

Determinación del grado de eficiencia del uso de Trampas de Sedimentos en el Área de Acarreo y sitio de Depósito de Material Excavado Monte Lirio.

Johiner J. Prescott M., Francisco Farnum Castro²

¹Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Colón CRUC, Estudiante de Práctica Profesional, Tel: (507) 6261-8083. E-mail: j_prescott13@hotmail.com.

²Universidad de Panamá, Profesor Tiempo Completo, Departamento de Botánica, tel.: (507) 6675-1782. E-mail: frank0523@hotmail.com.

RESUMEN

Se realizó una investigación en el área de acarreo y sitio de depósito de material excavado Monte Lirio ubicado en el Proyecto de Diseño y Construcción del Tercer Juego de Esclusas del Canal de Panamá, Sector Atlántico; sobre las trampas de sedimento, cuyo objetivo es conocer las condiciones en que se encuentran y cuanto es el volumen retenido en sedimento. En el sitio de estudio se encontró un total de 92 trampas en donde se procedió a medir el alto, ancho y el largo de cada una, para así determinar su capacidad de retención. Durante 10 semanas se midió la profundidad del sedimento encontradas en cada trampa, dando como resultado mayor cantidad de sedimentos en las trampas situadas en el área de botadero en comparación del área de acarreo, ya que estas áreas presentan condiciones diferentes.

ABSTRACT

An investigation realized in the area of transportation and site of warehouse of excavated material Monte Lirio located in the Project of Design and Construction of the Third Set of Locks of the Panama Canal, Atlantic Sector, on the traps of sediment, which aim is to know the conditions in which they are and all that is the volume retained in sediment. In the site of study one found a total of 92 traps where one proceeded to measure the high place, width and the length of each one, to this way to determine his capacity of retention. For 10 weeks the depth of the sediment measured up found in every trap, giving as major result quantity of sediments in the traps placed in the area of dump in comparison of the area of transportation, since these areas present different conditions.

INTRODUCCIÓN

La erosión es un fenómeno en donde se da el deterioro de la superficie terrestre, bajo la acción de los agentes erosivos, siendo los principales el agua y el viento (**Chevesich, 2008**). El resultado final de la erosión es la sedimentación, que se refiere al proceso en el cual se acumulan partículas de tierra o suelo en el fondo de los cuerpos de agua haciendo que disminuya el espacio disponible para el almacenaje del agua en ríos, lagos y quebradas.

La erosión es considerada hoy día como uno de los principales problemas ambientales a nivel global, asociado, en gran medida, a la deforestación.

Además de la deforestación y la aplicación directa de la tierra a sistemas de cultivo, ciertos proyectos de desarrollo como construcción de carreteras, aeropuertos, y en este caso un Mega proyecto como la Construcción del Tercer Juego de Esclusas del Canal de Panamá, pueden contribuir al desarrollo de procesos erosivos si no se toman las medidas ambientales preventivas oportunas.

El consorcio Grupo Unidos por el Canal S. A. empresa encargada de este Mega Proyecto, pone en práctica importantes métodos de prevención y mitigación ambiental, para la protección del suelo durante la construcción del Tercer Juego de Esclusas del Canal de Panamá.

Una de las medidas utilizadas en el Programa de Protección de Suelos, son las trampas de sedimentos, también conocidas como “barreras filtradoras” las cuales son cercas temporales que ayudan a delimitar espacios donde se almacenan materiales tales como arena, tierra orgánica u otros materiales.

Es importante mencionar que la función de las trampas es de filtración de sedimentos; es decir, disminuir la velocidad de escorrentía que viene con partículas de suelo y con ello hacer que pase el agua y el sedimento se deposite en la trampa, acumulándose para evitar la contaminación y turbiedad de los cuerpos de agua.

Dentro del proyecto existen cuatro tipos de trampas de sedimentos, la primera y más abundante es la fabricada con tela tejida geotextil malla electro soldada geomalla, la segunda es la confeccionada con tela de henequén y geotextil, y calzadas (bloquecitos) y geomalla y por último las de saco de henequén con piedra y geomalla.

Para verificar la efectividad de las medidas de control de erosión se implementaron actividades de seguimiento, una vez a la semana, que permitirán corroborar la correcta operatividad con el objetivo primordial de prevenir o corregir eventuales problemas de erosión durante la etapa de construcción del tercer juego de esclusa del Canal de Panamá.

Dicho seguimiento comprenderá de inspección visual y medición de volumen de sedimentos acumulados por trampa, esto es requerido especialmente durante la temporada lluviosa para evitar que los cuerpos de aguas cercanas a esta área, sean contaminadas por partículas del suelo.

Propuesta de Ampliación del Canal de Panamá Mediante la Construcción del Tercer Juego de Esclusas

La Autoridad del Canal de Panamá (ACP) somete a consideración del Órgano Ejecutivo la propuesta de ampliar la capacidad del Canal mediante la construcción del tercer juego de esclusas.

El proyecto del tercer juego de esclusas es un programa integral de ampliación de la capacidad del Canal, cuyos tres componentes principales son:

1. la construcción de dos complejos de esclusas, uno en el Atlántico y otro en el Pacífico, de tres niveles cada uno, que incluyen tinas de reutilización de agua;
2. la excavación de cauces de acceso a las nuevas esclusas y el ensanche de los cauces de navegación existentes y;
3. la profundización de los cauces de navegación y la elevación del nivel máximo de funcionamiento del lago Gatún(**Autoridad del Canal de Panamá, 2006**).

Objetivos de la Ampliación de la Capacidad del Canal Mediante la Construcción del Tercer Juego de Esclusas

Los objetivos de la ampliación del Canal son(**Autoridad del Canal de Panamá, 2006**):

1. Hacer crecientes y sostenibles a largo plazo los aportes a la sociedad, a través de los pagos que el Canal hace al Tesoro Nacional;
2. Mantener tanto la competitividad del Canal como el valor de la ruta marítima de Panamá para la economía nacional;
3. Aumentar la capacidad del Canal para captar la creciente demanda de tonelaje con niveles de servicio apropiados para cada segmento de mercado y
4. Hacer que el Canal sea más productivo, seguro y eficiente.

El Canal es la principal actividad económica del país, y su ampliación constituye un paso fundamental para el continuo desarrollo del conglomerado de servicios de Panamá, que aprovecha la posición geográfica del istmo y que ha convertido a Panamá en un centro mundial de enlace de comercio, transporte y logística.

Dicha ampliación de capacidad asegura, además, el crecimiento integral y sostenible de las actividades marítimas que se desarrollan en Panamá, lo cual es congruente con la estrategia marítima nacional. En síntesis, impulsará toda la economía nacional y mejorará la calidad de vida de los panameños (**Autoridad del Canal de Panamá, 2006**).

Licitación para Ampliar el Canal de Panamá

Grupo Unidos por el Canal, encabezado por la empresa española Sacyr e integrado por una firma panameña, entre otras, ganó la licitación para construir la ampliación del Canal de Panamá y permitir el cruce de buques más grandes, superando a otros dos competidores.

Este consorcio consiguió la mejor evaluación técnica (4.088,5 puntos) para el diseño y construcción de un nuevo juego de esclusas y exigió el menor precio, 3.118 millones de dólares, dijo la Autoridad del Canal de Panamá (ACP), la agencia estatal que administra la vía que mueve el 5% del comercio mundial.

Grupo Unidos por el Canal presentó el mejor precio y también tuvo el mayor puntaje técnico, está integrado por empresas de España Sacyr Valle Hermoso, la Italiana Impregilo, la Belga Jan De Nul y la Panameña Constructoras Urbanas S.A (CUSA).

El precio pedido por el ganador fue menor en 363 millones de dólares al presupuestado por la ACP 3.481 millones de dólares (**El Economista, 2009**).

Materiales y Métodos

El Canal de Panamá está ubicado en la parte central de la República de Panamá y tiene una longitud aproximada de 80 km. Las obras del Proyecto del Tercer Juego de Esclusas se encuentran a lo largo del Canal de Panamá, en el sector Atlántico, ubicadas en la ribera oriental del Canal de Panamá, cerca de las esclusas de Gatún. Posee un polígono que mide aproximadamente 210 has (hectáreas), de las cuales unas 90 hectáreas están cubiertas por bosques secundarios y el resto en matorrales y suelos desnudos; sus coordenadas, referidas a los puntos extremos donde se ubica el polígono subdividido en seis zonas de trabajo son las siguientes; al Norte: X= 619157; Y= 1027021, Sur: X= 619226; Y= 1023794, Este: X= 619703; Y= 1025780, Oeste: X= 618567; Y= 1025008.

Dentro de las áreas definidas como herbazales encontramos áreas urbanas, las cuales pertenecen a las áreas patrimoniales de la Autoridad del Canal de Panamá (ACP, 2007). El área del Atlántico está compuesta por sedimentos, arcilla, lodo y arena.

Las seis (6) zonas en el proyecto (**Fig. 7**) son: **Zona 1** (la Administración), **Zona 2** (Monte Lirio); **Zona 3**; **Zona 4** (Excavación); **Zona 5** (Parque Industrial); **Zona 6** (Muelle del Océano).

El área de estudio Monte Lirio (zona 2) es un sitio de depósito de material excavado, donde se puede encontrar residuos como: Tierra Gatún (en mayor cantidad); Arena multi ciclónada; desechos sólidos (descarte) de concreto y arcillas.

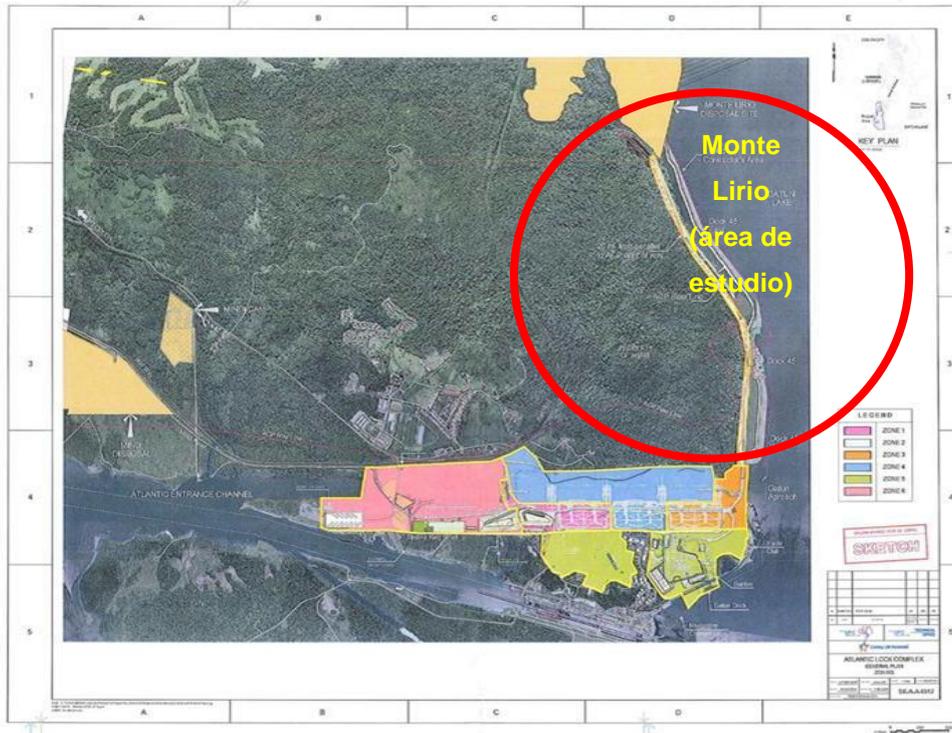


Figura 1 Mapa del área donde se procede a la ampliación del Canal de Panamá. Sector Atlántico. (GUPC, 2012)

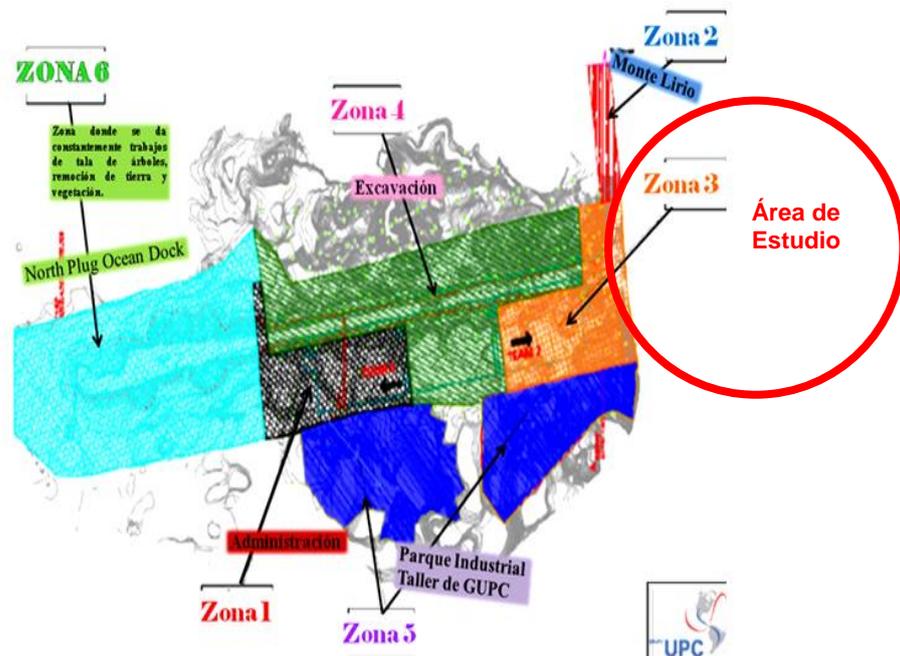


Figura 2 Mapa de las zonas dentro del proyecto de ampliación del Canal de Panamá-Sector Atlántico. (GUPC, 2012)

Levantamiento de Información de Campo

Para realizar el cálculo de la capacidad de retención de cada trampa de sedimento se midió alto, ancho y el largo.

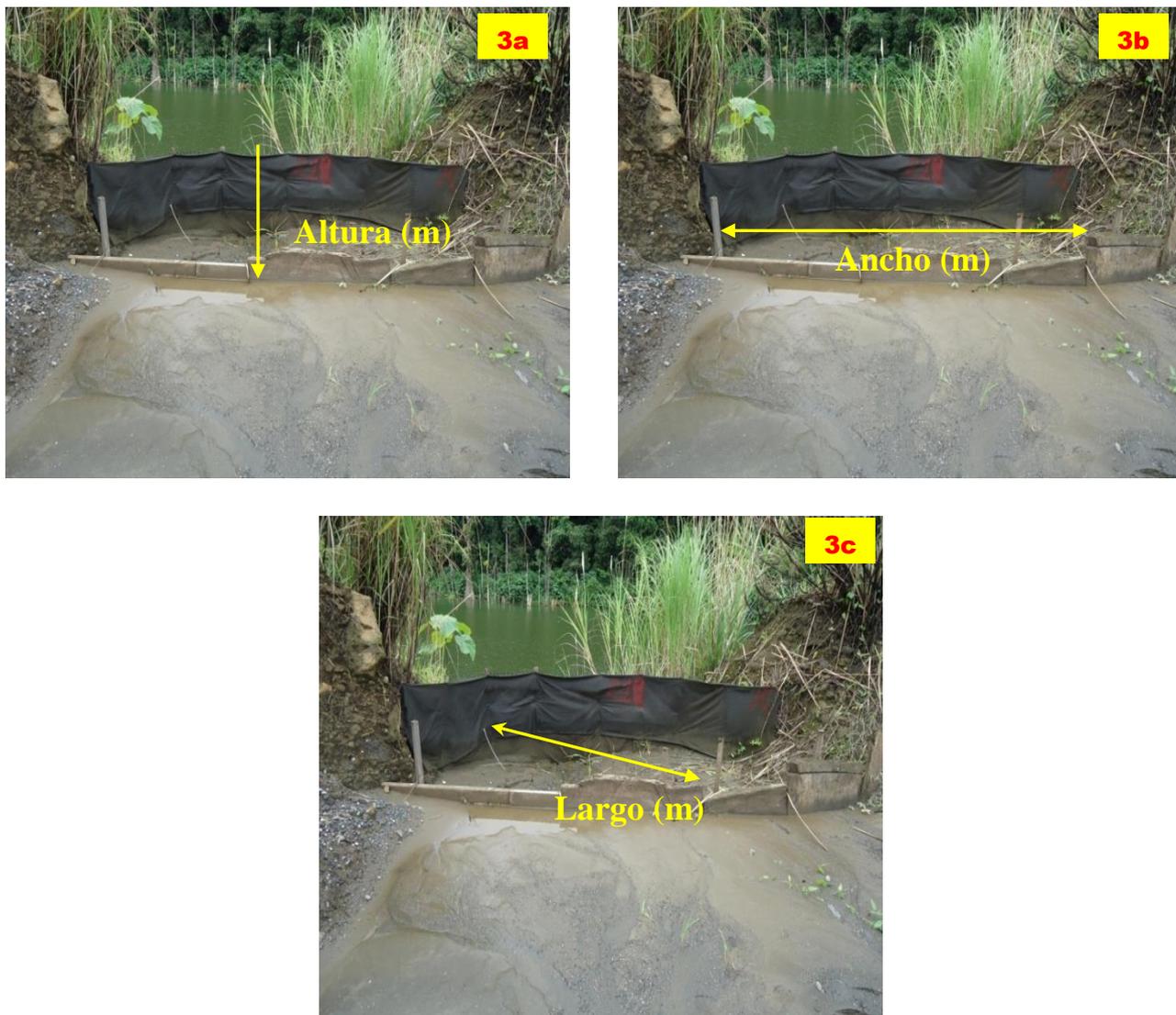


Figura 3 *Mediciones de las trampas de sedimentos.* Medición de la altura en metros (3a); Medición del largo en metros (3b); Medición del ancho en metros (3c). (Fuente: GUPC, 2012- 2013)

Evaluación del Área

Se realizó la identificación y evaluación de las condiciones de las trampas de sedimentos y su entorno según han sido colocados, para conocer la cantidad y el estado de las mismas (bueno, regular ó malo)

Procedimiento de la Medición

Se midió la altura en sedimentos de cada trampa semanalmente con la ayuda de una regla diseñada en cm.



Figura 4 Medición del volumen en las Trampas de Sedimentos. Regla de campo en cm. diseñada para realizar las mediciones en los campo (4a). Con la ayuda de una cinta métrica se determinó en centímetro la cantidad de sedimentos(4b).(Fuente: GUPC, 2012-2013)

Recibido: 12/09/13; Aceptado: 22/11/13

Tiempo de Muestreo

Se realizó un levantamiento de los valores “semana base”, para determinar el volumen que tenían las trampas y a través de suma y resta poder nivelar la regla de campo a valor “0”. Se efectuaron 10 semanas de evaluación y medición de las trampas de sedimentos.

Resultados y Discusión

Análisis de Datos

Basado en el estudio de (Murnaghan & Stocking, 2001) sobre sedimentos en canales de drenaje, se utilizara un sistema de medición en el ancho, largo y alto de las trampas de sedimentos.

El volumen se puede medir calculando la profundidad del sedimento, la anchura y la longitud de la trampa. Multiplicando esta tres cifras obtenemos el volumen de sedimentos depositados en las trampas (Murnaghan & Stocking, 2001).

1. Para estimar la profundidad de sedimentos y la anchura de las trampas se determinó la media (promedio), con los datos obtenidos. En este caso el valor de la longitud según la evaluación de campo es de un metro (1m), debido a que las trampas no tienen una medida exacta sino que se adecuan al sitio en donde están ubicados.
2. Se convirtió la profundidad de sedimentos y la anchura de centímetros a metros (dividiendo entre 100).
3. Se calculó el área de la sección transversal (la medida de su superficie) del sedimento en las trampas (m^2), multiplicando la anchura (m) por la profundidad del sedimento (m).

$$\text{Anchura de las trampas (m)} * \text{Profundidad (Altura) del sedimento (m)} = \text{Área de la Sección Transversal (m}^2\text{)}$$

4. El volumen depositado (m^3) se calculó multiplicando el área de la sección transversal (m^2) por la longitud (m).

$$\text{Área de la sección transversal (m}^2\text{)} * \text{la longitud (m)} = \text{Volumen Depositado (m}^3\text{)}$$

A continuación se presenta la aplicación de esta fórmula según los datos de campos:

Trampa de sedimentos No.1

Ancho= 14.85m	Largo= 1m	Alto= 0.48
---------------	-----------	------------

Lecturas

Semanas	Altura de Sedimentos (cm)
1	2
2	16

3	10	
4	6	
5	9	
6	8	
7	8	
8	9	
9	0	
10	0	
Promedio	6.8 /100	0.068 m

Aplicando la Fórmula

$$14.85 \text{ m} * 0.068 \text{ m} = 1.01 \text{ m}^2$$
$$1.01 \text{ m}^2 * 1 \text{ m} = \mathbf{1.01 \text{ m}^3} \text{ Volumen Depositado}$$

Tabla 1 Hoja de Campo: Volumen de Sedimentos durante las Semana de medición para el periodo del 24 de Octubre de 2012 al 12de Enero del 2013

(Fuente: GUPC, 2012-2013).

Volumen de Sedimento Semanal																		
Proyecto de Diseño y Construcción del Tercer Juego de Esclusa – Atlántico																		
24 de Octubre del 2012 al 12 de Enero del 2013																		
Coordenadas de las Trampas de Sedimentos			Descripción			Código	Lecturas Semanales											
			Metros				Línea Base 24/10/2012	1 (29 oct-1 Nov.)	2 (6-9 Nov.)	3 (12-17 nov.)	4 (19-24 Nov.)	5 (3-7 Dic.)	6 (10-15 Dic.)	7 (17-22 Dic.)	8 (26-29 Dic.)	9 (2-5 Enero)	10 (8-12 Enero)	Volumen (m3)
#	Localización		Alto	Ancho	Largo													
1	0623139	1025835	0.48	14.85	1	1	18	2	16	10	6	9	8	8	9	0	0	1.01
2	0623135	1025847	0	2.6	1	2	31	24	7	7	14	9	8	7	8	0	0	0.22
3	0623139	1025813	0.37	3	1	3	7	1	1	6	13	12	3	5	5	0	0	0.14
4	0623233	1025722	0.6	13.1	1	4	13	15	9	3	8	15	9	10	5	10	23	1.40
5	0623203	1025718	0.74	2.7	1	5	44	17	3	17	5	30	12	5	5	5	4	0.28
6	0623167	1025725	0.55	1.3	1	6	18	17	10	11	29	1	5	10	18	5	2	0.14
7	0623267	1025531	0.57	4.75	1	7	25	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.10
8	0623199	1025536	0.59	3.8	1	8	16	0	0	16	0	0	5	5	8	4	3	0.16
9	0623156	1025542	0.82	5	1	9	7	0	0	0	0	0	0	10	6	5	4	0.13
10	0623113	1025578	0.67	5.1	1	10	27	8	22	4	25	21	0	30	29	3	2	0.73
11	0623146	1025330	0.77	6	1	11	11	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02

Volumen de Sedimento Semanal																		
Proyecto de Diseño y Construcción del Tercer Juego de Esclusa – Atlántico																		
24 de Octubre del 2012 al 12 de Enero del 2013																		
Coordenadas de las Trampas de Sedimentos			Descripción			Código	Lecturas Semanales											
			Metros				Línea Base 24/10/2012	1 (29 oct-1 Nov.)	2 (6-9 Nov.)	3 (12-17 nov.)	4 (19-24 Nov.)	5 (3-7 Dic.)	6 (10-15 Dic.)	7 (17-22 Dic.)	8 (26-29 Dic.)	9 (2-5 Enero)	10 (8-12 Enero)	Volumen (m ³)
#	Localización		Alto	Ancho	Largo													
12	0623098	1025333	0.51	3.75	1	12	39	0	0	6	14	15	22	3	10	5	4	0.30
13	0623027	1025391	0.59	3.1	1	13	14	0	0	0	0	0	0	0	24	4	3	0.10
14	0622973	1025435	0.52	6.6	1	14	15	10	5	9	30	9	0	30	22	6	5	0.83
15	0622678	1025341	0.49	2.45	1	92	15	6	13	11	15	10	5	8	2	8	6	0.21
16	0622689	1025320	0.46	1.53	1	93	6	1	6	7	10	7	0	5	7	5	3	0.08
17	0622698	1025294	0.52	1.7	1	94	12	9	1	9	6	9	0	4	6	4	3	0.09
18	0622633	1025163	0.55	1.7	1	16	0	55	54	20	10	1	0	0	0	0	0	0.24
19	0622620	1025185	0.74	2.75	1	17	0	28	8	12	10	20	0	37	25	9	8	0.43
20	0622606	102500	0.58	2.13	1	18	0	30	28	15	5	20	15	14	27	6	6	0.35
21	0622612	1025207	0.43	3	1	19	0	13	11	10	4	10	0	15	3	7	5	0.23
22	0622604	1025200	0.36	0.94	1	20	0	10	5	9	6	13	0	13	5	5	4	0.07
23	0622437	1025253	0.58	3.22	1	23	8	0	0	0	0	0	0	10	5	3	3	0.07

Volumen de Sedimento Semanal																			
Proyecto de Diseño y Construcción del Tercer Juego de Esclusa – Atlántico																			
24 de Octubre del 2012 al 12 de Enero del 2013																			
Coordenadas de las Trampas de Sedimentos			Descripción			Código	Lecturas Semanales												
			Metros				#	Localización	Alto	Ancho	Largo	Línea Base 24/10/2012	1 (29 oct-1 Nov.)	2 (6-9 Nov.)	3 (12-17 nov.)	4 (19-24 Nov.)	5 (3-7 Dic.)	6 (10-15 Dic.)	7 (17-22 Dic.)
24	0622430	1025247	0.84	2.75	1	24													
25	0622425	1025238	0.65	3.4	1	25	17	17	28	12	8	11	8	12	6	5	3	0.37	
26	0622424	1025232	0.73	3.1	1	26	5	2	1	13	10	5	10	12	5	9	5	0.22	
27	0622419	1025225	0.96	4.3	1	21	3	2	2	3	5	3	2	0	5	0	0	0.09	
28	0622405	1025201	0.56	4.15	1	22	21	1	16	7	15	13	1	5	6	10	5	0.33	
29	0622388	1025182	0.65	4.6	1	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
30	0622682	1025172	0.59	2.3	1	31	6	2	2	9	5	2	10	2	6	10	5	0.12	
31	0622371	1025161	0.71	3.1	1	32	22	11	23	15	17	7	16	7	4	4	3	0.33	
32	0622361	1025153	0.56	2.4	1	33	6	6	8	5	1	3	3	6	3	4	3	0.10	
33	0622364	1025155	0.68	4.05	1	27	4	2	2	2	5	0	0	5	5	0	0	0.09	
34	0622339	1025125	0.73	3.6	1	35	16	11	2	2	5	5	0	13	9	3	3	0.19	
35	0622324	1025110	0.71	2.9	1	36	26	1	5	3	3	30	27	2	4	15	13	0.30	

Volumen de Sedimento Semanal																		
Proyecto de Diseño y Construcción del Tercer Juego de Esclusa – Atlántico																		
24 de Octubre del 2012 al 12 de Enero del 2013																		
Coordenadas de las Trampas de Sedimentos			Descripción			Código	Lecturas Semanales											
			Metros				Línea Base 24/10/2012	1 (29 oct-1 Nov.)	2 (6-9 Nov.)	3 (12-17 nov.)	4 (19-24 Nov.)	5 (3-7 Dic.)	6 (10-13 Dic.)	7 (17-22 Dic.)	8 (26-29 Dic.)	9 (2-5 Enero)	10 (8-12 Enero)	Volumen (m ³)
#	Localización		Alto	Ancho	Largo													
36	0622298	1025092	0.87	7.1	1	37	25	2	3	4	27	10	7	17	3	5	3	0.58
37	0622280	1025079	1.01	6.1	1	38	30	24	1	15	31	29	23	17	8	7	6	0.98
38	0622265	1025066	0.56	3.55	1	39	8	12	13	12	5	3	3	5	8	5	3	0.24
39	0622250	1025057	0.79	3.9	1	40	11	10	1	12	12	10	6	7	5	3	3	0.27
40	0622232	1025044	0.59	3.35	1	41	22	5	1	1	24	18	5	22	6	7	5	0.31
41	0622221	1025037	0.58	2.7	1	42	23	11	27	3	2	4	30	2	3	4	3	0.24
42	0622190	1025022	0.63	5.8	1	46	14	10	14	2	15	3	15	2	8	5	2	0.44
43	0622185	1025013	0.74	4.15	1	47	27	5	28	2	1	30	26	1	20	8	7	0.53
44	0622157	1024997	0.59	4.45	1	48	20	6	21	9	21	3	23	2	3	6	4	0.27
45	0622159	1024994	0.71	3.65	1	49	26	4	4	5	29	2	28	5	26	10	8	0.31
46	0622140	1024974	0.68	3.3	1	50	11	9	3	11	10	16	8	4	4	6	4	0.24
47	0622122	1024982	0.76	5.35	1	51	7	2	15	1	5	5	0	0	0	0	0	0.44

Volumen de Sedimento Semanal																		
Proyecto de Diseño y Construcción del Tercer Juego de Esclusa – Atlántico																		
24 de Octubre del 2012 al 12 de Enero del 2013																		
Coordenadas de las Trampas de Sedimentos			Descripción			Código	Lecturas Semanales											
			Metros				Línea Base 24/10/2012	1 (29 oct-1 Nov.)	2 (6-9 Nov.)	3 (12-17 nov.)	4 (19-24 Nov.)	5 (3-7 Dic.)	6 (10-15 Dic.)	7 (17-22 Dic.)	8 (26-29 Dic.)	9 (2-5 Enero)	10 (8-12 Enero)	Volumen (m ³)
#	Localización		Alto	Ancho	Largo													
48	0622121	1024975	0.65	4.2	1	52	21	3	9	16	1	4	19	4	15	7	6	0.53
49	0622108	1024976	0.66	4.55	1	53	16	4	1	4	5	2	0	0	0	0	0	0.44
50	0622105	1024975	0.96	4.7	1	54	29	26	23	11	2	1	16	16	24	10	8	0.44
51	0622104	102476	0.61	4.3	1	55	10	2	3	2	5	2	0	0	0	0	0	0.25
52	0622390	1025048	0.31	2.5	1	30	8	2	5	3	9	25	5	28	22	12	10	0.15
53	0622388	1025054	0.49	4	1	95	24	16	30	27	3	10	7	42	27	25	24	0.35
54	0622383	1025093	0.25	2.4	1	96	15	5	3	20	15	5	2	20	4	23	22	0.29
55	0622391	1025113	0.27	2.2	1	97	11	9	3	20	15	5	5	22	16	15	14	0.27
56	0622399	1025132	0.27	3.35	1	98	7	15	5	18	20	5	10	20	7	25	23	0.50
57	0622366	1025029	0.39	3.7	1	43	6	2	0	5	1	4	25	30	20	10	8	0.39
58	0622352	1025043	0.33	3.35	1	99	20	5	5	23	7	25	5	1	30	28	28	0.53
59	0622263	1024931	0.67	3.2	1	44	0	0	20	5	20	5	0	40	15	10	8	0.39

Volumen de Sedimento Semanal																		
Proyecto de Diseño y Construcción del Tercer Juego de Esclusa – Atlántico																		
24 de Octubre del 2012 al 12 de Enero del 2013																		
Coordenadas de las Trampas de Sedimentos			Descripción			Código	Lecturas Semanales											
			Metros				Línea Base 24/10/2012	1 (29 oct-1 Nov.)	2 (6-9 Nov.)	3 (12-17 nov.)	4 (19-24 Nov.)	5 (3-7 Dic.)	6 (10-15 Dic.)	7 (17-22 Dic.)	8 (26-29 Dic.)	9 (2-5 Enero)	10 (8-12 Enero)	Volumen (m ³)
#	Localización		Alto	Ancho	Largo													
60	0622259	1024949	0.56	2.9	1	45	33	13	12	8	15	15	20	25	20	18	37	0.53
61	0621995	1024852	0.48	1.85	1	56	7	0	6	6	5	2	0	20	13	9	5	0.12
62	0621935	1024818	0.41	1.9	1	57	8	2	3	1	8	4	0	15	1	12	8	0.10
63	0621886	1024788	0.4	1.75	1	58	23	2	12	10	5	20	5	18	4	19	17	0.20
64	0621681	1024648	0.47	2.45	1	59	7	3	9	8	10	8	0	10	5	10	8	0.17
65	0621634	1024586	0.42	2	1	60	0	0	0	9	0	5	0	5	7	8	6	0.08
66	0621567	1024519	0.4	1.8	1	61	0	0	0	0	0	5	3	9	7	10	5	0.07
67	0621517	1024466	0.36	1.85	1	62	5	6	8	7	13	10	0	20	5	22	20	0.21
68	0621480	1024419	0.39	1.78	1	63	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
69	0621372	1024304	0.43	2.67	1	64	13	2	5	10	10	30	5	20	2	3	24	0.30
70	0621310	1024255	0.33	1.95	1	65	0	7	3	10	5	10	10	15	4	11	29	0.20
71	0621282	1024229	0.33	2.55	1	66	0	20	5	8	15	15	1	30	16	10	10	0.33

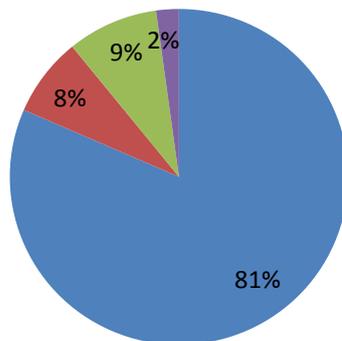
Volumen de Sedimento Semanal																			
Proyecto de Diseño y Construcción del Tercer Juego de Esclusa – Atlántico																			
24 de Octubre del 2012 al 12 de Enero del 2013																			
Coordenadas de las Trampas de Sedimentos			Descripción			Código	Lecturas Semanales												
			Metros				#	Localización	Alto	Ancho	Largo	Línea Base 24/10/2012	1 (29 oct-1 Nov.)	2 (6-9 Nov.)	3 (12-17 nov.)	4 (19-24 Nov.)	5 (3-7 Dic.)	6 (10-15 Dic.)	7 (17-22 Dic.)
72	0621223	1024191	0.42	1.73	1	67													
73	0621120	1024113	0.43	1.8	1	68	0	0	0	9	21	10	10	2	4	12	10	0.14	
74	0621068	1024092	0.48	1.63	1	69	0	5	5	5	25	15	5	5	2	0	0	0.11	
75	0621049	1024062	0.43	1.9	1	70	3	7	5	5	5	20	5	10	21	19	39	0.26	
76	0621001	1024008	0.31	2.45	1	71	21	9	28	2	10	25	5	29	20	8	25	0.39	
77	0620990	1024022	0.45	2.1	1	72	11	4	5	1	20	25	20	18	29	13	40	0.37	
78	0620977	1024036	0.41	2.1	1	73	12	8	5	4	10	18	20	19	24	15	0	0.26	
79	0620970	1024045	0.42	2.3	1	74	0	10	5	5	12	15	5	16	2	2	23	0.22	
80	0620965	1024047	0.39	1.5	1	75	0	0	0	5	33	15	5	5	8	8	6	0.13	
81	0620542	1023960	0.83	3.2	1	78	30	0	2	8	1	30	0	0	0	0	0	0.13	
82	0620530	1023965	0.82	4.1	1	79	42	3	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0.03	
83	0620430	1023953	0.74	4.4	1	80	35	5	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0.05	

Volumen de Sedimento Semanal Proyecto de Diseño y Construcción del Tercer Juego de Esclusa – Atlántico 24 de Octubre del 2012 al 12 de Enero del 2013																			
Coordenadas de las Trampas de Sedimentos			Descripción			Código	Lecturas Semanales												
			Metros				Línea Base 24/10/2012	1 (29 oct-1 Nov.)	2 (6-9 Nov.)	3 (12-17 nov.)	4 (19-24 Nov.)	5 (3-7 Dic.)	6 (10-15 Dic.)	7 (17-22 Dic.)	8 (26-29 Dic.)	9 (2-5 Enero)	10 (8-12 Enero)	Volumen (m³)	
#	Localización		Alto	Ancho	Largo														
84	0620306	1023943	0.7	2	1	82	25	5	9	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04
85	0620236	1023938	0.61	2.3	1	83	27	3	5	2	3	35	3	0	0	0	0	0	0.12
86	0620184	1023935	0.49	1.8	1	84	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
87	0620091	1023932	0.48	2.65	1	85	19	1	2	3	5	20	10	0	0	0	0	0	0.11
88	0620028	1023929	0.56	2.65	1	86	26	10	8	7	5	25	7	0	0	0	0	0	0.16
89	0619977	1023923	0.55	2.35	1	87	17	3	8	12	8	8	2	0	0	0	0	0	0.10
90	0619834	1023927	0.45	2.25	1	88	31	2	2	5	2	33	20	0	0	0	0	0	0.14
91	0619746	1023911	0.5	3.3	1	89	9	11	10	9	3	30	15	5	16	6	5	5	0.36
92	0622678	1025341	0.61	3.1	1	90	14	6	10	2	8	12	5	5	1	5	5	5	0.18
TOTAL																		24.95	

Tipos de Trampas de Sedimentos

Proyecto de Diseño y Construcción del Tercer Juego de Esclusas – Atlántico
24 de Octubre de 2012 al 12 de Enero del 2013

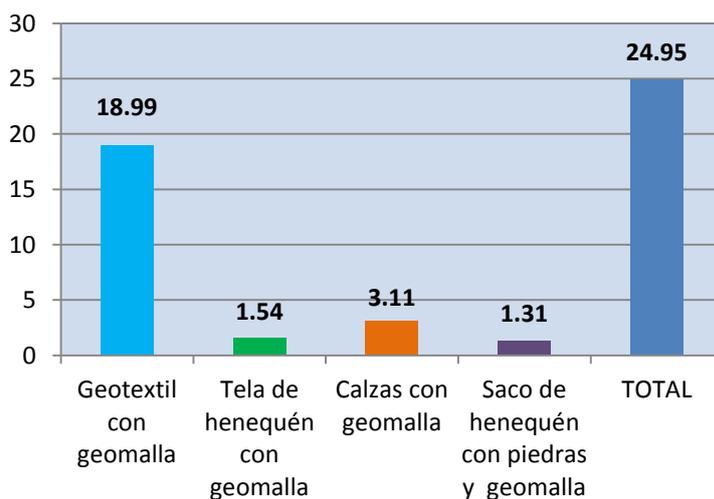
- Geotextil con geomalla
- Tela de henequén con geomalla
- Calzas (quesos) con geomalla



Gráfica N°1 Tipos de Trampas de Sedimentos: clasificación de los tipos de trampas de sedimentos encontradas en el área de acarreo y sitio de depósito de material excavado Monte Lirio. (Fuente: GUPC, 2012-2013)

Volumen de Sedimentos en m³ retenidos por los diferentes Tipos de Trampas

Proyecto de Diseño y Construcción del Tercer Juego de Esclusas – Atlántico
24 de Octubre de 2012 al 12 de Enero del 2013



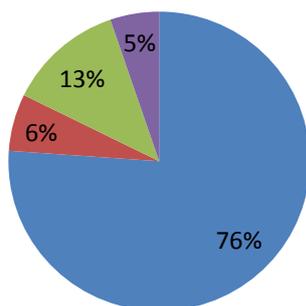
Gráfica N° 2 Volumen de Sedimentos retenidos en m³ por los diferentes tipos de trampas durante las 10 semanas de muestreo. (Fuente: GUPC, 2012-2013)

Total de los sedimentos retenidos en Porcentajes

Proyecto de Diseño y Construcción del Tercer Juego de Esclusas – Atlántico

24 de Octubre de 2012 al 12 de Enero del 2013

- Geotextil con geomalla
- Tela de henequén con geomalla
- Calzas con geomalla
- Saco de henequén con piedras y geomalla



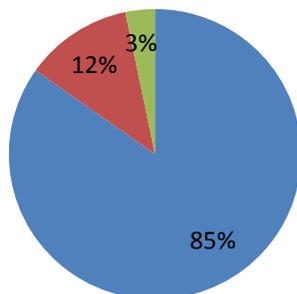
Grafica N° 3 Total de sedimentos retenidos en Porcentajes durante las 10 semanas de mediciones. (Fuente: GUPC, 2012-2013)

Condiciones de las Trampas de Sedimento

Proyecto de Diseño y Construcción del Tercer Juego de Esclusas – Atlántico

24 de Octubre de 2012 al 12 de Enero del 2013

- Buena condición
- Requiere Reparación
- Eliminados



Grafica N° 4 Condiciones de las trampas de sedimentos encontradas en el área de Acarreo y sitio de depósito de material excavado Monte Lirio (Fuente: GUPC, 2012-2013)

DISCUSIÓN

Al aplicar la fórmula para el cálculo de volumen de sedimentos acumulados por trampa, entre las 92 trampas ubicadas en el área de acarreo (carretera de acceso) y botadero se contabilizó 24.95 m³ en las (10) semanas de medición.

Estos 24.95 m³ están divididos en 59 trampas ubicadas en el sitio de depósito de material excavado, lo que representa un 64% y 33 trampas ubicadas en el área de acarreo con un 36%. Se puede determinar que la mayor cantidad de volumen acumulado se dio en el área de depósito de material, resaltando que las características del entorno son diferentes y dinámicas en las dos (2) áreas.

En los sitios de depósito, los materiales son compactados con maquinaria pesada, la existencia de suelos sueltos es mínima o de manera temporal en el lapso que se deposita el material y se compacta. La menor incidencia de sedimentos en el camino de acarreo puede deberse a que no ocurre movimiento de tierra en el camino, que la superficie expuesta del camino es menor a la superficie expuesta del sitio de depósito, que el grado de compactación por el constante paso de equipo pesado es mayor, entre otras.

A partir de la semana primera hasta la séptima, la acción de las lluvias de 216.7 mm en el área son las que generaron procesos de sedimentación y acumulación en las dos áreas.

También se clasificaron los tipos de trampas, por lo que de las 92 trampas el 81% son de geotextil con geomalla, el 8% de tela de henequén con geomalla, el 9% de calzas con geomalla y por último el 2% de sacos de piedra con geomalla (*gráfica 1*).

En este sentido, al analizar los datos por tipos de trampa, su capacidad de retención y filtración es de 18.99 m³ para la de geotextil con geomalla, 1.54 m³, para las de tela de henequén con geomalla, 3.11 m³, para las calzas con geomalla y 1.31 m³ para los sacos de piedra con geomalla (*gráfica 2*). Siendo las de geotextil con geomalla las que poseen mayor retención de sedimento, debido a que se encuentran en diferentes condiciones, como por ejemplo están colocadas en su gran mayoría a orillas de calles, cerca de vegetación y suelos compactados y en donde se da el constante tránsito de vehículos y volquetes (Acarreo), esto causa que en estación lluviosa las partículas sedimentables se desplieguen hacia las trampas; también se observan en canales profundos donde al pasar fuertes corrientes y no existir vegetación, sino un suelo árido (depósito de material excavado), las partículas del suelo descienden hacia los canales, quedando así retenidos por estas trampas.

Por el contrario las trampas de tela de henequén con geomalla, calzas con geomalla, sacos de piedra con geomalla y dissipador de madera se encuentran en condiciones donde hay suelo arcilloso, sin vegetación, y colocadas a lo largo de canales y solo se encuentran en el área de depósito de material excavado.

Cabe mencionar que es posible que su valor de retención de sedimentos sea menor que el de geomalla con geotextil basados en los materiales con que están contruidos, ya que los mismos no son de uso exclusivo para construcción, sino para usos varios y no presentan las mismas resistencias a las condiciones del área.

CONCLUSION

1. Durante las evaluaciones semanales se pudo observar que están en buen estado un 85% de las trampas y que el proceso de reparación y mantenimiento es constante lo que hace dinámica la actividad (*gráfica 4*).
2. Los resultados de los volúmenes acumulados en m^3 en 10 semanas son de 24.95, considerando que solo hubo actividad de acarreo en las semanas 1 y 2; y el promedio de las lluvias en las 10 semanas de medición fue de 221.2 mm/ ha.
3. Al analizar los resultados según las características de construcción de las trampas, se determinò que el promedio total de los sedimentos retenidos en trampas de geotextil con geomalla fue de 76%, en calzas con geomalla 6%, en trampas de tela de henequén con geomalla 13% y en sacos de henequén con piedra y geomalla 5% (*gráfica 3*). Se determinó que las trampas de geotextil con geomalla tienen una efectividad mayor comparada con las otras cuatro según su promedio de capacidad de retención de m^3 .
4. También, cabe destacar que esta efectividad estará relacionada con el tamaño del diseño de las trampas, la cual está condicionada a las características de las pendientes del terreno donde se ubican. En este sentido, se determino que el promedio del tamaño de construcción para la capacidad de retención de sedimentos en geotextil con geomalla (**gg**) es de $132 m^3$, en henequén con geomalla (**hg**) es de $11.6 m^3$, en calzas con geomalla (**cg**) es de $11.16 m^3$ y en sacos de piedra con geomalla (**sg**) $6.7 m^3$.
5. Al verificar las condiciones del entorno y la proximidad a materiales sedimentables, se observó que las 59 ubicadas alrededor del área de depósito de material excavado acumularon $14.52 m^3$ en comparación con las 33 ubicadas a lo largo de la carretera (suelos compactados, sin materiales sedimentables) que fue de $10.43 m^3$.

Bibliografía

Autoridad del Canal de Panamá. (24 de Abril de 2006). *Propuesta de Ampliación del Canal de Panamá Proyecto del tercer Juego de Esclusas*. Recuperado el 5 de Octubre de 2012, de <http://www.pancanal.com/esp/plan/documentos/propuesta/acp-propuesta-de-ampliacion.pdf>

Chevesich, P. G. (2008). Procesos y control de la erosión. *Outskirts Press* , 274.

El Economista. (7 de Octubre de 2009). Sacyr gana la licitación para ampliar el Canal de Panamá.

Murnaghan, N., & Stocking, M. (2001). Manual para la Evaluación de Campo de la Degradación de la Tierra. Ediciones Mundi Prensa.