



CURSO (ASIGNATURA)	TRANSPORTE DE SEDIMENTOS
CODIGO	IA – 7047
CREDITOS	2-0-2
PRE-REQUISITOS	Hidráulica

JUSTIFICACIÓN

El estudio de Transporte de Sedimentos es importante porque permite al ingeniero comprender cualitativamente el complejo mecanismo del fenómeno transporte de sedimentos en cauces aluviales y ríos de montaña, así como su cuantificación y control del volumen de sedimentos transportados por los cauces con la finalidad de dimensionar las estructuras hidráulicas como bocatomas, puentes, presas, etc.

OBJETIVOS

Capacitar a los alumnos, en el entendimiento del complejo fenómeno del transporte de sedimentos así como en las técnicas de solución de los problemas inherentes a este fenómeno.

CONTENIDO ANALÍTICO

UNIDAD 1: INTRODUCCIÓN AL TRANSPORTE DE SEDIMENTOS Y CONCEPTOS BASICOS DE HIDRAULICA DE CANALES ABIERTOS.

Semana 1.

Importancia del estudio de transporte de sedimentos y métodos de investigación. Tipo de flujo en canales, ecuación de continuidad, ecuación de momento, la ecuación de energía, la ecuación de fuerza tractiva, el flujo uniforme, el concepto de capa límite, espesor de desplazamiento, ecuación de la capa límite, rugosidad de superficie, distribución de velocidad para flujo turbulento, ejemplos de aplicación.

UNIDAD 2. MORFOLOGÍA DEL RIO Y PROPIEDADES DE LOS SEDIMENTOS.

Semana 2 .

Conceptos de geomorfología fluvial. Clasificación. Formación de llanuras de inundación. Propiedades Individuales del Sedimento: Tamaño de la Partícula, Forma del Sedimento, Peso Específico del Sedimento, Velocidad de Sedimentación. Propiedades de los Sedimentos en Conjunto: Distribución Granulométrica, Distribución de Frecuencias de los Sedimentos, Porosidad, Peso Específico Aparente, Angulo de Reposo.

UNIDAD 3: INICIO DE MOVIMIETO DE LAS PARTICULAS SÓLIDAS.

Semana 3 .

Condición Crítica de Inicio del Movimiento, Análisis de Shields, Criterio de la Velocidad Crítica, Criterio de la Fuerza tractiva Crítica, Ecuación de Kramer, Fórmula de USWES, Ecuación de Chang, Fórmula de Krey, Fórmula de Indri, Fórmula de Schoklitsch, Gráfico de Lane.

UNIDAD 4. CONFIGURACIONES DEL LECHO EN RIOS ALUVIALES Y DE MONTAÑA. ECUACIONES DE RESISTENCIA AL FLUJO.

Semana 4, 5 y 6.

Clasificación de las Configuraciones del Lecho en Ríos Aluviales y de Montaña, Predicción de las Configuraciones del Lecho. Ecuaciones de Resistencia al Flujo en Cauces de Lecho Fijo: Ecuación de Chezy, Ecuación de Manning, Ecuación de Strickler. Ecuaciones de Resistencia al flujo en Cauces de Lecho Móvil: Métodos de Resistencia Global al Flujo (Fórmula Japonesa, Método de Garde y Ranga Raju, Fórmula de Paris, Método de Brownlie), Métodos que Consideran la subdivisión de la resistencia al Flujo (Método de Einstein y Barbarosa, Método de Engelund y Hansen). Ejemplos de cálculo.

Semana 7. Examen Parcial.

Semanas 8 y 9. Transporte De Sedimentos De Fondo.

Formulaciones de Naturaleza Empírica: Fórmula de Du Boys, Fórmula de Meyer-Peter y Muller. Ecuaciones Basadas en el Análisis Dimensional: Ecuación de Shields, Ecuación de Einstein y Brown, Ecuación de Rottner, Método de Garde y Albertson, Método de Misiri, Garde y Ranga Raju, Método de Engelund y Fredsoe, Métodos Semi-teóricos: Ecuación de Einstein, Ecuación de Kalinske. Ejemplos de cálculo. Aplicaciones con el Programa SedDisch.

Semanas 10 y 11. Transporte Sólido En Suspensión Y Total.

Mecanismo de Suspensión, Integración de la Ecuación de Distribución de Sedimentos, Método de Einstein, Método de Lane y Kalinske, Método de Garde y Pande, Método de Samaga. Transporte sólido total: Método de Laursen, Método de Garde y Datari, Método de Graf y Acaroglu, Método de Bagnol, Método de Engelund y Hansen, Método de Ackers y White, Método de Shen y Hung, Método de Ranga Raju. Ejemplos de cálculo. Aplicaciones con el Programa SedDisch.

Semana 12. Flujos Hiperconcentrados y Huaycos.

Leyes reológicas de los fluidos. Modelos para flujos de alta concentración de sólidos. Modelo dilatante de Bagnold, Modelos de Takahashi, Modelos generalizados de Chen, Modelo de Daido, otros modelos. Ejemplos de cálculo en obras hidráulicas. Aplicaciones con el modelo numérico FLO-2D.

Semana 13. Aplicaciones a Problemas de Ingeniería.

Degradación y agradación de cauces aluviales. Sedimentación de embalses. Socavación en puentes en ríos aluviales y en ríos de alta pendiente. Socavación al final de estructuras. Aplicaciones con modelos Numéricos HEC-6, CCHE-1D, CCHE-2D y SSIIM-3D.

Semana 15. Examen Final.

SISTEMA DE EVALUACION

- Trabajos encargados sustentados mediante exposición	60 %
- Examen de Medio Curso	20 %
- Examen Final	20 %

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

LIBROS Y NOTAS DE CURSO:

1. AGUIRRE-PE, J. 1983 Hidráulica de Sedimentos. Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras –Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela, 269 p.
2. ALTUNIN, S.T. Regulación de Ríos. Editorial Agricultura, Moscú, Ex-URSS, 352 p., 1962. (en ruso)
3. CHOW, V. T.; Open Channel Hydraulic. New York, McGraw-Hill, 680 p., 1959.
4. BATHURST, J.C.; GRAF, W.H.; CAO, H.H. Bed Load Discharge Equations for Steep Mountain Rivers, In Sediment Transport in Gravel-bed Rivers; C. Thorne et al. (Ed.). John Wiley & Sons, Chichester, UK, 1987.

5. BREUSERS, H.N.C. Lecture Notes on River Hydraulics, International Course for Hydrologists, Delft, Netherland, 1987.
6. CUNGE, J.; HOLLY F.; VERWEY A. Practical Aspects of Computational River Hydraulics. Pitman Publ. Ltd, London, UK, 1980.
7. GARDE, R. J., RANGA RAJU, K.G. Mechanics of Sediment Transportation and Alluvial Stream Problems. 2 ed. New Delhi, John Wiley & Sons, 618 p.; 1985
8. GONCHAROV, B.N. Dinámica Fluvial en Ríos. Editorial Hidrometeorología, Leningrado, Ex-URSS, 374 p., 1962. (en ruso)
9. GRAF, W.H.; ALTINAKAR M.S. Fluvial Hydraulics: Flow and Transport Processes in Channels of Simple Geometry. Chichester, John Wiley & Sons, 681 p., 2001.
10. GRAF, W. H. Hydraulics of Sediment Transport. USA. McGraw-Hill Series in Water Resources and Environmental Engineering, 513 p., 1971.
11. GRISHANIN, K.V. Dinámica de Ríos. Editorial Hidrometeorología, Leningrado, Ex-URSS, 1969. (en ruso)
12. GRISHANIN, K.V. Fundamentos de la Dinámica de Cauces Aluviales. Editorial Transporte, Moscú, Ex-URSS, 1990. (en ruso)
13. IBAD-ZADE, Y.A. Transporte de Sedimentos en Cauces Abiertos. Editorial Construcción, Moscú, Ex-URSS, 1974. (en ruso)
14. INSTITUTE ON FLUVIAL PROCESSES Final Lecture Schedule, Colorado State University, Fort Collins, Colorado, USA.
15. JULIEN, P. Y. River Mechanics, Cambridge University Press, U.K., 2002.
16. JULIEN, P. Y. Erosion and Sedimentation, 2nd. Ed. Cambridge University Press, U.K., 2010.
17. JACOB M.; HUNGR O. Debris-Flow Hazards and Related Phenomena, Springer - Praxis Publishing, U.K., 2005
18. MEJIA M., J. A. Erosión y Transporte de Sedimentos (Notas de Aula); Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima-Perú, 1993.
19. MORRIS G.L., FAN J. Reservoir Sedimentation Handbook. McGraw-Hill, EE.UU., 2009.
20. RAUDVIKI, A. J. Loose Boundary Hydraulics. 2nd. Ed. Oxford-England, Pergamon Press Ltd.; 1976.
21. ROCHA, A. Transporte de Sedimentos, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima-Perú, 1972.
22. RZHANITZIN, N.A. Patrones Morfológicos e Hidrológicos de la Estructura de la Red de Drenaje de los Ríos. Leningrado, 1960. (en ruso)
23. RZHANITZIN, N.A. Hidráulica de Ríos e Hidrotecnia, Editorial Universidad de la Amistad de los Pueblos Patricio Lumumba, Moscú, Ex-URSS, 1973. (en ruso)
24. SCHRÖDER, W. Regularización y Control de Ríos. Instituto de Hidráulica, Hidrología e Ingeniería Sanitaria, Universidad de Piura. Editado por CONCYTEC, Piura, 1994.
25. SIMONS, D. B.; LI, R.M. Engineering Analysis of Fluvial Systems, Fort Collins, Colorado, USA, 1982.
26. SIMONS, D. B.; SENTURK, F. Sediment Transport Technology. USA, Water Resources Publications, Fort Collins-Colorado, 1977.
27. TAKAHASHI, T. Debris Flow - Mechanics, Predictions and Countermeasures, Taylor and Francis, U.K., 2007
28. THORNE, C.R.; BATHURST, J.C.; HEY, R.D.(Eds) Sediment Transport in Gravel-Bed Rivers, Wiley, 995 p., 1987.
29. VAN RIJN, L. C. Manual of Sediment Transport Measurement. Delft Hydraulics Laboratory, The Netherlands, 1986.
30. VANONI, A. V. Sedimentation Engineering, USA-Colorado, Manual ASCE, 1977.
31. VANONI, A.V. Curso de Sedimentación. Laboratorio de Hidráulica - Universidad de Chile, 1962.
32. VELIKANOV, M.A. Transporte de Sedimentos. Moscú, Ex-URSS, 1948. (en ruso)
33. VELIKANOV, M.A. Procesos Fluviales: Fundamentos Teóricos. Editorial Físico-Matemática, Moscú, Ex-URSS, 395 p., 1956. (en ruso)
34. YALIN, M. S. Mechanics of Sediment Transport, Pergamon Press, Oxford, UK, 1972
35. YANG, C.T. Sediment Transport: Theory and Practice. Krieger Pub Co, 2003.

REPORTES TECNICOS Y TESIS:

36. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIAL DESIGNATION. Grain-Size Analysis of Soils. Book of ASTM Standards, Part 11, p. 193-201, 1966.
37. DE VRIES, M. On Measuring Discharge and Sediment Transport in River. Delft Hydraulics Laboratory, Publication N° 106, 15 p. The Netherlands, april, 1973.
38. ENGELUND, F & HANSEN, E. A. Monograph of Sediment Transport in Alluvial Streams. Copenhagen, Teknisk Forlag, 1967.
39. EINSTEIN, H. A. Determination of Rates of Bed-Load Movement. Proceeding, Federal Inter-Agency Sedimentation Conference, P.891-918, 1951.
40. EINSTEIN, H. A. The Bed Load Function for Sediment Transportation in Open Channels Flow. Technical Bulletin 1026, U.S.D.A., Soil Conservation Service, Washington, D.C. 1950.
41. LANE, E. W.; KALINSKE, A.A. The Relation of Suspended to Bed Materials in Rivers Transactions, American Geophysical Union, p. 637-41, 1973.
42. MEJIA M., J. A. Sediment Transport Calculations en Two Dimensions Using de Einstein's Procedure. MSc. Thesis, Free University of Brussel. Belgium, 1987.
43. MEYER-PETER, E.; MULLER, R. Formulas for Measuring Bed-Load. US Geological Survey, Water Supply Paper 1748, 1964.

ARTICULOS Y REPORTES TECNICOS DEL PROFESOR SOBRE SEDIMENTOS:

44. Aguirre-Pe, J., Quisca, S., and Plachco, F.P.(1995). "Tests and numerical one-dimensional modelling of a high-viscosity fluid dam-break wave", Journal Hydraulic Research, IAHR, Vol. 33, No.1, pp. 17-25
45. Aguirre-Pe, J., Quisca, S.(1994). Discussion to "Routing Debris Flow with Particle Segregation", Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, Vol. 120, No.5, pp. 660-661.
46. Aguirre-Pe, J., y Quisca, S.(1994). "Modelación numérica unidimensional de una onda viscosa con superficie libre", Revista Latinoamericana de Hidráulica, IAHR, No.8, pp. 79-89.
47. Quisca, S., Aguirre-Pe, J., and Plachco, F.P.(1996). Discussion to "Newtonian Fluid Mechanics Treatment of Debris Flow and Avalanches", Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, HY June, p362-363.
48. Quisca, S., and Aguirre-Pe, J.(1995). "Unsteady Propagation of a Quasi Two-Phase Wave on a Dry Steep Channel", Proceeding of the XXVI International Congress of the IAHR, Hydra 2000, London, U.K., Vol. III, pp. 208-213.
49. Quisca, S.I.(1995). "Use of Characteristics method for numerical simulation of fluid finite volume moving down a dry steep channel", Proceeding of the Third Caribbean Congress on Fluid dynamics and The Third Latin-American Symposium on Fluid Mechanics, Caracas, Venezuela, Febr. 5-8, 1995, Vol.1, pp. Q7-Q11.
50. Quisca, S., Castillo, J., and Plachco, F.P.(1995). "One Dimensional Viscous Wave Propagation on a Dry Bed Channel", Proceeding of the Third Caribbean Congress on Fluid Dynamics and The Third Latin-American Symposium on Fluid Mechanics, Caracas, Venezuela, Febr. 5-8, 1995, Vol.1, pp. Q1-Q6.
51. Quisca, S., Castillo, J., y Aguirre-Pe, J.(1994). "Un procedimiento de optimización directa para la adaptación de una malla móvil en problemas unidimensionales de escurrimientos no permanente", Memorias del XVI Congreso Latinoamericano de Hidráulica, IAHR, Santiago de Chile, Chile, Vol.6, pp. 147-156.
52. Aguirre-Pe, J. y Quisca, S.(1994). "Simulación numérica de una onda viscosa con superficie libre", Memorias del XVI Congreso Latinoamericano de Hidráulica, IAHR, Santiago de Chile, Chile, Vol. 1, pp. 1-12.
53. Aguirre-Pe, J., Plachco, F.P., Quisca, S., and Usubillaga, R.(1993). "Modelling of a Debris Flow Avalanche by a Viscous Flow", Proceeding XXV Congress of International Association of Hydraulic Research, IAHR, Tokyo 1993, Japan, Vol.III, pp. 86-93.
54. Aguirre-Pe, J., Usubillaga, R., Fuentes, R. y Quisca, S.(1992). "Modelación del flujo repentino, de un fluido real, generado por remoción de una pantalla", Memorias del XV Congreso Latinoamericano de Hidráulica, IAHR, Santiago de Chile, Chile, Vol. II, pp. 57-67.
55. Quisca, S. (1995). Modelos numéricos del flujo de una avalancha de barros y escombros. Tesis Doctoral para Optar el Grado de Doctor en Ciencias Aplicadas,

- Mención Hidráulica, en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.
56. Quisca, S. (2012). Revisión y Actualización del Estudio Definitivo de la Presa Los Loros. Consorcio Presa Los Loros. Proyecto Especial Tambo Ccaracocha, Gobierno Regional de Ica., Febrero 2012.
 57. Quisca, S. (2012). Asesoría en el Diseño de la Presa Calientes. Proyecto Especial Tacna, Gobierno Regional de Tacna. Febrero 2012.
 58. Quisca, S. (2011). Asesoría en el Diseño de la Presa Jarumas II. Proyecto Especial Tacna, Gobierno Regional de Tacna. Noviembre 2011.
 59. Quisca, S. (2011). Estudio Geodinámico y Revisión de la Hidrología, Transporte de Sedimentos y del Diseño de Obras Hidráulicas en las Quebradas Pahuaypite, Patahuasi y Topara. Unidad Minera Cerro Lindo, Compañía Minera MILPO S.A. Environmental Science Engineering & GIS SRL., Julio 2011.
 60. Quisca, S. (2011). Estudio de Sedimentos de la Cuenca del Río Olmos y Trasvase hacia la Quebrada Lajas, para el Diseño de la Bocatoma Miraflores de la Irrigación Olmos. Servicios de Ingeniería S.A. – Constructora Odebrecht. Región Lambayeque. Febrero 2011.
 61. Quisca, S. (2010). Estudio de Hidráulica Fluvial y Transporte de Sedimentos en la Quebrada Huanuara del Sector Agua Salada. Municipalidad Distrital de Ilabaya, Región Tacna. Setiembre 2010.
 62. Quisca, S. (2010). Estudio de Hidráulica Fluvial y Transporte de Sedimentos en el Río Ilabaya del Sector Minaytita. Municipalidad Distrital de Ilabaya, Región Tacna. Setiembre 2010.
 63. Quisca, S. (2010). Estudio Geológico y de Geodinámica Externa en la Quebrada Huanuara y Río Ilabaya de los Sectores Minaytita y Agua Salada. Municipalidad Distrital de Ilabaya, Región Tacna. Agosto 2010.
 64. Quisca, S. (2010). Estudio de Vulnerabilidad de la Microcuenca Pariac por Efecto del Embalse Rajucolta, Empresa Consultora Q&V Ingenieros SAC. Duke Energy Egenor. Provincia de Huaraz, Región Ancash. Setiembre 2010.
 65. Quisca, S. (2010). Estudio de Sedimentos de los Estudios de Preinversión del Proyecto de Represamiento de la Laguna Langui-Layo, CES Consulting Engineers Salzgitter GmbH. Empresa de Generación Eléctrica Machu Picchu S.A. - EGEMSA. Región Cusco. Agosto 2010.
 66. Quisca, S. (2010). Estudio Geodinámico y Diseño de Obras de Estabilización de las Cuencas Alpamarca, Canalhuayco y Cuencas Tributarias. Consorcio Minero Horizonte. Provincia Pataz, Región La Libertad. Mayo 2010.
 67. Quisca, S. (2009). Estudio Definitivo de la Bocatoma y Sistema de Riego Macacona-Quilloay, Proyecto Especial Tambo-Ccaracocha (PETACC) - Gobierno Regional de Ica. Diciembre 2009.
 68. Quisca, S. (2009). Revisión y Actualización del Estudio Definitivo de la Presa y Canal Aductor Tambo, Proyecto Especial Tambo-Ccaracocha (PETACC) - Gobierno Regional de Ica. Diciembre 2009.
 69. Quisca, S. (2009). Estudio de Hidrología y Sedimentación del Proyecto Centrales Hidroeléctricas de la Cuenca Media del Río Marañón, ELECTROPERU S.A. Empresa Consultora Q&V Ingenieros SAC. Octubre 2009.
 70. Quisca, S. (2009). Asesoría Especializada en Diseños Hidráulicos y Estructurales para la Optimización y Priorización de los Diseños de las Defensas Ribereñas en el Río Ilabaya-Locumba en el Valle de Ilabaya. Municipalidad de Ilabaya, Región Tacna. Junio 2009.
 71. Quisca, S. (2009). Estudio de Sedimentos de la Represa Chonta del Estudio de Factibilidad del Río Chonta, Cajamarca. Consorcio SALZGITTER - SISA. Junio 2009.
 72. Quisca, S. (2009). Revisión y Compatibilización de los Estudios Previos y Concurrentes para la Estimación de Daños por Desbordes e Inundaciones del Estudio de Factibilidad del Proyecto “Construcción de Defensas y Encauzamiento del Río Ilabaya y Locumba en los Sectores de Chejaya, Ilabaya, Mirave y Oconchay”. Municipalidad Distrital de Ilabaya, Región Tacna. Mayo 2009.
 73. Quisca, S. (2009). Modelamiento Hidráulico del Tránsito de Avenidas con y sin Proyecto, Rediseño de las Obras del Encauzamiento y Defensas Ribereñas en el Río Ilabaya-Locumba (25.6 km) y Adecuación a la Faja Marginal. Municipalidad de Ilabaya, Región Tacna. Febrero 2009.

74. Quisca, S. (2009). Estudios de Sedimentos e Hidráulica Fluvial de la Bocatoma de Huachipa en el Río Rímac – Proyecto de la Planta de Tratamiento de Agua Potable Huachipa. SISA - Consorcio Camargo Correa - OTV. Febrero 2009.
75. Quisca, S. (2008). Diseño del Encauzamiento y Diques de Protección con Enrocado en 25.6 km del Río Ilabaya-Locumba. Estudio de Factibilidad SNIP de las Obras de Encauzamiento y Defensas Ribereñas (25.6 km) – Río Ilabaya-Locumba. Municipalidad de Ilabaya, Región Tacna. Empresa HIDROEVAL Ingenieros Consultores. Noviembre 2008.
76. Quisca, S. (2008). Estudio de Hidráulica Fluvial y Transporte de Sedimentos del río Ilabaya-Locumba para fines de Obras de Encauzamiento y Defensas Ribereñas (25.6 km) del Estudio de Factibilidad SNIP. Municipalidad de Ilabaya, Región Tacna. Empresa HIDROEVAL Ingenieros Consultores. Octubre 2008.

ARTICULOS DE REVISTAS:

77. Water Resource Research, USA
78. Journal of Hydraulic Research, IAHR
79. Journal of Hydraulic Engineering, ASCE
80. Hydrotechnical Constructions, Russia
81. La houille Blanche, Francia
82. Journal Fluid Engineering, ASME
83. Acta Mechanica, Alemania
84. Journal of Fluid Mechanics, UK
85. Annual Review of Fluid Mechanics, UK
86. Proceedings of the Royal Society of London (Serie A), UK
87. Journal Geophysical Research, USA
88. Canadian Journal of Earth Science