

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

Escuela Profesional de Ingeniería Civil



Una Institución Adventista

Determinación de la granulometría de sedimento grueso de lecho de río con BaseGrain

Trabajo de Investigación para obtener el Grado Académico de Bachiller en Ingeniería Civil

Por:

Abner Divan Cari Mamani

Asesor:

Ferrer Canaza Rojas

Lima, noviembre de 2020

DECLARACION JURADA DE AUTORIA DE TRABAJO DE INVESTIGACION

Ferrer Canaza Rojas, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que el presente trabajo de investigación titulado: “Determinación de la granulometría de sedimento grueso de lecho de río con BaseGrain” constituye la memoria que presenta el estudiante Abner Divan Cari Mamani para aspirar el grado de bachiller en Ingeniería Civil, cuyo trabajo de investigación ha sido realizado en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones o declaraciones en este trabajo de investigación son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en Lima, a los 19. Noviembre del 2020.



Ferrer Canaza Rojas

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

En Lima, Ñaña, Villa Unión, a.....los.....19.....día(s) del mes de.....noviembre.....del año 2020....siendo las.....8.30.....horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión campus Lima, bajo la dirección del (de la) presidente(a):Mg. Leonel Chahuares Paucar....., el (la) secretario(a): Ing. Reymundo Jaulis Palomino..... y los demás miembros: Ing. Giuliano Ricardo Moreno Patiño....y el (la) asesor(a)...Ing. Ferrer Canaza Rojas.....con el propósito de administrar el acto académico de sustentación del trabajo de investigación titulado: "Determinación de la granulometría de sedimento grueso de lecho de río con BaseGrain". de los (las) egresados (as):

.....a).....**ABNER DIVAN CARI MAMANI**.....
b).....

conducente a la obtención del grado académico de Bachiller en:

.....**INGENIERÍA CIVIL**.....

(Denominación del Grado Académico de Bachiller)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al candidato(a)/s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por el candidato(a)/s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Candidato/a (a): **ABNER DIVAN CARI MAMANI**.....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Líteral	Cualitativa	
APROBADO	18	A-	MUY BUENO	SOBRESALIENTE


Candidato/a (b):

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Líteral	Cualitativa	

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó ... al.... candidato(a)/s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

 Presidente
 Mg. Leonel Chahuares
 Paucar



 Secretario
 Ing. Reymundo Jaulis
 Palomino

 Asesor
 Ing. Ferrer Canaza
 Rojas

 Miembro

 Miembro
 Ing. Giuliano Ricardo
 Moreno Patiño

 Candidato (a)
 Abner Diván Cari
 Mamani

 Candidato/a (b)

Determinación de la granulometría de sedimento grueso de lecho de río con BaseGrain

CANAZA ROJAS, FERRER*; CARI MAMANI ABNER DIVAN**

EP. Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana Unión, Perú.

Resumen

En esta investigación se explora las ventajas que tiene el uso del programa BaseGrain en la determinación granulométrica de sedimento grueso. Los estudios que se requieren para hacer obras representan una gran inversión y financiamiento, también representan tiempo para que el ingeniero, otra de las razones también podría ser que el lugar de estudio puede ser inaccesible o su georreferenciación resulte ser un lugar de estudio inaccesible o no muy cercano, a fin de que el profesional pueda determinar acciones sobre las estrategias a intervenir en las obras, sin embargo, por estas mismas situaciones, a fin de generar eficiencia y eficacia en el gasto de dinero, la determinación cuantitativa de la distribución granulométrica de material de sedimento grueso, a través de un programa que pueda agilizar la operación se hace indispensable. En esta investigación, bajo los algoritmos del programa BaseGrain se han analizado 24 fotografías tomadas desde un dron a una altura de 80m, donde se ve claramente que el diámetro característico de la muestra es de 37.5 mm (1 ½”), reflejado en la determinación de la curva granulométrica característica, de este modo concluimos que este programa puede ser observado y categorizado para la determinación de la distribución de la curva granulométrica de materiales de grano grueso optimizando recursos.

Palabras clave: Granulometría, BaseGrain, Dron, Fotografía, Lecho de río grueso

Abstract

This research explores the advantages of using the BaseGrain program in the granulometric determination of coarse sediment. The studies that are required to carry out works represent a large investment and financing, they also represent time for the engineer, another reason could also be that the study place may be inaccessible or its georeferencing turns out to be an inaccessible study place or not. very close, so that the professional can determine actions on the strategies to intervene in the works, however, for these same situations, in order to generate efficiency and effectiveness in spending money, the quantitative determination of the granulometric distribution of coarse sediment material, through a program that can speed up the operation becomes essential. In this investigation, under the algorithms of the BaseGrain program, 24 photographs taken from a drone at a height of 80m have been analyzed, where it is clearly seen that the characteristic diameter of the sample is 37.5 mm (1 ½”), reflected in the determination of the characteristic granulometric curve, in this way we conclude that this program can be observed and categorized to determine the distribution of the granulometric curve of coarse-grained materials, optimizing resources.

Key words: Granulometry, BaseGrain, Drone, Photography Gravel-bed rivers

*Correspondencia de asesor: Km. 19 Carretera Central, Ñaña, Lima. E-mail: fcanaza@upeu.edu.pe

** Correspondencia de autor: Km. 19 Carretera Central, Ñaña, Lima. E-mail: abnercari@upeu.edu.pe

INTRODUCCION

El actual relieve de nuestro planeta ha sido y continúa siendo, modelado por la acción de los procesos de erosión, transporte, deposición y consolidación de sedimentos, estos mismos se han demostrado activos a través de tiempos geológicos.(Basile, 2018) También, podemos decir que la evaluación y la predicción del transporte de sedimentos gruesos son esenciales para comprender la morfodinámica del sistema fluvial y juegan un papel importante en una amplia gama de la interacción entre ríos, y las intervenciones de los ingenieros, como en el diseño de canales estables, restauración de ríos y planificación de riesgos de inundación (Church, 2006)

Enfatizando lo importante que es el conocimiento de transporte de sedimentos, (Basile, 2018) manifiesta que los procesos morfológicos y la calidad del hábitat fluvial generan características importantes que constituyen datos cruciales y de relevancia. Es decir, la determinación granulométrica de lechos de ríos es muy importante y complejo, porque dentro de su proceso de estudio presenta factores en contra como la variación del clima, el acceso a la zona por la morfología que presenta. Además los mismos estudios, necesitan de equipos en específico, también laboratorios donde se puedan representar de manera correcta los resultados de los ensayos, sin embargo, la renta de los equipos y la distancia del proyecto al laboratorio, haría que el estudio presente un ciclo de transporte, llegando a variar la muestra recogida y aumentando el tiempo de estudio, así variando la inversión económica (Baptista et al., 2012; Beatriz & Balboa, 2010; Solarte, 2011; Vazquez Tarrío et al., 2018)

Por este motivo diversos autores como (Gordon Wolman, 1954) nos dan herramientas capaces de asemejarse a los métodos tradicionales y permiten obtener una distribución local del tamaño de grano. Estas herramientas caracterizadas por ser manuales, nos ayudan a caracterizar ciertas zonas para así poder representar diseños y modelos dinámicos fluviales, pero estos mismos métodos son muy laboriosos, y llevan una cantidad de tiempo considerable. (Vazquez

Tarrio et al., 2018). Observando esto (Detert & Weitbrecht, 2012) refiere que la técnica de estudio para realizar la determinación de la granulometría en laboratorio, representa un mayor esfuerzo humano, por ende una cantidad de personas involucradas causando un gasto extra.

Sin embargo, todos estos modelos manuales, si bien es cierto son fáciles de realizar, representan un aporte significativo al monto de inversión. Así se convierte en una necesidad que los Ingenieros Fluviales, Hidrológicos y Civiles, puedan desarrollar técnicas, herramientas o software que puedan representar los mismos datos requeridos, a un menor tiempo, con la misma calidad de estudio y aun bajo costo

Afortunadamente, se han creado alternativas tecnológicas. Ya que se tiene que satisfacer la necesidad de tener un buen método de estudio del lecho grueso de los ríos, por la forma en la que influencia en los resultados, tenemos ahora muchos métodos como los métodos aéreos y superficiales. Dentro de los métodos aéreos, ya contamos con fotografías de alta resolución que ha abierto nuevas perspectivas para el estudio de la morfología en general. Y también métodos de superficie como el Método Wolman. (Gordon Wolman, 1954)

Actualmente contamos con métodos de análisis computarizado, que están basados en la detección de objetos que procesan características granulométricas como las formas geométricas de la muestra (Beatriz & Balboa, 2010) Programas como BaseGrain, Digital Gravelometer e ImageJ que se especializan en detectar elementos no cohesivos de cierta muestra fotográfica con más de 2mp de resolución, dando reveladores datos que no solo sirven para la determinación de la longitud de ejes de una guijarro, sino datos como el perímetro, área para otro tipo de estudios.

En esta oportunidad, se determinará cuantitativamente la granulometría de un lecho de río, sometidos al programa BaseGrain con las imágenes tomadas desde un dron a través de un cauce de río fluvial

Área de Estudio

La cuenca del río Rímac, se ubica en la costa central del Perú, para el año 2014 abastecía a más del 30% de la población peruana (SENAMHI, 2014). Con un área de drenaje de 2303 km², representa para los limeños un principal cause que satisface como principal propuesta para la distribución de agua potable.

El tramo estudiado comprende de 1km de longitud (Figura 1), donde el río desarrolla una plataforma trezada. Entre el Puente Ñaña (“11°59'8.56"S - 76°49'12.98"O”) hasta las mediaciones de la Universidad Peruana Unión con referencia al Km 19.5 Carretera Central, Ñaña – Lima (11°59'33.41"S - 76°50'13.60"O)

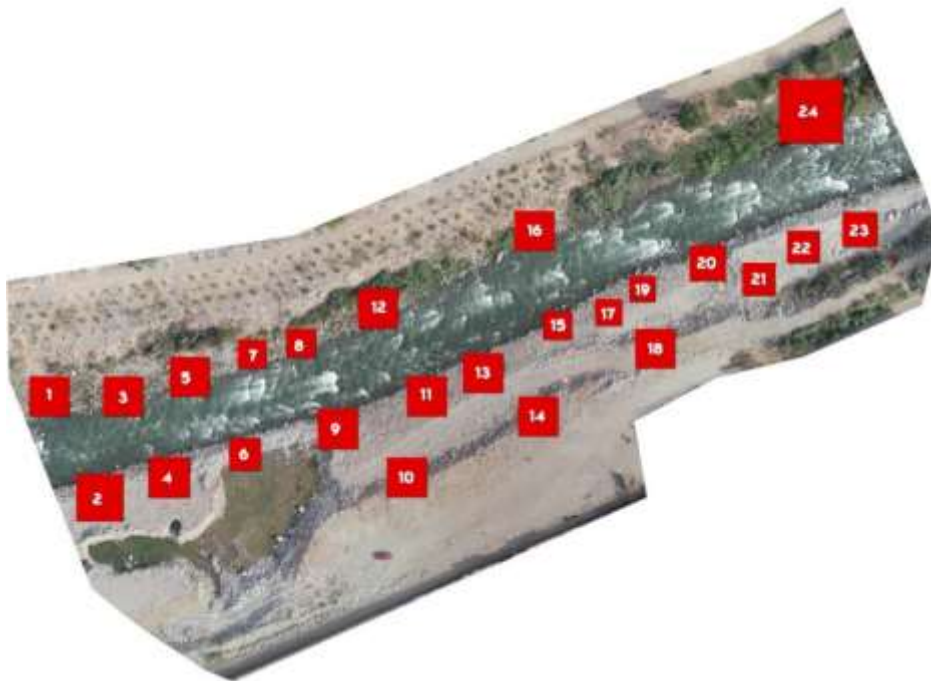


Figura 1: Tramo estudiado entre el puente ñaña y la Universidad Peruana Unión

MATERIALES Y METODOS

Proceso de Campo

Se han capturado 121 fotografías con un Dron Phantom 4 Pro que tiene 20 Mp de resolución, vale decir que se tomaron a 80 metros de altura. Todas las fotografías que han sido seleccionadas para el análisis se ajustaron a las siguientes condiciones: Fotografías donde el cauce del río tenga influencia directa y que la imagen muestre un mínimo del 70% de área cubierta por la influencia de sedimento grueso en el cauce fluvial. (Beatriz & Balboa, 2010)

Proceso de Gabinete

Siguiendo lo recomendado por (Beatriz & Balboa, 2010) La muestra de 121 fotografías se redujo a 24 siguiendo las condiciones del título anterior. Este nuevo grupo se sometió bajo el análisis del programa BaseGrain.

Consecuentemente, se ha exportado los datos proporcionados por el programa de ejes mayores y menores encontrados en cada guijarro detectado, para así, agruparlos y bajo un proceso de datos, poder generar la distribución granulométrica. Es viable decir que se utilizó la Norma NTP 400.12 que determina la distribución por tamaño de partículas de cierto agregado por tamizado.

Detección de los intersticios

Este es el primer paso de análisis de fotografía en el programa, se convierte una fotografía de una vista superior a una imagen en escala de grises, resultando en una matriz definida generados por una extensión del programa Matlab que establecen intersticios entre áreas de escalas de grises (Detert & Weitbrecht, 2016)

Los parámetros a cambiar son `medfiltsize10` (px) y `facgraythr` que multiplica el valor de umbral y se determina los intersticios, donde el mismo manual de programa recomienda el valor

de 1 y 0.9, en este caso determinamos que las imágenes sean sometidas en el mismo valor, ya que se encontró que la muestra es claramente definida sin ningún tipo de agente externo como plantas o material cohesivo presente. Así como también, el parámetro BlocSizg (px) que determina el tamaño del bloque se puso el valor de 32, asumiendo el máximo valor analizado por bloque.

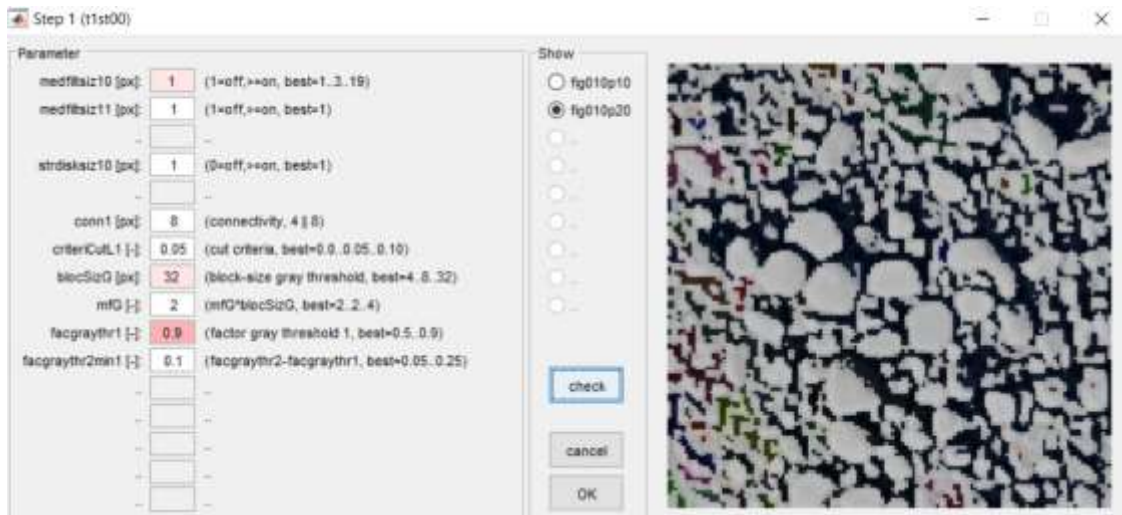


Figura 2: Efecto de ajuste de los análisis de parámetros para encontrar intersticios

Detección de bordes de intersticios

En este paso se identifica más bordes suaves y fuertes de intersticios con la ayuda de los métodos de Canny y Sobel. (Detert & Weitbrecht, 2012) Todos los valores son tomados y considerados a partir del paso 1, y cuan congruentes pueden ser los intersticios fijados anteriormente con el nuevo parámetro de escala de grises medfiltz20 (px) Por ejemplo en la (fig 3) encontramos como el programa encuentra los bordes de los guijarros.

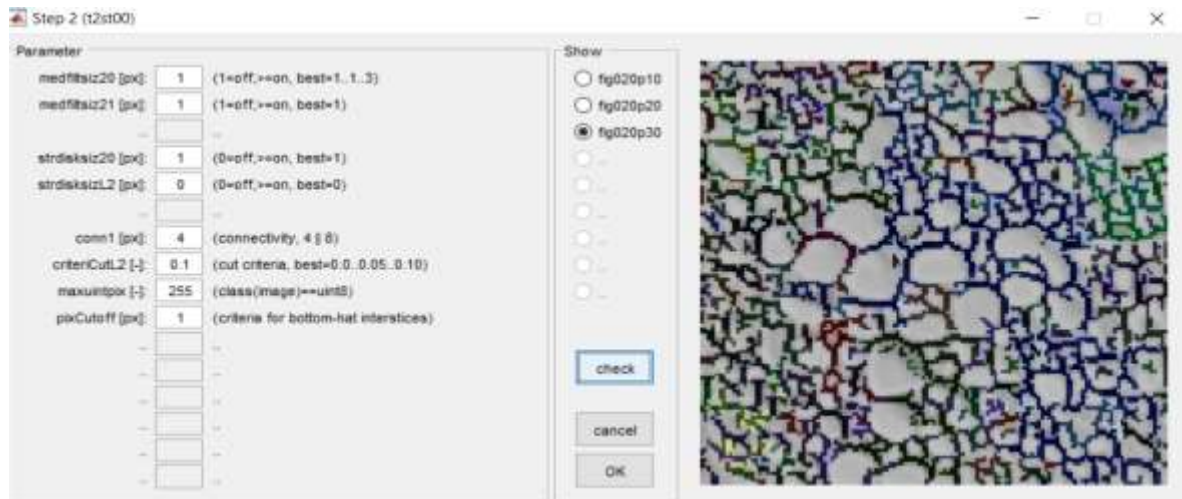


Figura 3: Detección de bordes de intersticios por Canny y Sobel

Detección de áreas de intersticios

Se determinan áreas definidas de intersticios, producidas por el algoritmo de Canny y Sobel. En concordancia con (Detert & Weitbrecht, 2012) el paso numero 3 al ser producto de los anteriores pasos, no tiene muchos parámetros a ajustar, porque ambos métodos, tanto los de Canny y Sobel garantizan encontrar verdaderos intersticios. En este caso la (fig 5) demuestra bordes de guijarros que en el anterior paso se omitieron o no se determinaron, por ningún algoritmo.

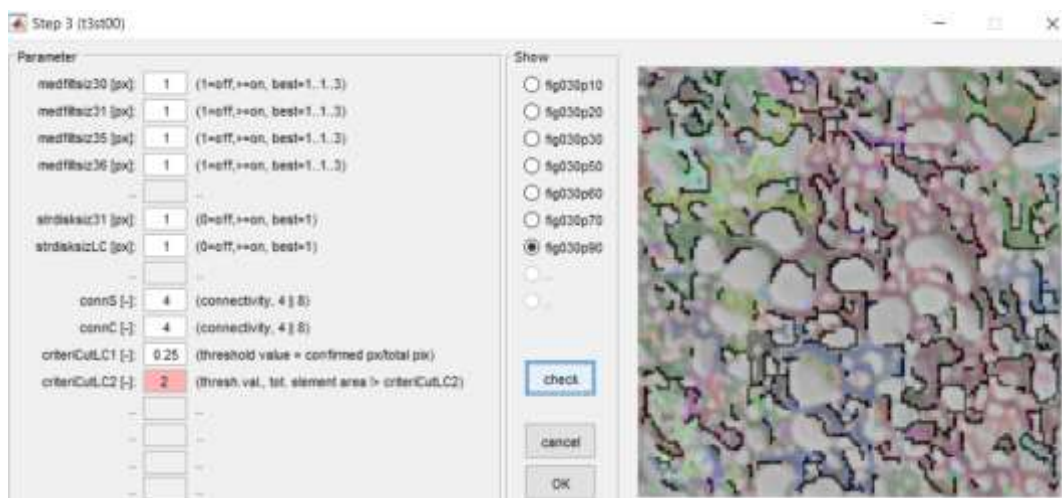


Figura 4: Efectos de análisis de parámetros ajustados

Determinación de tamaño de Área de grano

El parámetro `areaCutLfa` (px) el cual, por un algoritmo de Cuenca Hidrográfica se analizan longitudes mínimas y máximas permitidas de un área, se analizó la figura en los valores recomendados por (Detert & Weitbrecht, 2012) de 25-100px, por tal motivo se cambió al valor de 50 para el mejor análisis de la muestra, aunque este resultado depende mucho del ruido o la visualización de la muestra que tenemos, afortunadamente, no se encontraron distorsiones grandes en las fotografías.

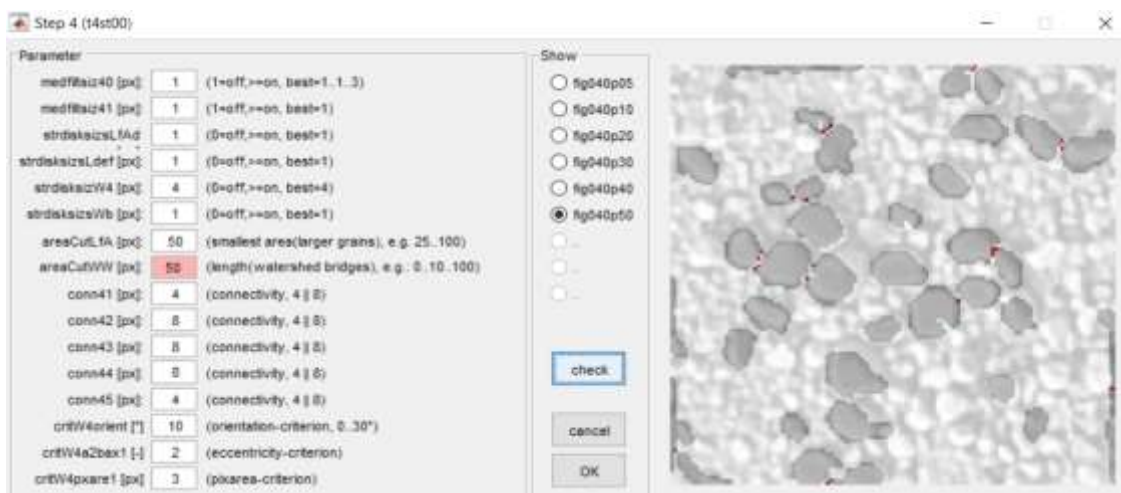


Figura 5: Determinación de área de grano por algoritmo de cuenca hidrográfica

Determinación de diámetros de grano

Se determinan los valores exactos de los ejes calculados de los granos, un eje a y eje b. Las líneas azules representan a estos mismos ejes. En este paso, el valor más importante es el `smallestArea` (px) que determina el área detectada real en un grano. Pero por aplicación del programa ningún parámetro se cambiará a menos que sea necesario. También se puede verificar datos como área, perímetro para obtener otros resultados en procesos de blindaje o rugosidad de lecho.

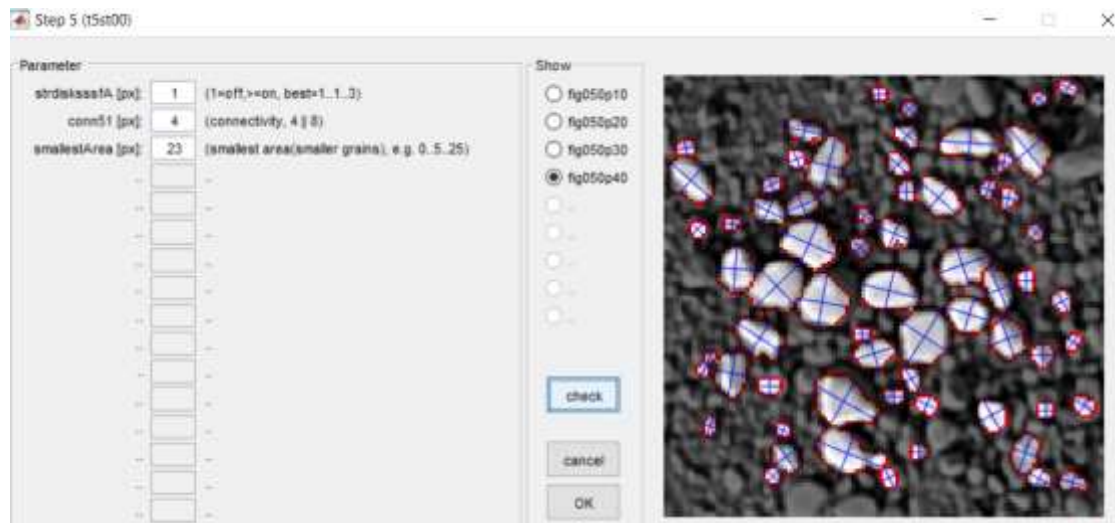


Figura 6: Resultado final del proceso automático de determinación de los ejes de grano

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Nuestros resultados muestran como las imágenes tomadas desde un dron pueden ser utilizadas en el programa BaseGrain para determinar cuantitativamente la granulometría de superficie de lecho de río, así mismo para procesar las muestras y verificar la distribución correcta. De esta manera se procesaron 24 imágenes, obteniéndose sus respectivas distribuciones granulométricas.

El punto débil de este trabajo reside en los porcentajes de material fino o sedimento, que por su textura y tamaño granular programas como BaseGrain, Digital Gravelometer e ImageJ no pueden calcular debido al alto porcentaje de residencia de ruido en una imagen, aunque estas mismas imágenes se tomaron bajo las mismas condiciones de luz, se debe destacar que la estimación de la granulometría necesita datos de campo para la calibración exacta debido a la diversidad de factores geomorfológicos.

En la tabla 1 de distribución granulométrica, se muestra cómo, todos los cálculos realizados a excepción de cuatro análisis difieren, de esta manera tenemos que casi el 87.5% de

las muestras se aproximan con el mismo resultado, el otro 12.5% que no coinciden, se debe a la calidad de imagen, la morfología que presenta, y el lugar donde se ha tomado la fotografía.

En la tabla 2, se refleja claramente que el d50 tiende a estar bajo entre las medidas inferiores de 25 mm (1"), pero podemos observar que dentro de la muestra podemos observar que los diámetros que encontraremos en mayor cantidad a varían desde los 3/4" a 2 1/2" durante todo el tramo estudiado.

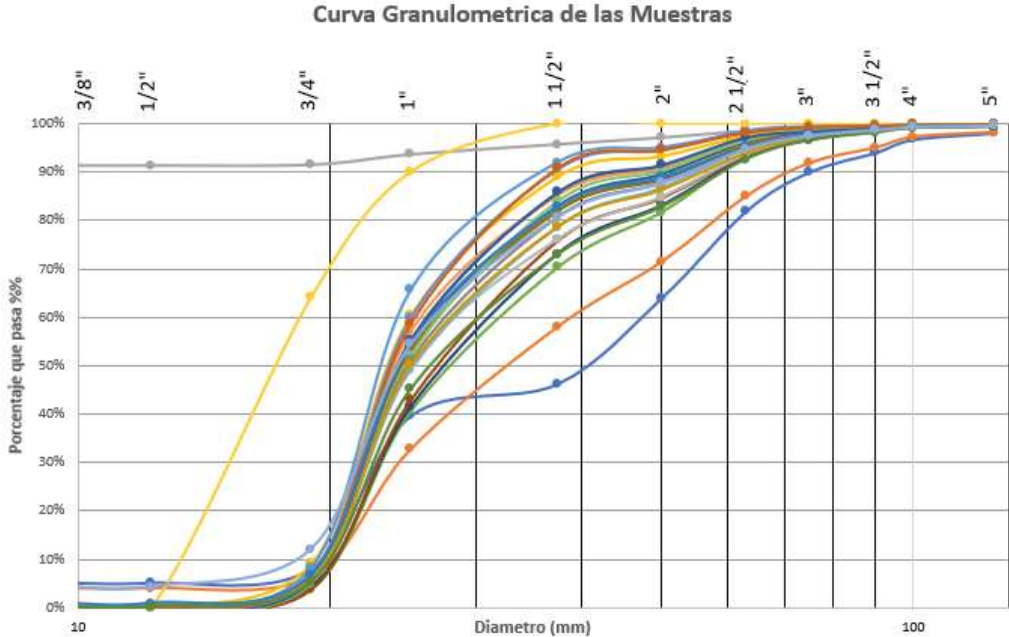


Tabla 1: Distribución Cuantitativa Granulométrica de todas las muestras

Como producto del estudio, determinamos una curva granulométrica característica de todas las muestras, a continuación, mostrada.

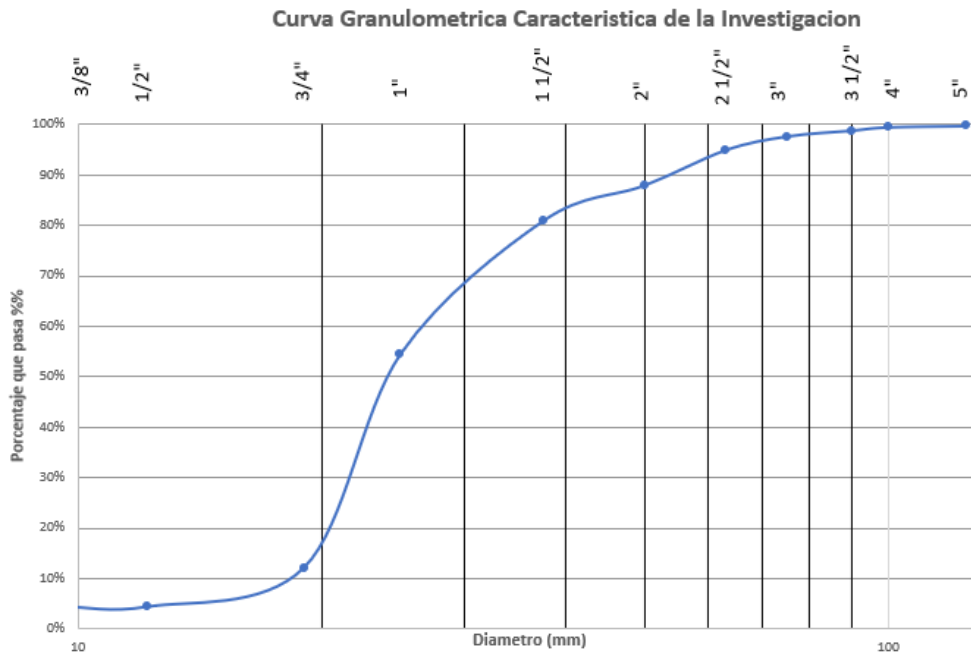


Tabla 2: Curva Granulométrica Característica de la Investigación

CONCLUSIONES

La investigación presenta un método areal y no destructivo como el uso del programa BaseGrain, con las enormes posibilidades para la determinación cuantitativa de granulometría de sedimento grueso a través de fotografías tomadas desde un dron, para zonas inaccesibles o estudios que se requieran con total urgencia y a un menor costo, esta herramienta al ser un software gratuito, permite el libre acceso a los análisis de grano de capa superficial de lecho de río,

También es importante recalcar que, por incidencia de la investigación, solo se tomaron en cuenta datos para la distribución granulométrica transportados a una hoja de Excel, sin embargo, cuenta con más herramientas para otro tipo de estudios. De esta manera, concluimos que el uso de este programa es totalmente viable tal y como (Detert & Weitbrecht, 2016) afirmaba. De esta manera tratamos de demostrar, que este programa puede resultar en una

herramienta eficaz y eficiente en la detección automática de objetos para el campo de análisis de lecho de grava.

RECOMENDACIONES

Si bien es cierto que el uso de este programa, hace que los procesos de cuantificación granulométrica sean más rápidos, se recomienda para futuras investigaciones procesos de validación, realizar alguna comparación con métodos universalmente aceptados como la cuantificación por tamizado, o métodos de área como el método Wollman, para su mejor aproximación a la verdad, cabe recalcar que este tipo de programas no determinaran con veracidad el estudio de sedimento fino. También el estudio de lechos granulares subacuáticos, consistiría en un gran proceso de ayuda en los estudios de transporte de sedimentos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Baptista, P., Cunha, T. R., Gama, C., & Bernardes, C. (2012). Un metodo nuevo y practico para obtener mediciones del tamaño de grano en orillas de arena sobre la base de adquisicion de imagenes digitales y procesamiento. *La Geología Sedimentaria*, 282, 294–306. <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2012.10.005>
- Basile, P. A. (2018). Transporte de sedimentos y morfodinámica de ríos aluviales. In *Biomass Chem Eng.*
- Beatriz, C., & Balboa, M. (2010). *Determinación de granulometría de lecho de cauce de montaña a través del uso de fotografías digitales.*
- Detert, M., & Weitbrecht, V. (2012). Automatic object detection to analyze the geometry of gravel grains - A free stand-alone tool. *River Flow 2012 - Proceedings of the International Conference on Fluvial Hydraulics, 1*, 595–600.
- Detert, M., & Weitbrecht, V. (2016). *User guide to gravelometric image analysis by BASEGRAIN User guide to gravelometric image analysis by BASEGRAIN. February.*
- Gordon Wolman, M. (1954). A Method of Sampling Coarse River Bed Material. *American Geophysical Union*, 35.
- SENAMHI. (2014). *Indicadores de alteración hidrológica del río Rímac. 52.*
- Solarte, J. (2011). Automatizacion de la Granulometria del Material del Lecho en Rios de gravas y Piedras Mediante el procesamiento Digital de Imagenes. *Diseases of Aquatic Organisms*, 10(1), 37–41. [https://doi.org/10.1577/1548-8667\(2001\)013](https://doi.org/10.1577/1548-8667(2001)013)
- Vazquez Tarrío, D., Borniet, L., Liebault, F., & Recking, A. (2018). *Caracterizacion de la granulometria de superficie de rios de lecho grueso mediante la utilizacion tomadas con Dron. September.*