

Caracterizacion de los materiales del lecho del Rio Cauca.(Report)

Ramírez, Carlos, et al. "Caracterizacion de los materiales del lecho del Rio Cauca." *Ingeniería de Recursos Naturales* 1 (2004): 10+. *Informe Académico*. Web. 21 Sept. 2010.

Document URL

<http://find.galegroup.com/gtx/infomark.do?&contentSet=IAC-Documents&type=retrieve&tabID=T002&prodId=IFME&docId=A227461644&source=gale&srcprod=IFME&userGroupName=univalle&version=1.0>

Resumen:

Se efectuó la caracterización de los materiales del lecho del Río Cauca en el tramo Salvajina--La Virginia con el propósito de obtener información más detallada sobre la variación espacial de la distribución de los tamaños de los sedimentos del lecho y del grado de consolidación de los suelos que configuran el perfil estratigráfico del fondo del río. Se emplearon diferentes técnicas de muestreo y metodologías de análisis. Se recolectaron cerca de 280 muestras del lecho del río distribuidas la lo largo y ancho del río procurando la representatividad del material extraído. Se emplearon métodos volumétricos (con Tubo Cilíndrico de Boca Cónica y draga Pettersen) y método superficial (muestreo por malla con ayuda de fotografías) para determinar la granulometría de los sediemntos. Se realizaron 20 perforaciones a una profundidad promedio de 6 metros por debajo del nivel de fondo. En los primeros 70 Km del tramo en estudio predominan las gravas con bajos porcentajes de arena. A partir de este sector el fondo esta constituido principalmente por arenas y bajos contenidos de gravas, limos y arcillas.

PALABRAS CLAVES

Análisis estratigráfico, Curvas granulométricas, Sedimentos del lecho.

The bed material of Cauca River between Salvajina and La Virginia was characterized in order to get a more detailed information about the sediment size distribution and the consolidation grade of the diferent layers of the bed material deposit. Different sampling procedures and equipement and analysis methods for particle size distribution in sands and gravel beds were applied. About 280 bed samples were collected in location representative for the different river reaches. Volumetric methods by using a Conic Tube and Pettersen samples and surface fotografyc grid methods were used. 20 core samples were collected by a proper equipment (about 6 m below the bed level) for the bed material stratigraphy. Gravels are dominant on the first 60 Km upper reach. Downstream, sands of the different sizer are dominant.

KEYWORDS

Stratigraphy analysis, Granulometric curves, fluvial sediment.

Texto Completo: COPYRIGHT 2004 Universidad del Valle

[ILUSTRACIÓN OMITIR]

1. INTRODUCCION

Los ríos generalmente presentan un amplio rango de tamaños de partículas en los materiales del lecho,

pudiéndose encontrar desde partículas muy finas (limos y arcillas) hasta rocas y piedras de gran tamaño. Adicionalmente los ríos presentan una variación espacial y temporal en la composición del material del lecho a causa de diferentes factores, tales como, el régimen de caudales y las tasas asociadas de transporte de sedimentos, los aportes de los ríos tributarios y, en ocasiones, la intervención del hombre.

Una adecuada caracterización de los materiales del lecho de un cauce permite obtener y estimar información muy valiosa para los diferentes estudios que se puedan desarrollar (hidráulicos, sedimentológicos, morfológicos y ambientales). Factores como la rugosidad del cauce, el transporte de sedimentos y los procesos de erosión y sedimentación dependen de las características y distribución de los tamaños de los materiales del fondo.

En el Río Cauca y sus principales tributarios en el tramo Salvajina--La Virginia, se dispone de alguna información sobre las características y la distribución de los tamaños de los sedimentos del fondo. Esta información ha sido recolectada por la Corporación Autónoma Regional del Valle de Cauca, CVC, desde la década de los setenta, principalmente en las secciones de las estaciones hidrométricas .

El tramo en estudio tiene una longitud de 450 Km, desde la población de Suárez en el norte del Departamento del Cauca hasta La Virginia al sur del Departamento de Risaralda. En este tramo el río corre de sur a norte recostado hacia la cordillera Occidental sobre un valle compuesto por un amplio y grueso relleno aluvial cuaternario, formado por enormes conos aluviales coalescentes especialmente de gravas y arenas que descendieron de las cordilleras Occidental y Central debido a la actividad tectónica y depósitos desarrollados por el mismo río y sus tributarios. En este tramo el Río Cauca corresponde a un cauce aluvial caracterizado por la movilidad de sus meandros (meandricidad media-alta) donde el lecho, las orillas y las planicies de inundación están conformados principalmente por materiales transportados por el mismo río.

El presente artículo describe los procedimientos seguidos para la caracterización de los materiales del lecho del río Cauca, incluyendo la metodología para la obtención de las muestras, el procesamiento de la información recolectada y el análisis de los resultados obtenidos para la modelación morfológica del río.

2. CAMPAÑA DE MEDICIONES DE CAMPO

El Río Cauca en el tramo Salvajina--La Virginia presenta sectores con características morfológicas diferentes, encontrando desde tramos casi rectos con sinuosidades del orden de 1.2 y pendientes relativamente fuertes (sector Salvajina-Tablanca) hasta tramos altamente meándricos con sinuosidades del orden de 2.8 y pendientes bajas (Sector Tablanca-Hormiguero). La información de campo recolectada por la CVC muestra que la granulometría del material del fondo presenta una gran variación a lo largo del río. Ésta se hace más notoria cerca de las confluencias de los ríos tributarios, a causa de los materiales mas gruesos que ellos descargan al Río Cauca y que al depositarse modifican la composición del material del lecho.

Puesto que la longitud del tramo en estudio es apreciable, es necesario definir un espaciamiento de muestreo óptimo, tal que el número de muestras no resulte excesivo y que a la vez sean representativas de los distintos subtramos. Las normas internacionales (ASTM, 1978; BS, 1975) no son específicas en cuanto a la selección del sitio de muestreo y el número de muestras requeridas para una adecuada caracterización. Se diseñó la campaña de campo con base en la información disponible (sedimentología y geomorfología del Río Cauca y los tributarios UNIVALLE-CVC, 1980, 2000) y los aspectos indicados anteriormente. Como resultado del análisis se determinó tomar muestras del lecho con espaciamientos que fluctúan entre 5 y 10 Km (tres muestras por sección: una cerca de la margen izquierda, otra en el centro y la tercera próxima a la margen derecha), de acuerdo con las características geomorfológicas de los diferentes sectores del río.

Sobre la cartografía existente se realizó una preselección y determinación en coordenadas IGAC de los sitios de muestreo, incluyendo las secciones de interés (puentes, sitios en los que existía información previa, etc.) y considerando la facilidad de la ubicación de estos sitios en campo. Igualmente se seleccionaron secciones

ubicadas unos 100 a 200 m aguas arriba y aguas abajo de la confluencia de los principales ríos tributarios. Utilizando las coordenadas y con la ayuda de un GPS se accedía a los puntos preseleccionados. Dado que el muestreo pretendía realizarse preferiblemente en los tramos representativos de la morfología del río, en varias ocasiones los sitios de muestreo se desplazaron ligeramente para garantizar dicho objetivo. A los nuevos puntos se les asignaron coordenadas definitivas en sistema IGAC.

Equipo de muestreo: Considerando las características de los sedimentos del lecho del Río Cauca y sus afluentes se decidió emplear los siguientes equipos: (1) Draga tipo Pettersen (foto 1), la cual se modificó con el fin de asegurar un cierre más hermético evitando así el lavado de los sedimentos finos; (2) Tubo Cilíndrico de Boca Cónica (foto 2), el cual fue probado con éxito por la Universidad del Valle y la CVC en estudios anteriores, principalmente para la extracción de materiales gruesos; y, (3) Equipo Mecánico de Percusión con un martillo de seguridad de 130 libras de peso y 30 pulgadas de caída libre, el cual permitió realizar el ensayo de penetración estándar SPT (foto 3).

[ILUSTRACIÓN OMITIR]

Toma de muestras: Para el muestreo del material del lecho del Río Cauca y sus tributarios se emplearon dos metodologías diferentes, de acuerdo con los tamaños observados:

Extracción directa de la muestra: Se utilizó la draga Pettersen cuando el material eran arenas y gravas finas y el Tubo Cilíndrico de Boca Cónica cuando era material ligeramente más grueso. En cualquiera de los casos se hacían varios intentos con ambos equipos hasta obtener una muestra lo más representativa posible, sin lavado de finos y con el peso necesario para el análisis granulométrico.

[ILUSTRACIÓN OMITIR]

Muestreo superficial del material grueso por el método de malla: Puesto que el Río Cauca en su parte alta (K6-K66) corresponde a un río de gravas y guijarros (principalmente expuestos en zonas de barras y playas aluviales), fue necesario muestrear las capas superficiales y subsuperficiales. Debido a que estas capas están conformadas por material de diferentes tamaños es importante que sean analizadas separadamente (Dalecky, 2001). Cada capa está correlacionada a diferentes propiedades de la corriente (Fripp y Diplas, 1993). Para el muestreo se adoptó el siguiente procedimiento: (i) Selección de un sitio representativo de los diferentes tamaños de materiales encontrados (ii) Ubicación de un marco como referencia de escala, de 50 cm x 50 cm o de 100 x 100 cm según el tamaño del sedimento (foto 4), teniendo en cuenta el criterio de Diplas y Fripp (1992), de acuerdo con el cual el área muestreada debe ser mayor o igual a $100[(D_{sub.max})_{sup.2}]$; (iii) Toma de fotografía digital normal al lecho, para evitar distorsión en la escala.

La granulometría de los materiales gruesos superficiales se determinó de acuerdo con la metodología (frecuencia por número) que relaciona el área total ocupada por un material de un tamaño preestablecido al área total del muestreo, así: (1) Se definieron los siguientes tamaños de grano: mayores a 7 cm, 6 cm, 5 cm, 4 cm, 3 cm, 2 cm, 1 cm y menores a 1 cm.; (2) Se aproximó la forma de las piedras presentes en la fotografía convenientemente ampliada a un elipsoide o una esfera según el caso y se determinó la longitud del eje medio. Con este valor se ubicó cada grano en uno de los rangos establecidos; (3) Se determinaron las áreas de las gravas y las piedras y se sumaron todas las correspondientes a un mismo rango de tamaño; (4) Se encontró el porcentaje del área total ocupada por cada rango de tamaños. La fracción de tamaños menores de 1 cm se asumió como la diferencia entre el 100% (área total) y la suma de los porcentajes de los demás tamaños.

[ILUSTRACIÓN OMITIR]

[ILUSTRACIÓN OMITIR]

Muestreo de la capa subsuperficial: Se colectaron muestras volumétricas de la capa subsuperficial y se

analizaron en laboratorios mediante tamizado mecánico (análisis e frecuencia por peso)

Muestreo por perforación: Para determinar las características estratigráficas de los suelos existentes por debajo del lecho del río se utilizó un Equipo Mecánico de Percusión. Se efectuaron 19 perforaciones en el lecho del río, en 12 secciones distanciadas entre sí en promedio unos 40 Km, hasta profundidades medias de 6.0 m desde el nivel del lecho fluvial.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

Granulometría del Material de lecho del Río Cauca Se realizaron pruebas de tamizado y se procesaron los resultados para obtener las curvas granulométricas. A partir de estas curvas se determinaron los diámetros característicos ([d.sub.10], [d.sub.15], [d.sub.16], [d.sub.30], [d.sub.35], [d.sub.50], [d.sub.60], [d.sub.65], [d.sub.84], [d.sub.85], y [d.sub.90]), diámetro medio, [d.sub.m], diámetro medio geométrico, [d.sub.g], el coeficiente de uniformidad, [C.sub.u], el coeficiente de gradación, [C.sub.g], y la desviación estándar o típica, [[sigma].sub.en]. Los resultados obtenidos se presentan en el Cuadro No. 1. Con excepción del tramo superior (K6-K66), en el río Cauca dominan las arenas. Los mayores tamaños de sedimentos se encuentran en la parte alta del cauce (abscisas K6--K66) donde predominan las gravas y las piedras (70% del total) con un tamaño medio de aproximadamente 7.0 mm. La Figura 1 presenta las curvas granulométricas obtenidas en la abscisa K2 + 306 parte sur del tramo en estudio para el material superficial (muestreo de malla y análisis de frecuencia por número) y subsuperficial (muestreo volumétrico y análisis de frecuencia por peso).

Es posible identificar tramos de granulometría relativamente homogénea, como se indica en el Cuadro No. 1. El tamaño del material del río encontrado está influenciado por la pendiente, siendo notoria una disminución del diámetro del material en dirección aguas abajo (dirección en que la pendiente del río disminuye). Sin embargo, es importante anotar que en algunos sectores esta tendencia se ve alterada por el aporte de material grueso de los ríos tributarios, lo cual origina un incremento en el tamaño de los sedimentos en dichos sectores. En la Figura No. 2 se presentan las curvas características de los tramos ya referidos. De acuerdo con estas curvas, el coeficiente de uniformidad, el coeficiente de gradación y la desviación estándar, se puede concluir que el material de fondo del Río Cauca presenta una gradación relativamente pobre, mostrando una cierta uniformidad en el tamaño de los materiales a lo largo del mismo. A partir de las curvas características de estos sectores se obtuvo la composición porcentual de cada tipo de material (Cuadro No. 2). En promedio, a lo largo del río predominan las arenas medias (38.2%), seguido de las arenas finas (23.5%), las arenas gruesas (23.3%), las gravas (14.7%) y los limos y arcillas (0.33%).

4. VARIACIÓN DEL TAMAÑO DE LOS SEDIMENTOS A LO LARGO DEL CAUCE

En la Figura No. 3 se presenta la variación del diámetro [d.sub.50] promedio a lo largo del Río Cauca. Se puede apreciar los mayores tamaños y la gran variabilidad de los diámetros en la parte alta del río, principalmente en los primeros 50 Km aguas abajo del embalse de Salvajina. El 95% de los diámetros medios hallados se encuentran en el rango entre 0.10 y 1.00 mm.

El tamaño de los sedimentos disminuye hacia aguas abajo en un río aluvial debido a los efectos de la abrasión, meteorización y fraccionamiento en su desplazamiento y a la clasificación hidráulica debido al transporte diferencial de las partículas de distintos tamaños. Shulits en 1941 (Simons et al., 1983) propuso la siguiente expresión para estimar la variación del tamaño de las partículas en dirección aguas abajo en un cauce aluvial:

[EXPRESIÓN MATEMÁTICA IRREPRODUCIBLE EN ASCII.]

siendo [d.sub.50x] el tamaño medio de los sedimentos a una distancia x de la sección de referencia donde el tamaño medio es [EXPRESIÓN MATEMÁTICA IRREPRODUCIBLE EN ASCII.] y b el coeficiente de reducción del tamaño de las partículas. Se efectuaron regresiones con base en ecuaciones de tipo exponencial, conforme a la expresión de Shulits, considerando el diámetro medio [d.sub.50] en cada en cada uno de los

tramos. Los resultados se ilustran en la Figura No. 3 incluyendo la ecuación de ajuste y el coeficiente de determinación.

[FIGURA 1 OMITIR]

[FIGURA 2 OMITIR]

[FIGURA 3 OMITIR]

5. CONCLUSIONES

El lecho del Río Cauca está conformado principalmente por sedimentos granulares: (i) en la parte alta del Río (aproximadamente desde Salvajina hasta cerca de la desembocadura del río Claro), donde la pendiente del río es relativamente alta, predominan los materiales más gruesos, principalmente gravas, gujarros y piedras; y, (ii) en la parte media y baja del Río (cerca de la desembocadura del río Claro hasta el puente La Virginia), sector donde la pendiente del cauce es baja y representativa del gradiente medio del valle geográfico, dominan los sedimentos granulares finos, fundamentalmente arenas de diferentes tamaños.

Tramo superior o parte alta del Río Cauca: La granulometría media de los materiales de la capa superficial del lecho en este sector, de acuerdo con los resultados obtenidos, presenta las siguientes características: [D.sub.10] = 0.450 mm, [D.sub.50] = 6.98 mm, [D.sub.90] = 19.92mm, [C.sub.u] = 23.23, [C.sub.g] = 1.45, [Ó.sub.d] = 6.44; contenido de gravas = 69.9%, arenas gruesas = 14.84%, arenas medias = 10.20%, arenas finas = 3.48% y limos y arcillas = 1.62%. De acuerdo con la desviación típica y los coeficientes de uniformidad y gradación obtenidos el material de la capa superficial del fondo en este tramo presenta una gradación extendida o no uniforme, es decir, se puede clasificar como bien gradado.

Tramo inferior o parte baja del Río Cauca: El material del fondo del cauce en este tramo presenta, en promedio, las siguientes características: [D.sub.10] = 0.26 mm, [D.sub.50] = 0.64 mm, [D.sub.90] = 2.42 mm, [C.sub.u] = 3.67, [C.sub.g] = 1.01, [Ó.sub.d] = 2.59; contenido de arenas gruesas = 25.62%, arenas medias = 40.2%, arenas finas = 24.75%, gravas = 9.25%, limos y arcillas = 0.16%. Según la desviación típica y los coeficientes de uniformidad y gradación obtenidos los sedimentos del lecho en este sector presentan una granulometría uniforme o no extendida, es decir, son mal gradados.

Según las exploraciones efectuadas en La Balsa (K27), La Bolsa (K80) y Hormiguero (K117), localizadas sobre la parte alta del tramo en estudio, el estrato superior corresponde a gravas con un contenido importante de arenas (cerca del 30%) y un porcentaje muy pobre de arcillas y limos (< 7%); el espesor de esta primera capa superior oscila entre 2.5 y 3.0 m y presenta una compacidad variable, desde muy suelta hasta compacta (aumenta con la profundidad).

Sobre la parte media y baja del cauce (K70-K442) el estrato superior está conformado, en promedio, por arenas pobremente gradadas, con un contenido muy bajo de arenas finas y limos, con un espesor que fluctúa entre 1.5 y 2 m, y que presenta una compacidad variable entre suelta y media. Por debajo de esta capa de arenas se identifica un estrato conformado por arenas- limosas en el sector Hormiguero--Mediacanoa (K117-K224), y limos arcillosos con trazas de arenas medias a finas en el tramo Guayabal . La Virginia (K357-K442). En general, esta segunda capa presenta una consistencia entre semidura y dura y una plasticidad variable entre baja y muy alta.

6. RECOMENDACIONES:

Realizar campañas periódicas para muestrear el material del lecho en los ríos tributarios para diferentes estados del río, es decir, para caudales y niveles bajos, medios y altos. En sectores donde se observa una cierta estabilidad del lecho del río se sugiere muestrearlos durante períodos de verano, ya que muchos de estos pueden quedar en seco (o con profundidades de agua muy pequeñas), lo cual facilita el muestreo de la

capa superficial y el material subyacente. Teniendo en cuenta la gran importancia que tienen las características físicas de los sedimentos del lecho y su relación con la rugosidad, la hidráulica el transporte de sedimentos y la morfología de los cauces, es recomendable investigar en próximos estudios otras características y propiedades de los sedimentos del lecho, tales como, densidad, peso específico, porosidad relación de vacíos, forma (esfericidad, redondez, angularidad etc).

* Recibido: Enero 2004

* Aceptado Febrero 2004

7.REFERENCIAS

American Society for Testing and Materials, (1978). Standard methods of sampling aggregates. ANSI/ASTM D75-75

British Standards Institutions (BS), (1975). British standard methods for sampling and testing of mineral aggregates, sand and fillers. Part I. Sampling, size, shape and classifications, BS812 Part: 1975.

Church, M., McLean, D.G., Wolcott, J.F., (1987). River bed gravels: sampling and analysis. Inc C.R Thorne, J.C. Bathurst, R.D. Hey (eds.). Sediment Transport in Gravel Bed Rivers, John Wiley and Sons, Chichester, 43-88

Fripp, J. B., Diplas, P., (1993). Surface sampling in gravel streams. Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, 119(4), 473-490.

Simon D.B. y Senturk, F., (1983). Sediment Transport Technology

UNIVERSIDAD DEL VALLE--CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA CVC., 1980. Estudio Morfológico del Río Cauca I, Informe Técnico de Avance, Cali.

UNIVERSIDAD DEL VALLE--CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA CVC., 2000. Proyecto Modelación del Río Cauca, Informe Final Caracterización del Río Cauca Tramo Salvajina- La Virginia, Volumen 1, Cali.

Van Rijn, L. C., 1993. Principles of Sediments Transport in Rivers, Estuaries, Coastal Seas and Oceans. Aqua Publications, The Netherlands.

Vide, J.P., Ingeniería Fluvial, 1997. Técnicas de muestreo, 15-35, España. [S]

Carlos Ramírez, Ms.C.

Profesor Titular

Escuela de Recursos Naturales y

del Ambiente.EIDENAR

Univesidad Del Valle

José Luis García, Esp.

Profesor Asistente

Escuela de Recursos Naturales y

del Ambiente.EIDENAR

Univesidad Del Valle

Oscar Ramírez. Ing.

Escuela de Recursos Naturales y

del Ambiente.EIDENAR

Univesidad Del Valle

Ricardo A. Bocanegra Ing.

Escuela de Recursos Naturales y

del Ambiente.EIDENAR

Univesidad Del Valle

Grupo Escuela de Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente--EIDENAR

Apartado Aéreo 25360. Teléfono 3396097 Cali--Colombia.

caramir@univalle.edu.co

AUTORES

Carlos Alberto Ramirez C. M.sc. Ingeniería Hidráulica, IHE. Holanda. Profesor Titular Escuela de Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente EIDENAR Universidad del Valle.

caramir @univalle.edu.co

José Luis García V. Esp. Estudios de Impacto Ambiental. Profesor Asistente Escuela de Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente EIDENAR Universidad del Valle.

joseluga@univalle.edu.co

Oscar Ramírez B. Esp. Ingeniería de Recursos Hídricos. Ing Grupo de Hidrodinámica Proyecto de Modelación del Río Cauca Universidad del Valle

oscarami@univalle.edu.co

Ricardo Andrés Bocanegra V. Ing. Civil Universidad del Valle. Ingeniero Interventor Proyecto de Modelación del río Cauca Universidad del Valle

ricardoaboc@univalle.edu.co

Cuadro No. 1 Diámetros Característicos Promedios del Material de Fondo
Corriente: Río Cauca--Año 2003

Tramo (Km)	Diámetros Promedios (mm)			
	[d.sub.10]	[d.sub.15]	[d.sub.16]	[d.sub.30]
6-66	0.40	0.65	0.70	2.07

66-93	0.30	0.34	0.37	0.46
93-110	0.35	0.43	0.44	0.61
110-134	0.23	0.26	0.26	0.34
134-165	0.16	0.18	0.18	0.22
165-192	0.24	0.29	0.29	0.44
192-230	0.25	0.29	0.29	0.37
230-290	0.20	0.23	0.24	0.29
290-442	0.21	0.24	0.24	0.30

Tramo (Km)	Diámetros Promedios (mm)			
	[d.sub.35]	[D.sub.50]	[D.sub.60]	[d.sub.65]
6-66	3.22	6.98	8.82	10.04
66-93	0.49	0.63	0.72	0.81
93-110	0.67	0.89	1.26	1.52
110-134	0.37	0.47	0.68	0.95
134-165	0.22	0.24	0.28	0.30
165-192	0.48	0.64	0.81	0.95
192-230	0.40	0.51	0.61	0.69
230-290	0.33	0.38	0.42	0.45
290-442	0.32	0.38	0.42	0.44

Tramo (Km)	Diámetros Promedios (mm)			Coefficientes
	[d.sub.84]	[d.sub.85]	[d.sub.90]	[6.sub.en]
6-66	17.14	17.52	19.92	6.44
66-93	1.27	1.32	1.60	1.59
93-110	4.08	4.36	6.58	3.18
110-134	2.77	3.00	3.77	3.56
134-165	0.40	0.41	0.47	1.55
165-192	1.85	1.90	2.35	2.89
192-230	1.33	1.36	1.84	2.15
230-290	0.60	0.61	0.67	1.58
290-442	0.61	0.62	0.75	1.59

Tramo (Km)	Coefficientes	
	[C.sub.u]	[C.sub.l]
6-66	23.23	1.45
66-93	2.25	1.07
93-110	3.70	0.89
110-134	3.31	0.80
134-165	1.75	1.01
165-192	4.17	1.09
192-230	2.46	0.94
230-290	2.07	1.01
290-442	2.06	1.04

Cuadro No. 2 Composición Porcentual Media de Granulometrías Típicas del Material de Fondo del Río Cauca--Año 2003

Tramo (Km)	Composición Porcentual Media del Material del Fondo (%)			
	Grava (2-64 mm)	Arena Gruesa (0.5-2 mm)	Arena Media (0.25-0.5 mm)	Arena Fina (0.62-0.25 mm)
6-66	69.36	14.84	10.20	3.48
66-93	6.42	32.53	48.36	12.26
93-110	23.29	45.63	25.40	5.61
110-134	22.00	26.00	34.00	17.87
134-1155	0.52	5.16	28.07	65.91
1 (55-192	11.48	41.42	30.69	16.35
192-230	7.17	29.43	45.60	17.73
230-290	0.92	11.68	58.32	28.97
290-442	2.24	13.12	51.17	33.32
Promedio	14.73	23.32	38.16	23.46

Tramo (Km)	Limos y Arcillas (<0.062mm)
6-66	1.62
66-93	0.43
93-110	0.07
110-134	0.13
134-1155	0.34
1 (55-192	0.06
192-230	0.07
230-290	0.11
290-442	0.16
Promedio	0.33

Número de Documento:A227461644
