
 Area Total : 2.474 m²
 Q según Tabla : m³/s

Hora Inicio de Aforos : 11:56 horas

Hora Final de Aforos : 12:30 horas

Tirante (y)	Profundidad de la Observación		Punto de Aforo	Med V1 (Rev)	Med V2 (Rev)	Med V3 (Rev)	Med V4 (Rev)	Promedio (Rev)	Tiempo (seg)	Velocidad Promedio (m/s)	Velocidad en el Punto (m/s)	Area Mojada (m ²)				Caudal Promedio (m ³ /s)
	Método (%)	(m)										B	b	y	Area	
0.59	0.60	0.35	A (M.D)	163	162	158	-	161	30	5.37	1.3994	0.838	-	0.59	0.1720	0.2407
1.02	0.60	0.61	B2 (M.C.D)	176	176	176	-	176	30	5.87	1.5295	0.838	0.75	1.02	1.0650	1.6289
1.02	0.60	0.61	B2 (M.C.I)	163	161	167	-	164	30	5.46	1.4225	0.838	0.75	1.02	1.0650	1.5150
0.59	0.60	0.35	C (M.I)	132	130	135	-	132	30	4.41	1.1508	0.838	-	0.59	0.1720	0.1979

CAUDAL TOTAL

3.583

CÁLCULO DE CAUDALES UTILIZANDO CORRENTOMETRO
TERCER PUNTO DE AFORO KM 7+560

Estación de Aforos: **Canal Lateral Carlos Leight km 7+560**

Datos de Campo:

Fecha : Jue 09/may/2019
 Sección de Canal : Trapezoidal
 Lectura de Mira (m) : _____ m
 Espejo de Agua (B) : _____ 3.06 m
 Base Menor (b) : _____ 1.50 m
 Tirante de Agua (y) : _____ 0.87 m

Datos de Equipo de Aforos:

Marca : OTT
 Modelo : C 31
 Hélice : 1 - 358572
 Ecuación : 0.2602.N+0.003
 Sistema de Aforo : Suspensión
 Lastre : 50 kg
 Operador : Carlos Espejo

Datos de Aforos:

Caudal Total : _____ 2.884 m³/s
 Velocidad Media : _____ 1.454 m/s
 Area Total : _____ 1.984 m²
 Q según Tabla : _____ m³/s

Hora Inicio de Aforos : _____ 14:00 horas

Hora Final de Aforos : _____ 14:51 horas

Tirante (y)	Profundidad de la Observación		Punto de Aforo	Med V1 (Rev)	Med V2 (Rev)	Med V3 (Rev)	Med V4 (Rev)	Promedio (Rev)	Tiempo (seg)	Velocidad Promedio (m/s)	Velocidad en el Punto (m/s)	Area Mojada (m ²)				Caudal Promedio (m ³ /s)
	Método (%)	(m)										B	b	y	Area	
0.54	0.60	0.32	A (M.D)	148	142	143	-	144	30	4.81	1.2549	0.765	-	0.54	0.1450	0.1820
0.87	0.60	0.52	B2 (M.C.D)	169	173	173	-	172	30	5.72	1.4919	0.765	0.75	0.87	0.8470	1.2637
0.87	0.60	0.52	B2 (M.C.I)	169	169	168	-	169	30	5.62	1.4659	0.765	0.75	0.87	0.8470	1.2416
0.54	0.60	0.32	C (M.I)	156	157	155	-	156	30	5.20	1.3560	0.765	-	0.54	0.1450	0.1966

CAUDAL TOTAL

2.884

CÁLCULO DE CAUDALES UTILIZANDO CORRENTOMETRO
PRIMER PUNTO DE AFORO 1+680

Estación de Aforos: **Canal Lateral Carlos Leight km 1+680**

Datos de Campo:

Fecha : Vie 10/may/2019
 Sección de Canal : Trapezoidal
 Lectura de Mira (m) : m
 Espejo de Agua (B) : 4.17 m
 Base Menor (b) : 1.50 m
 Tirante de Agua (y) : 1.30 m

Datos de Equipo de Aforos:

Marca : OTT
 Modelo : C 31
 Hélice : 1 - 358572
 Ecuación : 0.2602.N+0.003
 Sistema de Aforo : Suspensión
 Lastre : 50 kg
 Operador : Carlos Espejo

Datos de Aforos:

Caudal Total : 5.894 m³/s
 Velocidad Media : 1.599 m/s
 Area Total : 3.686 m²
 Q según Tabla : m³/s

Hora Inicio de Aforos : 8:41 horas

Hora Final de Aforos : 9:40 horas

Tirante (y)	Profundidad de la Observación		Punto de Aforo	Med V1 (Rev)	Med V2 (Rev)	Med V3 (Rev)	Med V4 (Rev)	Promedio (Rev)	Tiempo (seg)	Velocidad Promedio (m/s)	Velocidad en el Punto (m/s)	Area Mojada (m ²)				Caudal Promedio (m ³ /s)
	Método (%)	(m)										B	b	y	Area	
0.73	0.60	0.44	A (M.D)	153	143	146	-	147	30	4.91	1.2809	1.043	-	0.73	0.2350	0.3010
1.30	0.60	0.78	B2 (M.C.D)	188	196	194	-	193	30	6.42	1.6741	1.043	0.75	1.30	1.6080	2.6919
1.30	0.60	0.78	B2 (M.C.I)	186	189	184	-	186	30	6.21	1.6191	1.043	0.75	1.30	1.6080	2.6036
0.73	0.60	0.44	C (M.I)	151	145	141	-	146	30	4.86	1.2664	1.043	-	0.73	0.2350	0.2976

CAUDAL TOTAL

5.894

CÁLCULO DE CAUDALES UTILIZANDO CORRENTOMETRO
SEGUNDO PUNTO DE AFORO KM 6+730

Estación de Aforos: **Canal Lateral Carlos Leight km 6+730**

Datos de Campo:

Fecha : Vie 10/may/2019
 Sección de Canal : Trapezoidal
 Lectura de Mira (m) : _____ m
 Espejo de Agua (B) : _____ 3.41 m
 Base Menor (b) : _____ 1.50 m
 Tirante de Agua (y) : _____ 1.07 m

Datos de Equipo de Aforos:

Marca : OTT
 Modelo : C 31
 Hélice : 1 - 358572
 Ecuación : 0.2602.N+0.003
 Sistema de Aforo : Suspensión
 Lastre : 50 kg
 Operador : Carlos Espejo

Datos de Aforos:

Caudal Total : _____ 3.845 m³/s
 Velocidad Media : _____ 1.463 m/s
 Area Total : _____ 2.628 m²
 Q según Tabla : _____ m³/s

Hora Inicio de Aforos : _____ 10:00 horas

Hora Final de Aforos : _____ 10:25 horas

Tirante (y)	Profundidad de la Observación		Punto de Aforo	Med V1 (Rev)	Med V2 (Rev)	Med V3 (Rev)	Med V4 (Rev)	Promedio (Rev)	Tiempo (seg)	Velocidad Promedio (m/s)	Velocidad en el Punto (m/s)	Area Mojada (m ²)				Caudal Promedio (m ³ /s)
	Método (%)	(m)										B	b	y	Area	
0.66	0.60	0.40	A (M.D)	169	167	169	-	168	30	5.61	1.4630	0.853	-	0.66	0.1810	0.2648
1.07	0.60	0.64	B2 (M.C.D)	175	180	178	-	178	30	5.92	1.5440	0.853	0.75	1.07	1.1330	1.7493
1.07	0.60	0.64	B2 (M.C.I)	167	166	166	-	166	30	5.54	1.4457	0.853	0.75	1.07	1.1330	1.6379
0.66	0.60	0.40	C (M.I)	121	123	124	-	123	30	4.09	1.0669	0.853	-	0.66	0.1810	0.1931

CAUDAL TOTAL

3.845

CÁLCULO DE CAUDALES UTILIZANDO CORRENTOMETRO
TERCER PUNTO DE AFORO KM 7+560

Estación de Aforos: **Canal Lateral Carlos Leight km 7+560**

Datos de Campo:

Fecha : Vie 10/may/2019
 Sección de Canal : Trapezoidal
 Lectura de Mira (m) : _____ m
 Espejo de Agua (B) : 3.18 m
 Base Menor (b) : 1.50 m
 Tirante de Agua (y) : 0.88 m

Datos de Equipo de Aforos:

Marca : OTT
 Modelo : C 31
 Hélice : 1 - 358572
 Ecuación : 0.2602.N+0.003
 Sistema de Aforo : Suspensión
 Lastre : 50 kg
 Operador : Carlos Espejo

Datos de Aforos:

Caudal Total : 2.996 m³/s
 Velocidad Media : 1.454 m/s
 Area Total : 2.060 m²
 Q según Tabla : _____ m³/s

Hora Inicio de Aforos : 10:40 horas

Hora Final de Aforos : 11:10 horas

Tirante (y)	Profundidad de la Observación		Punto de Aforo	Med V1 (Rev)	Med V2 (Rev)	Med V3 (Rev)	Med V4 (Rev)	Promedio (Rev)	Tiempo (seg)	Velocidad Promedio (m/s)	Velocidad en el Punto (m/s)	Area Mojada (m ²)				Caudal Promedio (m ³ /s)
	Método (%)	(m)										B	b	y	Area	
0.63	0.60	0.38	A (M.D)	151	148	150	-	150	30	4.99	1.3011	0.795	-	0.63	0.1470	0.1913
0.88	0.60	0.53	B2 (M.C.D)	175	170	176	-	174	30	5.79	1.5093	0.795	0.75	0.88	0.8830	1.3327
0.88	0.60	0.53	B2 (M.C.I)	165	167	165	-	166	30	5.52	1.4399	0.795	0.75	0.88	0.8830	1.2714
0.63	0.60	0.38	C (M.I)	156	160	155	-	157	30	5.23	1.3647	0.795	-	0.63	0.1470	0.2006

CAUDAL TOTAL

2.996

CÁLCULO DE CAUDALES UTILIZANDO CORRENTOMETRO
PRIMER PUNTO DE AFORO 1+680

Estación de Aforos: **Canal Lateral Carlos Leight km 1+680**

Datos de Campo:

Fecha : Sab 11/may/2019
 Sección de Canal : Trapezoidal
 Lectura de Mira (m) : _____ m
 Espejo de Agua (B) : 4.17 m
 Base Menor (b) : 1.50 m
 Tirante de Agua (y) : 1.39 m

Datos de Equipo de Aforos:

Marca : OTT
 Modelo : C 31
 Hélice : 1 - 358572
 Ecuación : 0.2602.N+0.003
 Sistema de Aforo : Suspensión
 Lastre : 50 kg
 Operador : Carlos Espejo

Datos de Aforos:

Caudal Total : 5.896 m³/s
 Velocidad Media : 1.600 m/s
 Area Total : 3.686 m²
 Q según Tabla : _____ m³/s

Hora Inicio de Aforos : 11:30 horas

Hora Final de Aforos : 12:11 horas

Tirante (y)	Profundidad de la Observación		Punto de Aforo	Med V1 (Rev)	Med V2 (Rev)	Med V3 (Rev)	Med V4 (Rev)	Promedio (Rev)	Tiempo (seg)	Velocidad Promedio (m/s)	Velocidad en el Punto (m/s)	Area Mojada (m ²)				Caudal Promedio (m ³ /s)
	Método (%)	(m)										B	b	y	Area	
0.62	0.60	0.37	A (M.D)	156	157	163	-	159	30	5.29	1.3792	1.043	-	0.62	0.2350	0.3241
1.39	0.60	0.83	B2 (M.C.D)	192	189	194	-	192	30	6.39	1.6654	1.043	0.75	1.39	1.6080	2.6779
1.39	0.60	0.83	B2 (M.C.I)	186	185	186	-	186	30	6.19	1.6133	1.043	0.75	1.39	1.6080	2.5943
0.62	0.60	0.37	C (M.I)	141	148	151	-	147	30	4.89	1.2751	1.043	-	0.62	0.2350	0.2996

CAUDAL TOTAL

5.896

CÁLCULO DE CAUDALES UTILIZANDO CORRENTOMETRO
SEGUNDO PUNTO DE AFORO KM 6+730

Estación de Aforos: **Canal Lateral Carlos Leight km 6+730**

Datos de Campo:

Fecha : Sab 11/may/2019
 Sección de Canal : Trapezoidal
 Lectura de Mira (m) : _____ m
 Espejo de Agua (B) : _____ 3.51 m
 Base Menor (b) : _____ 1.50 m
 Tirante de Agua (y) : _____ 1.00 m

Datos de Equipo de Aforos:

Marca : OTT
 Modelo : C 31
 Hélice : 1 - 358572
 Ecuación : 0.2602.N+0.003
 Sistema de Aforo : Suspensión
 Lastre : 50 kg
 Operador : Carlos Espejo

Datos de Aforos:

Caudal Total : _____ 3.693 m³/s
 Velocidad Media : _____ 1.475 m/s
 Area Total : _____ 2.504 m²
 Q según Tabla : _____ m³/s

Hora Inicio de Aforos : _____ 12:35 horas

Hora Final de Aforos : _____ 12:53 horas

Tirante (y)	Profundidad de la Observación		Punto de Aforo	Med V1 (Rev)	Med V2 (Rev)	Med V3 (Rev)	Med V4 (Rev)	Promedio (Rev)	Tiempo (seg)	Velocidad Promedio (m/s)	Velocidad en el Punto (m/s)	Area Mojada (m ²)				Caudal Promedio (m ³ /s)
	Método (%)	(m)										B	b	y	Area	
0.57	0.60	0.34	A (M.D)	170	168	165	-	168	30	5.59	1.4572	0.878	-	0.57	0.1700	0.2477
1.00	0.60	0.60	B2 (M.C.D)	177	178	178	-	178	30	5.92	1.5440	0.878	0.75	1.00	1.0820	1.6706
1.00	0.60	0.60	B2 (M.C.I)	166	170	168	-	168	30	5.60	1.4601	0.878	0.75	1.00	1.0820	1.5798
0.57	0.60	0.34	C (M.I)	129	134	132	-	132	30	4.39	1.1450	0.878	-	0.57	0.1700	0.1946

CAUDAL TOTAL

3.693

CÁLCULO DE CAUDALES UTILIZANDO CORRENTOMETRO
TERCER PUNTO DE AFORO KM 7+560

Estación de Aforos: **Canal Lateral Carlos Leight km 7+560**

Datos de Campo:

Fecha : Sab 11/may/2019
 Sección de Canal : Trapezoidal
 Lectura de Mira (m) : _____ m
 Espejo de Agua (B) : 3.24 m
 Base Menor (b) : 1.50 m
 Tirante de Agua (y) : 0.98 m

Datos de Equipo de Aforos:

Marca : OTT
 Modelo : C 31
 Hélice : 1 - 358572
 Ecuación : 0.2602.N+0.003
 Sistema de Aforo : Suspensión
 Lastre : 50 kg
 Operador : Carlos Espejo

Datos de Aforos:

Caudal Total : 3.147 m³/s
 Velocidad Media : 1.355 m/s
 Area Total : 2.322 m²
 Q según Tabla : _____ m³/s

Hora Inicio de Aforos : 12:05 horas

Hora Final de Aforos : 13:31 horas

Tirante (y)	Profundidad de la Observación		Punto de Aforo	Med V1 (Rev)	Med V2 (Rev)	Med V3 (Rev)	Med V4 (Rev)	Promedio (Rev)	Tiempo (seg)	Velocidad Promedio (m/s)	Velocidad en el Punto (m/s)	Area Mojada (m ²)				Caudal Promedio (m ³ /s)
	Método (%)	(m)										B	b	y	Area	
0.65	0.60	0.39	A (M.D)	106	107	102	-	105	30	3.50	0.9137	0.810	-	0.65	0.1640	0.1498
0.98	0.60	0.59	B2 (M.C.D)	160	164	169	-	164	30	5.48	1.4283	0.810	0.75	0.98	0.9970	1.4240
0.98	0.60	0.59	B2 (M.C.I)	155	159	157	-	157	30	5.23	1.3647	0.810	0.75	0.98	0.9970	1.3606
0.65	0.60	0.39	C (M.I)	148	149	151	-	149	30	4.98	1.2982	0.810	-	0.65	0.1640	0.2129

CAUDAL TOTAL

3.147

DETERMINACIÓN DE COEFICIENTE DE RUGOSIDAD

Formula de Manning:

$$A = \frac{(B+b)h}{2}$$

Donde:

Q= Caudal (m³/s)

n= Rugosidad

A= Area (m²)

R= Radio hidráulico = Area de sección húmeda/Perímetro húmedo

s= Pendiente

Para determinar el coeficiente de rugosidad es importante identificar los valores que lo componen como: Caudal (m³/s), Area(m²), Radio Hidráulico(m) y Pendiente(s) lo cual son detallados a continuación.

CAUDAL (Q)

Aforo - Progresiva	Día 1	Día 2	Día 3	Caudal Promedio (m ³ /s)
Aforo N° 01 - 1+680	4,937	5,894	5,896	5.576
Aforo N° 02 - 6+730	2,884	3,845	3,693	3.474
Aforo N° 03 - 7+560	2,884	2,996	0,000	1.960

AREA (A)

$$A = \frac{(B+b)h}{2}$$

Aforo - Progresiva	Día 1	Día 2	Día 3	Area Promedio (m)
Aforo N° 01 - 1+680	2,98	3,69	3,69	3.45
Aforo N° 02 - 6+730	2,47	2,63	2,50	2.54
Aforo N° 03 - 7+560	1,98	2,06	2,32	2.12

RADIO HIDRÁULICO (R)

$$R_h = \frac{A}{P}$$

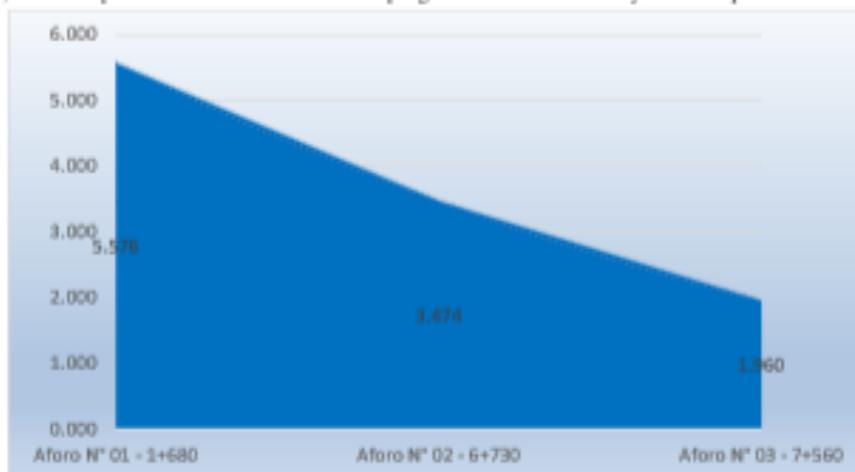
Aforo - Progresiva	Día 1	Día 2	Día 3	Radio Hidráulico (m ²)
Aforo N° 01 - 1+680	0,66	0,71	0,68	0.68
Aforo N° 02 - 6+730	0,56	0,58	0,58	0.57
Aforo N° 03 - 7+560	0,50	0,52	0,54	0.52

PENDIENTE (s)

Aforo - Progresiva	Coordenadas	s
Aforo N° 01 - 1+680	E-07741265 N-9011567	0.00105
Aforo N° 02 - 6+730	E-0772690 N-9009086	0.0011
Aforo N° 03 - 7+560	E-0773275 N-9008818	0.00112

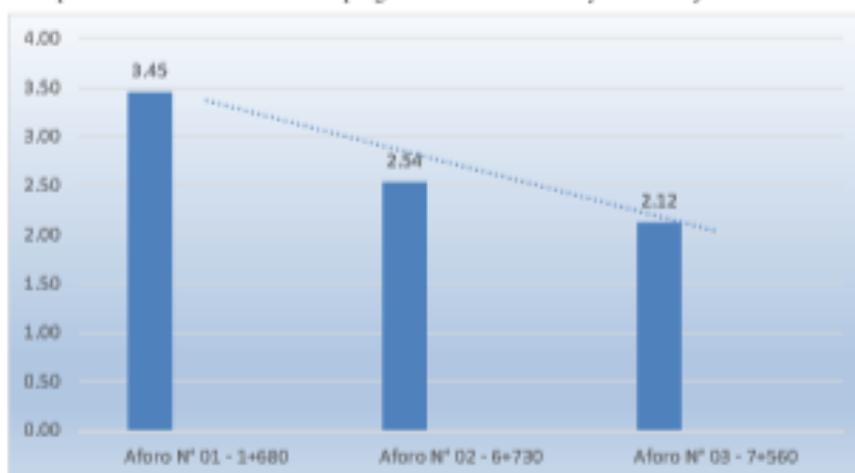
CAUDAL PROMEDIO (m³/s)

En el Grafico N° 01, se muestra los caudales promedio en las diferentes secciones de aforo de acuerdo a los tres días de ejecución, siendo el primer aforo desarrollado en la progresiva 1+680 la de mayor caudal promedio con 5.576m³/s.



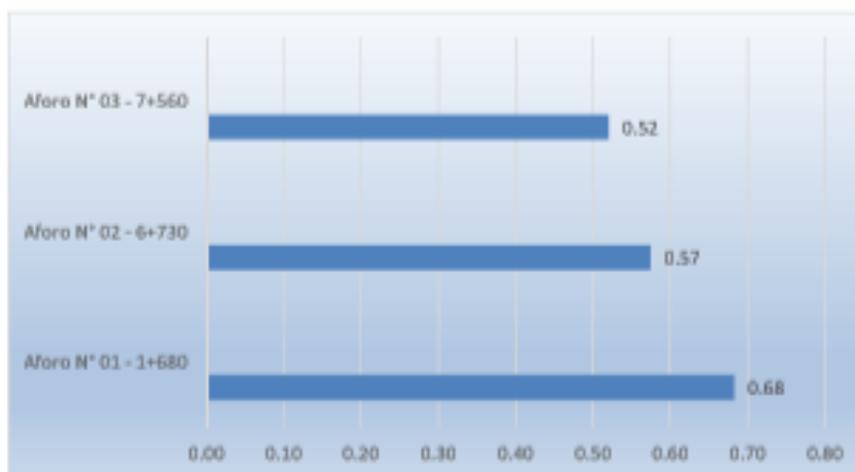
AREA (m)

En el Grafico N° 02, se muestra las areas mojadas promedio en las diferentes secciones de aforo de acuerdo a los tres días de ejecución, siendo el primer aforo desarrollado en la progresiva 1+680 la de mayor area mojada de 3.45m.



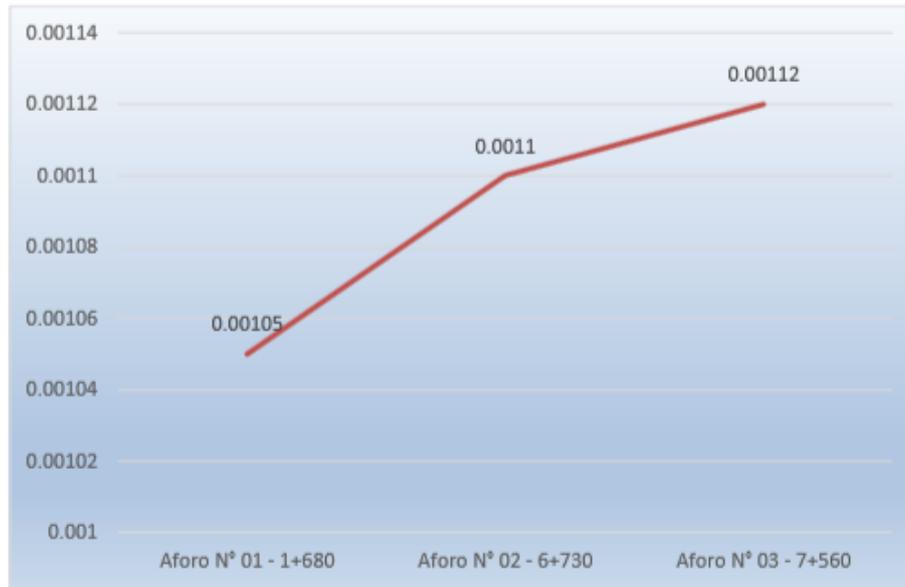
RADIO HIDRAULICO (m²)

En el Grafico N° 03, se muestra los radio hidraulicos promedios en las diferentes secciones de aforo de acuerdo a los tres días de ejecución, siendo el primer aforo desarrollado en la progresiva 1+680 la de mayor radio hidraulico con un 0.68m².



PENDIENTE (s)

En el Grafico N° 04, se muestra las pendientes correspondientes de los tres aforos en las progresivas 1+680, 6+730, 7+560.

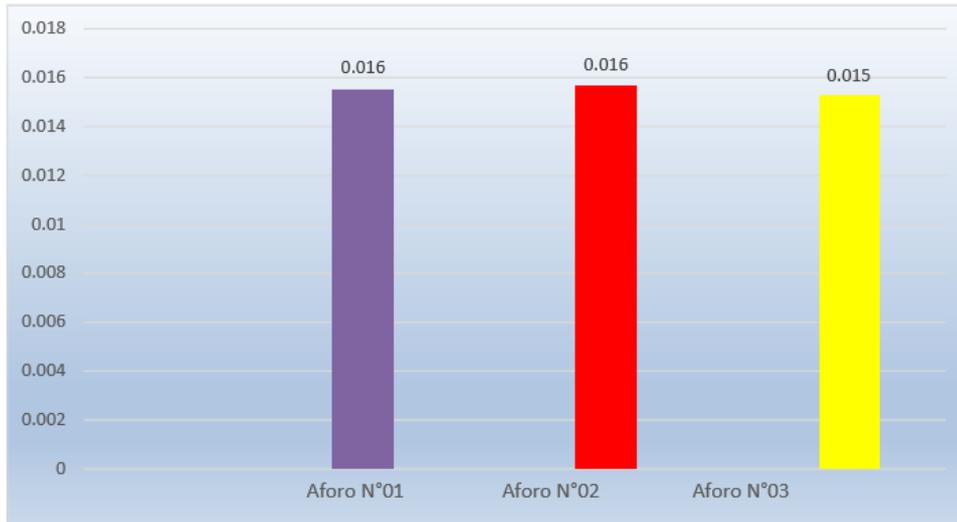


COEFICIENTE DE RUGOSIDAD (n)

Punto de aforo / Dia	Coordenadas	S (m/m)	S ^{1/2}	Q(m ³ /s)	b (m)	y(m)	A (m ²)	A ^{2/3}	P(m)	P ^{2/3}	V(m/s)	n
Estación 01/ Dia 1	E-07741265 N-9011567	0.00105	0.032	4.937	1.5	1.07	2.98	2.07	4.526	2.736	1.657	0.0148
Estación 01 / Dia 2	E-07741265 N-9011567	0.00105	0.032	5.894	1.5	1.3	3.69	2.39	5.177	2.993	1.599	0.0162
Estación 01 / Dia 3	E-07741265 N-9011567	0.00105	0.032	5.896	1.5	1.39	3.69	2.39	5.432	3.090	1.600	0.0156
0.016												
Estación 02/ Dia 1	E-0772690 N-9009086	0.0011	0.033	3.583	1.5	1.02	2.474	1.8292222	4.385	2.679	1.4482619	0.0156
Estación 02/ Dia 2	E-0772690 N-9009086	0.0011	0.033	3.845	1.5	1.07	2.628	1.9043652	4.526	2.736	1.4630898	0.0158
Estación 02/ Dia 3	E-0772690 N-9009086	0.0011	0.033	3.693	1.5	1	2.504	1.84398	4.328	2.656	1.4748403	0.0156
0.016												
Estación 03/ Dia 1	E-0773275 N-9008818	0.00112	0.033	2.884	1.5	0.87	1.984	1.5789236	3.961	2.503	1.453629	0.0145
Estación 03/ Dia 2	E-0773275 N-9008818	0.00112	0.033	2.996	1.5	0.88	2.06	1.6189924	3.989	2.515	1.4543689	0.0148
Estación 03/ Dia 3	E-0773275 N-9008818	0.00112	0.033	3.147	1.5	0.98	2.322	1.7535096	4.272	2.633	1.3552972	0.0164
0.015												

RUGOSIDAD

En el Grafico N° 05, se muestra las rugosidades promedio en las diferentes secciones de aforo de acuerdo a los tres días de ejecución, siendo el primer aforo desarrollado en la progresiva 1+680 la de mayor rugosidad con un 0.016.



EFICIENCIA HIDRAULICA

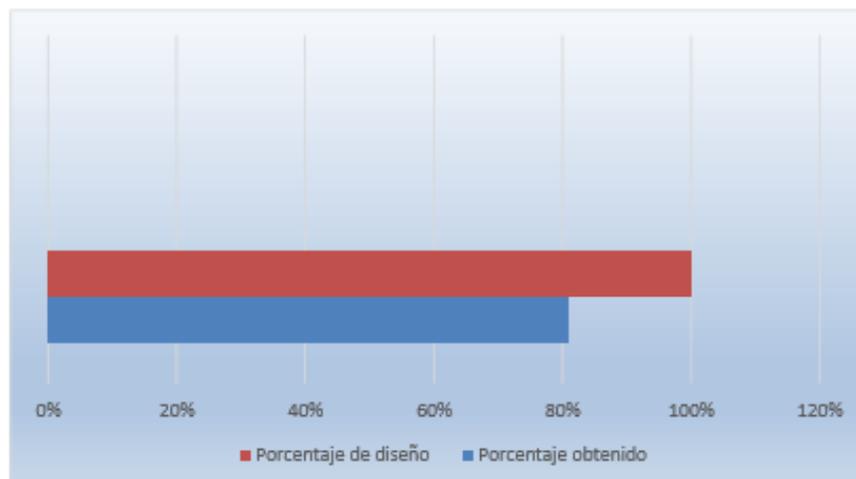
Al producirse el aumento de rugosidad en el canal por efectos de factores externos físico del canal ocasiono una pérdida en su capacidad de transporte.

Formula:

$$\frac{Q'}{Q} = \frac{\text{Rugosidad de diseño (0.013)}}{\text{Rugosidad obtenida}}$$

Aforo - Progresiva	Rugosidad de diseño (n)	Rugosidad obtenida (n)	Eficiencia Hidraulica
Aforo N° 01 - 1+680	0.013	0.016	81%
Aforo N° 02 - 6+730	0.013	0.016	81%
Aforo N° 03 - 7+560	0.013	0.015	73%
			100%

En el Grafico N° 06, se muestra la Eficiencia Hidraulica promedio obtenida con un 81% con respecto al 100% de diseño obniedo una disminucion de 19%.



ANEXO N° 4:
PROTOCOLO

UNIVERSIDAD DE PIURA

**INSTITUTO DE HIDRAULICA, HIDROLOGIA
E INGENIERIA SANITARIA**

**PRUEBAS HIDRAULICAS EN EL CANAL
PRINCIPAL DEL PROYECTO ESPECIAL CHINECAS**

PROTOCOLO DE PRUEBAS

1. OBJETO

El objeto del presente documento es normar la ejecución de las Pruebas Hidráulicas del Canal Principal Cascajal – Nepeña - Casma – Sechín, en el tramo Cascajal - Nepeña desde el Km. 00+000 al Km. 70+540; pruebas que permitirán la comprobación de su comportamiento hidráulico.

2. ALCANCE

Se efectuarán aforos en secciones estratégicas de control en los tramos de inicio, parte intermedia y final del canal, realizando mediciones de velocidades para determinar el caudal en las secciones correspondientes.

Se llevarán a cabo trabajos de medición de la pendiente del canal en las secciones establecidas así como la determinación de los valores de rugosidad.

3. INSPECCION A LAS OBRAS

Con la finalidad de efectuar un programa y metodología de trabajo para la realización de la Prueba Hidráulica, se visitó el Canal Principal los días 09/11/2004 (teniendo el canal en funcionamiento) y el 10/11/2004 (teniendo el canal seco).

En estas visitas se contó con la presencia de representantes del Consorcio Chínecas, el Ing. Especialista del Instituto de Hidráulica de la Universidad de Piura y del Ing. Supervisor del Proyecto Especial Chínecas en la última de ellas.

Se aprovecharon las condiciones del canal en la segunda visita para realizar los trabajos de levantamiento topográfico en las secciones de aforo que fueron establecidas bajo el consentimiento de los representantes arriba mencionados.

4. CAUDAL DISPONIBLE PARA LAS PRUEBAS

De acuerdo a las informaciones de la Dirección de OPEMAN del PE Chínecas, las limitaciones actuales existentes en la disponibilidad de agua en la conducción (Canal Irchín) desde la Bocatoma La Huaca hasta el Km. 40.1 (existencia del nivel 14 que permite el paso de un caudal de 21.5 m³/s, consumo de los usuarios 9 m³/s y entrega al Canal Carlos Leigh 7 m³/s); el caudal máximo disponible para efectuar la Prueba Hidráulica desde el Km. 00+000 es de 5.5 m³/s.

5. SECCIONES DE CONTROL

Teniendo en cuenta las características hidráulicas del Canal se han seleccionado tres (03) secciones de control donde se efectuarán los trabajos de medición de parámetros hidráulicos.

Los puntos seleccionados para realizar los aforos, se han ubicado en tramos rectos de canal con la finalidad de contar con un patrón de velocidad de distribución uniforme, sin presencia de vórtices y con un frente de agua completamente horizontal.



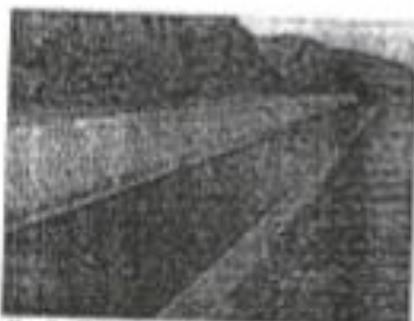
Las secciones de aforo coinciden además con estructuras que permiten ubicar los equipos de medición; sin embargo se ha previsto la instalación de tablonnes provisionales para facilitar la realización de las mediciones en la sección donde no se cuenta con ellas (Sección No.2) o donde el frente de agua requiere que el equipo se ubique a una altura menor.

El primer punto seleccionado está ubicado en el tramo de inicio: en el Km. 3+190 (ver fotografía 1).



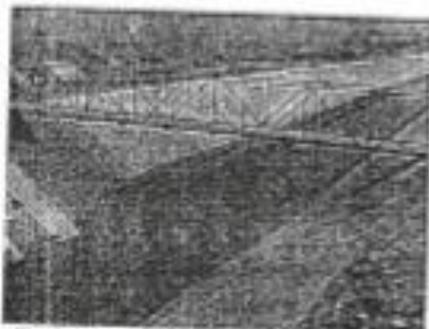
Fotografía 1. Sección de aforo No.1 (Km 3+200)

El segundo punto seleccionado está ubicado en el tramo intermedio: en el Km. 41+080 (ver fotografía 2).



Fotografía 2. Sección de aforo No.2 (Km 41+080)

El tercer punto seleccionado está ubicado en el tramo final: en el Km. 60+340 (ver fotografía 3).



Fotografía 3. Sección de aforo No.3 (Km 60+340)

6. DESARROLLO DE LA PRUEBA HIDRAULICA

a) Inspecciones preliminares

En estas inspecciones de campo se establecieron las secciones de aforo y se realizaron los trabajos topográficos para la determinación de la sección transversal y la pendiente de fondo del canal.

b) Prueba hidráulica

Se efectuarán mediciones de nivel de agua y de velocidades en las secciones de aforo establecidas, siguiendo la metodología expuesta en el apartado 7 de este documento.

Los caudales de prueba serán de 3 m³/s y 5.5 m³/s cuya disponibilidad será coordinada para el primer y segundo día de la ejecución de la prueba.

Con los datos de velocidad, área de la sección transversal, niveles de agua y pendiente; se determinarán los valores de rugosidad correspondientes en las secciones de aforo.

c) Informe final

Concluidas las mediciones y observaciones de campo, se procesará la información obtenida, elaborándose con dichos datos el Informe de Pruebas Hidráulicas que será presentado a la Supervisión del Proyecto Especial Chincas.

7. METODOLOGIA DE MEDICION DE VELOCIDADES Y DETERMINACION DEL CAUDAL PARA LA PRUEBA HIDRÁULICA

a) DESCRIPCIÓN GENERAL

El volumen de agua por unidad de tiempo que atraviesa determinada sección transversal, denominada descarga o caudal, se obtiene multiplicando la velocidad promedio de la sección por el área correspondiente.

$$Q = V_p \times A$$

Donde:

Q = Caudal (m³/s)

V = Velocidad promedio (m/s)

A = Área de la sección transversal (m²)

Con la finalidad de lograr una determinación precisa del valor de caudal, el área total de la sección transversal se divide en columnas de agua como se muestra en la figura 1:

Fig. 1



Figura 1. Sección transversal de alero.

Cada una de las columnas de agua tiene un área y una velocidad promedio que permiten obtener el caudal total.

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$Q_T = A_1 \times V_{p1} + A_2 \times V_{p2} + A_3 \times V_{p3}$$

Donde:

- Q_T = Caudal total en la sección transversal
- Q_1, A_1, V_{p1} = Caudal, área y velocidad de la columna de agua 1.
- Q_2, A_2, V_{p2} = Caudal, área y velocidad de la columna de agua 1.
- Q_3, A_3, V_{p3} = Caudal, área y velocidad de la columna de agua 1.

Debido a la fricción entre el flujo y el canal, así como por la turbulencia interna, la velocidad de la corriente varía de un punto a otro en una columna de agua. Se ha comprobado que la velocidad principal del flujo se obtiene a 0.60 de la altura de agua.

Para determinar la velocidad promedio se realizarán 3 mediciones a 0.20, 0.60 y 0.80 de la altura de la columna de agua. Las velocidades obtenidas son promedias teniendo en cuenta una mayor participación de la medición realizada a 0.60h.

$$V_{pT} = V_1 \times 0.25 + V_2 \times 0.50 + V_3 \times 0.25$$

Donde:

- V_p = Velocidad promedio de una columna de agua.
- V_1 = Velocidad a 0.20 H
- V_2 = Velocidad a 0.60 H (velocidad principal)
- V_3 = Velocidad a 0.80 H
- H = Altura de agua en la columna



Figura 2. Puntos de medición de velocidad en una columna de agua.

[Firma manuscrita]

b) METODOLOGÍA

En las secciones transversales elegidas, se realizará la medición del nivel de agua para determinar los nueve puntos donde se obtendrán las mediciones de velocidades requeridas.

Las velocidad en un punto se obtendrá utilizando un correntómetro unidireccional marca A.OTT-KEMPTEN de fabricación alemana el cual a través de un sensor determina las vueltas que gira su hélice debido a la corriente de agua.

El tiempo de medición adecuado para este tipo de flujo es de 60 seg. El valor de la velocidad es encontrado utilizando una ecuación calibrada en laboratorio que relaciona el número de vueltas por segundo con la velocidad del flujo en m/s. Para el equipo que se utilizará estas ecuaciones son las siguientes:

Hélice 1-108895

$$n \leq 0,55 \quad v = 0,2479 n + 0,011$$

$$n > 0,55 \quad v = 0,2589 n + 0,005$$

Hélice 4-108778

$$n \leq 2,59 \quad v = 0,1279 n + 0,035$$

$$n > 2,59 \quad v = 0,1337 n + 0,020$$

La utilización de una u otra hélice dependerá de la sensibilidad requerida por el patrón de flujo existente en los puntos de medición. Siguiendo el procedimiento descrito anteriormente se determina el caudal de agua que está pasando por cada una de las secciones transversales.

II. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

- VISITAS DE CAMPO: 06 Y 10/11/2004
- EJECUCIÓN DE LA PRUEBA : 02 Y 03/12/2004
- PROCESAMIENTO DE INFORMACION Y RESULTADOS E INFORME : 04 Y 05/12/2004
- PRESENTACION DE INFORME 06/12/2004.

et
W



Ing. Jorge Reyes Salazar
Instituto de Hidráulica, Hidrología e Ingeniería Sanitaria
Universidad de Piura

ANEXO N° 5:
PANEL FOTOGRAFICO

PANEL FOTOGRAFICO



FOTO N°01: En la imagen se muestra los datos de ubicación y técnicos del Canal Carlos Leigh, ubicándose en la progresiva 40+100 del canal Irchim. Donde su ubica un estación de control.



FOTO N°02: En inicio del canal Carlos Leigh inicia con una rápida denominada la “Rápida del Ingeniero” que cuenta con un recorrido de aproximadamente 1Km.



FOTO N°03: En la imagen se aprecia el recorrido de la rápida donde presenta una serie flujos turbulentos y resaltos hidráulicos, producto del diseño del canal, donde se muestra las progresivas y puentes peatonales.



FOTO N°04: En la imagen se aprecia a partir de la progresiva 1+100, un caudal y un nivel de agua uniforme como también obstrucciones, vegetación e irregularidades, recorrido donde se desarrollara la siguiente investigación.



FOTO N°05: En la imagen se aprecia el desarrollo del primer aforo en la progresiva 1+680 para lo cual se llevó a cabo con tres ayudantes y un técnico y se utilizó como equipos de medición un correntómetro, un lastre y un guinche para la estabilidad del equipo.



FOTO N°06: En la imagen se aprecia el desarrollo del segundo aforo en la progresiva 6+730 para ello se realizó las mediciones del ancho de la sección transversal del espejo de agua para determinar las áreas como también el tirante del canal para identificar los puntos de ingreso del correntómetro. La profundidad a ingresar el correntómetro es a un 60% del tirante.

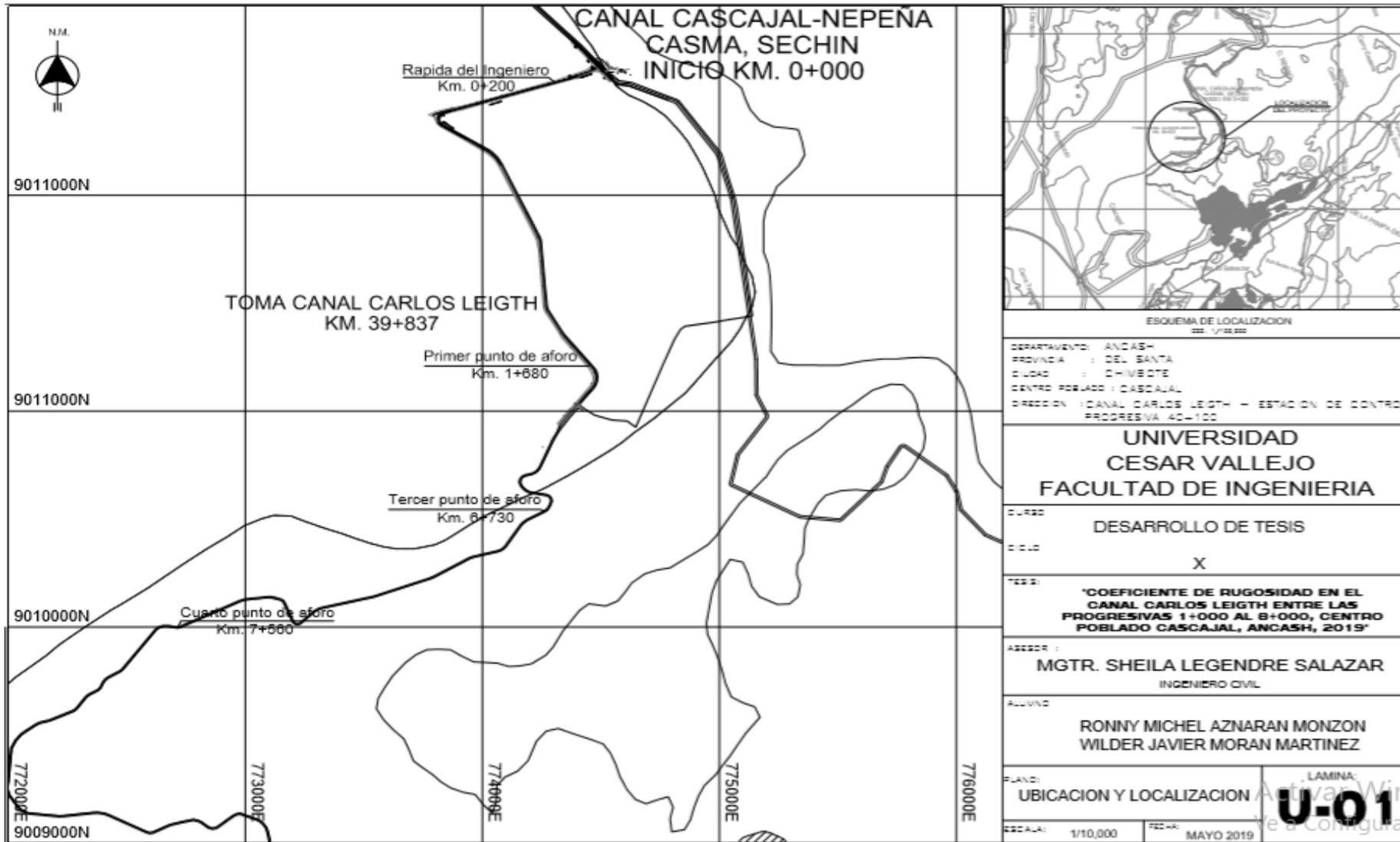


FOTO N°07: En la imagen se aprecia el desarrollo del tercer aforo en la progresiva 7+560 donde ya determinado los puntos para medir las velocidades y las profundidades para ingresar el correntómetro se procedió a medir las velocidades con un equipo electrónico el cual va conectado al correntómetro para medir el número de revoluciones por 30 segundo. Las mediciones de revoluciones se realizaron por tres veces en cada punto.



FOTO N°08: En la imagen se aprecia el canal totalmente vacío que nos permitió obtener media de la sección del canal, conocer el estado físico del canal como verificar las pendientes en cada punto de aforo.

ANEXO N° 6:
PLANO DE UBICACIÓN Y
LOCALIZACIÓN



ANEXO N° 7:
ACTA DE APROBACIÓN DE
ORIGINALIDAD DE TESIS



**ACTA DE APROBACIÓN DE
ORIGINALIDAD DE TESIS**

Código : F06-PP-PR-02.02
Versión : 09
Fecha : 23-03-2018
Página : 1 de 1

Yo, Dr. Rigoberto Cerna Chávez docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Chimbote, revisor (a) de la tesis titulada "COEFICIENTE DE RUGOSIDAD, EN EL CANAL CARLOS LEIGHT ENTRE LAS PROGRESIVAS 1+000 AL 8+000, CENTRO POBLADO CASCAJAL, ANCASH, 2019 ", del (de la) estudiante RONNY MICHEL AZNARÁN MONZÓN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 14% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

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

Chimbote, 13 de Julio del 2019

Dr. Rigoberto Cerna Chávez

DNI: 32942267

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

 UCV UNIVERSIDAD César Vallejo	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-FR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	---	---

Yo, Dr. Rigoberto Cerna Chávez docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Chimbote, revisor (a) de la tesis titulada "COEFICIENTE DE RUGOSIDAD, EN EL CANAL CARLOS LEIGHT ENTRE LAS PROGRESIVAS 1+000 AL 8+000, CENTRO POBLADO CASCAJAL, ANCASH, 2019 ", del (de la) estudiante WILDER JAVIER MORAN MARTINEZ, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 14% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

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

Chimbote, 13 de Julio del 2019



.....
 Dr. Rigoberto Cerna Chávez

DNI: 32942267

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

ANEXO N° 8:
PANTALLAZO DE PAG.
TURNITIN



FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"Coeficiente de rugosidad, en el Canal Carlos Leigth entre las progresivas 1+000 al 8+000,
Centro Poblado Cascajal, Ancash, 2019"

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:

RONNY MICHEL AZNARÁN MONZÓN (0000-0002-2988-4597)

WILDER JAVIER MORAN MARTÍNEZ (0000-0001-5429-1112)



Todas las fuentes

Partido 1 de 42

- es.scribd.com 6%
- www.scribd.com 6%
- pt.scribd.com 4%
- Presentado a la Univer... 3%
- repositorio.upao.edu.pe 2%
- de.scribd.com 2%
- edoc.site 2%
- Presentado a la Univer... 2%
- es.slideshare.net 2%

ANEXO N° 9:
AUTORIZACIÓN DE
PUBLICACIÓN DE TESIS
EN REPOSITORIO
INSTITUCIONAL UCV

ANEXO N° 10:
AUTORIZACIÓN DE LA
VERSIÓN FINAL DEL
TRABAJO DE
INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

AZNARAN MONZON RONNY MICHEL

INFORME TÍTULADO:

COEFICIENTE DE RUGOSIDAD EN EL CANAL CARLOS LEIGHT ENTRE LAS PROGRESIVAS 1 +
000 AL 8 + 000, CENTRO POBLADO CASCAJAL, ANCASH, 2019

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: 13/07/2019

NOTA O MENCIÓN: 15




Mg. GONZALO H. DÍAZ GARCÍA

ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE E.P. INGENIERÍA CIVIL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

MORAN MARTINEZ, WILDER JAVIER

INFORME TÍTULADO:

COEFICIENTE DE RUGOSIDAD EN EL CANAL CARLOS LEIGHT ENTRE LAS PROGRESIVAS 1 + 000 AL 8 + 000, CENTRO POBLADO CASCAJAL, ANCASH, 2019

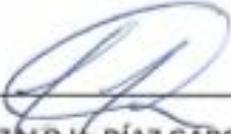
PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: 13/07/2019

NOTA O MENCIÓN: 15




Mg. GONZALO H. DÍAZ GARCÍA

ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE E.P. INGENIERÍA CIVIL