

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ATRIBUTOS GEOTÉCNICOS E HIDROLÓGICOS PARA EL DISEÑO Y
CONSTRUCCIÓN DE PEQUEÑAS OBRAS DE CONTROL DE AVENIDAS Y
AZOLVES EN LA MICROCUENCA EL VENTILADOR, MINERAL DE
ANGANGUEO, MICHOACÁN

TESIS

QUE COMO PARTE DE LOS REQUISITOS PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS EN INGENIERÍA
LINEA TERMINAL EN CONSTRUCCIÓN

PRESENTA

Ing. **MARÍA ISABEL GONZÁLEZ NAVA**

C.U., QUERÉTARO, QRO. DICIEMBRE DE 2012



Universidad Autónoma de Querétaro
 Facultad de Ingeniería
 Maestría en Ciencias en Ingeniería, Construcción

Atributos geotécnicos e hidrológicos para el diseño y construcción de pequeñas obras de control de avenidas y azolves en la microcuenca el Ventilador, Mineral de Angangueo, Michoacán

TESIS

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de
 Maestría en Ciencias en Ingeniería, Construcción

Presenta:

Ing. María Isabel González Nava

Dirigido por:

Dr. Miguel Galván Ruiz

SINODALES

Dr. Miguel Galván Ruiz
 Presidente

Dr. Eusebio Jr. Ventura Ramos
 Secretario

M.I. Gerardo René Serrano Gutiérrez
 Vocal

M.C. José Carlos Mendoza Pérez
 Suplente

M.C. Rubén Ramírez Jiménez
 Suplente

Dr. Aurelio Domínguez González
 Director de la Facultad

Firma

Firma

Firma

Firma

RUBRICA

Firma

Dr. Irineo Torres Pacheco
 Director de Investigación y
 Posgrado

RESUMEN

Debido a las intensas lluvias, que se precipitaron en la localidad de Mineral de Angangueo, Michoacán, se produjo el desprendimiento de partículas de suelo de pequeño y gran tamaño, como consecuencia de las grandes velocidades del agua y los objetos transportados por la corriente de la misma, provocando grandes desastres en la población.

Con tal objetivo se están construyendo estructuras de diferentes materiales: mampostería, gaviones, geocostales y piedra acomodada, que tienen el principal objetivo de controlar avenidas hidrometeorológicas extraordinarias y así prevenir este tipo de tragedias. Dichas estructuras se definen por las condiciones particulares de cada cauce (constructivas, accesos, geología, etc.). Si se presenta un evento mayor al utilizado para el diseño, se acepta que la presa falla hidrológicamente, aun cuando la propia estructura no sufra daños.

La regulación de estos eventos a través de la construcción de obras hidráulicas no solo permite dar seguridad a la población al retener el agua, sino también optimizar el manejo integral de este recurso.

Palabras clave: desastres naturales, avenidas, lluvias intensas, eventos extraordinarios.

SUMMARY

Due to heavy rains, which were precipitated in the town of Mineral de Angangueo, Michoacan, there was a detachment of soil particles in small and large size, as a result of high velocities of water and objects carried by the stream of itself, causing major disasters in the population.

To this end, they are building structures of different materials: masonry, gabions, and stone geocostales wealthy, who have the main objective of flood control and prevent extraordinary hydrometeorological such tragedies. These structures are defined by the particular conditions of each channel (construction, access, geology, etc.). If a major event that used for the design, it is accepted that the dam fails hydrologically, even if the structure is not damaged.

The regulation of these events through the construction of water not only allows security to the people to retain water, but also optimize the comprehensive management of this resource.

Keywords: natural disasters, floods, heavy rains, extraordinary events.

Dedicatoria

Sin lugar a dudas cada día la vida nos tiene preparadas más y más sorpresas, cada paso que damos es para llegar a un objetivo, y los objetivos no son nada más que el comienzo de una nueva enseñanza, hoy quiero dar gracias a Dios que ha hecho que mi vida este llena cada día de nuevas ilusiones y hermosos regalos.

Este es un pequeño trabajo que no se compara con la dedicación de miles de personas que se cruzan en nuestras vidas día con día, aunque es así con mucho cariño me gustaría dedicarlo a todas aquellas personas que se nos adelantaron este año, que aunque su vida termina aquí, nos deja a muchos grandes enseñanzas, las cuales jamás se olvidarán. Gracias por todo lo que nos aportaron en el tiempo que Dios les prestó para estar con nosotros, y les deseo que su camino sea mucho mejor que el que les haya tocado vivir en este mundo.

Agradecimientos

Un día lo dije y lo seguiré recalcando sería injusto dar gracias a dos, tres, cuatro... personas, todos por malo que parezca me han sabido guiar y conducir para tomar este camino, esta vez sin en cambio, agradezco con todo mi amor a las personas que día a día han estado conmigo, aunque no físicamente están ahí para apoyarme. Este camino se ha terminado, más sin embargo comienzan más que traerán nuevos logros, doy gracias a la vida por los hermosos momentos que me ha hecho pasar en estos dos años, porque aunque la vida continua nos deja atrás grandes recuerdos que aunque jamás volverán estarán siempre en nuestro corazón, es increíble, porque no sé cómo explicarlo lo que nos depara el destino, en menos de lo que nos damos cuenta nos tiene envueltos en misterios que jamás pensamos llegar a vivir.

En estos dos años aunque hubo momentos tristes, también los hubo felices, y esos... esos son los que seguirán estando presentes, vive al máximo cada momento de tu vida, porque nunca sabemos cuál será el último que nos toque vivir.

Sabes, disfruta la vida al máximo, no te llenes de rencor, no juzgues a los demás, nunca sabremos porque actúan como lo hacen, todos somos diferentes, un pequeño mundo que ni el nuestro mismo entendemos, para que tratar de comprender los demás. Lucha por lo que quieres, que aunque lo veas muy lejano siempre se puede conseguir, te lo dice alguien que da gracias por todo lo que le ha dado la vida, sin saber cómo lo ha conseguido.

Recuerda, no estás solo, cuando así te sientas, contempla todo a tu alrededor, Dios nos ha dado demasiado como para no darnos cuenta que nunca nos dejará solos, y quizás sin saberlo, un amigo está a tu lado, enfrente, detrás de ti, a tus costados, si no aprovechas la vida, jamás te darás cuenta de todo lo que te has estado perdiendo.

Si alguna vez necesitas de alguien, puedes contar conmigo.

Con cariño, tu amiga Lebasi

INDICE

RESUMEN	iii
SUMMARY	iv
Dedicatoria	v
Agradecimientos	vi
INDICE DE TABLAS	vii
INDICE DE FIGURAS	ix
I. INTRODUCCION	1
I.1 Localización del sitio	1
II.ANTECEDENTES	4
II.1 Clasificación de las obras de control	6
II.2 Diseño de Presas de Piedra Acomodada	8
II.3 Diseño de Presas de Mampostería	11
II.4 Diseño de Presas de Geocostales	17
II.5 Diseño de Presas de Gaviones	18
II.6 Estructuras de Geocostales	22
II.7 Estructuras de Gavión	23
II.8 Estructuras de Mampostería	26
II.9 Estructuras de Piedra Acomodada	27
Justificación	29
Descripción del problema	30
Objetivo General	31
Objetivos Especificos	32
Hipótesis	32
III. REVISION DE LITERATURA	32
IV. METODOLOGIA	34
Información hidrológica	42
Información geológica	43
V. RESULTADOS Y DISCUSION	46
V.1 Fallas de algunas de las estructuras	57
Recomendaciones	62
Conclusiones	62
LITERATURA CITADA	63
ANEXOS	65

INDICE DE CUADROS

Cuadro

II.1.	<i>Dimensiones de base y corona, si se considera nula la subpresión. $C = 0$</i>	14
II.2.	<i>Dimensiones de base y corona, considerando un coeficiente de Subpresión. $C = 1/3$</i>	14
II.3.	<i>Gasto con respecto a las cargas de diseño</i>	16
IV.1.	Estaciones meteorológicas consideradas, para determinar en cierta medida, el espaciamiento entre zanjas.	37
IV.2.	Valores del coeficiente de escurrimiento (C) utilizados para calcular los escurrimientos máximos	38
IV.3.	Cauce 1. Datos del terreno para la construcción de las estructuras	40
IV.4.	Cauce 3. Datos del terreno para la construcción de las estructuras	41
IV.5.	Cauce 5. Datos del terreno para la construcción de las estructuras	42
IV.6.	Granulometría de presas de geocostales	43
IV.7.	Granulometría de presas de piedra	44
IV.8.	Granulometría de presas de mampostería	45
IV.9.	Granulometría de presas de gavión	45

INDICE DE FIGURAS

Figura

I.1. Mapa de localización general del municipio de Angangueo, Michoacán.	2
I.2. Ubicación de la microcuenca el Ventilador, en Mineral de Angangueo.	3
II.1. Características del sitio antes de construir	5
II.2. <i>Espaciamiento entre presas de control de azolve</i>	7
II.3. <i>Diagrama de fuerzas actuantes en una presa de piedra acomodada.</i>	8
II.4. <i>Croquis de presas de piedra acomodada</i>	10
II.5. <i>Sección y especificaciones para presas de piedra bola</i>	11
II.6. <i>Fuerza que actúan en una presa de gravedad.</i>	12
II.7. <i>Cálculo de la corona</i>	13
II.8. <i>Variables que intervienen en el diseño de un colchón hidráulico.</i>	15
II.9. Estructura con vertedor de caída libre y contrapresa.	19
II.10. Estructura con vertedor de caída libre, tanque protegido y contrapresa de gaviones.	20
II.11. <i>Cálculo estructural</i>	20
II.12. <i>Análisis Estructural</i>	21
II.13. Estructura de geocostales	23
II.14. Estructura de gavión	25
II.15. Estructura de mampostería	27
II.16. Estructura de piedra acomodada	29
II.17. Mineral de Angangueo, Michoacán.	30
II.18. Casas destruidas por la tormenta	31
IV.1. Instrumento rústico utilizado para el trazo de las curvas a nivel.	37
IV.2. <i>Pruebas de laboratorio</i>	46
V.1. <i>Falla causada a una presa de Geocostales</i>	57
V.2. <i>Falla causada a una presa de Gavión</i>	58
V.3. <i>Fallas presentadas en una presa de mampostería</i>	58
V.4. <i>Falla causada a una presa de Piedra Acomodada</i>	59
V.5. <i>Presa de geocostales</i>	60
V.6. <i>Presa de gavión</i>	60
V.7. <i>Presa de piedra acomodada</i>	61
V.8. <i>Presa de mampostería (dos vistas)</i>	61

I. INTRODUCCION

La siguiente investigación titulada Atributos geotécnicos e hidrológicos para el diseño y construcción de pequeñas obras de control de avenidas y azolves en la microcuenca el Ventilador, Mineral de Angangueo, Michoacán, nos ayudó a determinar los atributos geotécnicos e hidrológicos del mismo en base de un análisis de los materiales de la misma región, con el objetivo de conseguir una adecuada rehabilitación de obras de control de avenidas, como una medida de prevención de desastres ante precipitaciones extraordinarias, como sucedió el 4 de febrero de 2010, debido a las intensas lluvias que se precipitaron en la localidad provocando que, se produjera el desprendimiento de partículas de suelo de pequeño y gran tamaño con el deslave de cerros, como consecuencia de las grandes velocidades del agua y los objetos transportados por la corriente de la misma, causando pérdidas materiales y lamentablemente la muerte de varias personas. Con el fin de ayudar a la población fue necesario tomar medidas preventivas para evitar otra catástrofe natural. La solución más conveniente que se ha adoptado es la construcción de estructuras para el control de avenidas extraordinarias, con la finalidad de controlar y almacenar la mayor cantidad de agua posible tanto durante la temporada de lluvias como en precipitaciones atípicas, adoptando una cultura de prevención. Como resultado, se construyeron cuatro diferentes tipos de estructuras; 1.- estructuras de Geocostales, 2.- estructuras de Gavión, 3.- estructuras de Mampostería y 4.- estructuras de Piedra Acomodada. Las características locales han sido consideradas para su diseño y construcción, mediante su información hidrológica y geológica del lugar. El estudio de los atributos geotécnicos e hidrológicos permite establecer criterios constructivos para un desempeño satisfactorio de las obras de control de avenidas ante precipitaciones extraordinarias.

I.1 Localización del sitio.

La microcuenca “El Ventilador”, con una superficie de 362 ha (3.62 Km²), se encuentra ubicada al Oriente del Estado de Michoacán justo en los límites con el Estado de México, la microcuenca se localiza al noreste del municipio de Angangueo y al Norte limita con el municipio de Senguio, al Sur con el municipio de Ocampo, y al Oeste con los municipios de Aporo y Ocampo. Las coordenadas extremas son 2173959.38 m y 366091.72 m en Longitud Este y 2171501.30 m 368621.71 m en Latitud Norte

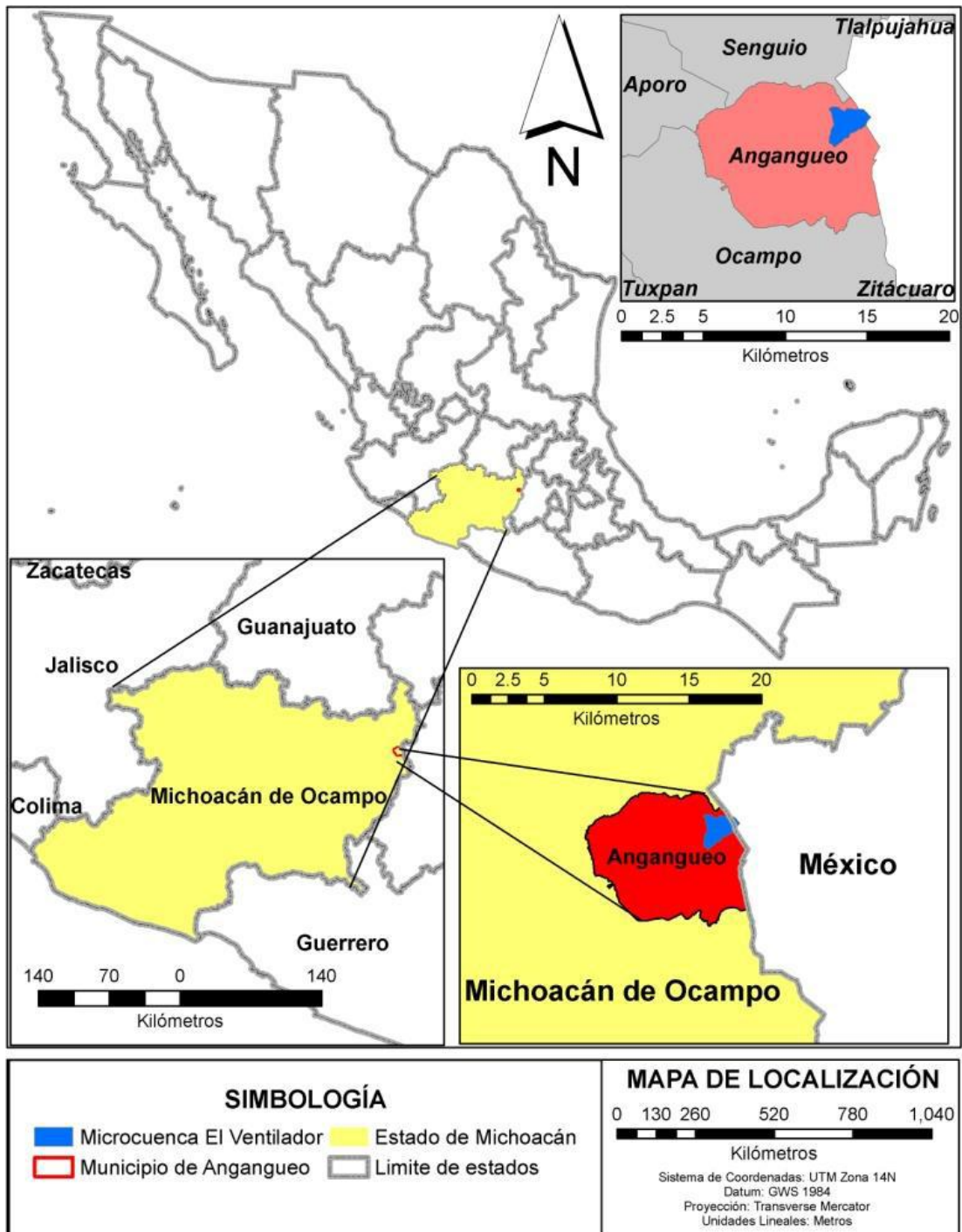


Figura 1. Mapa de localización general del municipio de Angangueo, Michoacán, México y la microcuenca “El Ventilador”.

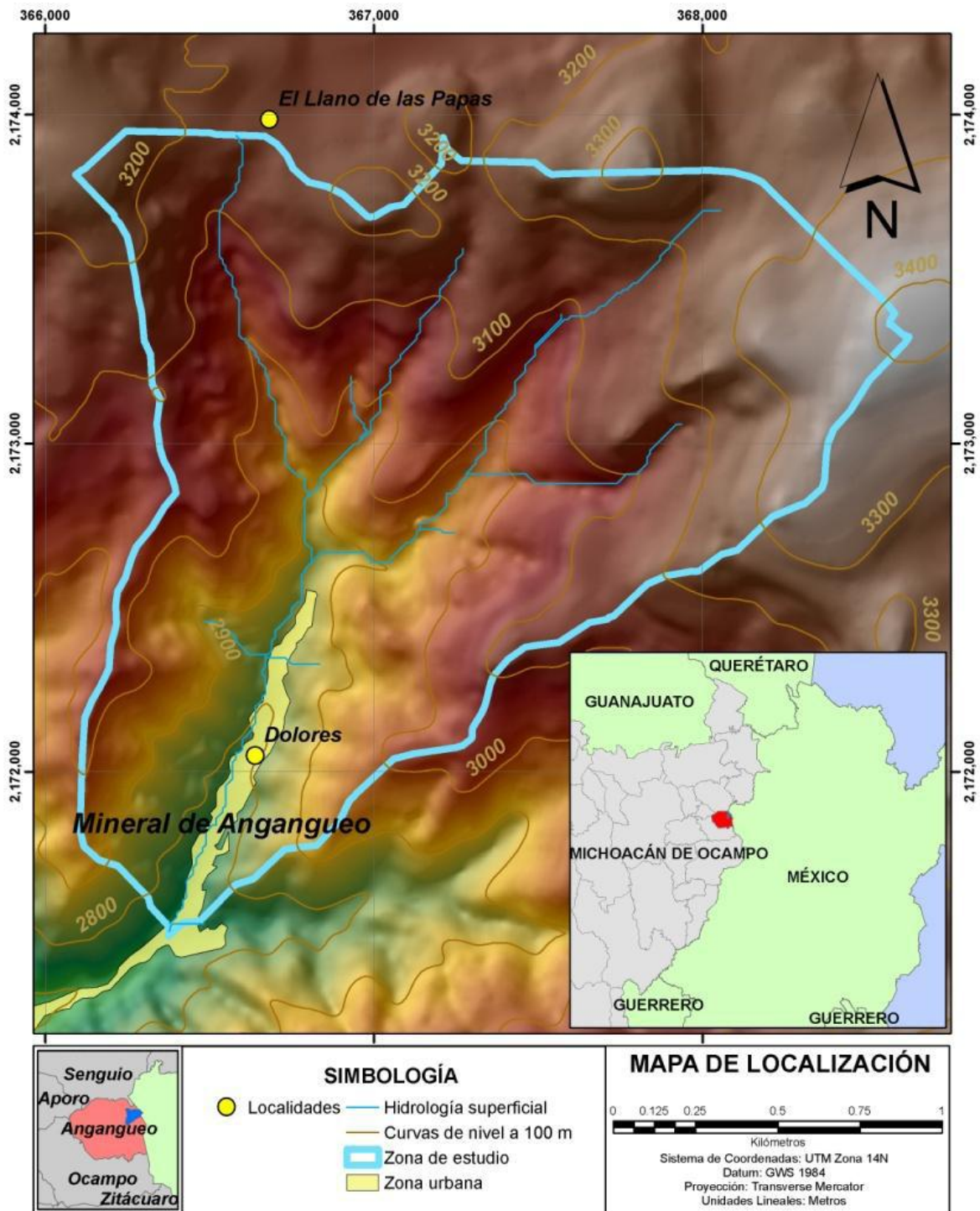


Figura 2. Ubicación de la microcuenca el Ventilador, en el Municipio de Mineral de Angangueo, Michoacán.

II. ANTECEDENTES

Desde tiempos ancestrales, el hombre ha construido barreras sobre los ríos para almacenar, controlar o derivar el agua. La presencia de esas barreras genera lagos artificiales llamados embalses y al sistema formado por ese vaso de almacenamiento y la barrera, denominada cortina, se le conoce como presa. El objetivo más común de una presa es regular los escurrimientos de un río, almacenando temporalmente el volumen que escurre en época de lluvias para que luego éste sea usado en el estiaje. Aunque el principal fin es la satisfacción de la demanda, cada vez más presas se construyen con múltiples propósitos. Así, es típico que los embalses tengan una cierta capacidad para el control de las avenidas, es decir de amortiguar los efectos de los eventos que ingresan al vaso. La determinación de dicha capacidad de control y la definición de las obras de excedencias se conoce como diseño hidrológico. El volumen disponible para el control se conoce como súperalmacenamiento y está definido como la capacidad entre la condición normal de operación o nivel de conservación y el máximo nivel que se puede alcanzar dentro del vaso. El diseño hidrológico de la presa se obtiene al transitar la avenida de diseño por el vaso y la bondad de éste es indicativa de la seguridad de la presa, desde el punto de vista hidrológico. Si se presenta un evento mayor al utilizado en el diseño, se dice que éste ha fallado hidrológicamente, aun cuando la propia estructura no haya sufrido daños. Estos aspectos se presentan en este artículo, abordando con especial énfasis la fase propia de la selección del evento de diseño.

El evento hidrometeorológico ocurrido el mes de febrero de 2010 en varios municipios del estado de Michoacán provocó grandes daños materiales y una lamentable pérdida de vidas humanas. La pérdida total de la vivienda y severos daños en las vías de comunicación dejaron semidestruido el pueblo de Mineral de Anganguero, Michoacán. La magnitud de los daños justificó que el evento fuera declarado desastre natural en los municipios de **Mineral de Anganguero**, Ocampo, Tiquicheo, de Nicolás Romero, Tuxpan y Tuzantla. Uno de los mayores desastres se localizó en la región de la reserva de la mariposa monarca ya que estuvieron a punto de desaparecer las comunidades del Rosario, Asoleadero, San Luis, Rancho Escondido, comunidades donde habitaban aproximadamente 10,000 personas ya que los cerros se desgajaron y Mineral de Anganguero llegó a tener el 35% de casas sepultadas por el lodo y piedras.

La parte alta de la cuenca de recepción del río “Mineral de Anganguero”, representa más del 70% del área total de drenaje de la misma y tiene la potencialidad de aportar al menos el 70% del flujo superficial que puede transitar por el cauce que cruza la zona urbana de Mineral de Anganguero, Michoacán. Por lo tanto, las acciones de restauración hidrológica en ésta zona tienen un impacto considerable para disminuir la velocidad de las corrientes de agua y control de crecidas súbitas donde se manifiestan los fenómenos de erosión, transporte y depósito de materiales de arrastre.

La suma de eventos extraordinarios debido a las intensas lluvias, la severa deforestación y la fragilidad de los suelos en las pendientes escarpadas que existe en la región, son factores que propician deslaves y grandes volúmenes de escurrimiento en tiempos de concentración muy cortos, tal y como ocurrió en los primeros días del mes de febrero de 2010 afectando

los municipios de Mineral de Angangueo, Ocampo, Tiquicheo, de Nicolás Romero, Tuxpan y Tuzantla dejando más de 10 mil damnificados y al menos 2 mil viviendas dañadas.

Por lo anterior la planificación y la gestión integral de las microcuencas del pueblo de Mineral de Angangueo se consideró como prioritaria, estableciendo las medidas de control, protección y mitigación de daños por efecto de escurrimientos, sedimentos y arrastre de rocas.

Con estos antecedentes se establecieron las acciones necesarias para proteger la parte alta y media de las microcuencas de aporte al pueblo de Mineral de Angangueo, con el fin de contener y regular los escurrimientos y sedimentos, tomando como base la magnitud de eventos similares al ocurrido el mes de febrero de 2010.

Durante la intervención de "**las instituciones**" llevada a cabo en el año 2010, en las microcuencas de aporte a la población de Mineral de Angangueo, se definieron los Planes de Acción de cada una de ellas. En dichos Planes de Acción se definieron las necesidades y requerimientos potenciales de prácticas MAPS (prácticas de Manejo del Agua y Preservación de Suelos) a implementar para alcanzar a mediano y largo plazo la restauración hidrológica de las microcuencas de aporte a la población de Mineral de Angangueo.

De acuerdo con los requerimientos totales estimados, durante el 2010 se tuvo un avance del 30% del total de las acciones demandadas, por lo que se consideró pertinente dar continuidad durante 2011 a la implementación del resto de prácticas MAPS en las microcuencas referidas, con el objetivo de alcanza la totalidad de las prácticas para cumplir con los objetivos antes señalados.



Figura 3. Características del sitio antes de construir

La solución más conveniente que se ha adoptado es la construcción de estructuras para el control de avenidas extraordinarias, con la finalidad de controlar y almacenar la mayor cantidad de agua posible tanto durante la temporada de lluvias como en precipitaciones atípicas, adoptando una cultura de prevención.

II.1 Clasificación de las obras de control

Las presas de control de azolves se clasifican de acuerdo de acuerdo a los materiales empleados para su construcción y la vida útil de estos en permanentes y temporales. Dentro del grupo de estructuras permanentes, podemos ubicar las presas de mampostería, gaviones y presas de muro vivo; en un segundo grupo se encuentran las presas de costales, piedra acomodada, ramas y palos.

Selección de los sitios de construcción

La selección de los sitios de construcción de las presas considera lo siguiente:

Deberá ser la parte más angosta de la cárcava, a fin de reducir costos de construcción y lograr mayor estabilidad en las márgenes.

El lugar debe ser un tramo recto de aprox. 20 metros aguas arriba del sitio de construcción a fin de lograr que el escurrimiento se conduzcan linealmente hasta impactarse de frente sobre el muro transversal; evite construir presas en meandros y lugares curvos del cauce. El sitio debe tener taludes bien consolidados, (Rel.0.7:1) a fin de evitar deterioro; las márgenes no deben ser salida de otra cárcava.

Si el sistema de drenaje se encuentra muy disectado, deberá seleccionarse en una confluencia (punto donde ocurren otras cárcavas) a fin de controlar varias cárcavas con una sola obra. Por el contrario, en muro de control no deberá construirse en una bifurcación punto donde se originan dos cárcavas. (Cárcava es una zanja causada por la erosión que sigue generalmente la máxima pendiente del terreno y constituye un cauce natural en donde se concentra y corre el agua proveniente de las lluvias). El agua que corre por la cárcava arrastra gran cantidad de partículas de suelo producto de la erosión.

Formación de la cárcava

Generalmente, cuando el agricultor utiliza nuevos terrenos para cultivo, corta la vegetación arbórea, arbustiva y herbácea, limpia el terreno dejándolo expuesto a la acción directa de la lluvia y el escurrimiento superficial, ocasionando inicialmente la remoción y el arrastre de las partículas del suelo por capas delgadas (erosión laminar).

El agua, a medida que va descendiendo por la ladera y debido a las irregularidades en el relieve del terreno, se va concentrando, formando pequeños canales, los que a su vez se juntan y forman un canal mayor. Con una masa de agua mayor y una velocidad que va en aumento, la erosión se va acentuando, formando inicialmente pequeños surcos, los que se van agrandando horizontal y verticalmente hasta que finalmente se forman las cárcavas, llamadas también zanjas; barrancos o torrenteras.

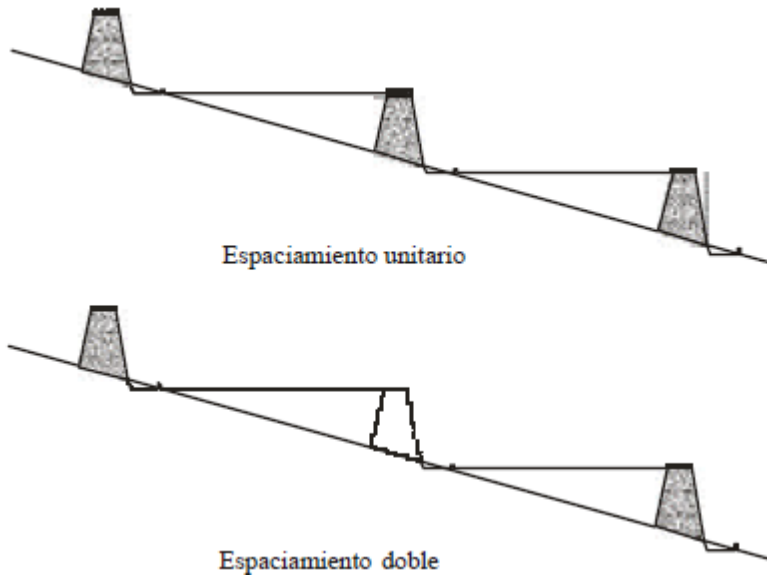


Figura 4. Espaciamiento entre presas de control de azolve

Espaciamiento entre presas

El espaciamiento es función de la pendiente de la cárcava (P_c), la pendiente de los sedimentos aguas arriba de la presa (P_s) y del tratamiento que se pretenda en el control.

De acuerdo al Manual de Conservación del Suelo y del Agua (SARH, 1977), para determinar el espaciamiento más adecuado entre presas deben tomarse las siguientes consideraciones: El espaciamiento más eficiente se obtiene cuando una presa se construye en la parte donde terminan los sedimentos depositados por la presa anterior. Para obtener un espaciamiento adecuado, deberá conocerse el volumen de sedimentos transportados por el escurrimiento que circulan por la cárcava a fin de determinar la capacidad de azolves de la presa.

En función de lo anterior se considera que los criterios de espaciamiento se determinan como sigue:

Espaciamiento unitario y por doble espaciamiento.

Tanto el espaciamiento unitario como el doble presentan una superficie inclinada formada por los sedimentos retenidos aguas arriba de la presa. Esta superficie se conoce como pendiente de compensación o aterramiento, menor que la pendiente de la cárcava. Su valor se determina en función del tamaño de los materiales transportados por escurrimiento máximo y las características hidráulicas de la cárcava.

Diseño de las presas

En el diseño se definen las dimensiones más adecuadas de los tendidos que forman el cuerpo de la obra y la estabilidad de los mismos.

Para el diseño se consideran los siguientes puntos:

Determinar las secciones transversales de la cárcava donde se desea llevar a cabo la construcción. Estas deben dibujarse a escala 1:100 preferentemente.

Determinar la curva de áreas y capacidades para cuantificar volúmenes de agua y sedimentos almacenados aguas arriba de la presa.

Estimar el escurrimiento máximo que tiene lugar en la cuenca de la cárcava (área de recepción) a fin de diseñar la capacidad máxima del vertedor.

Considerar empotramientos máximos permisibles en ambas márgenes de la cárcava con el propósito de evitar posibles filtraciones que debiliten la seguridad de las obras.

Proporcionar un colchón amortiguador a fin de evitar el golpe de la caída del agua sobre el piso aguas abajo de la obra en el momento de verterse las aguas, evitando de esta manera la socavación del lecho y el deterioro de las paredes laterales.

Considerar el volumen total de excavación que la construcción demande, así como la dureza del suelo y las condiciones físicas del lecho de la cárcava.

Diseño de presas de piedra acomodada.

Por la profundidad de las cárcavas zona y por su área de escurrimiento, la función de las presas en el control de cárcavas será la de contención de azolves y la disminución de energía cinética del agua.

II.2 Diseño de presas filtrantes de piedra acomodada.

Al igual que en las presas de mampostería, se considera como factor crítico para su diseño, su seguridad para resistir el volcamiento, debiendo por tanto pasar la resultante de las fuerzas que actúan en la presa por el medio de su base (Figura 1).

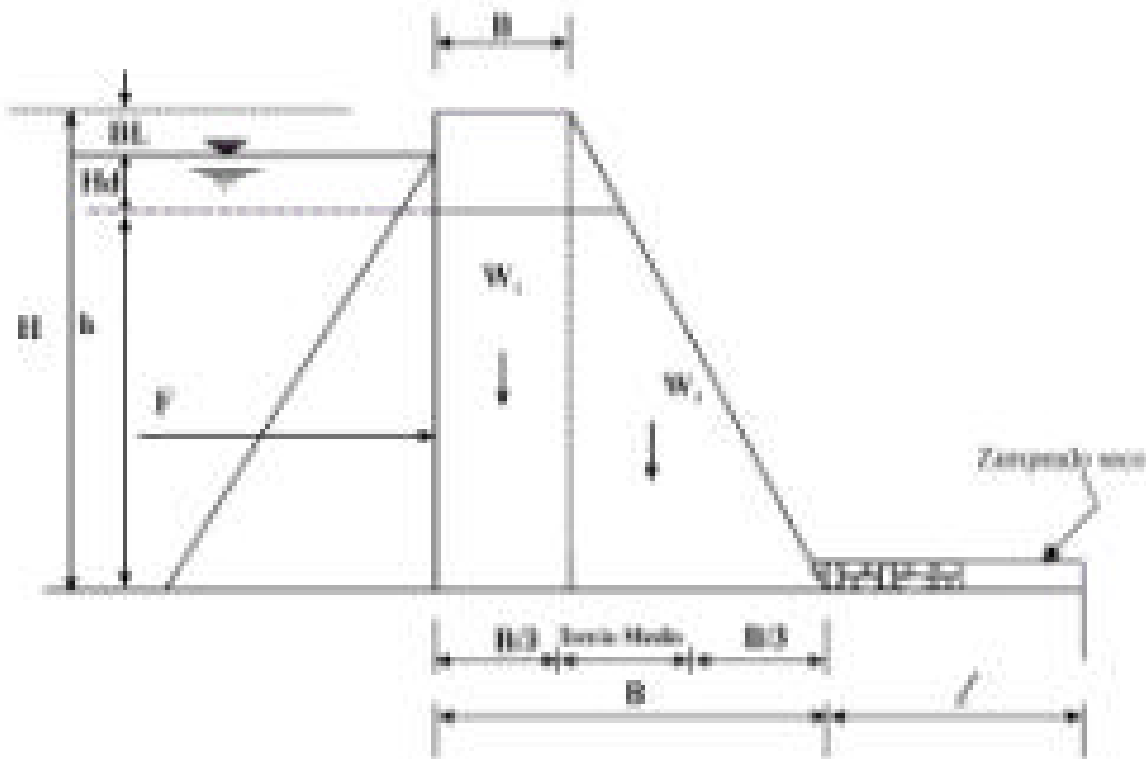


Figura 5. Diagrama de fuerzas actuantes en una presa de piedra acomodada.

De acuerdo al material existente en los sitios de construcción, se torna para el diseño de estabilidad las siguientes constantes:

Relación de vacíos = 1/3

Peso específico de la piedra = 2.4 ton/m³

Peso específico del agua con sedimentos = 1.2 ton/m³

Coefficiente de fricción: piedra sobre piedra = 0.67

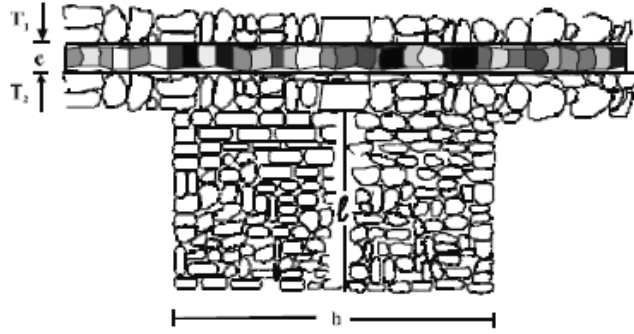
piedra sobre grava = 0.5

Teniendo en cuenta los valores anteriores, el dimensionamiento de la base de la presa estará sujeto a la siguiente fórmula:

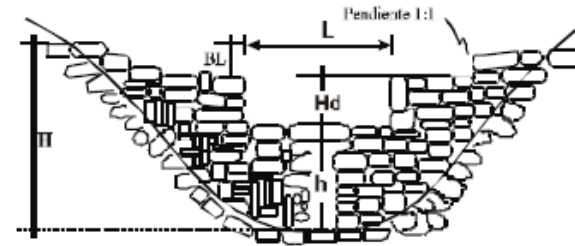
$$B = (\sqrt{5/4c^2H^2})(c/2) \quad (1)$$

Donde: B es el ancho de la base (m); c es el ancho de la corona en m (valor obtenido experimentalmente); H es la altura total de la presa (m). El bordo libre (BL) en todos los casos será de 0.20 m y el ancho (B) del zampeado se excederá en 0.60 m a la longitud (L) del vertedor (0.30 m a cada lado).

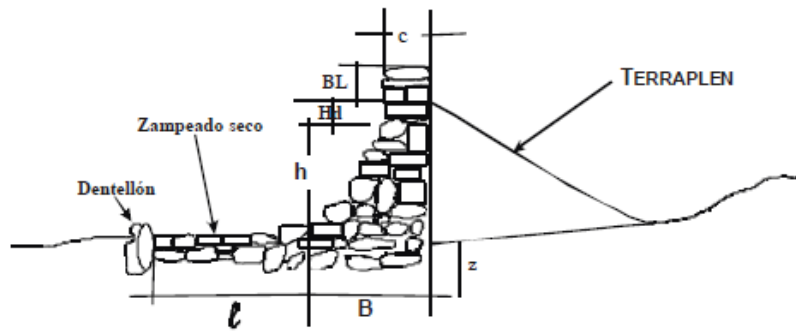
Haciendo uso de la fórmula anterior se procedió a la elaboración del cuadro de dimensionamiento y en el cual se utiliza las siguientes literales



PLANTA



VISTA FRONTAL



SECCION TRANSVERSAL

- SIMBOLOGIA
- c = Ancho de corona
 - h = Altura efectiva de la presa
 - hd = Carga de diseño sobre el vertedor
 - L = Longitud del vertedor
 - H = Altura total de la presa
 - l = Longitud zampeado seco
 - B = Base de la presa
 - BL = Bordo libre
 - T = Talud aguas abajo
 - T = Talud aguas arriba
 - b = Ancho zampeado seco
 - z = Empotramiento

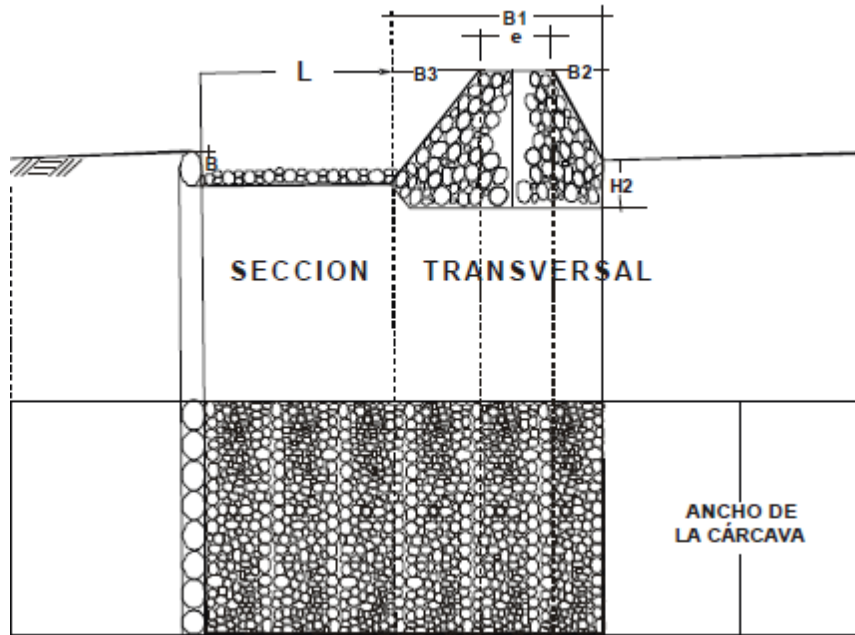
Dimensionamiento para muros de piedra

h (m)	Hd (m)	c (m)	B (m)	z (m)	l (m)	x (m)
2	0.50	0.70	1.80	0.30	1.00	0.20
2	1.00	1.35	1.85	0.30	1.00	0.20
3	0.50	0.85	2.70	0.30	1.00	0.20
3	1.00	1.65	2.70	0.30	1.00	0.20
4	0.50	1.00	3.60	0.50	1.00	0.20
4	1.00	2.00	3.65	0.50	1.00	0.20
5	0.50	1.35	3.90	0.50	1.50	0.20
5	1.00	2.70	4.10	0.50	1.50	0.20
6	0.50	1.40	4.00	0.50	1.50	0.20
6	1.00	2.85	4.35	0.50	1.50	0.20

Figura 6. Croquis de presas de piedra acomodada

*Especificaciones de diseño de presas para el control de Azolves
Piedra Acomodada*

Piedra Bola



Transversal

<i>Materiales</i>	<i>Altura H1</i>	<i>DIMENSIONES</i>						
		<i>B1</i>	<i>B2</i>	<i>B3</i>	<i>H2</i>	<i>L</i>	<i>B</i>	<i>e</i>
<i>Piedra bola</i>	0.50	1.50	0.50	0.80	0.30	0.75	0.20	0.20
<i>Pala</i>	1.00	2.80	1.00	1.50	0.30	1.50	0.20	0.30
<i>Pico</i>	1.50	4.30	1.30	2.50	0.50	2.20	0.30	0.50
	2.00	5.50	2.00	3.00	0.50	3.00	0.30	0.50
	2.50	6.70	2.20	4.00	0.75	3.50	0.40	0.50
	3.00	8.00	3.00	4.50	0.75	4.00	0.40	0.50

Figura 7. Sección y especificaciones para presas de piedra bola

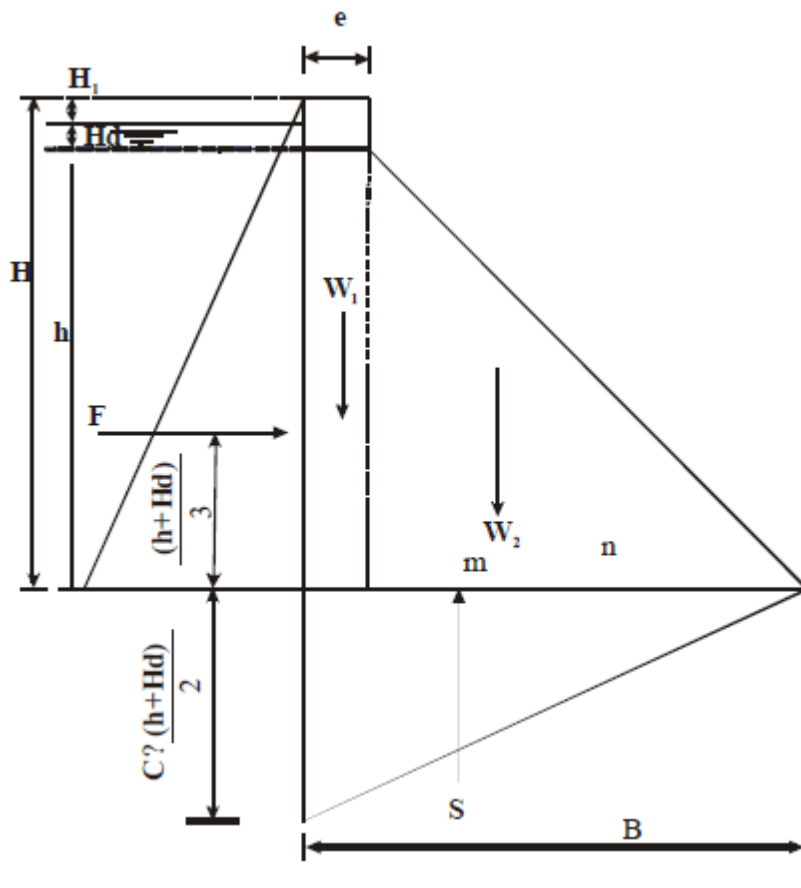
II.3 Diseño de las presas de Mampostería

El diseño se realiza considerando únicamente presas de tipo gravedad, en las que todas las fuerzas que intervienen en la estabilidad de la obra son equilibradas por el peso propio de la estructura.

En este método de diseño se busca que la resultante de las fuerzas actuantes quede dentro del tercio medio de la base de cada sección, evitando con ello que se presenten tensiones. Una vez obtenidas las dimensiones se hace una revisión para obtener los factores de seguridad al volcamiento y deslizamiento.

Por tratarse de obras de dimensiones muy reducidas y cuya falla no pone en peligro vidas humanas, en el análisis de esfuerzos no se consideraron los efectos de sismos, viento y presión de hielo.

Asimismo se hicieron algunas consideraciones que responden a las condiciones medias de la zona de trabajo.



- h = Altura efectiva de la presa.
- H = Altura total de la presa.
- B = Ancho base.
- e = Ancho corona.
- H_l = Bordo libre
- F = Empuje hidrostático.
- C = Coeficiente de subpresión.
- Peso específico del material de la cortina
- Peso específico del agua con sedimentos.
- S = Subpresión.
- f = Peso específico del material de la cortina
- w = Peso específico del agua con sedimentos.

Figura 8. Fuerza que actúan en una presa de gravedad.

Cálculo del ancho de corona "e"

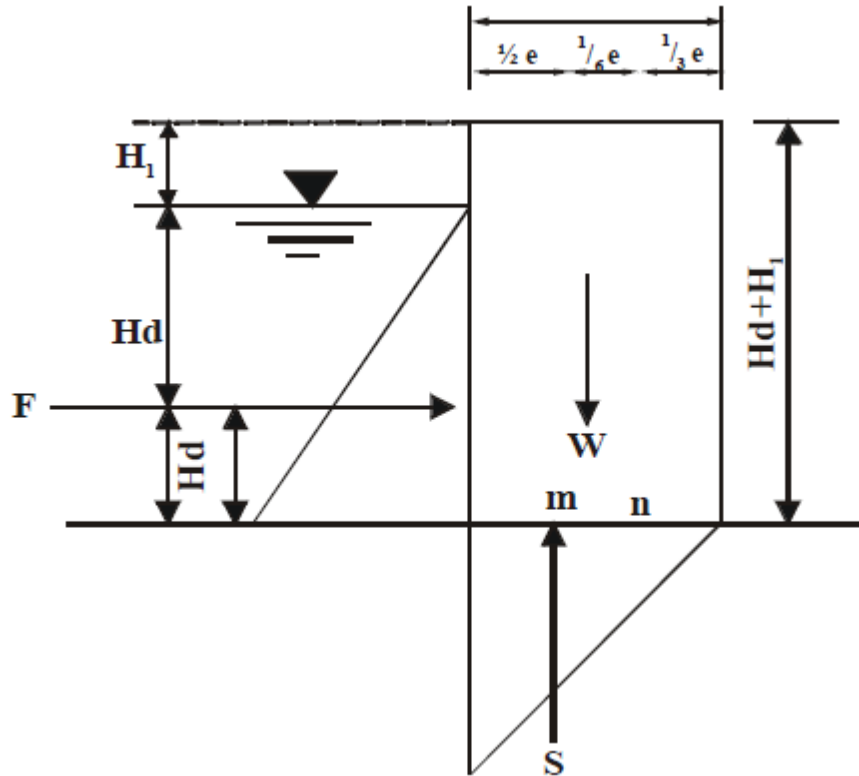


Figura 9. Cálculo de la corona

Para las condiciones medias de la región se utilizaron los siguientes valores:

- Pesos específico mampostería $\gamma = 2,400 \text{ Kg/m}^3$
- Pesos específico del agua con sedimentos $\gamma = 1,200 \text{ Kg/m}^3$
- Bordo libre mínimo $H_1 = 0.20 \text{ m}$
- Espesor mínimo corona $e_{\text{mín}} = 0.20 \text{ m}$
- Coefficiente de subpresión $C_s = 0, 1/2, 2/3 \text{ y } 1$.

A continuación se presentan los valores obtenidos para presas de hasta 6 m - de altura efectiva (h) y carga sobre el vertedor (H_d), que varían de 0.2 a 1 m.

Carga sobre el vertedor	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00
Altura total vertedor	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20
Ancho corona	0.30	0.30	0.30	0.30	0.40	0.50	0.50	0.60	0.70
Altura efectiva									
0.50	0.40	0.45	0.50	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.90
1.00	0.70	0.80	0.90	0.95	1.00	1.00	1.10	1.15	1.20
1.50	1.10	1.15	1.25	1.35	1.35	1.40	1.45	1.50	1.55
2.00	1.50	1.60	1.60	1.70	1.80	1.80	1.90	1.90	1.90
2.50	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.20	2.20	2.30	2.30
3.00	2.20	2.30	2.40	2.50	2.50	1.50	1.60	2.70	2.70
3.50	2.50	2.60	2.70	2.90	2.90	2.90	3.00	3.00	3.00
4.00	2.90	3.00	3.10	3.20	3.20	3.30	3.30	3.40	3.40
4.50	3.30	3.40	3.50	3.50	3.60	3.60	3.70	3.70	3.80
5.00	3.60	3.70	3.80	3.90	3.90	4.00	4.00	4.10	4.10
5.50	4.00	4.10	4.20	4.30	4.30	4.40	4.40	4.50	4.50
6.00	4.10	4.40	4.50	4.60	4.70	4.80	4.80	4.80	4.90

Tabla 1.- Dimensiones de base y corona, si se considera nula la subpresión. $C = 0$

Carga sobre el vertedor	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00
Altura total vertedor	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20
Ancho corona	0.30	0.30	0.30	0.30	0.40	0.50	0.50	0.60	0.70
Altura efectiva									
0.50	0.45	0.50	0.55	0.60	0.70	0.75	0.80	0.90	0.95
1.00	0.80	0.85	0.95	1.00	1.10	1.10	1.20	1.25	1.30
1.50	1.15	1.25	1.35	1.45	1.50	1.50	1.60	1.60	1.70
2.00	1.55	1.65	1.80	1.85	1.90	1.95	2.00	2.00	2.10
2.50	1.95	2.05	2.20	2.25	2.30	2.35	2.40	2.45	2.50
3.00	2.35	2.45	2.60	2.65	2.70	2.75	2.80	2.85	2.90
3.50	2.75	2.85	3.00	3.05	3.10	3.15	3.20	3.25	3.30
4.00	3.15	3.25	3.35	3.45	3.50	3.55	3.60	3.65	3.70
4.50	3.55	3.65	3.75	3.85	3.90	3.95	4.00	4.05	4.15
5.00	3.95	4.05	4.15	4.25	4.30	4.35	4.40	4.45	4.65
5.50	4.30	4.45	4.55	4.65	4.70	4.75	4.80	4.85	4.90
6.00	4.70	4.80	4.95	5.00	5.10	5.15	5.20	5.25	5.35

Tabla 2. Dimensiones de base y corona, considerando un coeficiente de Subpresión. $C = 1/3$

Diseño del colchón amortiguador.

Como diseño del colchón amortiguador se entiende el encontrar su longitud y profundidad, de tal modo que en su interior se produzca un salto hidráulico que disipe la energía que obtiene el agua al caer desde la cresta vertedora al piso de la cárcava. Con un colchón adecuado evitamos la socavación aguas abajo de la estructura.

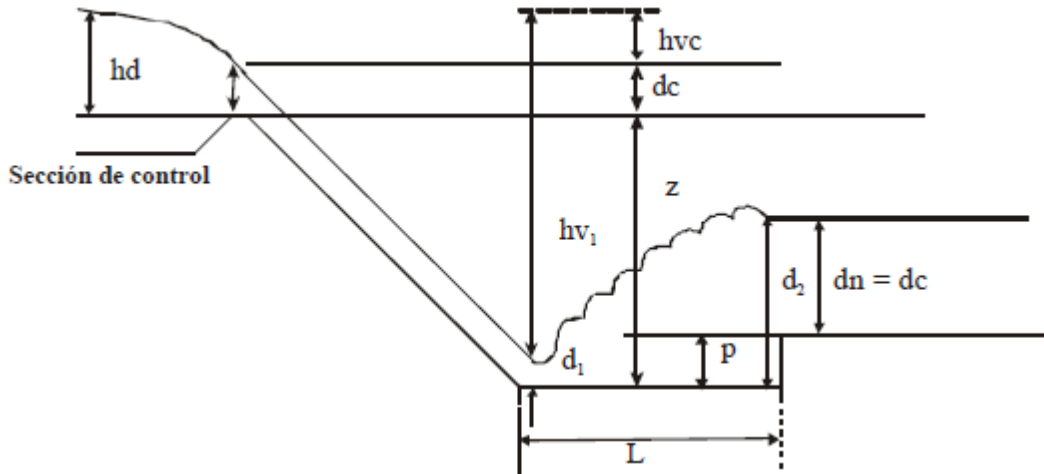


Figura 10.: Variables que intervienen en el diseño de un colchón hidráulico.

Para proceder al diseño del colchón hidráulico deberemos tener en cuenta la ley de Conservación de la Energía (Bernoulli). Tenemos:

$$z + dc + hvc = d1 + hv1 \quad (10-7) \quad (2)$$

Donde: z es la diferencia de nivel entre la cresta del vertedor y el piso del colchón; dc es el tirante crítico, nivel del agua sobre la cresta vertedora; hvc es la carga de velocidad al presentarse el tirante crítico; $d1$ es el tirante en la sección más contraída de la vena líquida; y $hv1$ es la carga de velocidad en el lugar donde se presenta $d1$.

Para resolver la ecuación debemos encontrar el tirante $d1$ que la satisfaga por medio de tanteos.

Con el fin de encontrar una solución aplicable a todas nuestras cortinas, se considero que $Z =$ altura efectiva de la presa, i.e. $z = h$, y además se utilizó el concepto de gasto unitario (q) que es el gasto que pasa por una longitud de un metro del vertedor.

Expuesto lo anterior, las variables involucradas se determinan por medio de las siguientes fórmulas:

$$q = Q/B \quad (3)$$

Donde $q =$ gasto unitario (m^3/s)/ m ; Q es el gasto total en el vertedor (m^3/s); y B es la Longitud de la cresta vertedora (m).

$$dc = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}} \quad (10-7) \quad (4)$$

Donde $g =$ aceleración de la gravedad = 9.81 m/seg^2

$$hvc = (9/dc)^2/2g$$

$d1 =$ Se calcula por tanteos

$$hv1 = V_1^2/2g \text{ donde } V_1 = q/d_1 \quad (5)$$

Habiendo calculado z , d_c y h_{vc} , se procede a dar valores a d_1 , se obtiene el valor h_{v1} y se sustituyen valores en la ecuación para ver si esta se cumple.

Generalmente se requieren varios tanteos para que la diferencia sea mínima y se toma como d_1 el valor obtenido al final.

Una vez obtenido el tirante d_1 que se conoce como conjugado menor se procede al cálculo del conjugado mayor d_2 que es la altura de la superficie libre del agua al final del salto hidráulico.

$$d_2 = d_1/2(\sqrt{d_1^2/4 + (2V_1^2 d_1)/g}) \quad (6)$$

Para que el salto se presente en el interior del colchón hidráulico y no en áreas desprotegidas donde causaría daños al cauce, debemos cumplir con lo siguiente:

Longitud del colchón $L = 5 (d_2 - d_1)$

Profundidad del colchón $p = d_2 - d_c$

Debido al costo de una excavación para darle profundidad al colchón es preferible interpretar a p como la altura del dentellón final.

Finalmente, para asegurarnos de que el salto sea estable el número de Froude (Fr) deberá tener un valor entre 4.5 y 9, es decir:

$$4.5 < Fr < 9 \quad (7)$$

$$Fr = V_1 / \sqrt{gd_1} \quad (8)$$

Como se habrá notado, el cálculo de un solo colchón hidráulico es bastante laborioso, pudiendo resultar al final de nuestros cálculos que el salto no es estable. Con el fin de evitar todo ese trabajo, con la ayuda de un microprocesador se han obtenido las siguientes tablas.

En las tablas se transformó cada gasto en la carga del diseño del vertedor correspondiente (H_d), y se presentan los números de Froude en cada caso para seleccionar en lo posible dimensiones que permitan un salto estable.

Carga de diseño H_d (m)	Gasto unitario q ($m^3/s/m$)
0.2	0.13
0.3	0.238
0.4	0.367
0.5	0.513
0.6	0.674
0.7	0.849
0.8	1.038
0.9	1.238
1	1.45

Tabla 3. Gasto con respecto a las cargas de diseño

Formula resuelta

$$Q=CLH^{3/2} \quad (9)$$

$$c=1.45$$

II.4 Diseño de Presas de Geocostales

Definición: Es una estructura permeable, que se ordena en forma de barrera o trinchera, usada para el control de la erosión en cárcavas y la retención de sedimentos. Esta obra se construye de costales rellenos de tierra que se colocan transversalmente al flujo del agua o escurrimiento.

Finalidad y Beneficios: Retener los sedimentos en suspensión, favorecer la infiltración, disminuir la velocidad del agua, estabiliza lecho de la cárcava, y prolongar la vida útil de obras de almacenamiento aguas abajo.

Descripción general: Las presas de costales se recomiendan para pendientes máximas de 35%, donde el escurrimiento superficial no es de gran volumen. En su construcción debe despalmarse el talud y la base, empotrar los sacos, y construir un pequeño terraplén aguas arriba de la estructura, con el fin de evitar socavamiento de la estructura. En cárcavas con pendientes de 10% a 35%, es conveniente construir una zanja de 1.5 metros de ancho por 0.25 veces la altura a la corona, en forma transversal, para empotrar la primeras hileras de costales base. Realizada la formación del cuerpo de la presa se recomienda colocar estacas (en el área localizada aguas abajo y de altura igual a la cortina) distanciadas 0.50 m, con el fin de dar mayor estabilidad a la presa. El suelo extraído en la construcción de la zanja se puede utilizar para llenar los costales. Se buscarán costales de textiles duraderos (10 años como mínimo) que sean de material resistente a la acción de los rayos ultravioleta.

Es conveniente colocar los costales llenos de tierra en forma intercalada y si la presa es de más de un metro se deben hacer una especie de escalones (con peldaños 10 cm) para darle mayor estabilidad. Aunque el largo de esta obra es variable, la altura efectiva de la presa no debe exceder de 1.5 metros. Es necesario conformar un vertedor de excedencias en el centro de la barrera y que el sitio a donde descarga el vertedor se proteja con un delantal que evite el socavamiento del fondo de la cárcava y proporcione a la estructura mayor estabilidad. Se recomienda la siembra o plantación de especies vegetales sobre los sedimentos acumulados aguas arriba y colocar semillas de pastos y arbustos en la superficie de los sacos para que estabilicen la presa. Una apertura en la malla de 0.212 milímetros (malla núm. 70) permite el crecimiento de vegetación inducida. Es conveniente calcular el espaciamiento entre presas, la profundidad y el ancho de las cárcavas para estimar la cantidad de costales necesarios. Las medidas de los costales suelen ser de 60 x 40 x 25 cm de altura, por ello, para formar un metro cúbico se requieren de aproximadamente 20 costales.

Estructuras complementarias: Cabeceo de cárcavas, canales de desvío, suavizado de taludes

II.5 Diseño de Presas de gaviones

Aspectos teóricos

La construcción de presas de gaviones, implica la necesidad de un estudio minucioso que determinen el diseño adecuado de la obra y que a su vez cumpla con los objetivos que las normas de construcción demanden y de la utilidad que se les pretenda dar.

El diseño de las presas de gaviones tiene por objeto conocer el dimensionamiento más adecuado de los tendidos que forman el cuerpo de la obra y la estabilidad de los mismos.

Para el diseño de la presa básicamente se consideran los siguientes puntos:

1. Determinar las secciones transversales del cauce donde se desea llevar a cabo la construcción.
2. Determinar la curva de áreas y capacidades con el fin de cuantificar los volúmenes de agua y sedimentos que serán almacenados aguas arriba de la presa.
3. Estimar el escurrimiento máximo que tiene lugar en la cuenca del río (área de recepción) a fin de diseñar la capacidad máxima del vertedor.
4. Diseñar el vertedor a fin de satisfacer la capacidad de descarga del escurrimiento máximo.
5. Considerar los empotramientos máximos permisibles en ambas márgenes del cauce.
6. Proporcionar un colchón amortiguador a fin de evitar el golpe de la caída del agua sobre el piso aguas abajo de la obra en el momento de verterse las aguas.

Estructura vertedora

La longitud de la cubeta está condicionada por el ancho del cauce aguas abajo. Para determinar la altura de la cubeta se considera como un vertedor de pared gruesa, por lo que se utilizó la siguiente expresión:

$$h=(Q/1.705L)^{2/3} \quad (10)$$

Tanque amortiguador

Para disipar la energía de caída del agua y mitigar los efectos de la socavación al pie de la estructura en múltiples casos se diseña un tanque amortiguador.

Para obtener los parámetros de cálculo necesarios para conocer el comportamiento hidráulico de la estructura en conjunto, se plantea la Figura 1, en donde se muestran los parámetros necesarios a calcular para el diseño. [11]

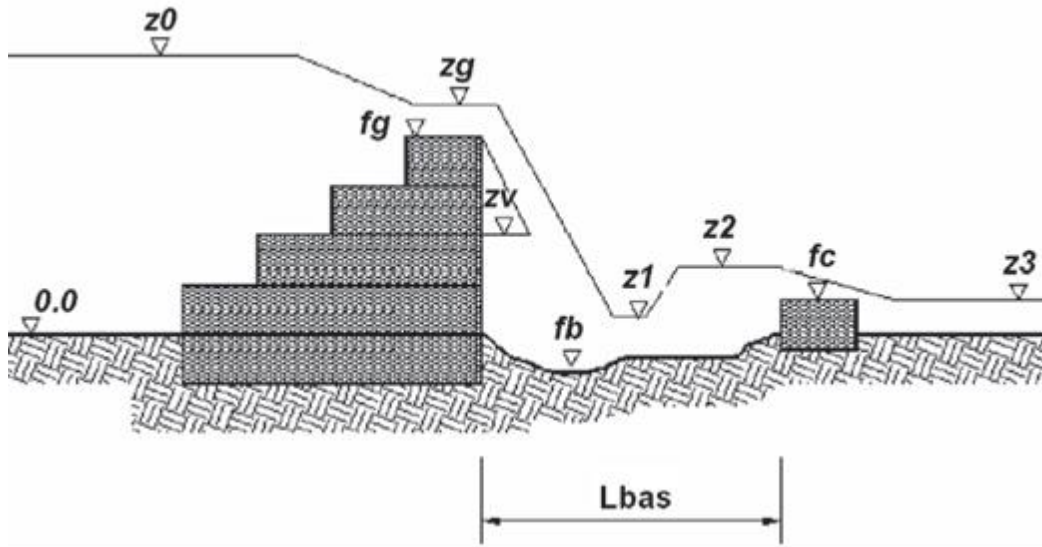


Figura 11. Estructura con vertedor de caída libre y contrapresa.

Z3: tirante normal aguas abajo del contradique; se obtiene de la ecuación de Manning:

$$Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} i^{1/2} \quad (11)$$

Utilizando todo en función de R y A y que el canal tiene una forma trapezoidal:

$$A = (z_3 - f_3) \left[b + \frac{(z_3 - f_3)}{2 \tan \theta_r} + \frac{(z_3 - f_3)}{2 \tan \theta_l} \right]$$

$$B = b + \frac{z_3}{\text{sen} \theta_r} + \frac{z_3}{\text{sen} \theta_l}$$

$$R = \frac{A}{B} \quad (12)$$

En donde:

A: área de la sección transversal, **B:** perímetro mojado, **R:** radio hidráulico, **n:** coeficiente de

Manning, **i:** pendiente del cauce, **f3:** Elevación del fondo **qr:** talud por margen derecha, **qi:** talud por margen izquierda, **b:** ancho del río. **z0:** tirante máximo aguas arriba de la estructura.

Se calcula utilizando la ecuación para vertederos de cresta ancha.

fg: elevación de la cresta de vertedor del dique,

Lg: longitud de la cresta de vertedor del dique.

zg: tirante máximo en la cresta del vertedor. Para vertederos rectangulares el tirante crítico en la cresta, se considera como 2/3 de z0.

fb: es la profundidad de socavación y se calcula mediante la fórmula de Schoklitsh² .

Finalmente se calcula **Lbas** que es la longitud mínima requerida por el tanque dissipador.

$$L_{bas} = 2.5(z_g - f_b) \quad (13)$$

Análisis del funcionamiento hidráulico de la estructura al considerar la protección del fondo del tanque con los gaviones y con el contradique.

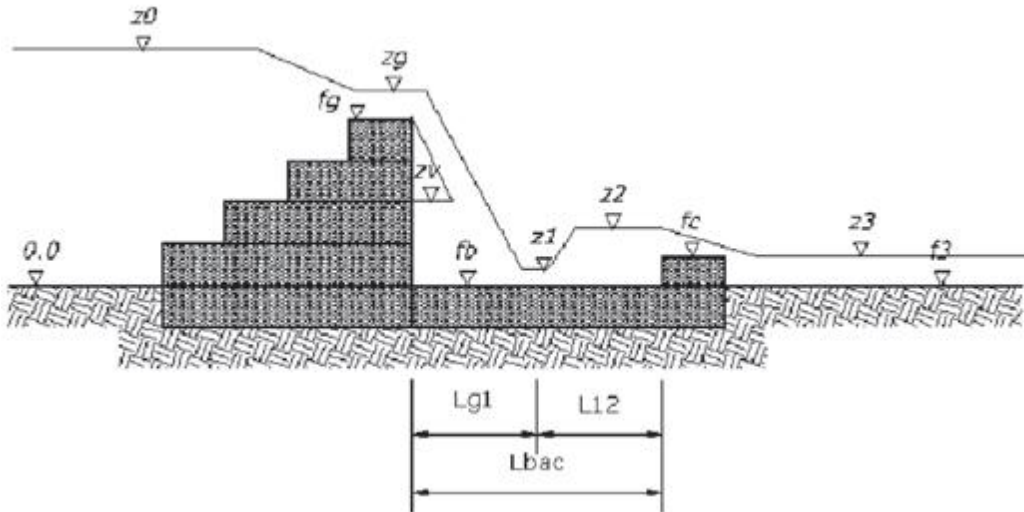


Figura 12. Estructura con vertedor de caída libre, tanque protegido y contrapresa de gaviones.

Cálculo estructural

El cálculo estructural de una presa de gaviones constituye el análisis de cada fuerza que actúa sobre el muro y que al mismo tiempo determina la estabilidad de la obra. En esta parte se presenta un método original que señala los procedimientos de cálculo utilizados en la construcción de éste tipo de obras. En términos generales, se analiza directamente la resistencia del muro de gaviones a soportar los efectos por deslizamiento y volcamiento causados por el empuje hidrostático del agua, en la figura 3 se ejemplifican las fuerzas que actúan sobre la estructura. [11]

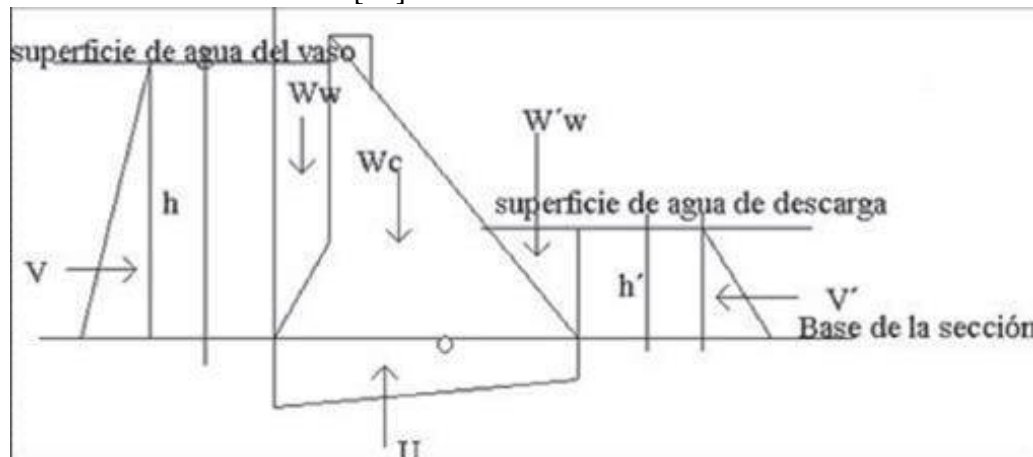


Figura 13. Cálculo estructural

Análisis estructural

Cortina

El análisis de la cortina se debe de realizar en las diferentes condiciones que se presentarán en la vida útil de la estructura, para una presa de retención de sólidos tenemos que se presentan 3 en especial, estos casos son:

Análisis al descargar por el vertedor el gasto máximo de diseño

Las fuerzas actuantes en esta presa son:

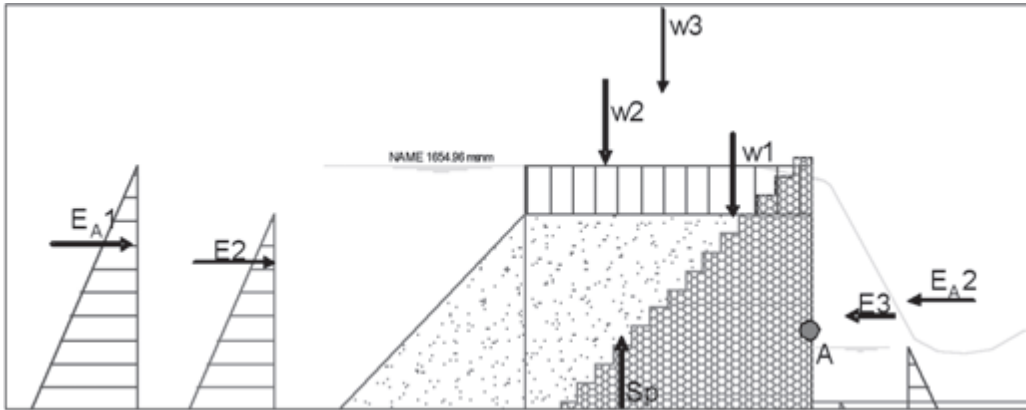


Figura 14. Análisis Estructural

Las estructuras hidráulicas para el control de cauces torrenciales hechas a base de gavión son capaces de proveer seguridad estructural ya que presentan mucha resistencia contra la rotura del macizo por considerarse una estructura monolítica pero al mismo tiempo flexible, además de que son muy estables por que evitan el deslizamiento que se pudiera presentar por carga externas, debido a su propio peso.

Los materiales que conforman la estructura y el revestimiento deberán ser resistentes a la erosión, con la finalidad de que sean capaces de resistir las altas velocidades y el arrastre de materiales que frecuentemente se presentan sobre ellas.

Los fenómenos de cavitación y presiones diferenciales en las caras del revestimiento y de la estructura se ven disminuidos debido a la porosidad del gavión. Se pudo encontrar que la obra propuesta, hidráulica y estructuralmente resulta adecuada, ya que su dimensionamiento tiene la suficiente capacidad de verter y contener los sólidos que fluyen por el torrente del cauce.

La protección aguas debajo de la estructura permite que las descargas localizadas no erosionen el pie del muro y con ello se evita algún tipo de falla global, además se provee de la construcción de disipadores de energía controlando así la velocidad de flujo aguas abajo.

Como resultado, se construirán cuatro diferentes tipos de estructuras. Las características locales han sido consideradas para su diseño y construcción; a continuación se describen los cuatro tipos de estructuras y características que se tendrán en el diseño para el municipio de Mineral de Angangueo, Michoacán:



Figura 15. Estructura de geocostales

II.7 Estructuras de Gaviones

Este tipo de estructura permanente se emplea para controlar la erosión en cárcavas de diferentes tamaños y profundidades, siempre y cuando se considere el aspecto de estabilidad en las construcciones de gran magnitud. La estructura está formada por una serie de gaviones dispuestos de manera que se optimice la trabazón entre ellos, unidos unos a otros por medio de ligaduras de alambre.

Los gaviones no son más que una caja en forma de paralelepípedo, construida con malla de alambre de triple torsión galvanizado. Un gavión queda definido por medio de sus dimensiones (largo, ancho y alto), el tamaño de sus mallas y el grueso del alambre que lo constituye.

En esta clase de estructuras se distinguen dos partes principales: la base de la cimentación y el cuerpo de la misma. La base de la cimentación es necesaria para proteger la práctica entera contra las socavaciones en el lecho de la cárcava, ocasionadas por el escurrimiento de la misma, ya que puede poner en peligro la estabilidad de la estructura. El espesor del delantal está constituido por una hilera de gaviones terminados en escalón de salida; o bien

un colchón hidráulico. El cuerpo de la estructura queda constituido por una o varias hiladas de gaviones, de acuerdo con la altura que se desee dar a la presa de control. Para este tipo de estructura hay que tener en cuenta que al igual que en las estructuras ya mencionadas, resulta de gran importancia vigilar el debido empotramiento de la cortina tanto en los taludes de la cárcava, como en el lecho de la misma, y además hay que construir un vertedor capaz de conducir el gasto máximo estimado para el período de retorno, con base en eventos de precipitaciones conocidos. Debe considerarse además la separación entre cada una de las estructuras, tomando en cuenta el criterio pie-cabeza.

El uso de esta clase de estructura es muy ventajoso desde el punto de vista de adaptabilidad a diversas condiciones, ya que es fácil de construir aún en zonas inundadas; funciona como presa filtrante, controla eficientemente la erosión en cárcavas de diferentes tamaños y tiene un costo relativamente bajo.

Por las condiciones climatológicas y las características torrenciales de los escurrimientos que se presentan en los cauces de las regiones tropicales de México, la construcción de la estructura de gaviones demanda extremar el criterio de seguridad, por lo que una parte importante en la construcción de gaviones es la

estabilización de los taludes que han sido modificados durante la construcción, o por las características naturales del terreno; esta estabilización podrá llevarse a cabo mediante la colocación de zampeados de concreto o de mampostería aguas abajo y aguas arriba de la cortina, con lo cual se reducirá el riesgo de socavaciones o deslizamientos en los taludes del cauce.

Otra práctica que permitirá darle mayor seguridad a la estructura es la construcción de una protección de concreto de al menos 10cm de espesor en la base de la cortina, la cual habrá de protegerla de la abrasión y el golpeteo ocasionado por las rocas y detritos leñosos del flujo del cauce, particularmente durante escurrimientos intensos.

La cuantificación de los trabajos que involucra la construcción de cada estructura incluye el volumen de los gaviones utilizados en la construcción del cuerpo; de la misma manera, se considerará el concreto en los taludes de las presas, cuantificado en metros cúbicos de concreto; los empotramientos de las presas de gavión realizados con mampostería se cuantificarán en metros cúbicos; del mismo modo, la protección de los gaviones en el colchón de la presa será cuantificará en metros cúbicos de concreto.

Se implementará en cauces torrenciales con pendientes mayores al 5%.

Se debe emplear piedra con propiedades mecánicas adecuadas.

Se deben empotrar para garantizar la estabilidad de las estructuras hasta eliminar el material no consolidado, o hasta garantizar que tengan un reposo lateral adecuado sobre un material que garantice la no socavación. Los empotramientos en suelo en ningún caso deberán ser menores de 40 cm.

Las presas de gaviones se desplantarán hasta eliminar el material no consolidado.

En ningún caso la profundidad de desplante en suelo será menor a 40cm.

Las cajas de los gaviones deben ser de malla de alambre de triple torsión con recubrimiento metálico de 8x10 cm de 2.7 mm y 3.7 mm en las aristas o bordes.

El cosido entre los gaviones debe realizarse con alambre galvanizado de 2.2mm.

La altura efectiva de las presas de gaviones, medida desde el nivel del terreno natural en el lecho del cauce a la altura del vertedor de aguas arriba, deberá ser de al menos 100cm.

Se deberá construir un vertedor que garantice el tránsito de una avenida máxima para un período de retorno de al menos 50 años, utilizando el Método Racional.

En caso necesario, se deberá recubrir la salida del vertedor para evitar la erosión y socavación del cauce.



Figura 16. Estructura de gavión

II.8 Estructuras de Mampostería

Son estructuras permanentes que se construyen a base de piedra, arena y cemento, que se desplantan en los cauces, cárcavas y ríos, con la finalidad de controlar la velocidad del escurrimiento, al formar un escalón que reduce la erosión hídrica y permite almacenar agua. Aguas arriba de la estructura se deposita parte del material acarreado en suspensión; consecuentemente se forma una capa de sedimento, que bajo condiciones favorables, permite el crecimiento de una capa vegetal estabilizadora del lecho de la cárcava.

Con la construcción de estas estructuras, la estabilización del lecho del cauce será total cuando se desarrolle vegetación permanente que retenga al suelo en su sitio, y antes que esto suceda el volumen de agua que se almacena en el embalse de la presa puede ser utilizada para los aprovechamientos en las comunidades rurales, citados líneas arriba.

El espaciamiento entre dos presas consecutivas varía de acuerdo con la pendiente, el volumen de sedimentos depositados, la altura efectiva de las cortinas y de la finalidad que se persigue con el tratamiento de las cárcavas; es decir, se acumulará más sedimento en presas con cortinas altas y espaciadas. Por otra parte, en aquellas destinadas a estabilizar la pendiente de la cárcava, el espaciamiento y la altura de las cortinas aguas arriba y aguas abajo consecutivas, serán menores.

Debido a que este tipo de soluciones es costoso, generalmente se establecen al final de un conjunto de prácticas de menor costo.

Las partes de la estructura como el delantal, vertedor, empotramiento tanto en la cimentación como en los taludes y los vertedores, deben ser diseñadas según las características del sitio, la velocidad y volumen de escurrimiento.

Los factores relevantes para el diseño son dos: el factor de seguridad al volcamiento y el de seguridad al deslizamiento; en el primero se asegura que la presa tenga un vertedor lo suficientemente grande para que permita el flujo de los excedentes de agua y esta no debilite los taludes, socave los lados y provoque su volcadura; en el segundo, se busca que la estructura sea lo suficientemente pesada para que el empuje del agua almacenada aguas arriba no provoque un deslizamiento de la estructura. Debido a esto, es necesario asegurar la estabilidad en su base, para que soporte la socavación del agua y evite el volcamiento.

Se implementará en cauces torrenciales con pendientes mayores al 5%.

Se debe emplear piedra con propiedades mecánicas adecuadas y será una mezcla de arena, agua y cemento con un $f'c$ de 140 kg/cm².

Se deben empotrar para garantizar la estabilidad de las presas hasta eliminar el material no consolidado o hasta garantizar que tengan un reposo lateral

adecuado sobre un material que garantice la no socavación. Los empotramientos en suelo en ningún caso deberán ser menores de 40 cm.

Las cortinas de mampostería se desplantarán hasta eliminar el material no consolidado. En ningún caso la profundidad de desplante en suelo será menor a 40cm.

La altura efectiva de las cortinas de mampostería, medida del nivel del terreno natural en el lecho del cauce a la altura del vertedor de aguas arriba, deberá ser de al menos 100cm.

Se deberá construir un vertedor que garantice el tránsito de una avenida máxima para un periodo de retorno de al menos 50 años, utilizando el Método Racional.

En caso necesario se deberá construir la protección para evitar la erosión y socavación del cauce por el tránsito del agua a la salida del vertedor.



Figura 17. Estructura de mampostería

II.9 Estructuras de Piedra Acomodada

Las cortinas de piedra acomodada son estructuras construidas con rocas colocadas transversalmente a la dirección del flujo de la corriente, y que se utilizan para el control de la erosión en cárcavas, reducir la velocidad de escurrimiento y retener azolves.

Los diseños empleados en las estructuras de las presas deben garantizar la resistencia al deslizamiento y volcamiento por el peso propio de la estructura y acomodo de las piedras.

Esta práctica se establecerá en cárcavas con pendientes menores al 30% y flujos de bajo volumen.

Se recomiendan alturas efectiva entre 0.8 y 1.5 m.

Este tipo de estructuras se sostienen por gravedad, por lo que el empotramiento tendrá la función de retirar materiales sueltos para evitar socavación lateral; en el caso de existir material consolidado, éste será el mínimo necesario (0.15m); en caso de que el material no consolidado se prolongue lateralmente, el empotramiento será de un tercio de la altura efectiva.

El ancho mínimo de la corona de la cortina debe ser de 60cm.

El vertedor debe de calcularse para un gasto de diseño obtenido con una tormenta de duración equivalente al tiempo de concentración de la microcuenca y un periodo de retorno de 25 años.

Para la construcción de las presas de piedra no se recomiendan las rocas que se desmoronan o sean de bajo peso, ya que pueden ocasionar la destrucción de la presa y el arrastre de material.

Para lograr que la cortina retenga la mayor cantidad de sedimentos y funcione como presa filtrante, no deberán quedar espacios éntrelas piedras mayores a 10cm



Figura 18. Estructura de piedra acomodada

Justificación

El lunes 1° de febrero de 2010, al nororiente del estado de Michoacán en los límites con el estado de México, se tuvieron nevadas y granizadas que dejaron capas de hielo de hasta 20cm de espesor. En los siguientes cuatro días se presentaron precipitaciones atípicas en la zona, que generaron ondas de avenidas hidrometeorológicas ante precipitaciones extraordinarias y provocando diversos problemas en varias localidades de la zona, entre las que se destaca la población de Angangueo.

Se pretende beneficiar a la población de Mineral de Angangueo, Michoacán, al brindarles una mayor seguridad con estructuras para el control de avenidas extraordinarias y almacenamiento de agua, controlando la cantidad de azolve provocado por el desprendimiento de partículas del suelo de pequeño y gran tamaño y evitando la generación de torrentes de agua, lodo y detritos ocasionados por el deslave de cerros, debido a la gran velocidad y caudal de agua, consecuencia del exceso de lluvia.



Figura 19. Mineral de Angangueo, Michoacán.

Descripción del problema

Los desastres naturales son aleatorios; tal es el caso de los grandes desastres naturales que puede provocar una lluvia intensa que no cesa durante tiempo prolongado. Debido a las intensas lluvias del 4 de febrero de 2010, que se precipitaron en la localidad de Mineral de Angangueo, Michoacán, se produjo el desprendimiento de partículas de suelo de pequeño y gran tamaño con el deslave de cerros, como consecuencia de las grandes velocidades del agua y los objetos transportados por la corriente de la misma, causando pérdidas materiales y lamentablemente la muerte de varias personas. Fue necesario tomar medidas preventivas para evitar otra catástrofe natural.

Con tal objetivo se están construyendo estructuras de diferentes materiales: mampostería, gaviones, geocostales y piedra acomodada, que tienen el principal objetivo de controlar avenidas hidrometeorológicas ante precipitaciones extraordinarias y así prevenir desastres en la población. Dichas estructuras se definen por las condiciones particulares de cada cauce (constructivas, accesos, geología, etc.), sin embargo, e independientemente del tipo de materiales con el que ha de ser proyectada cada obra, dicha estructura debe ser diseñada de tal forma que resista los esfuerzos que la corriente produce en el momento de algún evento extraordinario. La determinación de la capacidad de control y las obras de excedencia se conoce como diseño hidrológico, y su calidad es un indicativo directo de la seguridad hidrológica de la estructura. Si se presenta un evento mayor al utilizado para el

diseño, se acepta que la presa falla hidrológicamente, aun cuando la propia estructura no sufra daños.

En la práctica ingenieril y con destino al dimensionamiento de distintos tipos de obras se requiere el cálculo de la "crecida de diseño" o "crecida de proyecto", para lo cual es necesario asociar una determinada magnitud de crecida con la probabilidad anual de ser superada (período de retorno), con lo que se representa el riesgo hidrológico del evento.

La regulación de estos eventos a través de la construcción de obras hidráulicas no solo permite dar seguridad a la población al retener el agua, sino también optimizar el manejo integral de este recurso. Con este proyecto de investigación que se lleva a cabo en el municipio de Mineral de Angangueo, Michoacán, es el tema de la tesis Atributos geotécnicos e hidrológicos para la construcción de obras de control de avenidas hidrometeorológicas.



Figura 20. Casas destruidas por la tormenta

Objetivo general

Determinar los atributos geotécnicos e hidrológicos del municipio de Mineral de Angangueo Michoacán en base de un análisis de los materiales de la misma región, para una adecuada rehabilitación de obras de control de avenidas, como una medida de prevención de desastres ante precipitaciones extraordinarias.

Objetivos Específicos

- i. Continuar con la implementación de prácticas de Manejo del Agua y Preservación de Suelos (MAPS) en cauces y vertientes de las microcuencas de aporte a la población de Mineral de Angangueo, Michoacán (Microcuenca El Ventilador), con base en Plan de Acción de las microcuencas.
- ii. Elaborar proyectos ejecutivos y asesorar el establecimiento de prácticas MAPS en cauces de primer y segundo orden y vertientes de las microcuencas de aporte a la población de Mineral de Angangueo, Michoacán (Microcuenca El Ventilador).
- iii. Evaluar y dar mantenimiento a las Prácticas de Manejo del Agua y Preservación de Suelos establecidas.
- iv. Llevar a cabo la difusión de las acciones de restauración hidrológica ambiental y la capacitación, en el establecimiento de prácticas MAPS, entre los actores locales de las microcuencas de aporte a la población de Mineral de Angangueo, Michoacán (Microcuenca El Ventilador).
- v. Integrar un Sistema de Información Geográfica para las microcuencas de intervención.

Hipótesis

El estudio de los atributos geotécnicos e hidrológicos permite establecer criterios constructivos para un desempeño satisfactorio de la adecuada rehabilitación de las obras de control de avenidas hidrometeorológicas en Mineral de Angangueo, Michoacán, ofreciendo seguridad para la población ante escurrimientos atípicos, potencialmente catastróficos.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

Los usos de las presas incluyen: almacenamiento para abastecimiento de agua potable, riego, generación hidroeléctrica, acuicultura, recreación, navegación y control de avenidas hidrometeorológicas. En relación con el control de avenidas generadas por precipitaciones extraordinarias que provocan inundaciones imprevistas y peligrosas, constituyen un riesgo natural que frecuentemente resultan ser muy costosas en términos de pérdidas económicas y, en algunos casos, lamentablemente de pérdida de vidas humanas [6].

En su obra Seguridad Hidrológica de las Presas en México, el doctor Álvaro A. Aldama (2000) analiza de la seguridad hidrológica de dieciséis presas ubicadas en diferentes puntos del país, empleando la metodología denominada estimación bivariada de avenidas de

diseño, que supera los defectos de las técnicas que tradicionalmente se emplean para estimar y revisar la avenida de diseño de presas.

Las inundaciones están asociadas con diversos factores como: 1) precipitaciones extraordinarias; 2) desbordamiento de ríos; 3) inundaciones súbitas, 4) mareas altas asociadas con huracanes, y 4) falla catastrófica de estructuras de control.

Desafortunadamente los registros históricos de inundación son escasos e insuficientes para atender la incertidumbre de eventos hidrometeorológicos peligrosos. Por lo tanto, los análisis de riesgos generalmente se basan en métodos indirectos, como la modelación físico-matemática. Tal es el caso de la simulación de un modelo de tránsito de avenidas detallado de la planicie de inundación de Tabasco, México, que se estudió con estos métodos indirectos.

Existen distintas áreas que son afectadas por las inundaciones, pero las que sufren mayor daño son las áreas urbanas, las de agricultura de riego y las de agricultura de temporal [19].

Se han efectuado múltiples trabajos para evitar inundaciones; tal es el caso del municipio de Nogales, Veracruz, donde se diseñó una estructura de gavión como una alternativa en el control de avenidas y retención de sólidos sobre el cauce del río Chiquito, dados los desbordamiento que se presentaron y por ende las inundaciones a comunidades cercanas a la Riviera, daños ocasionados a la infraestructura terrestre y de Petróleos Mexicanos [12].

Un evento de inundación se produjo el 30 de septiembre de 1997 en tres cuencas: Torrealvilla, Salada y Nogalte, en el sureste de España, las cuales estaban siendo estudiadas por el cambio morfológico. Descargas máximas fueron muy intensas en la cuenca Torrealvilla, moderadas en El Salada, y bajas en El Nogalte. Se realizaron levantamientos topográficos antes y después de la inundación para documentar los cambios producidos en el relieve de las cuencas.

Desde finales del siglo XX en Noruega, se han estudiado exhaustivamente más de trescientos trabajos de albañilería, con el fin de perfeccionar los instrumentos, las soluciones y las medidas preventivas que permitan seguridad y un alto rendimiento de las estructuras para control de azolves y avenidas [14].

Con el fin de ofrecer una solución adecuada para la prevención durante la temporada de inundaciones en China, se propuso un modelo de tres módulos; el primero es un módulo de pre-lanzamiento, el segundo es un módulo de operación de recarga, y el tercero es un módulo de análisis de riesgos, utilizado para evaluar el riesgo de inundaciones [16].

Aun cuando se tomen precauciones, no resultan infalibles para controlar a la naturaleza. Aunque existe registro de estos desastres en todo el mundo, un recuento somero de las tragedias provocadas por las lluvias incluye el caso de la tragedia de Armero, Colombia en 1985, que provocó graves pérdidas materiales y la pérdida de poco más de 25000 vidas humanas. En 1993 también ocurrió algo parecido en Estados Unidos, país desarrollado, debido al desbordamiento del río Mississippi. En 1995 en Pergamino, en el norte de la provincia de Buenos Aires, Argentina, que aunque fue tan solo por unas horas, causó la evacuación de más

de 13,000 personas y la muerte de 3 más. Debemos tomar las precauciones necesarias para evitar que este tipo de desastres causen la pérdida de vidas, al menos las precauciones que estén en nuestras manos y podamos estar preparados cuando desastres naturales se presenten, como el pasado diciembre de 1999 en Venezuela, debido a las intensas lluvias que ocasionaron deslaves en las laderas septentrionales de la Cordillera del Ávila, las cuales provocaron nuevamente la muerte de decenas de miles de personas, casas y edificios destruidos, entre 300,000 damnificados que quedaron sin hogar. En La Paz, Bolivia, en febrero de 2002 una colosal nube de más de 10 km de altura desató, desde la parte norte de la ciudad, una fuerte lluvia que inundó rápidamente el centro de la misma. Las calles y avenidas se convirtieron en ríos mortales por la velocidad que adquirió el agua, producto del desnivel natural de la ciudad, así como por el granizo acumulado que contribuyó a taponar los desagües. Se registraron 69 muertes. Aunque el año 2007, no estuvo exento de inundaciones tanto la ciudad de Santa Fe, en Argentina, el estado de Veracruz causadas por el Río Pánuco, y las inundaciones del estado de Tabasco en el 2007, pero también ocurrieron en 2008. Tabasco sufrió graves inundaciones que afectaron al 80% del territorio. Las causas: fuertes lluvias que originaron la mayor crecida histórica en los ríos Usumacinta y Grijalva, y la desfogación de las presas peñitas y Malpaso, ubicadas en el estado de Chiapas, aunado a la falta de infraestructura hidráulica. En el municipio de Mineral de Angangueo, Michoacán, se adoptaron medidas tendientes a evitar desastres por avenidas hidrometeorológicas extraordinarias.

IV. METODOLOGÍA

El diseño y la revisión por seguridad hidrológica de una presa o almacenamiento implican la determinación de la elevación máxima de la superficie libre del agua en el embalse, como resultado del paso de la llamada avenida de diseño, la cual es evacuada por el vertedor y además controlada por éste cuando tiene compuertas. Esta elevación, conocida como NAME (nivel de aguas máximas extraordinarias), permite definir el nivel mínimo de la corona de la cortina de la presa al sumarle el Bordo Libre, que es la altura de cortina que absorbe el oleaje que produce el viento, para que el agua no la desborde y cause daños originando un riesgo de falla. Una presa será segura hidrológicamente si durante su proceso de revisión la nueva avenida de diseño define un NAME inferior al del proyecto, o igual al que tiene actualmente; en caso contrario es insegura.

La cuenca topográfica es la totalidad del área drenada por una corriente o sistema interconectado de cauces, tales que todo el escurrimiento originado en el área es descargado a través de una salida única. Una división relativamente reciente de las cuencas topográficas las clasifica en rurales y urbanas; las segundas presentan áreas importantes o su totalidad con urbanización y por ello su respuesta hidrológica es más rápida y de mayor intensidad, pues la infiltración se reduce y la precipitación en exceso se incrementa.

Témez (1978) distingue entre cuencas pequeñas y grandes según su comportamiento hidrológico, y aunque esta distinción está estrechamente relacionada al tamaño de la cuenca, también influyen las características de las tormentas y sus condiciones físicas. Una

cuenca es pequeña cuando la cantidad y distribución del escurrimiento son influenciadas principalmente por las condiciones físicas del suelo y su cobertura vegetal; en una cuenca grande el efecto del almacenamiento que proporciona la red de cauces y los acuíferos es muy pronunciado. Para fines de este trabajo se establece como presa pequeña a aquella que tiene una cuenca rural pequeña.

La base de datos de la Comisión Nacional del Agua registra 4800 presas construidas en México, con alturas de cortina que varían de 3 a 260 metros y capacidades que van desde menos de 0.50 millones de m³ hasta más de 18 000 millones de m³ (Oliva, 1999). La mayoría de estas presas aprovechan para riego los escurrimientos de cuencas rurales pequeñas las cuales no cuentan con datos de aforo, o bien en dichas presas no hay un registro de su operación. En ambos casos no será factible contar con registros de gastos máximos y mucho menos del correspondiente volumen de cada avenida anual. Sin embargo, muchas de esas presas pequeñas, por su ubicación, pueden ser consideradas peligrosas; otras quizás han sufrido modificaciones y requieren una revisión de su seguridad hidrológica.

Selección del sitio.

El área de las microcuencas de aporte a la población de Mineral de Angangueo, Michoacán, (microcuenca “El Ventilador”) se caracteriza por presentar un relieve muy accidentado, con una topografía escarpada de pendientes mayores del 40%. Los suelos de esta zona son de textura media (limo arenoso), de consistencia friable cuando son húmedos y sueltos cuando son secos. El uso del suelo es predominantemente forestal.

El área considerada para implementar esta práctica, fue aquella donde la pendiente del terreno tuviera como máximo el 40% y que al construir las estructuras, no se afectara la vegetación existente. Con este criterio, se eligió un área donde el suelo está casi desprovisto de vegetación y sólo de manera aislada se encuentra cubierta por hierbas y matorrales, por lo que la afectación a la vegetación existente es mínima. Por otra parte, las zonas donde la vegetación es escasa, la susceptibilidad a la erosión del suelo es alta y además, la aportación de sedimentos y detritos a los cauces y a los vasos lacustres es elevada.

Determinación de la pendiente media del terreno. Para la determinación de la pendiente se utilizó el nivel de manguera, para lo cual se ubicaron dos puntos extremos de un tramo del terreno con la misma dirección de la pendiente, la diferencia de lecturas o desnivel que existe entre esos puntos, se dividió entre la distancia horizontal y se multiplicó por cien. La expresión matemática que se utiliza para la terminación de la pendiente, es la siguiente:

$$s = \frac{d}{l} \times 100 \quad (15)$$

Donde:

s - Pendiente del terreno.

d - diferencia de lecturas o desnivel que existe entre los puntos extremos.

l - distancia horizontal de los puntos extremos.

El área donde se determinaron las pendientes para la construcción de las zanjas trinchera, se obtuvieron valores del 18 al 50% y esto da como resultado a que el relieve del área de trabajo es irregular.

Trazo de curvas a nivel. Una curva a nivel es una línea que une los puntos de igual cota en una superficie determinada. Para el trazo de la curva a nivel se utilizó una variante del caballete, que consistió en dos palos de igual longitud (130 cm), ambos amarrados con un hilo de rafia a 90 cm de un extremo.

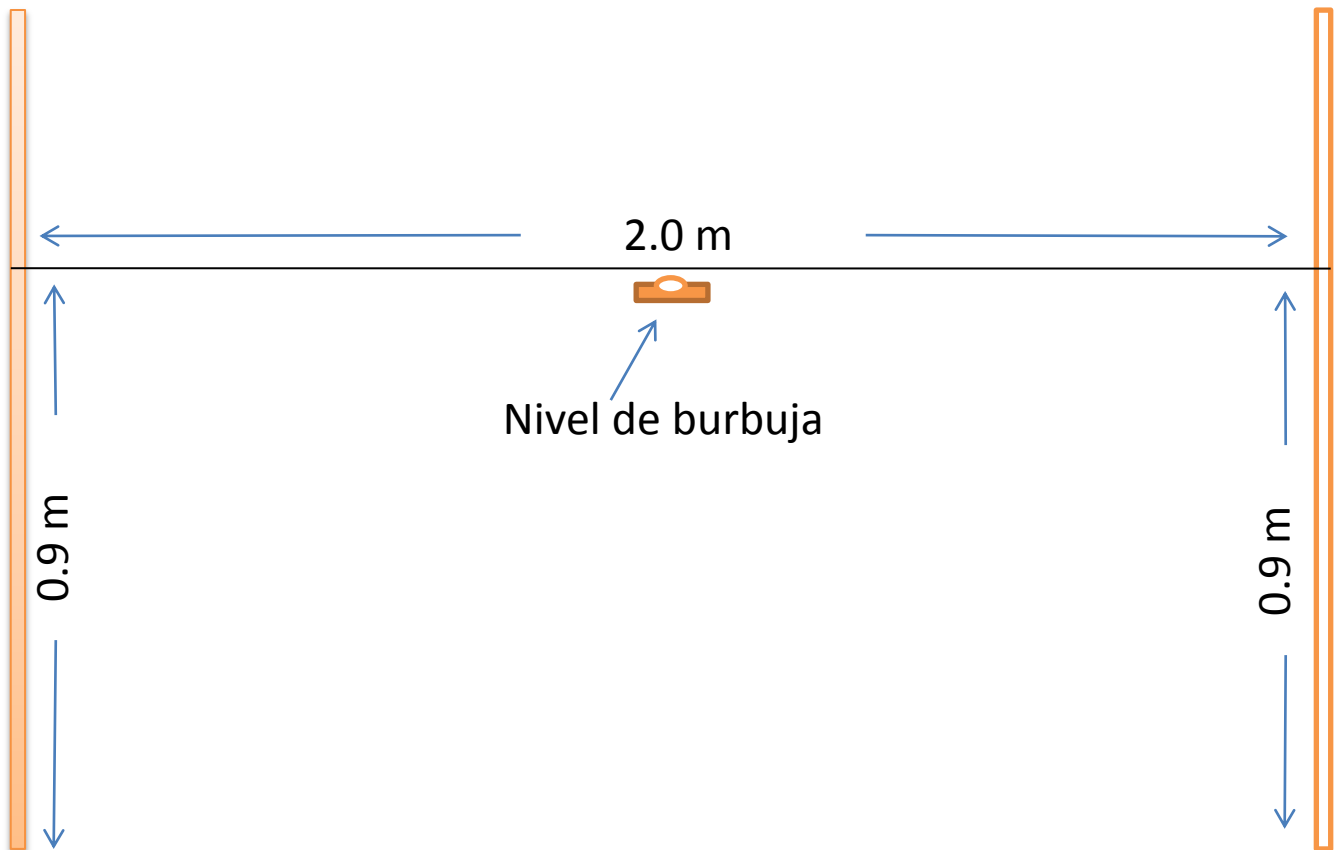


Figura 21. Instrumento rústico utilizado para el trazo de las curvas a nivel.

Determinación para el espaciamiento de las curvas a nivel. La distancia entre hileras está determinada por el escurrimiento superficial que se pretende captar. Éste se ve afectado por la vegetación, la pendiente, la textura y uso del suelo y la cantidad de precipitación media anual expresada en milímetros.

El espaciamiento entre curvas a nivel para el establecimiento de las zanjas trinchera, se consideraron la pendiente media del terreno y la precipitación pluvial media anual,

De acuerdo con la carta de efectos climáticos para los meses de mayo a octubre, editada por INEGI, el área del proyecto se precipitan de 800 a 960 mm durante los meses referidos.

No.	Nombre de la Estación (Periodo)	COORDENADAS			Precip. Media anual mm	Lluvia Max. en 24 hrs. Mm
		Latitud Norte	Longitud Oeste	Altitud Mnsm		
16079	Ocampo, (1951-2010)	19°35'00"	100°20'00"	2,300	1,208.9	186.0
16033	Chincua (1951-2010)	19°46'21"	100°17'18"	2,415	855.1	58.0
16099	Presa Tuxpan (1951-2010)	19°33'46"	100°28'34"	1,750	878.8	103.0
16121	Senguio (1951-2010)	19°43'58"	100°21'08"	2,260	955.6	200.0
15066	Palizada (1951-2010)	19°30'27"	100°05'52"	2,635.0	913.2	66.2
15070	Presa Brockman (1951-2010)	19°46'09"	100°08'25"	2,929.0	941.8	80.0
15102	San Onofre (1951-2010)	19°41'31"	100°05'43"	2,677.0	907.3	85.8
15197	Cuesta del Carmen (1951-2010)	19°27'46"	100°11'52"	2,750	863.0	95.5

Tabla 4. Estaciones meteorológicas consideradas, para determinar en cierta medida, el espaciamiento entre zanjas.

Fuente: Datos obtenidos en normales climatológicas publicadas por el Servicio Meteorológico Nacional, CNA.

Obtención del dato de lluvia máxima (L) en 24 horas para un periodo de retorno de veinticinco años. Este dato se obtuvo al localizar el área de proyecto en el plano 3 del apéndice III del Manual de Conservación del Suelo y Agua editado por el Colegio de Postgraduados, SARH. De acuerdo al plano de referencia, el área de trabajo se ubica en el rango de 7.5 a 15.0 cm de lluvia máxima en 24 horas para un periodo de retorno de 25 años y considerando a la Estación meteorológica de Ocampo (actualmente suspendida) que es la más cercana al área de la Microcuenca El Ventilador, donde se observa una precipitación máxima de 18.6 cm, se ha ponderado una lluvia máxima de 10.0 cm para un periodo de retorno de 25 años.

Obtención del valor del coeficiente de escurrimiento (C). Como se ha mencionado anteriormente, la zona seleccionada para implementar esta práctica, se caracteriza por presentar un relieve irregular con pendientes que varía de 18 al 50%, de textura media y cuya vegetación es escasa por lo que se ha considerado un coeficiente de escurrimiento de 0.77, según como lo indica el Cuadro 2, al considerar las condiciones descritas.

Vegetación o Uso del Suelo	Textura del suelo		
	Gruesa	Media	Fina
Topografía			
Bosque			
Plano (0-5% pendiente)	0.10	0.30	0.40
Ondulado (5-10% pendiente)	0.25	0.35	0.50

Escarpado (10-40% pendiente)	0.32	0.52	0.62
<u>Pastizales</u>			
Plano (0-5% pendiente)	0.10	0.30	0.40
Ondulado (5-10% pendiente)	0.16	0.36	0.55
Escarpado (10-40% pendiente)	0.23	0.43	0.63
<u>Terrenos cultivados o denudados</u>			
Plano (0-5% pendiente)	0.35	0.55	0.65
Ondulado (5-10% pendiente)	0.45	0.65	0.75
Escarpado (10-40% pendiente)	0.57	0.77	0.87

Tabla 5. Valores del coeficiente de escurrimiento (C) utilizados para calcular los escurrimientos máximos.

Fuente: Manual de Conservación del Suelo y Agua; Colegio de Postgraduados, SARH, 1977

Ejemplo de procedimiento de cálculo

Para calcular el intervalo vertical (*IV*) se utilizó la siguiente expresión:

$$IV = [2 + (S / [3 \text{ ó } 4])] \times (0.305) \quad (16)$$

Donde:

IV = Intervalo vertical (m).

S = Pendiente media del terreno (%).

3 = Factor para áreas con precipitación anual < 1200 mm.

4 = Factor para áreas con precipitación anual > 1200 mm.

0.305 = Factor de conversión de unidades.

Tomando en cuenta la pendiente del terreno de 40%

Sustituyendo valores:

$$IV = (2 + (40/4)) \times 0.305$$

$$IV = 5.05$$

El intervalo horizontal (*IH*) se calcula con la siguiente expresión:

$$IH = (IV / S) \times 100 \quad (17)$$

Donde:

IH es el intervalo horizontal (m).

Sustituyendo valores:

$$IH = (5.05/40) \times 100$$

$$IH = 12.625$$

Para calcular la capacidad de almacenamiento de la zanja en litros se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Capacidad} = IH \times L \times C \times P_{\text{MAX24h}} \quad (18)$$

Donde:

IH = intervalo horizontal (m)

L = longitud (m)

C = coeficiente de escurrimiento

P = lluvia de diseño, máxima en 24 h (mm)

Determinar la capacidad de sistema en un terreno denudado con pendiente media de 40%, textura media, ubicado en el municipio de Angangueo, Estado de Michoacán, con precipitación menor de 1200 milímetros.

El procedimiento que se siguió fue el siguiente:

-Con el dato correspondiente a la pendiente del terreno se consulta el Cuadro 3. En forma directa se obtiene el espaciamiento (IH) = 11.67 metros.

-Como el terreno esta denudado y tiene una pendiente de 40%, el valor del coeficiente de escurrimiento es 0.77.

- Por interpolación se determina un valor de lluvia máxima (L) de 10.0 centímetros.

-Con el valor del coeficiente de escurrimiento (C), la lluvia máxima en 24 horas y el espaciamiento, se determina la capacidad de almacenamiento.

$$A = E \times C \times L \times 10$$

$$A = 11.67 \times 0.77 \times 10.0 \times 10$$

$$A = 899 \text{ l/m lineal}$$

Si por alguna razón, el valor de la capacidad de almacenamiento calculado es mayor al valor tabulado 899 l/m, se opta por reducir el espaciamiento.

La capacidad de almacenamiento con las dimensiones propuestas es de 300 l/m lineal, por lo que el espaciamiento se reduce a la tercera parte del espaciamiento calculado.

Datos del terreno para la construcción de las estructuras

Tabla 6
Cauce 1

No	Práctica propuesta	Tipo de presa (nomenclatura)	COORDEN			PENDIENTE (%) Aguas arriba	PENDIENTE (%) Aguas abajo	ANCHO Seccion(M)	P media
			A	GPS UTM	WGS 84				
			E	N	MSNM				
	Gavión	P1	366952.6665	2172628.596	2867.727322	11.06	10.05	6.1	
2	mamposterio piedra	P2	366984	2172639	2931 m	21.48	12.49	5.6	16.985
3	Piedra	P3	367117	2172708	2964 m	18.4	19	5.7	18.7
4	Mampostería	PX1	367345	2172980	3010 m	16.4	22.4	8.3	19.4
5	piedra	PX2	367266	2172893	2994 m	14.2	7.4	5	10.8
6	Piedra	PX3	367253	2172868	2991 m	15.6	37.8	4.3	26.7
7	Piedra	PX4	367236	2172849	2989 m	14	4.8	4.3	9.4
8	Piedra	PX5	367220	2172820	2985 m	12	17.6	4.3	14.8
9	Piedra	PX6	367170	2172755	2974 m	22	7.6	4.6	14.8

CAUCE 1.1

1	Gavión	PG	367227	2172706	3004 m	39.82	35.67	10.9	37.745
---	--------	----	--------	---------	--------	-------	-------	------	--------

2	Gavión	PG	367212	2172716	2999 m	32.6	19.14	9	25.87
3	Mampostería	PM	367196	2172712	2992 m	31.21	13.52	6.9	22.365

Tabla 7

CAUCE 3

No	practica propuesta	COORDENADA GPS UTM WGS 84			PENDIENTE (%) Aguas arriba	PENDIENTE (%) Aguas abajo	ANCHO Seccion(M)
		E	N	MSNM			
1	Mampostería	366818.739	2172703.821	2864	10.06	8.43	3.5
2	Gavión				9.5	15.18	5
3	pedra	366806.487	2172730	2861	16.43	12.5	4.1
4	pedra	366805.53	2172743.365	2860.89	11.5	11.3	4
5	pedra o costales	366807.953	2172756.64	2865	7.63	2	5.6
6	pedra o costales	366810.92	2172781.035	2867.26	14.57	9.5	5.13
7	pedra o mampostería	366809.35	2172822.439	2875.88	13.33	9.03	4.5
8	pedra o mampostería	366801.715	2172839.99	2892.842	10.06	29.64	3.9
9	Mampostería	366794.912	2172845.515	2890.478	18.32	12.09	5.1
10	Mampostería	366770.6626	2172896.029	2906.809446	22.13	13.53	10.9
11	Mampostería	366752.4044	2172915.507	2909.924423	13.33	17.88	5.9
12	Piedra	366726.2486	2172961.481	2919.171734	9.05	6.01	4.8

Cauc 3.1

1	Mampostería	366845.2142	2172871.235	2909.464203	19.38	13.33	7.6
2	Piedra	366842.9412	2172870.353	2888.780209	18.32	13.33	5.2
3	mamposteria o gavión	366832.7568	2172860.612	2895.28179	32	25	3.55
4	Piedra	366827.7149	2172854.233	2878.85281	6.42	22.13	6.63
5	Piedra	366825.222	2172837.58	2881.917716	11	32.6	4.3

Tabla 8
CAUCE 5

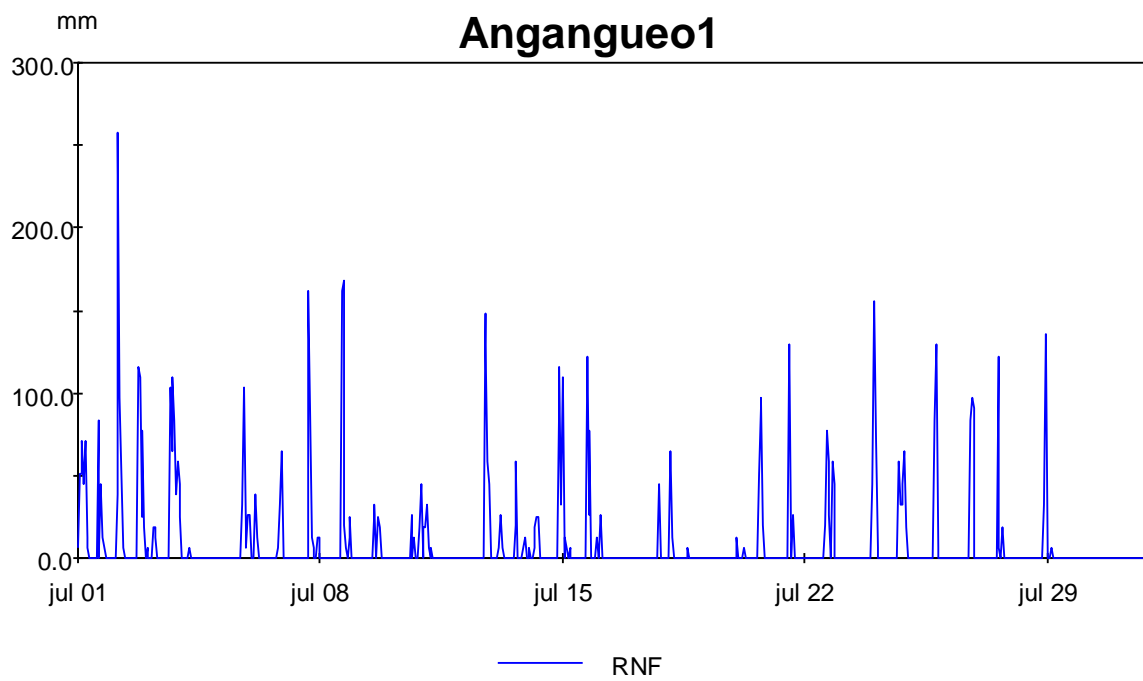
No	practica propuesta	TIPO DE PRESA (NOMENCLATURA)	COORDENADA GPS UTM WGS 84			PENDIENTE (%) Aguas arriba	PENDIENTE (%) Aguas abajo	ANCHO Seccion(M)
			E	N	MSNM			
1	pedra o costales	C5PX1	367187	2172761	2979 m	20.41	6.01	4.8
2	Piedra	C5PX2	367240	2172796	2988 m	24.6	2.2	3.8
3	Piedra	C5POP3	367282	2172828	2993 m	8.6	14.6	4.2
4	Gavión	C5PX4	367287	2172830	2994 m	16	23.2	10.5
5	Cárcava	Dc51	367297	2172844	3002 m			
6	Costasles	C5PX5	367304	2172848	3005 m	26	20	4.3

Información hidrológica

Pluviómetro. Localización 1

Coordenadas: UTM

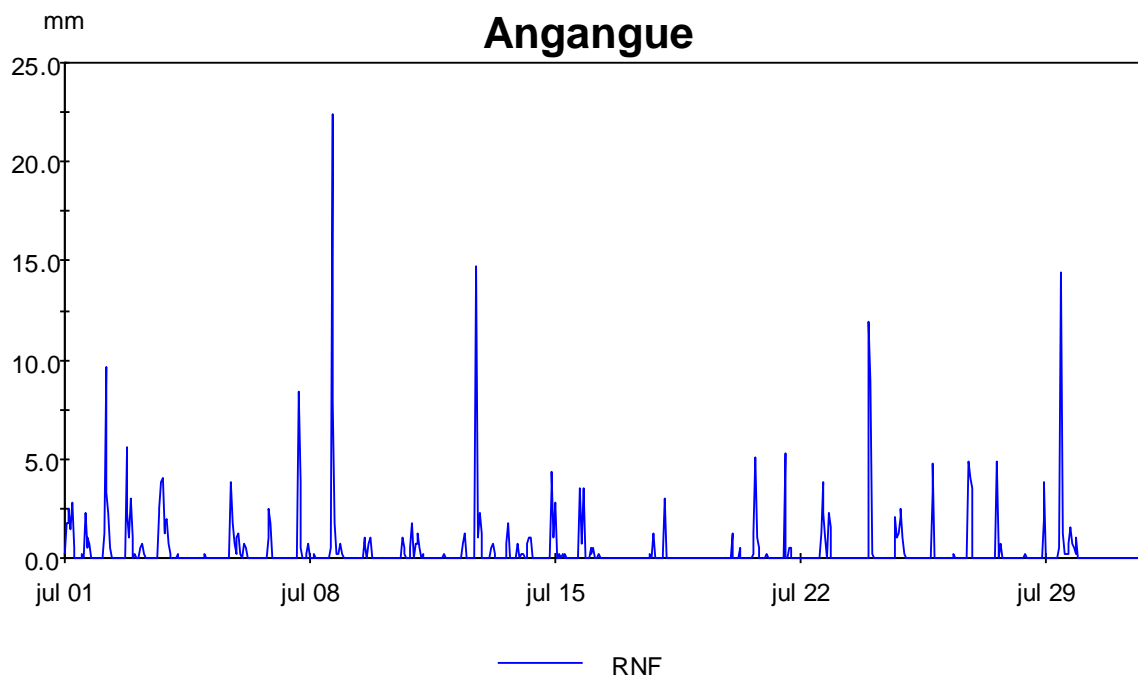
Este	Norte	Altitud
368426	2179128	3183 m



Pluviómetro. Localización 2

Coordenadas: UTM

Este	Norte	Altitud
367206	2173065	3065 m



Información geológica

De acuerdo a los resultados obtenidos para los cuatro tipos de estructuras que se diseñaron estos, fueron los siguientes.

Geocostales

Peso húmedo: 3,317.80 grs=100%

Peso seco: 2,213.2 grs=66.71%

Humedad: 33.29%

Número de malla	Milímetros	Pulgadas	Peso (grs)	Porcentaje (%)
¼	6.3	0.250	264.1	11.93
4	4.7	0.187	74.9	3.38
10	2	0.0787	306.7	13.86
16	1.18	0.0469	245.9	11.11
18	1	0.0394	120.1	5.43
20	0.84	0.0331	1.2	0.05

35	0.50	0.0197	349.3	15.78
60	0.25	0.0098	380.1	17.17
325	0.044	0.0017	384.5	17.37
Charola	Menores	Menores	86.4	3.90
Total			2,213.2	99.98=100

Tabla 9. granulometría de presas de geocostales

Es una arena, con limos, no arcilloso

Piedra

Peso húmedo: 3,420.9 grs=100%

Peso seco: 2,451 grs=71.65%

Humedad: 28.35%

Número de malla	Milímetros	Pulgadas	Peso (grs)	Porcentaje (%)
¼	6.3	0.250	358.80	14.64
4	4.7	0.187	67.80	2.77
10	2	0.0787	254.80	10.40
16	1.18	0.0469	154.20	6.29
18	1	0.0394	131.60	5.37
20	0.84	0.0331	1.00	0.04
35	0.50	0.0197	407.80	16.64
60	0.25	0.0098	508.40	20.74
325	0.044	0.0017	557.20	22.73
Charola	Menores	Menores	9.40	0.38
Total			2,451.00	100

Tabla 10. granulometría de presas de piedra

Es una arena, con limos, no arcilloso.

Mampostería

Peso húmedo: 2,223 grs=100%

Peso seco: 1,634 grs=73.50%

Humedad: 26.50%

Número de malla	Milímetros	Pulgadas	Peso (grs)	Porcentaje (%)
¼	6.3	0.250	0	0
4	4.7	0.187	1.00	0.061
10	2	0.0787	4.00	0.245
16	1.18	0.0469	137.00	8.384
18	1	0.0394	5.00	0.306

20	0.84	0.0331	1.00	0.061
35	0.50	0.0197	16.00	0.979
60	0.25	0.0098	474.00	29.009
325	0.044	0.0017	896.00	54.834
Charola	Menores	Menores	100.00	6.119
Total			1,634	100

Tabla 11. granulometría de presas de mampostería

Es una arcilla

Gavión

Peso húmedo: 2,184.8 grs=100%

Peso seco: 1,616 grs=73.97%

Humedad: 26.03%

Número de malla	Milímetros	Pulgadas	Peso (grs)	Porcentaje (%)
¼	6.3	0.250	183	11.324
4	4.7	0.187	108	6.683
10	2	0.0787	443	27.413
16	1.18	0.0469	208	12.871
18	1	0.0394	66	4.084
20	0.84	0.0331	0	0
35	0.50	0.0197	119	7.364
60	0.25	0.0098	102	6.312
325	0.044	0.0017	333	20.606
Charola	Menores	Menores	54	3.342
Total			1,616	100

Tabla 12. granulometría de presas de gavión

Es una arena, con limos, no arcilloso.



Figura 22. Pruebas de laboratorio

V. RESULTADOS

El estudio de los atributos geotécnicos e hidrológicos permite establecer criterios constructivos para un desempeño satisfactorio de las obras de control de avenidas hidrometeorológicas ante precipitaciones extraordinarias en Mineral de Angangueo, Michoacán.

Una contribución relevante es la prevención de desastres, así como seguridad para la población ante precipitaciones atípicas, control de escurrimientos potencialmente catastróficos, preservación del suelo y aprovechamientos hidráulicos.

Ubicación de los pluviómetros

Pluviómetro. Localización 1 (PL-01)

Coordenadas: UTM

Este	Norte	Altitud
367206	2173065	3065

Pluviómetro. Localización 2 (PL-02)

Coordenadas: UTM

Este	Norte	Altitud
368426	2179128	3183 m

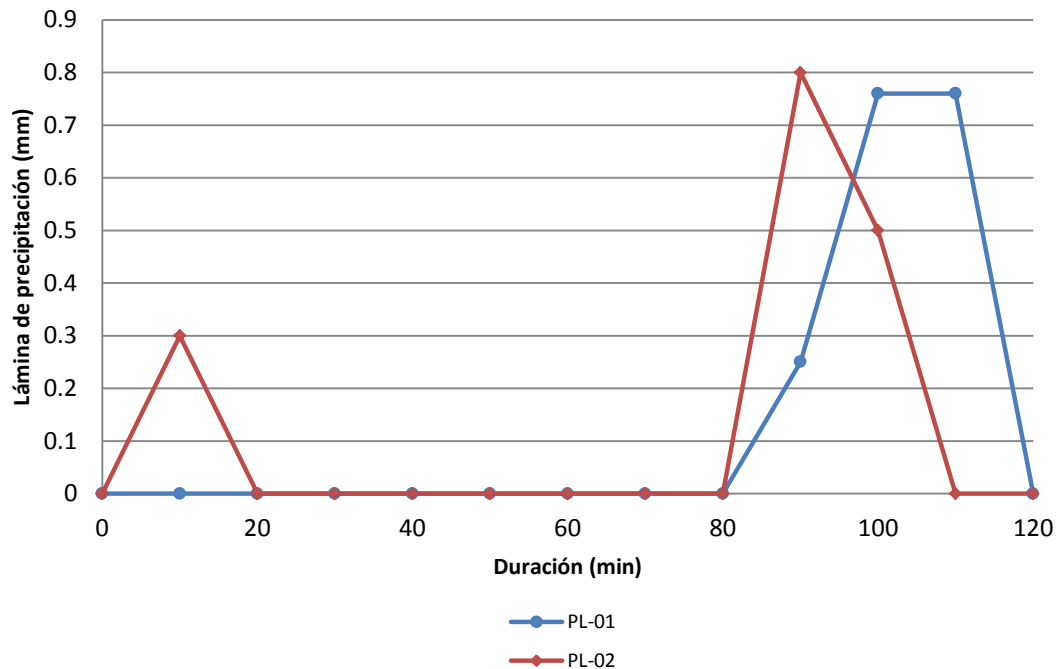
Lámina de Precipitación total

PL-01	mm
Σ	54.01

PL-02	mm
Σ	66.6

Evento 18		PL-01		PL-02	
	Intervalo (min)	Mm		Mm	
17/07/2011 17:15	0	0	17/07/2011 17:11	0	
17/07/2011 17:25	10	0	17/07/2011 17:21	0.3	
17/07/2011 17:35	20	0	17/07/2011 17:31	0	
17/07/2011 17:45	30	0	17/07/2011 17:41	0	
17/07/2011 17:55	40	0	17/07/2011 17:51	0	
17/07/2011 18:05	50	0	17/07/2011 18:01	0	
17/07/2011 18:15	60	0	17/07/2011 18:11	0	
17/07/2011 18:25	70	0	17/07/2011 18:21	0	
17/07/2011 18:35	80	0	17/07/2011 18:31	0	
17/07/2011 18:45	90	0.25	17/07/2011 18:41	0.8	
17/07/2011 18:55	100	0.76	17/07/2011 18:51	0.5	
17/07/2011 19:05	110	0.76	17/07/2011 19:01	0	
17/07/2011 19:15	120	0	17/07/2011 19:11	0	
		Σ	1.77	Σ	1.6

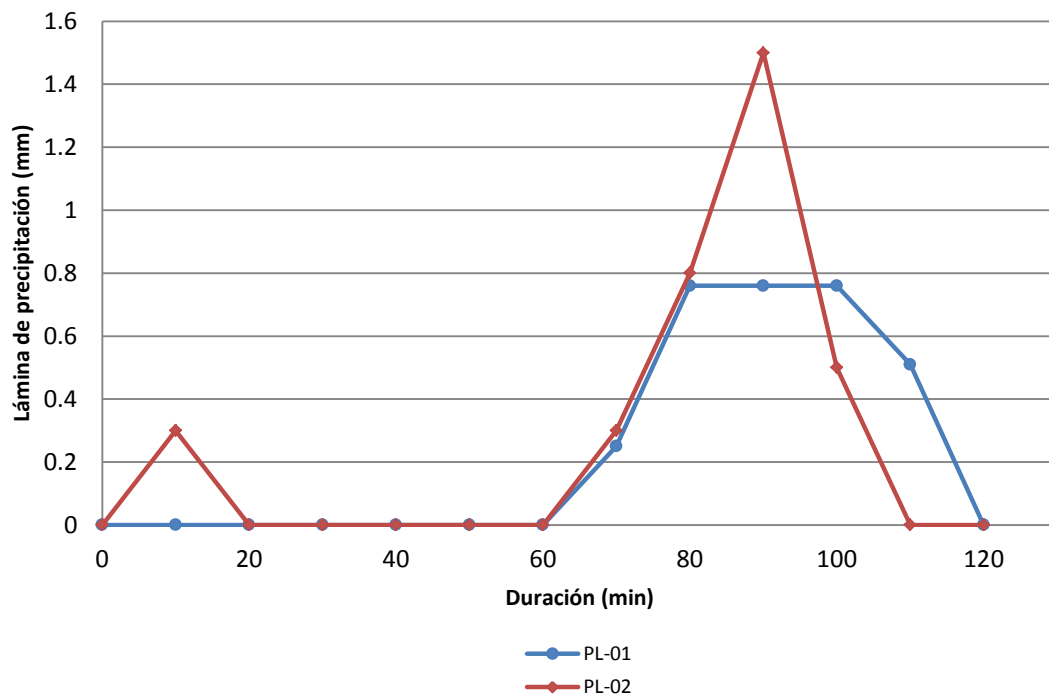
Evento 18 (17-Jul)



Evento 19		PL-01	PL-02
	Intervalo (min)	mm	mm

18/07/2011 01:45	0	0	18/07/2011 01:41	0
18/07/2011 01:55	10	0	18/07/2011 01:51	0.3
18/07/2011 02:05	20	0	18/07/2011 02:01	0
18/07/2011 02:15	30	0	18/07/2011 02:11	0
18/07/2011 02:25	40	0	18/07/2011 02:21	0
18/07/2011 02:35	50	0	18/07/2011 02:31	0
18/07/2011 02:45	60	0	18/07/2011 02:41	0
18/07/2011 02:55	70	0.25	18/07/2011 02:51	0.3
18/07/2011 03:05	80	0.76	18/07/2011 03:01	0.8
18/07/2011 03:15	90	0.76	18/07/2011 03:11	1.5
18/07/2011 03:25	100	0.76	18/07/2011 03:21	0.5
18/07/2011 03:35	110	0.51	18/07/2011 03:31	0
18/07/2011 03:45	120	0	18/07/2011 03:41	0
	Σ	3.04		Σ 3.4

Evento 19 (18-Jul)

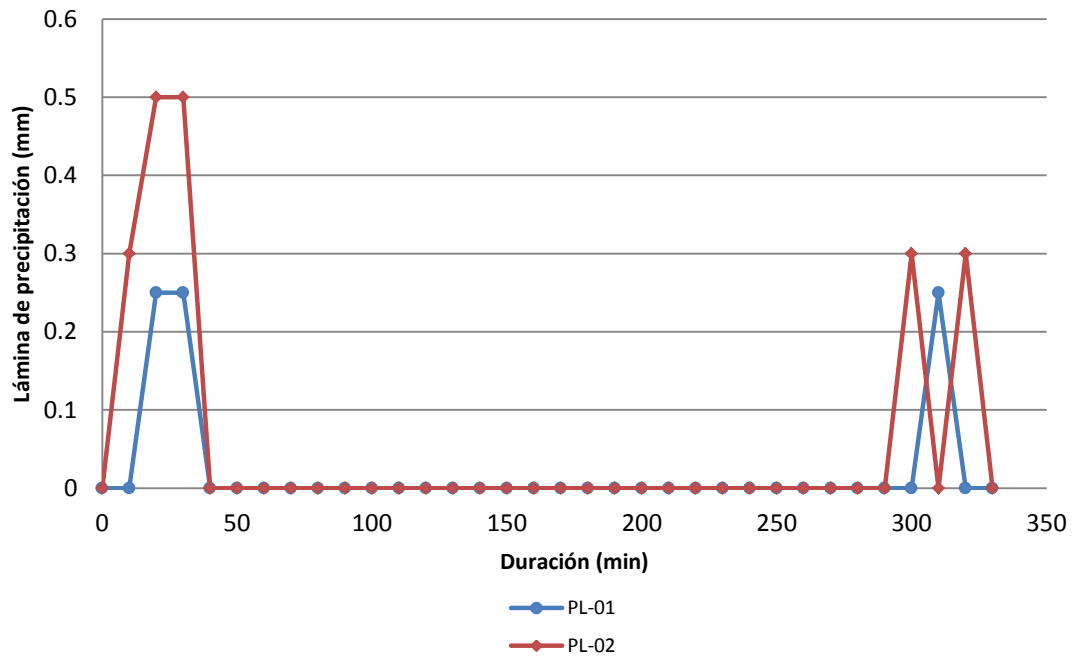


Evento 20	PL-01	PL-02
Intervalo (min)	mm	mm

20/07/2011 00:35	0	0	20/07/2011 00:31	0
20/07/2011 00:45	10	0	20/07/2011 00:41	0.3
20/07/2011 00:55	20	0.25	20/07/2011 00:51	0.5
20/07/2011 01:05	30	0.25	20/07/2011 01:01	0.5
20/07/2011 01:15	40	0	20/07/2011 01:11	0
20/07/2011 01:25	50	0	20/07/2011 01:21	0
20/07/2011 01:35	60	0	20/07/2011 01:31	0
20/07/2011 01:45	70	0	20/07/2011 01:41	0
20/07/2011 01:55	80	0	20/07/2011 01:51	0
20/07/2011 02:05	90	0	20/07/2011 02:01	0
20/07/2011 02:15	100	0	20/07/2011 02:11	0
20/07/2011 02:25	110	0	20/07/2011 02:21	0
20/07/2011 02:35	120	0	20/07/2011 02:31	0
20/07/2011 02:45	130	0	20/07/2011 02:41	0
20/07/2011 02:55	140	0	20/07/2011 02:51	0
20/07/2011 03:05	150	0	20/07/2011 03:01	0
20/07/2011 03:15	160	0	20/07/2011 03:11	0

20/07/2011 03:25	170	0	20/07/2011 03:21	0
20/07/2011 03:35	180	0	20/07/2011 03:31	0
20/07/2011 03:45	190	0	20/07/2011 03:41	0
20/07/2011 03:55	200	0	20/07/2011 03:51	0
20/07/2011 04:05	210	0	20/07/2011 04:01	0
20/07/2011 04:15	220	0	20/07/2011 04:11	0
20/07/2011 04:25	230	0	20/07/2011 04:21	0
20/07/2011 04:35	240	0	20/07/2011 04:31	0
20/07/2011 04:45	250	0	20/07/2011 04:41	0
20/07/2011 04:55	260	0	20/07/2011 04:51	0
20/07/2011 05:05	270	0	20/07/2011 05:01	0
20/07/2011 05:15	280	0	20/07/2011 05:11	0
20/07/2011 05:25	290	0	20/07/2011 05:21	0
20/07/2011 05:35	300	0	20/07/2011 05:31	0.3
20/07/2011 05:45	310	0.25	20/07/2011 05:41	0
20/07/2011 05:55	320	0	20/07/2011 05:51	0.3
20/07/2011 06:05	330	0	20/07/2011 06:01	0
	Σ	0.75		Σ 1.9

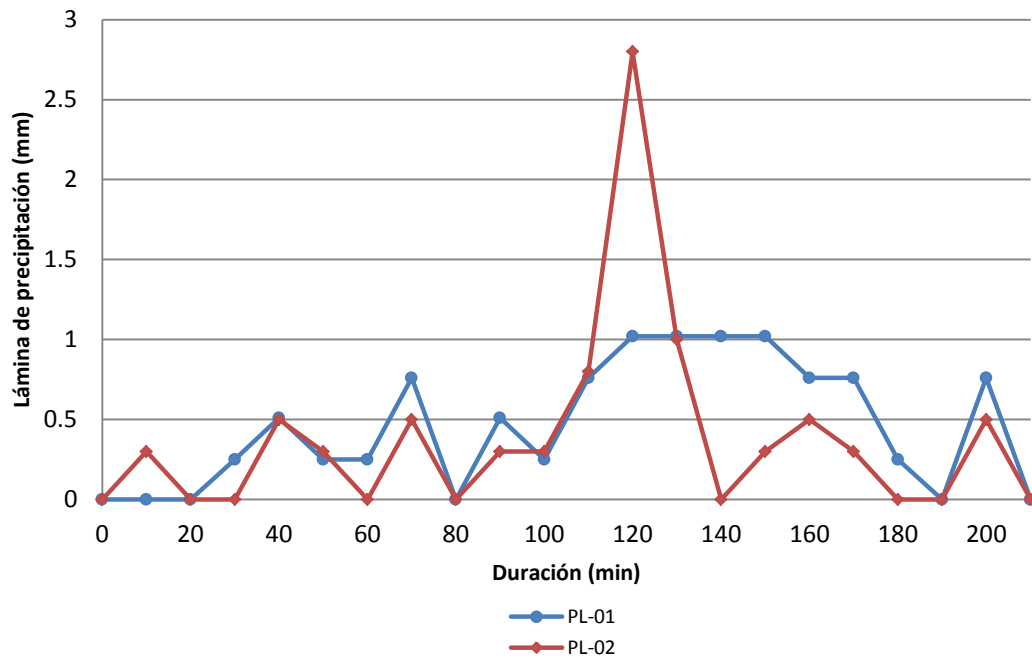
Evento 20 (20-Jul)



Evento 21		PL-01	PL-02	
Intervalo (min)	mm	mm	mm	
20/07/2011 15:15	0	0	20/07/2011 15:11	0
20/07/2011 15:25	10	0	20/07/2011 15:21	0.3
20/07/2011 15:35	20	0	20/07/2011 15:31	0
20/07/2011 15:45	30	0.25	20/07/2011 15:41	0
20/07/2011 15:55	40	0.51	20/07/2011 15:51	0.5
20/07/2011 16:05	50	0.25	20/07/2011 16:01	0.3
20/07/2011 16:15	60	0.25	20/07/2011 16:11	0
20/07/2011 16:25	70	0.76	20/07/2011 16:21	0.5
20/07/2011 16:35	80	0	20/07/2011 16:31	0
20/07/2011 16:45	90	0.51	20/07/2011 16:41	0.3
20/07/2011 16:55	100	0.25	20/07/2011 16:51	0.3
20/07/2011 17:05	110	0.76	20/07/2011 17:01	0.8
20/07/2011 17:15	120	1.02	20/07/2011 17:11	2.8
20/07/2011 17:25	130	1.02	20/07/2011 17:21	1
20/07/2011 17:35	140	1.02	20/07/2011 17:31	0
20/07/2011 17:45	150	1.02	20/07/2011 17:41	0.3
20/07/2011 17:55	160	0.76	20/07/2011 17:51	0.5

20/07/2011 18:05	170	0.76	20/07/2011 18:01	0.3
20/07/2011 18:15	180	0.25	20/07/2011 18:11	0
20/07/2011 18:25	190	0	20/07/2011 18:21	0
20/07/2011 18:35	200	0.76	20/07/2011 18:31	0.5
20/07/2011 18:45	210	0	20/07/2011 18:41	0
	Σ	10.15	Σ	8.4

Evento 21 (20-Jul)

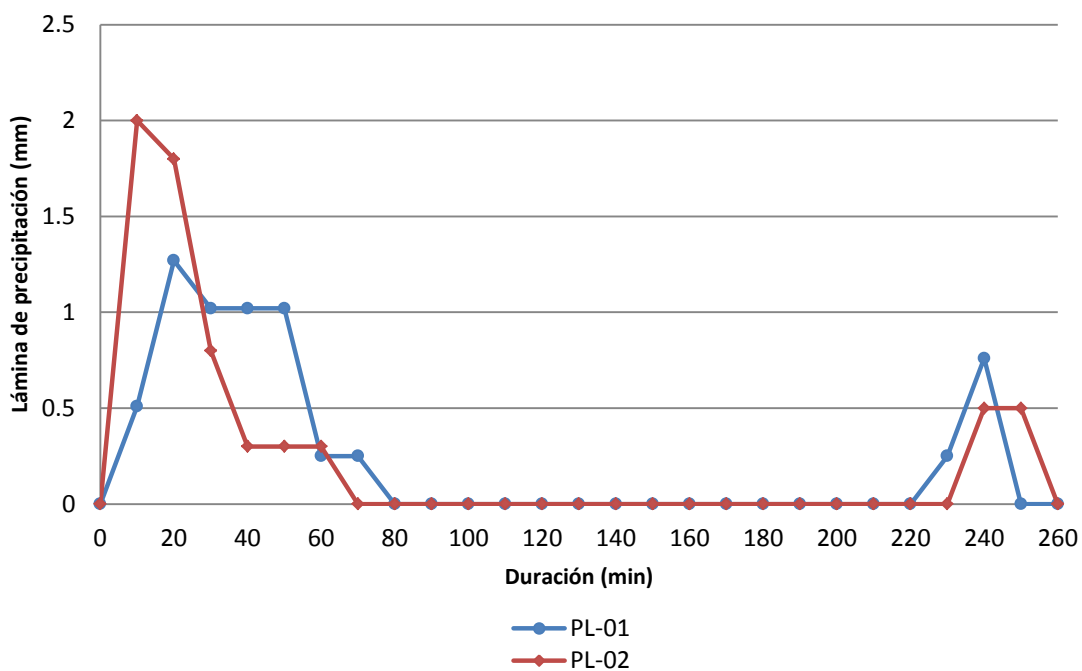


Evento 22		PL-01	PL-02	
Intervalo (min)	mm	mm	mm	
21/07/2011 12:25	0	0	21/07/2011 12:21	0
21/07/2011 12:35	10	0.51	21/07/2011 12:31	2
21/07/2011 12:45	20	1.27	21/07/2011 12:41	1.8
21/07/2011 12:55	30	1.02	21/07/2011 12:51	0.8
21/07/2011 13:05	40	1.02	21/07/2011 13:01	0.3
21/07/2011 13:15	50	1.02	21/07/2011 13:11	0.3
21/07/2011 13:25	60	0.25	21/07/2011 13:21	0.3
21/07/2011 13:35	70	0.25	21/07/2011 13:31	0
21/07/2011 13:45	80	0	21/07/2011 13:41	0
21/07/2011 13:55	90	0	21/07/2011 13:51	0
21/07/2011 14:05	100	0	21/07/2011 14:01	0
21/07/2011 14:15	110	0	21/07/2011 14:11	0

21/07/2011 14:25	120	0	21/07/2011 14:21	0
21/07/2011 14:35	130	0	21/07/2011 14:31	0
21/07/2011 14:45	140	0	21/07/2011 14:41	0
21/07/2011 14:55	150	0	21/07/2011 14:51	0
21/07/2011 15:05	160	0	21/07/2011 15:01	0
21/07/2011 15:15	170	0	21/07/2011 15:11	0

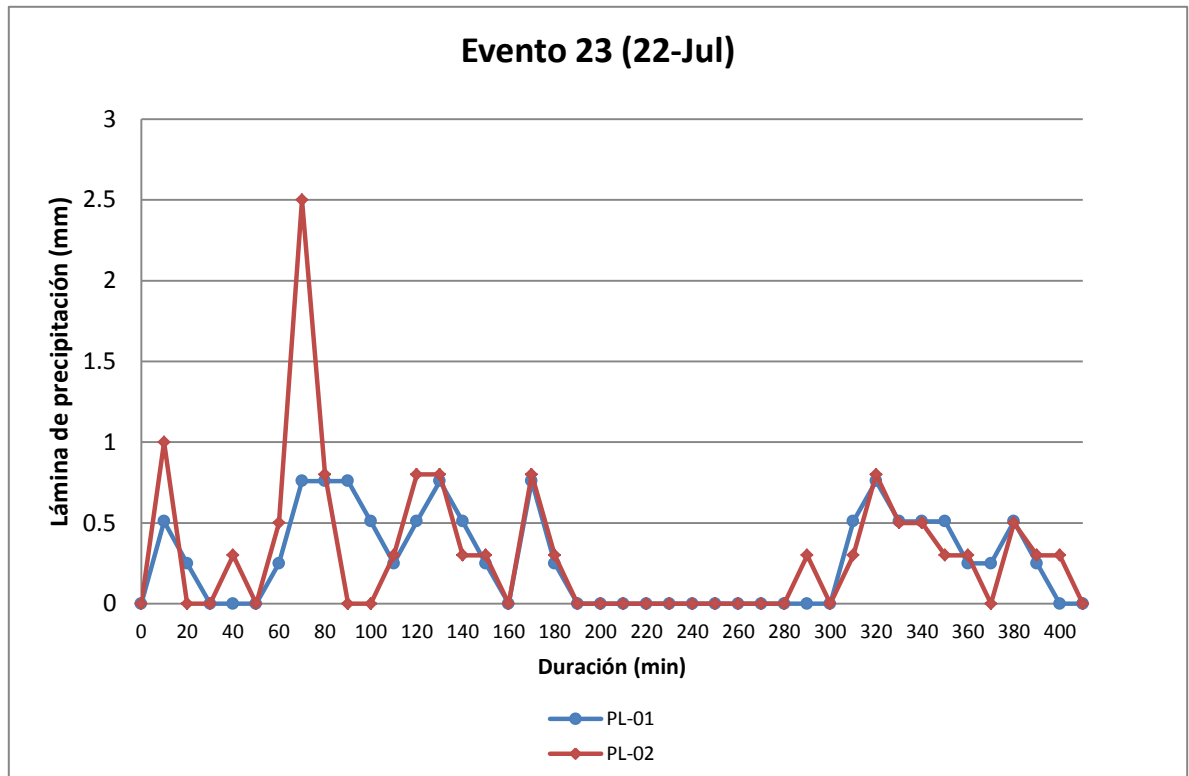
21/07/2011 15:25	180	0	21/07/2011 15:21	0	
21/07/2011 15:35	190	0	21/07/2011 15:31	0	
21/07/2011 15:45	200	0	21/07/2011 15:41	0	
21/07/2011 15:55	210	0	21/07/2011 15:51	0	
21/07/2011 16:05	220	0	21/07/2011 16:01	0	
21/07/2011 16:15	230	0.25	21/07/2011 16:11	0	
21/07/2011 16:25	240	0.76	21/07/2011 16:21	0.5	
21/07/2011 16:35	250	0	21/07/2011 16:31	0.5	
21/07/2011 16:45	260	0	21/07/2011 16:41	0	
Σ		6.35	Σ		6.5

Evento 22 (21-Jul)



Evento 23		PL-01		PL-02	
	Intervalo (min)	Mm		Mm	
22/07/2011 13:45	0	0	22/07/2011 13:41	0	
22/07/2011 13:55	10	0.51	22/07/2011 13:51	1	
22/07/2011 14:05	20	0.25	22/07/2011 14:01	0	
22/07/2011 14:15	30	0	22/07/2011 14:11	0	
22/07/2011 14:25	40	0	22/07/2011 14:21	0.3	
22/07/2011 14:35	50	0	22/07/2011 14:31	0	
22/07/2011 14:45	60	0.25	22/07/2011 14:41	0.5	
22/07/2011 14:55	70	0.76	22/07/2011 14:51	2.5	
22/07/2011 15:05	80	0.76	22/07/2011 15:01	0.8	
22/07/2011 15:15	90	0.76	22/07/2011 15:11	0	
22/07/2011 15:25	100	0.51	22/07/2011 15:21	0	
22/07/2011 15:35	110	0.25	22/07/2011 15:31	0.3	
22/07/2011 15:45	120	0.51	22/07/2011 15:41	0.8	
22/07/2011 15:55	130	0.76	22/07/2011 15:51	0.8	
22/07/2011 16:05	140	0.51	22/07/2011 16:01	0.3	
22/07/2011 16:15	150	0.25	22/07/2011 16:11	0.3	
22/07/2011 16:25	160	0	22/07/2011 16:21	0	
22/07/2011 16:35	170	0.76	22/07/2011 16:31	0.8	
22/07/2011 16:45	180	0.25	22/07/2011 16:41	0.3	
22/07/2011 16:55	190	0	22/07/2011 16:51	0	
22/07/2011 17:05	200	0	22/07/2011 17:01	0	
22/07/2011 17:15	210	0	22/07/2011 17:11	0	
22/07/2011 17:25	220	0	22/07/2011 17:21	0	
22/07/2011 17:35	230	0	22/07/2011 17:31	0	
22/07/2011 17:45	240	0	22/07/2011 17:41	0	
22/07/2011 17:55	250	0	22/07/2011 17:51	0	
22/07/2011 18:05	260	0	22/07/2011 18:01	0	
22/07/2011 18:15	270	0	22/07/2011 18:11	0	
22/07/2011 18:25	280	0	22/07/2011 18:21	0	
22/07/2011 18:35	290	0	22/07/2011 18:31	0.3	
22/07/2011 18:45	300	0	22/07/2011 18:41	0	
22/07/2011 18:55	310	0.51	22/07/2011 18:51	0.3	
22/07/2011 19:05	320	0.76	22/07/2011 19:01	0.8	
22/07/2011 19:15	330	0.51	22/07/2011 19:11	0.5	
22/07/2011 19:25	340	0.51	22/07/2011 19:21	0.5	
22/07/2011 19:35	350	0.51	22/07/2011 19:31	0.3	
22/07/2011 19:45	360	0.25	22/07/2011 19:41	0.3	
22/07/2011 19:55	370	0.25	22/07/2011 19:51	0	
22/07/2011 20:05	380	0.51	22/07/2011 20:01	0.5	
22/07/2011 20:15	390	0.25	22/07/2011 20:11	0.3	

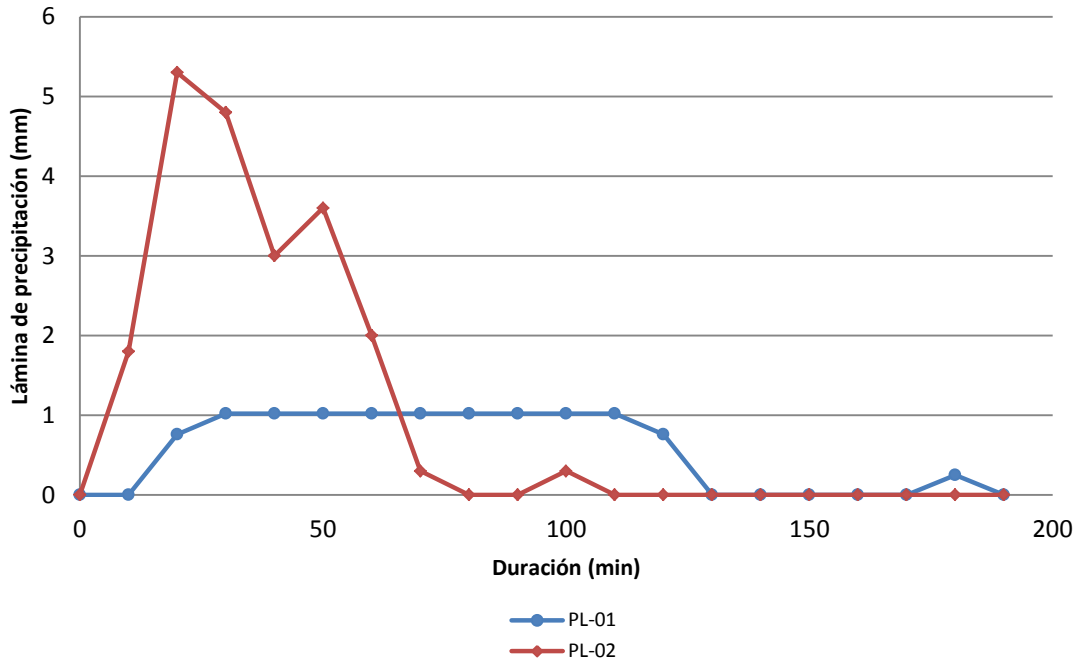
22/07/2011 20:25	400	0	22/07/2011 20:21	0.3
22/07/2011 20:35	410	0	22/07/2011 20:31	0
	Σ	11.15	Σ	12.8



Evento 24		PL-01	PL-02	
Intervalo (min)	Mm		mm	
23/07/2011 22:55	0	0	23/07/2011 22:51	0
23/07/2011 23:05	10	0	23/07/2011 23:01	1.8
23/07/2011 23:15	20	0.76	23/07/2011 23:11	5.3
23/07/2011 23:25	30	1.02	23/07/2011 23:21	4.8
23/07/2011 23:35	40	1.02	23/07/2011 23:31	3
23/07/2011 23:45	50	1.02	23/07/2011 23:41	3.6
23/07/2011 23:55	60	1.02	23/07/2011 23:51	2
24/07/2011 00:05	70	1.02	24/07/2011 00:01	0.3
24/07/2011 00:15	80	1.02	24/07/2011 00:11	0
24/07/2011 00:25	90	1.02	24/07/2011 00:21	0
24/07/2011 00:35	100	1.02	24/07/2011 00:31	0.3
24/07/2011 00:45	110	1.02	24/07/2011 00:41	0
24/07/2011 00:55	120	0.76	24/07/2011 00:51	0
24/07/2011 01:05	130	0	24/07/2011 01:01	0
24/07/2011 01:15	140	0	24/07/2011 01:11	0
24/07/2011 01:25	150	0	24/07/2011 01:21	0
24/07/2011 01:35	160	0	24/07/2011 01:31	0
24/07/2011 01:45	170	0	24/07/2011 01:41	0

24/07/2011 01:55	180	0.25	24/07/2011 01:51	0
24/07/2011 02:05	190	0	24/07/2011 02:01	0
	Σ	10.95	Σ	21.1

Evento 24 (23 y 24 - Jul)



Evento 25		PL-01	PL-02	
Intervalo (min)	Mm		mm	
24/07/2011 16:35	0	0	24/07/2011 16:31	0
24/07/2011 16:45	10	0.51	24/07/2011 16:41	1.5
24/07/2011 16:55	20	1.02	24/07/2011 16:51	0.5
24/07/2011 17:05	30	0.76	24/07/2011 17:01	0
24/07/2011 17:15	40	0	24/07/2011 17:11	0
24/07/2011 17:25	50	0	24/07/2011 17:21	0
24/07/2011 17:35	60	0.25	24/07/2011 17:31	0.3
24/07/2011 17:45	70	0	24/07/2011 17:41	0
24/07/2011 17:55	80	0.51	24/07/2011 17:51	0.3
24/07/2011 18:05	90	0.25	24/07/2011 18:01	0.5
24/07/2011 18:15	100	0.25	24/07/2011 18:11	0
24/07/2011 18:25	110	0	24/07/2011 18:21	0
24/07/2011 18:35	120	0	24/07/2011 18:31	0
24/07/2011 18:45	130	0.25	24/07/2011 18:41	0.3
24/07/2011 18:55	140	0.25	24/07/2011 18:51	0.3
24/07/2011 19:05	150	0.25	24/07/2011 19:01	0.3

24/07/2011 19:15	160	0.25	24/07/2011 19:11	0.3
24/07/2011 19:25	170	0.25	24/07/2011 19:21	0.3
24/07/2011 19:35	180	0.25	24/07/2011 19:31	0.5
24/07/2011 19:45	190	0	24/07/2011 19:41	0
24/07/2011 19:55	200	0.25	24/07/2011 19:51	0.3
24/07/2011 20:05	210	0.51	24/07/2011 20:01	0.5
24/07/2011 20:15	220	0.25	24/07/2011 20:11	0.3
24/07/2011 20:25	230	0.51	24/07/2011 20:21	0.5
24/07/2011 20:35	240	0.51	24/07/2011 20:31	0.5
24/07/2011 20:45	250	0.51	24/07/2011 20:41	0.8
24/07/2011 20:55	260	0.76	24/07/2011 20:51	0.3
24/07/2011 21:05	270	0.25	24/07/2011 21:01	0.5
24/07/2011 21:15	280	0.25	24/07/2011 21:11	0.3
24/07/2011 21:25	290	0.25	24/07/2011 21:21	0.3
24/07/2011 21:35	300	0.25	24/07/2011 21:31	0.3
24/07/2011 21:45	310	0	24/07/2011 21:41	0.3
24/07/2011 21:55	320	0.25	24/07/2011 21:51	0
24/07/2011 22:05	330	0	24/07/2011 22:01	0.3
24/07/2011 22:15	340	0	24/07/2011 22:11	0
24/07/2011 22:25	350	0.25	24/07/2011 22:21	0.3
24/07/2011 22:35	360	0	24/07/2011 22:31	0
24/07/2011 22:45	370	0	24/07/2011 22:41	0
24/07/2011 22:55	380	0	24/07/2011 22:51	0
24/07/2011 23:05	390	0	24/07/2011 23:01	0
24/07/2011 23:15	400	0	24/07/2011 23:11	0
24/07/2011 23:25	410	0	24/07/2011 23:21	0.3
24/07/2011 23:35	420	0	24/07/2011 23:31	0
24/07/2011 23:45	430	0	24/07/2011 23:41	0
24/07/2011 23:55	440	0	24/07/2011 23:51	0
	Σ	9.85		Σ 10.9

V.1 Fallas de algunas de las estructuras



Figura 23. Falla causada a una presa de Geocostales



Figura 24. Falla causada a una presa de Gavión



Figura 25. Fallas presentadas en una presa de mampostería



Figura 26. Falla causada a una presa de Piedra Acomodada

Aunque algunas de las estructuras tuvieron fallas, como lo muestran las imágenes, estas se pudieron resolver, y así como lo muestran las figuras fueron las únicas estructuras que fallaron.

A continuación se muestran algunas de las estructuras que cumplieron con su objetivo, cabe señalar que el resto de las estructuras lo cumplieron, pero tan solo mostraremos una imagen de cada una de las diferentes obras (mampostería, gavión, piedra acomodada y geocostales), el resto cumplieron su meta al controlar las grandes avenidas, almacenar el agua para lo requerido en la comunidad de Mineral de Angangueo, Michoacán, y la retención de azolves, ayudando a disminuir el riesgo para la misma población.



Figura 27. Presa de geocostales



Figura 28. Presa de gavi3n



Figura 29. Presa de piedra acomodada



Figura 30. Presa de mampostería (dos vistas)

Recomendaciones

- Analizar previamente a la construcción de la estructura los tipos de suelos y rocas del lugar
- Analizar el clima del lugar
- Obtener la avenida
- Emplear los materiales correctos en cada una de las estructuras
- Supervisión adecuada durante la construcción de las estructuras
- Mantenimiento adecuado durante y después de la vida útil de las estructuras

Conclusiones

- El estudio de los atributos geotécnicos e hidrológicos permite establecer criterios constructivos para un desempeño satisfactorio y de rehabilitación de las obras de control de avenidas hidrometeorológicas ante precipitaciones extraordinarias en Mineral de Angangueo, Michoacán.
- Una contribución relevante es la prevención de desastres, así como seguridad para la población ante precipitaciones atípicas, control de escurrimientos potencialmente catastróficos, preservación del suelo y aprovechamientos hidráulicos.

Literatura citada

1. Aldama, A., Ramírez, A., Aparicio, J., Mejía, R., & Ortega, G. (2000). Seguridad hidrológica de las presas en México. México: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
2. Escalante Sandoval Carlos, Reyes Chávez Lilia, Mayo 2000. Estimación regional de avenidas de diseño.
3. J. M. Hooke, and J. M. Mant, August 2000. Geomorphological impacts of a flood event on ephemeral channels in SE Spain. Department of Geography, University of Portsmouth, Buckingham Building, Lion Terrace, Portsmouth, Hants, PO1 3HE, UK.
4. Díaz-Fierros Viqueira Francisco, Álvarez Enjo Manuel Ali, Junio 2001. Análisis regional de avenidas en la zona atlántica de Galicia, noroeste de España.
5. I. Ramírez Aldo, A. Aldama Álvaro, Julio 2001. Solución analítica aproximada de la ecuación de tránsito de avenidas en vasos.
6. Díaz Delgado Carlos, Vega Usuhuaylas Griselle, Agosto 2001. Análisis de gran visión de las inundaciones en la cuenca alta del río Lerma: caso de la subcuenca del río Tejalpa, Estado de México, México.
7. Paoli Carlos, Cacik Pablo, Septiembre 2001. Consistencia en la determinación de crecidas de diseño por transformación lluvia-caudal y análisis de frecuencia (estudio de un caso).
8. C. May, R. Gresswell, 2003. Processes and rates of sediment and wood accumulation in headwater streams of the Oregon coast range, USA.
9. P.G. Fookes, M. Sweeney, C.N.D. Manby and R.P. Martin, February 2003. aConsulting Engineering Geologist, Caterham (U.K.) bBP International Ltd., London (U.K.) cDelft Geotechnics (U.K.) Ltd., London (U.K.) dGeotechnical Control Office, Engineering Development Department, Hong Kong; Geological and geotechnical engineering aspects of low-cost roads in mountainous terrain.
10. Romero-Díaz A., Alonso-Sarriá F., Martínez-Lloris M., May. 2006. Erosion rates obtained from check-dam sedimentation (SE Spain). A multi-method comparison. Departamento de Geografía, Facultad de Letras, Campus de La Merced, Universidad de Murcia, 30.001-Murcia, Spain.
11. García González María del Rocío, Vergara Farías Lizeth, año 11 No. 46 2007. Presas de retención de sólidos y control de flujos a base de gavión, una alternativa más.
- 12.- Martín Carrasco Francisco Javier, Garrote-de Marcos Luis, Junio 2007. Gestión de conflictos de compatibilidad de usos en embalses multipropósito.

13. Tore Kvande, Kim Robert Lis. 2009. Climate adapted design of masonry structures. Department of Civil and Transport Engineering, Norwegian University of Science and Technology (NTNU), Høgskoleringen 7A, NO-7491 Trondheim, Norway. SINTEF Building and Infrastructure, P.O. Box 124, Blindern, NO-0314 Oslo, Norway.
- 14.- Uribe-Alcántara Edgar Misael, Montes-León María Alejandrina Leticia. 2010. Mapa Nacional de Índice de Inundación.
- 15.- Xiang Li, Shenglian Guo , Pan Liu, Guiya Chen, July 2010. Dynamic control of flood limited water level for reservoir operation by considering inflow uncertainty. State Key Laboratory of Water Resources and Hydropower Engineering Science, Wuhan University, Wuhan 430072, China.
16. I. Ramírez Aldo, Febrero 2011. La seguridad de presas desde la perspectiva hidrológica Conferencia Enzo Levi 2010.
17. Richerta Elke, Bianchina Sylvi, Heilmeiera Hermann, Mertab Mariusz, Seidlerb Christina. 2011. A method for linking results from an evaluation of land use scenarios from the viewpoint of flood prevention and nature conservation. TU Bergakademie Freiberg, Interdisciplinary Ecological Center, Biology/Ecology Unit, Leipziger Strasse 29, D-09599 Freiberg, Germany. IHI International Graduate School Zittau, department Environmental Biotechnology, Markt 23, D-02763 Zittau, Germany.
18. Zanuttigh Barbara. 2011. Coastal flood protection: Whatperspectiveinachanging climate? TheTHESEUS approach. DICAM, University of Bologna, BolognaItaly.
19. Témez, P. (1978). Tiempo de concentración. En D. G. Carreteras, Cálculo Hidrometeorológico de Caudales Máximos en Pequeñas Cuencas Naturales (págs. 79-91). Madrid, España: Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.

ANEXOS

Fichas técnicas de monitorio y evaluación de prácticas realizadas en el 2010, estudiadas durante el 2011.

Continuar con la Restauración Hidrológica Ambiental de las Microcuencas de Aporte a la Población de Mineral de Angangueo, Michoacán; (Microcuenca El Ventilador), Mediante la Implementación de Prácticas de Manejo del Agua y Preservación de Suelos

DATOS GENERALES		
Tipo de práctica	PRESA DE PIEDRA ACOMODADA	
Clave o nombre de la práctica	PP01-01	
Institución responsable		
Fecha de evaluación	19-nov-11	
DESCRIPCIÓN DEL SITIO		
Cuenca		
Subcuenca		
Microcuenca		
Cauce	1	
Pendiente del cauce (%)		
Unidad de escurrimiento		
COORDENADAS DE LOCALIZACIÓN		
Proyección		
X (m)		
Y (m)		
Altitud (msnm)		
MONITOREO		
Altura efectiva inicial (m)		
Altura efectiva actual (m)	0	
Volumen de azolve (m ³)	100%	
Funcionamiento de los Taludes	Estable	X
	Inestable	
Socavación	Si	
	No	X
Funcionamiento del vertedor	Adecuado	X
	Inadecuado	
Funcionamiento del colchón	Adecuado	X
	Inadecuado	
Estabilidad	Estable	X
	Poco estable	
	Inestable	
Funcionamiento del Delantal	Bueno	X
	Regular	
	Malo	

FICHA TÉCNICA DE MONITOREO Y EVALUACIÓN DE PRÁCTICAS 2010

EVALUACIÓN		OBSERVACIONES
Estado de la Práctica	Bueno	
	Regular	
	Crítico	



Croquis de localización



Vista hacia aguas arriba en la evaluación



Vista hacia aguas abajo en la evaluación

Continuar con la Restauración Hidrológica Ambiental de las Microcuencas de Aporte a la Población de Mineral de Angangueo, Michoacán; (Microcuenca El Ventilador), Mediante la Implementación de Prácticas de Manejo del Agua y Preservación de Suelos

FICHA TÉCNICA DE MONITOREO Y EVALUACIÓN DE PRÁCTICAS 2010

DATOS GENERALES		
Tipo de práctica	PRESA DE PIEDRA ACOMODADA	
Clave o nombre de la práctica	PP01-02	
Institución responsable		
Fecha de evaluación	19-nov-11	
DESCRIPCIÓN DEL SITIO		
Cuenca		
Subcuenca		
Microcuenca		
Cauce	1	
Pendiente del cauce (%)		
Unidad de escurrimiento		
COORDENADAS DE LOCALIZACIÓN		
Proyección		
X (m)		
Y (m)		
Altitud (msnm)		
MONITOREO		
Altura efectiva inicial (m)		
Altura efectiva actual (m)	0.07	
Volumen de azolve (m ³)	95%	
Funcionamiento de los Taludes	Estable	X
	Inestable	
Socavación	Si	
	No	X
Funcionamiento del vertedor	Adecuado	X
	Inadecuado	
Funcionamiento del colchón	Adecuado	X
	Inadecuado	
Estabilidad	Estable	X
	Poco estable	
	Inestable	
Funcionamiento del Delantal	Bueno	X
	Regular	
	Malo	

Estado de la Práctica	EVALUACIÓN		OBSERVACIONES
	Bueno		
	Regular		
	Critico		



Croquis de localización



Vista hacia aguas arriba en la evaluación



Vista hacia aguas abajo en la evaluación

Continuar con la Restauración Hidrológica Ambiental de las Microcuencas de Aporte a la Población de Mineral de Angangueo, Michoacán; (Microcuenca El Ventilador), Mediante la Implementación de Prácticas de Manejo del Agua y Preservación de Suelos

FICHA TÉCNICA DE MONITOREO Y EVALUACIÓN DE PRÁCTICAS 2010

DATOS GENERALES		
Tipo de práctica	PRESA DE PIEDRA ACOMODADA	
Clave o nombre de la práctica	PP01-03	
Institución responsable		
Fecha de evaluación	19-nov-11	
DESCRIPCIÓN DEL SITIO		
Cuenca		
Subcuenca		
Microcuenca		
Cauce	1	
Pendiente del cauce (%)		
Unidad de escurrimiento		
COORDENADAS DE LOCALIZACIÓN		
Proyección		
X (m)		
Y (m)		
Altitud (msnm)		
MONITOREO		
Altura efectiva inicial (m)		
Altura efectiva actual (m)	0.17	
Volumen de azolve (m ³)	80%	
Funcionamiento de los Taludes	Estable	X
	Inestable	
Socavación	Si	
	No	X
Funcionamiento del vertedor	Adecuado	X
	Inadecuado	
Funcionamiento del colchón	Adecuado	X
	Inadecuado	
Estabilidad	Estable	X
	Poco estable	
	Inestable	
Funcionamiento del Delantal	Bueno	X
	Regular	
	Malo	

Estado de la Práctica	EVALUACIÓN		OBSERVACIONES
	Bueno		
	Regular		
	Critico		



Croquis de localización



Vista hacia aguas arriba en la evaluación



Vista hacia aguas abajo en la evaluación

Continuar con la Restauración Hidrológica Ambiental de las Microcuencas de Aporte a la Población de Mineral de Angangueo, Michoacán; (Microcuenca El Ventilador), Mediante la Implementación de Prácticas de Manejo del Agua y Preservación de Suelos

FICHA TÉCNICA DE MONITOREO Y EVALUACIÓN DE PRÁCTICAS 2010

DATOS GENERALES		
Tipo de práctica	PRESA DE PIEDRA ACOMODADA	
Clave o nombre de la práctica	PP01-04	
Institución responsable		
Fecha de evaluación	19-nov-11	
DESCRIPCIÓN DEL SITIO		
Cuenca		
Subcuenca		
Microcuenca		
Cauce	1	
Pendiente del cauce (%)		
Unidad de escurrimiento		
COORDENADAS DE LOCALIZACIÓN		
Proyección		
X (m)		
Y (m)		
Altitud (msnm)		
MONITOREO		
Altura efectiva inicial (m)		
Altura efectiva actual (m)	0.33	
Volumen de azolve (m ³)	75%	
Funcionamiento de los Taludes	Estable	X
	Inestable	
Socavación	Si	
	No	X
Funcionamiento del vertedor	Adecuado	X
	Inadecuado	
Funcionamiento del colchón	Adecuado	
	Inadecuado	X
Estabilidad	Estable	X
	Poco estable	
	Inestable	
Funcionamiento del Delantal	Bueno	X
	Regular	
	Malo	

Estado de la Práctica	EVALUACIÓN		OBSERVACIONES
	Bueno		
	Regular		
	Critico		



Croquis de localización



Vista hacia aguas arriba en la evaluación



Vista hacia aguas abajo en la evaluación

Continuar con la Restauración Hidrológica Ambiental de las Microcuencas de Aporte a la Población de Mineral de Angangueo, Michoacán; (Microcuenca El Ventilador), Mediante la Implementación de Prácticas de Manejo del Agua y Preservación de Suelos

FICHA TÉCNICA DE MONITOREO Y EVALUACIÓN DE PRÁCTICAS 2010

DATOS GENERALES		
Tipo de práctica	PRESA DE PIEDRA ACOMODADA	
Clave o nombre de la práctica	PP01-05	
Institución responsable		
Fecha de evaluación	19-nov-11	
DESCRIPCIÓN DEL SITIO		
Cuenca		
Subcuenca		
Microcuenca		
Cauce	1	
Pendiente del cauce (%)		
Unidad de escurrimiento		
COORDENADAS DE LOCALIZACIÓN		
Proyección		
X (m)		
Y (m)		
Altitud (msnm)		
MONITOREO		
Altura efectiva inicial (m)		
Altura efectiva actual (m)	0	
Volumen de azolve (m ³)	100%	
Funcionamiento de los Taludes	Estable	
	Inestable	X
Socavación	Si	
	No	X
Funcionamiento del vertedor	Adecuado	
	Inadecuado	X
Funcionamiento del colchón	Adecuado	
	Inadecuado	X
Estabilidad	Estable	
	Poco estable	
	Inestable	X
Funcionamiento del Delantal	Bueno	
	Regular	
	Malo	X

Estado de la Práctica	EVALUACIÓN		OBSERVACIONES	
	Bueno			PRÁCTICA COMPLETAMENTE DESTRUIDA, DEBIDO A QUE LE C
	Regular			
Critico				



Croquis de localización



Vista hacia aguas arriba en la evaluación



Vista hacia aguas abajo en la evaluación

Continuar con la Restauración Hidrológica Ambiental de las Microcuencas de Aporte a la Población de Mineral de Angangueo, Michoacán; (Microcuenca El Ventilador), Mediante la Implementación de Prácticas de Manejo del Agua y Preservación de Suelos

DATOS GENERALES		
Tipo de práctica	PRESA DE PIEDRA ACOMODADA	
Clave o nombre de la práctica	PP01-06	
Institución responsable		
Fecha de evaluación	19-nov-11	
DESCRIPCIÓN DEL SITIO		
Cuenca		
Subcuenca		
Microcuenca		
Cauce	1	
Pendiente del cauce (%)		
Unidad de escurrimiento		
COORDENADAS DE LOCALIZACIÓN		
Proyección		
X (m)		
Y (m)		
Altitud (msnm)		
MONITOREO		
Altura efectiva inicial (m)		
Altura efectiva actual (m)	0	
Volumen de azolve (m ³)	100%	
Funcionamiento de los Taludes	Estable	
	Inestable	X
Socavación	Si	
	No	X
Funcionamiento del vertedor	Adecuado	
	Inadecuado	X
Funcionamiento del colchón	Adecuado	
	Inadecuado	X
Estabilidad	Estable	
	Poco estable	
	Inestable	X
Funcionamiento del Delantal	Bueno	
	Regular	
	Malo	X

FICHA TÉCNICA DE MONITOREO Y EVALUACIÓN DE PRÁCTICAS 2010

Estado de la Práctica	EVALUACIÓN		OBSERVACIONES
	Bueno		
	Regular		
Critico			

DESTRUIDA POR TRONCOS



Croquis de localización



Vista hacia aguas arriba en la evaluación



Vista hacia aguas abajo en la evaluación

Continuar con la Restauración Hidrológica Ambiental de las Microcuencas de Aporte a la Población de Mineral de Angangueo, Michoacán; (Microcuenca El Ventilador), Mediante la Implementación de Prácticas de Manejo del Agua y Preservación de Suelos

FICHA TÉCNICA DE MONITOREO Y EVALUACIÓN DE PRÁCTICAS 2010

DATOS GENERALES		
Tipo de práctica	PRESA DE PIEDRA ACOMODADA	
Clave o nombre de la práctica	PP01-07	
Institución responsable		
Fecha de evaluación	19-nov-11	
DESCRIPCIÓN DEL SITIO		
Cuenca		
Subcuenca		
Microcuenca		
Cauce	1	
Pendiente del cauce (%)		
Unidad de escurrimiento		
COORDENADAS DE LOCALIZACIÓN		
Proyección		
X (m)		
Y (m)		
Altitud (msnm)		
MONITOREO		
Altura efectiva inicial (m)		
Altura efectiva actual (m)	0	
Volumen de azolve (m ³)	100%	
Funcionamiento de los Taludes	Estable	
	Inestable	X
Socavación	Si	
	No	X
Funcionamiento del vertedor	Adecuado	
	Inadecuado	X
Funcionamiento del colchón	Adecuado	
	Inadecuado	X
Estabilidad	Estable	
	Poco estable	
	Inestable	X
Funcionamiento del Delantal	Bueno	
	Regular	
	Malo	X

Estado de la Práctica	EVALUACIÓN		OBSERVACIONES
	Bueno		
	Regular		
	Critico		



Croquis de localización



Vista hacia aguas arriba en la evaluación



Vista hacia aguas abajo en la evaluación

Dr. Eusebio Jr. Ventura Ramos
Responsable Técnico y Operativo del Convenio
ENTREGA

Continuar con la Restauración Hidrológica Ambiental de las Microcuencas de Aporte a la Población de Mineral de Angangueo, Michoacán; (Microcuenca El Ventilador), Mediante la Implementación de Prácticas de Manejo del Agua y Preservación de Suelos

FICHA TÉCNICA DE MONITOREO Y EVALUACIÓN DE PRÁCTICAS 2010

DATOS GENERALES		
Tipo de práctica	PRESA DE PIEDRA ACOMODADA	
Clave o nombre de la práctica	PP01-08	
Institución responsable		
Fecha de evaluación	19-nov-11	
DESCRIPCIÓN DEL SITIO		
Cuenca		
Subcuenca		
Microcuenca		
Cauce	1	
Pendiente del cauce (%)		
Unidad de escurrimiento		
COORDENADAS DE LOCALIZACIÓN		
Proyección		
X (m)		
Y (m)		
Altitud (msnm)		
MONITOREO		
Altura efectiva inicial (m)		
Altura efectiva actual (m)	0	
Volumen de azolve (m ³)	100%	
Funcionamiento de los Taludes	Estable	
	Inestable	X
Socavación	Si	
	No	X
Funcionamiento del vertedor	Adecuado	
	Inadecuado	X
Funcionamiento del colchón	Adecuado	
	Inadecuado	X
Estabilidad	Estable	
	Poco estable	
	Inestable	X
Funcionamiento del Delantal	Bueno	
	Regular	
	Malo	X

EVALUACIÓN		OBSERVACIONES
Estado de la Práctica	Bueno	
	Regular	
	Critico	
		TOTALMENTE DESTRUIDA



Croquis de localización



Vista hacia aguas arriba en la evaluación



Vista hacia aguas abajo en la evaluación

Continuar con la Restauración Hidrológica Ambiental de las Microcuencas de Aporte a la Población de Mineral de Angangueo, Michoacán; (Microcuenca El Ventilador), Mediante la Implementación de Prácticas de Manejo del Agua y Preservación de Suelos

DATOS GENERALES		
Tipo de práctica	PRESA DE PIEDRA ACOMODADA	
Clave o nombre de la práctica	PP01-10	
Institución responsable		
Fecha de evaluación	19-nov-11	
DESCRIPCIÓN DEL SITIO		
Cuenca		
Subcuenca		
Microcuenca		
Cauce	1	
Pendiente del cauce (%)		
Unidad de escurrimiento		
COORDENADAS DE LOCALIZACIÓN		
Proyección		
X (m)		
Y (m)		
Altitud (msnm)		
MONITOREO		
Altura efectiva inicial (m)		
Altura efectiva actual (m)	0.63	
Volumen de azolve (m ³)	35%	
Funcionamiento de los Taludes	Estable	
	Inestable	X
Socavación	Si	
	No	X
Funcionamiento del vertedor	Adecuado	X
	Inadecuado	
Funcionamiento del colchón	Adecuado	X
	Inadecuado	
Estabilidad	Estable	
	Poco estable	X
	Inestable	
Funcionamiento del Delantal	Bueno	
	Regular	X
	Malo	

FICHA TÉCNICA DE MONITOREO Y EVALUACIÓN DE PRÁCTICAS 2010

Estado de la Práctica	EVALUACIÓN		OBSERVACIONES
	Bueno		
	Regular		
	Critico		



Croquis de localización



Vista hacia aguas arriba en la evaluación



Vista hacia aguas abajo en la evaluación

Continuar con la Restauración Hidrológica Ambiental de las Microcuencas de Aporte a la Población de Mineral de Angangueo, Michoacán; (Microcuenca El Ventilador), Mediante la Implementación de Prácticas de Manejo del Agua y Preservación de Suelos

FICHA TÉCNICA DE MONITOREO Y EVALUACIÓN DE PRÁCTICAS 2010

DATOS GENERALES		
Tipo de práctica	PRESA DE PIEDRA ACOMODADA	
Clave o nombre de la práctica	PP01-11	
Institución responsable		
Fecha de evaluación	19-nov-11	
DESCRIPCIÓN DEL SITIO		
Cuenca		
Subcuenca		
Microcuenca		
Cauce	1	
Pendiente del cauce (%)		
Unidad de escurrimiento		
COORDENADAS DE LOCALIZACIÓN		
Proyección		
X (m)		
Y (m)		
Altitud (msnm)		
MONITOREO		
Altura efectiva inicial (m)		
Altura efectiva actual (m)	0.66	
Volumen de azolve (m ³)	30%	
Funcionamiento de los Taludes	Estable	X
	Inestable	
Socavación	Si	
	No	X
Funcionamiento del vertedor	Adecuado	X
	Inadecuado	
Funcionamiento del colchón	Adecuado	X
	Inadecuado	
Estabilidad	Estable	X
	Poco estable	
	Inestable	
Funcionamiento del Delantal	Bueno	
	Regular	X
	Malo	

Estado de la Práctica	EVALUACIÓN		OBSERVACIONES
	Bueno		
	Regular		
	Critico		



Croquis de localización



Vista hacia aguas arriba en la evaluación



Vista hacia aguas abajo en la evaluación

Dr. Eusebio Jr. Ventura Ramos
Responsable Técnico y Operativo del Convenio
ENTREGA

Continuar con la Restauración Hidrológica Ambiental de las Microcuencas de Aporte a la Población de Mineral de Angangueo, Michoacán; (Microcuenca El Ventilador), Mediante la Implementación de Prácticas de Manejo del Agua y Preservación de Suelos

FICHA TÉCNICA DE MONITOREO Y EVALUACIÓN DE PRÁCTICAS 2010

DATOS GENERALES		
Tipo de práctica	PRESA DE PIEDRA ACOMODADA	
Clave o nombre de la práctica	PP01-12	
Institución responsable		
Fecha de evaluación	19-nov-11	
DESCRIPCIÓN DEL SITIO		
Cuenca		
Subcuenca		
Microcuenca		
Cauce	1	
Pendiente del cauce (%)		
Unidad de escurrimiento		
COORDENADAS DE LOCALIZACIÓN		
Proyección		
X (m)		
Y (m)		
Altitud (msnm)		
MONITOREO		
Altura efectiva inicial (m)		
Altura efectiva actual (m)	0.82	
Volumen de azolve (m ³)	8%	
Funcionamiento de los Taludes	Estable	X
	Inestable	
Socavación	Si	
	No	X
Funcionamiento del vertedor	Adecuado	X
	Inadecuado	
Funcionamiento del colchón	Adecuado	X
	Inadecuado	
Estabilidad	Estable	X
	Poco estable	
	Inestable	
Funcionamiento del Delantal	Bueno	
	Regular	X
	Malo	

Estado de la Práctica	EVALUACIÓN		OBSERVACIONES
	Bueno		
	Regular		
	Crítico		



Croquis de localización



Vista hacia aguas arriba en la evaluación



Vista hacia aguas abajo en la evaluación

Dr. Eusebio Jr. Ventura Ramos
 Responsable Técnico y Operativo del Convenio
 ENTREGA

Continuar con la Restauración Hidrológica Ambiental de las Microcuencas de Aporte a la Población de Mineral de Angangueo, Michoacán; (Microcuenca El Ventilador), Mediante la Implementación de Prácticas de Manejo del Agua y Preservación de Suelos

FICHA TÉCNICA DE MONITOREO Y EVALUACIÓN DE PRÁCTICAS 2010

DATOS GENERALES		
Tipo de práctica	PRESA DE PIEDRA ACOMODADA	
Clave o nombre de la práctica	PP01-13	
Institución responsable		
Fecha de evaluación	19-nov-11	
DESCRIPCIÓN DEL SITIO		
Cuenca		
Subcuenca		
Microcuenca		
Cauce	1	
Pendiente del cauce (%)		
Unidad de escurrimiento		
COORDENADAS DE LOCALIZACIÓN		
Proyección		
X (m)		
Y (m)		
Altitud (msnm)		
MONITOREO		
Altura efectiva inicial (m)		
Altura efectiva actual (m)	0.59	
Volumen de azolve (m ³)	15%	
Funcionamiento de los Taludes	Estable	X
	Inestable	
Socavación	Si	
	No	X
Funcionamiento del vertedor	Adecuado	X
	Inadecuado	
Funcionamiento del colchón	Adecuado	X
	Inadecuado	
Estabilidad	Estable	X
	Poco estable	
	Inestable	
Funcionamiento del Delantal	Bueno	
	Regular	X
	Malo	

Estado de la Práctica	EVALUACIÓN		OBSERVACIONES
	Bueno		
	Regular		
	Critico		



Croquis de localización



Vista hacia aguas arriba en la evaluación



Vista hacia aguas abajo en la evaluación

Continuar con la Restauración Hidrológica Ambiental de las Microcuencas de Aporte a la Población de Mineral de Angangueo, Michoacán; (Microcuenca El Ventilador), Mediante la Implementación de Prácticas de Manejo del Agua y Preservación de Suelos

FICHA TÉCNICA DE MONITOREO Y EVALUACIÓN DE PRÁCTICAS 2010

DATOS GENERALES		
Tipo de práctica	PRESA DE PIEDRA ACOMODADA	
Clave o nombre de la práctica	PP01-14	
Institución responsable		
Fecha de evaluación	19-nov-11	
DESCRIPCIÓN DEL SITIO		
Cuenca		
Subcuenca		
Microcuenca		
Cauce	1	
Pendiente del cauce (%)		
Unidad de escurrimiento		
COORDENADAS DE LOCALIZACIÓN		
Proyección		
X (m)		
Y (m)		
Altitud (msnm)		
MONITOREO		
Altura efectiva inicial (m)		
Altura efectiva actual (m)	0.89	
Volumen de azolve (m ³)	10%	
Funcionamiento de los Taludes	Estable	X
	Inestable	
Socavación	Si	
	No	X
Funcionamiento del vertedor	Adecuado	X
	Inadecuado	
Funcionamiento del colchón	Adecuado	X
	Inadecuado	
Estabilidad	Estable	X
	Poco estable	
	Inestable	
Funcionamiento del Delantal	Bueno	X
	Regular	
	Malo	

Estado de la Práctica	EVALUACIÓN		OBSERVACIONES
	Bueno		
	Regular		
	Critico		



Croquis de localización



Vista hacia aguas arriba en la evaluación



Vista hacia aguas abajo en la evaluación

Continuar con la Restauración Hidrológica Ambiental de las Microcuencas de Aporte a la Población de Mineral de Angangueo, Michoacán; (Microcuenca El Ventilador), Mediante la Implementación de Prácticas de Manejo del Agua y Preservación de Suelos

FICHA TÉCNICA DE MONITOREO Y EVALUACIÓN DE PRÁCTICAS 2010

DATOS GENERALES		
Tipo de práctica	PRESA DE PIEDRA ACOMODADA	
Clave o nombre de la práctica	PP01-15	
Institución responsable		
Fecha de evaluación	19-nov-11	
DESCRIPCIÓN DEL SITIO		
Cuenca		
Subcuenca		
Microcuenca		
Cauce	1	
Pendiente del cauce (%)		
Unidad de escurrimiento		
COORDENADAS DE LOCALIZACIÓN		
Proyección		
X (m)		
Y (m)		
Altitud (msnm)		
MONITOREO		
Altura efectiva inicial (m)		
Altura efectiva actual (m)	0.68	
Volumen de azolve (m ³)	10%	
Funcionamiento de los Taludes	Estable	X
	Inestable	
Socavación	Si	
	No	X
Funcionamiento del vertedor	Adecuado	X
	Inadecuado	
Funcionamiento del colchón	Adecuado	X
	Inadecuado	
Estabilidad	Estable	X
	Poco estable	
	Inestable	
Funcionamiento del Delantal	Bueno	X
	Regular	
	Malo	

Estado de la Práctica	EVALUACIÓN		OBSERVACIONES
	Bueno		
	Regular		
	Critico		



Croquis de localización



Vista hacia aguas arriba en la evaluación



Vista hacia aguas abajo en la evaluación

Continuar con la Restauración Hidrológica Ambiental de las Microcuencas de Aporte a la Población de Mineral de Angangueo, Michoacán; (Microcuenca El Ventilador), Mediante la Implementación de Prácticas de Manejo del Agua y Preservación de Suelos

FICHA TÉCNICA DE MONITOREO Y EVALUACIÓN DE PRÁCTICAS 2010

DATOS GENERALES		
Tipo de práctica	PRESA DE PIEDRA ACOMODADA	
Clave o nombre de la práctica	PP01-16	
Institución responsable		
Fecha de evaluación	19-nov-11	
DESCRIPCIÓN DEL SITIO		
Cuenca		
Subcuenca		
Microcuenca		
Cauce	1	
Pendiente del cauce (%)		
Unidad de escurrimiento		
COORDENADAS DE LOCALIZACIÓN		
Proyección		
X (m)		
Y (m)		
Altitud (msnm)		
MONITOREO		
Altura efectiva inicial (m)		
Altura efectiva actual (m)	0.63	
Volumen de azolve (m ³)	70%	
Funcionamiento de los Taludes	Estable	X
	Inestable	
Socavación	Si	
	No	X
Funcionamiento del vertedor	Adecuado	X
	Inadecuado	
Funcionamiento del colchón	Adecuado	X
	Inadecuado	
Estabilidad	Estable	X
	Poco estable	
	Inestable	
Funcionamiento del Delantal	Bueno	
	Regular	X
	Malo	

Estado de la Práctica	EVALUACIÓN		OBSERVACIONES
	Bueno		
	Regular		
	Critico		



Croquis de localización



Vista hacia aguas arriba en la evaluación



Vista hacia aguas abajo en la evaluación

Dr. Eusebio Jr. Ventura Ramos
Responsable Técnico y Operativo del Convenio
ENTREGA

Continuar con la Restauración Hidrológica Ambiental de las Microcuencas de Aporte a la Población de Mineral de Angangueo, Michoacán; (Microcuenca El Ventilador), Mediante la Implementación de Prácticas de Manejo del Agua y Preservación de Suelos

FICHA TÉCNICA DE MONITOREO Y EVALUACIÓN DE PRÁCTICAS 2010

DATOS GENERALES	
Tipo de práctica	PRESA DE PIEDRA ACOMODADA
Clave o nombre de la práctica	PP02-01
Institución responsable	
Fecha de evaluación	19-nov-11
DESCRIPCIÓN DEL SITIO	
Cuenca	
Subcuenca	
Microcuenca	
Cauce	2
Pendiente del cauce (%)	
Unidad de escurrimiento	
COORDENADAS DE LOCALIZACIÓN	
Proyección	
X (m)	
Y (m)	
Altitud (msnm)	
MONITOREO	
Altura efectiva inicial (m)	
Altura efectiva actual (m)	
Volumen de azolve (m ³)	
Funcionamiento de los Taludes	Estable
	Inestable
Socavación	Si
	No
Funcionamiento del vertedor	Adecuado
	Inadecuado
Funcionamiento del colchón	Adecuado
	Inadecuado
Estabilidad	Estable
	Poco estable
	Inestable
Funcionamiento del Delantal	Bueno
	Regular
	Malo

Estado de la Práctica	EVALUACIÓN		OBSERVACIONES
	Bueno		
	Regular		
	Critico		POSIBLE ROBO DE PIEDRA, PRESA DESTRUI



Vista hacia aguas arriba en la evaluación



Vista hacia aguas abajo en la evaluación



Vista a detalle del estado de la practica

Continuar con la Restauración Hidrológica Ambiental de las Microcuencas de Aporte a la Población de Mineral de Angangueo, Michoacán; (Microcuenca El Ventilador), Mediante la Implementación de Prácticas de Manejo del Agua y Preservación de Suelos

FICHA TÉCNICA DE MONITOREO Y EVALUACIÓN DE PRÁCTICAS 2010

DATOS GENERALES		
Tipo de práctica	PRESA DE PIEDRA ACOMODADA	
Clave o nombre de la práctica	PP02-02	
Institución responsable		
Fecha de evaluación	19-nov-11	
DESCRIPCIÓN DEL SITIO		
Cuenca		
Subcuenca		
Microcuenca		
Cauce	2	
Pendiente del cauce (%)		
Unidad de escurrimiento		
COORDENADAS DE LOCALIZACIÓN		
Proyección		
X (m)		
Y (m)		
Altitud (msnm)		
MONITOREO		
Altura efectiva inicial (m)		
Altura efectiva actual (m)	0	
Volumen de azolve (m ³)	100%	
Funcionamiento de los Taludes	Estable	
	Inestable	X
Socavación	Si	
	No	X
Funcionamiento del vertedor	Adecuado	X
	Inadecuado	
Funcionamiento del colchón	Adecuado	
	Inadecuado	
Estabilidad	Estable	
	Poco estable	X
	Inestable	
Funcionamiento del Delantal	Bueno	
	Regular	
	Malo	X

EVALUACIÓN		OBSERVACIONES
Estado de la Práctica	Bueno	NO TIENE COLCHÓN
	Regular	
	Crítico	



Croquis de localización



Vista hacia aguas arriba en la evaluación



Vista hacia aguas abajo en la evaluación

Dr. Eusebio Jr. Ventura Ramos
Responsable Técnico y Operativo del Convenio
ENTREGA

Continuar con la Restauración Hidrológica Ambiental de las Microcuencas de Aporte a la Población de Mineral de Angangueo, Michoacán; (Microcuenca El Ventilador), Mediante la Implementación de Prácticas de Manejo del Agua y Preservación de Suelos

DATOS GENERALES		
Tipo de práctica	PRESA DE PIEDRA ACOMODADA	
Clave o nombre de la práctica	PP02-03	
Institución responsable		
Fecha de evaluación	19-nov-11	
DESCRIPCIÓN DEL SITIO		
Cuenca		
Subcuenca		
Microcuenca		
Cauce	2	
Pendiente del cauce (%)		
Unidad de escurrimiento		
COORDENADAS DE LOCALIZACIÓN		
Proyección		
X (m)		
Y (m)		
Altitud (msnm)		
MONITOREO		
Altura efectiva inicial (m)		
Altura efectiva actual (m)	0.07	
Volumen de azolve (m ³)	95%	
Funcionamiento de los Taludes	Estable	X
	Inestable	
Socavación	Si	
	No	X
Funcionamiento del vertedor	Adecuado	
	Inadecuado	X
Funcionamiento del colchón	Adecuado	
	Inadecuado	
Estabilidad	Estable	
	Poco estable	X
	Inestable	
Funcionamiento del Delantal	Bueno	
	Regular	
	Malo	X

FICHA TÉCNICA DE MONITOREO Y EVALUACIÓN DE PRÁCTICAS 2010

EVALUACIÓN		OBSERVACIONES
Estado de la Práctica	Bueno	
	Regular	
	Critico	
		NO HAY COLCHÓN



Croquis de localización



Vista hacia aguas arriba en la evaluación



Vista hacia aguas abajo en la evaluación

Continuar con la Restauración Hidrológica Ambiental de las Microcuencas de Aporte a la Población de Mineral de Angangueo, Michoacán; (Microcuenca El Ventilador), Mediante la Implementación de Prácticas de Manejo del Agua y Preservación de Suelos

FICHA TÉCNICA DE MONITOREO Y EVALUACIÓN DE PRÁCTICAS 2010

DATOS GENERALES		
Tipo de práctica	PRESA DE PIEDRA ACOMODADA	
Clave o nombre de la práctica	PP02-04	
Institución responsable		
Fecha de evaluación	19-nov-11	
DESCRIPCIÓN DEL SITIO		
Cuenca		
Subcuenca		
Microcuenca		
Cauce	2	
Pendiente del cauce (%)		
Unidad de escurrimiento		
COORDENADAS DE LOCALIZACIÓN		
Proyección		
X (m)		
Y (m)		
Altitud (msnm)		
MONITOREO		
Altura efectiva inicial (m)		
Altura efectiva actual (m)	0.39	
Volumen de azolve (m ³)	70%	
Funcionamiento de los Taludes	Estable	X
	Inestable	
Socavación	Si	
	No	X
Funcionamiento del vertedor	Adecuado	X
	Inadecuado	
Funcionamiento del colchón	Adecuado	X
	Inadecuado	
Estabilidad	Estable	X
	Poco estable	
	Inestable	
Funcionamiento del Delantal	Bueno	X
	Regular	
	Malo	

Estado de la Práctica	EVALUACIÓN		OBSERVACIONES
	Bueno		
	Regular		
	Critico		



Croquis de localización



Vista hacia aguas arriba en la evaluación



Vista hacia aguas abajo en la evaluación

Dr. Eusebio Jr. Ventura Ramos
Responsable Técnico y Operativo del Convenio
ENTREGA

Continuar con la Restauración Hidrológica Ambiental de las Microcuencas de Aporte a la Población de Mineral de Angangueo, Michoacán; (Microcuenca El Ventilador), Mediante la Implementación de Prácticas de Manejo del Agua y Preservación de Suelos

FICHA TÉCNICA DE MONITOREO Y EVALUACIÓN DE PRÁCTICAS 2010

DATOS GENERALES		
Tipo de práctica	PRESA DE PIEDRA ACOMODADA	
Clave o nombre de la práctica	PP02-05	
Institución responsable		
Fecha de evaluación	19-nov-11	
DESCRIPCIÓN DEL SITIO		
Cuenca		
Subcuenca		
Microcuenca		
Cauce	2	
Pendiente del cauce (%)		
Unidad de escurrimiento		
COORDENADAS DE LOCALIZACIÓN		
Proyección		
X (m)		
Y (m)		
Altitud (msnm)		
MONITOREO		
Altura efectiva inicial (m)		
Altura efectiva actual (m)	0.95	
Volumen de azolve (m ³)	50%	
Funcionamiento de los Taludes	Estable	X
	Inestable	
Socavación	Si	
	No	X
Funcionamiento del vertedor	Adecuado	X
	Inadecuado	
Funcionamiento del colchón	Adecuado	X
	Inadecuado	
Estabilidad	Estable	
	Poco estable	X
	Inestable	
Funcionamiento del Delantal	Bueno	X
	Regular	
	Malo	

Estado de la Práctica	EVALUACIÓN		OBSERVACIONES
	Bueno		
	Regular		
	Critico		



Croquis de localización



Vista hacia aguas arriba en la evaluación



Vista hacia aguas abajo en la evaluación

Dr. Eusebio Jr. Ventura Ramos
Responsable Técnico y Operativo del Convenio
ENTREGA

Continuar con la Restauración Hidrológica Ambiental de las Microcuencas de Aporte a la Población de Mineral de Angangueo, Michoacán; (Microcuenca El Ventilador), Mediante la Implementación de Prácticas de Manejo del Agua y Preservación de Suelos

FICHA TÉCNICA DE MONITOREO Y EVALUACIÓN DE PRÁCTICAS 2010

DATOS GENERALES		
Tipo de práctica	PRESA DE PIEDRA ACOMODADA	
Clave o nombre de la práctica	PP02-06	
Institución responsable		
Fecha de evaluación	19-nov-11	
DESCRIPCIÓN DEL SITIO		
Cuenca		
Subcuenca		
Microcuenca		
Cauce	2	
Pendiente del cauce (%)		
Unidad de escurrimiento		
COORDENADAS DE LOCALIZACIÓN		
Proyección		
X (m)		
Y (m)		
Altitud (msnm)		
MONITOREO		
Altura efectiva inicial (m)		
Altura efectiva actual (m)	0.71	
Volumen de azolve (m ³)	20%	
Funcionamiento de los Taludes	Estable	X
	Inestable	
Socavación	Si	
	No	X
Funcionamiento del vertedor	Adecuado	X
	Inadecuado	
Funcionamiento del colchón	Adecuado	X
	Inadecuado	
Estabilidad	Estable	
	Poco estable	X
	Inestable	
Funcionamiento del Delantal	Bueno	X
	Regular	
	Malo	

Estado de la Práctica	EVALUACIÓN		OBSERVACIONES
	Bueno		
	Regular		
	Critico		



Croquis de localización



Vista hacia aguas arriba en la evaluación



Vista hacia aguas abajo en la evaluación

Continuar con la Restauración Hidrológica Ambiental de las Microcuencas de Aporte a la Población de Mineral de Angangueo, Michoacán; (Microcuenca El Ventilador), Mediante la Implementación de Prácticas de Manejo del Agua y Preservación de Suelos

FICHA TÉCNICA DE MONITOREO Y EVALUACIÓN DE PRÁCTICAS 2010

DATOS GENERALES		
Tipo de práctica	PRESA DE PIEDRA ACOMODADA	
Clave o nombre de la práctica	PP02-07	
Institución responsable		
Fecha de evaluación	19-nov-11	
DESCRIPCIÓN DEL SITIO		
Cuenca		
Subcuenca		
Microcuenca		
Cauce	2	
Pendiente del cauce (%)		
Unidad de escurrimiento		
COORDENADAS DE LOCALIZACIÓN		
Proyección		
X (m)		
Y (m)		
Altitud (msnm)		
MONITOREO		
Altura efectiva inicial (m)		
Altura efectiva actual (m)	0.38	
Volumen de azolve (m ³)	50%	
Funcionamiento de los Taludes	Estable	X
	Inestable	
Socavación	Si	
	No	X
Funcionamiento del vertedor	Adecuado	X
	Inadecuado	
Funcionamiento del colchón	Adecuado	X
	Inadecuado	
Estabilidad	Estable	X
	Poco estable	
	Inestable	
Funcionamiento del Delantal	Bueno	
	Regular	X
	Malo	

Estado de la Práctica	EVALUACIÓN		OBSERVACIONES
	Bueno		
	Regular		
	Critico		



Croquis de localización



Vista hacia aguas arriba en la evaluación



Vista hacia aguas abajo en la evaluación

Continuar con la Restauración Hidrológica Ambiental de las Microcuencas de Aporte a la Población de Mineral de Angangueo, Michoacán; (Microcuenca El Ventilador), Mediante la Implementación de Prácticas de Manejo del Agua y Preservación de Suelos

FICHA TÉCNICA DE MONITOREO Y EVALUACIÓN DE PRÁCTICAS 2010

DATOS GENERALES		
Tipo de práctica	PRESA DE PIEDRA ACOMODADA	
Clave o nombre de la práctica	PP02-08	
Institución responsable		
Fecha de evaluación	19-nov-11	
DESCRIPCIÓN DEL SITIO		
Cuenca		
Subcuenca		
Microcuenca		
Cauce	2	
Pendiente del cauce (%)		
Unidad de escurrimiento		
COORDENADAS DE LOCALIZACIÓN		
Proyección		
X (m)		
Y (m)		
Altitud (msnm)		
MONITOREO		
Altura efectiva inicial (m)		
Altura efectiva actual (m)	0.49	
Volumen de azolve (m ³)	50%	
Funcionamiento de los Taludes	Estable	X
	Inestable	
Socavación	Si	
	No	X
Funcionamiento del vertedor	Adecuado	X
	Inadecuado	
Funcionamiento del colchón	Adecuado	X
	Inadecuado	
Estabilidad	Estable	X
	Poco estable	
	Inestable	
Funcionamiento del Delantal	Bueno	
	Regular	X
	Malo	

Estado de la Práctica	EVALUACIÓN		OBSERVACIONES
	Bueno		
	Regular		
	Critico		



Croquis de localización



Vista hacia aguas arriba en la evaluación



Vista hacia aguas abajo en la evaluación

Continuar con la Restauración Hidrológica Ambiental de las Microcuencas de Aporte a la Población de Mineral de Angangueo, Michoacán; (Microcuenca El Ventilador), Mediante la Implementación de Prácticas de Manejo del Agua y Preservación de Suelos

FICHA TÉCNICA DE MONITOREO Y EVALUACIÓN DE PRÁCTICAS 2010

DATOS GENERALES		
Tipo de práctica	PRESA DE PIEDRA ACOMODADA	
Clave o nombre de la práctica	PP02-09	
Institución responsable		
Fecha de evaluación	19-nov-11	
DESCRIPCIÓN DEL SITIO		
Cuenca		
Subcuenca		
Microcuenca		
Cauce	2	
Pendiente del cauce (%)		
Unidad de escurrimiento		
COORDENADAS DE LOCALIZACIÓN		
Proyección		
X (m)		
Y (m)		
Altitud (msnm)		
MONITOREO		
Altura efectiva inicial (m)		
Altura efectiva actual (m)	0.4	
Volumen de azolve (m ³)	50%	
Funcionamiento de los Taludes	Estable	X
	Inestable	
Socavación	Si	
	No	X
Funcionamiento del vertedor	Adecuado	X
	Inadecuado	
Funcionamiento del colchón	Adecuado	X
	Inadecuado	
Estabilidad	Estable	X
	Poco estable	
	Inestable	
Funcionamiento del Delantal	Bueno	X
	Regular	
	Malo	

Estado de la Práctica	EVALUACIÓN		OBSERVACIONES
	Bueno		
	Regular		
	Critico		



Croquis de localización



Vista hacia aguas arriba en la evaluación



Vista hacia aguas abajo en la evaluación

Continuar con la Restauración Hidrológica Ambiental de las Microcuencas de Aporte a la Población de Mineral de Angangueo, Michoacán; (Microcuenca El Ventilador), Mediante la Implementación de Prácticas de Manejo del Agua y Preservación de Suelos

FICHA TÉCNICA DE MONITOREO Y EVALUACIÓN DE PRÁCTICAS 2010

DATOS GENERALES		
Tipo de práctica	PRESA DE PIEDRA ACOMODADA	
Clave o nombre de la práctica	PP02-10	
Institución responsable		
Fecha de evaluación	19-nov-11	
DESCRIPCIÓN DEL SITIO		
Cuenca		
Subcuenca		
Microcuenca		
Cauce	2	
Pendiente del cauce (%)		
Unidad de escurrimiento		
COORDENADAS DE LOCALIZACIÓN		
Proyección		
X (m)		
Y (m)		
Altitud (msnm)		
MONITOREO		
Altura efectiva inicial (m)		
Altura efectiva actual (m)	0.59	
Volumen de azolve (m ³)	30%	
Funcionamiento de los Taludes	Estable	X
	Inestable	
Socavación	Si	
	No	X
Funcionamiento del vertedor	Adecuado	X
	Inadecuado	
Funcionamiento del colchón	Adecuado	X
	Inadecuado	
Estabilidad	Estable	X
	Poco estable	
	Inestable	
Funcionamiento del Delantal	Bueno	X
	Regular	
	Malo	

Estado de la Práctica	EVALUACIÓN		OBSERVACIONES
	Bueno		
	Regular		
	Critico		



Croquis de localización



Vista hacia aguas arriba en la evaluación



Vista hacia aguas abajo en la evaluación

Continuar con la Restauración Hidrológica Ambiental de las Microcuencas de Aporte a la Población de Mineral de Angangueo, Michoacán; (Microcuenca El Ventilador), Mediante la Implementación de Prácticas de Manejo del Agua y Preservación de Suelos

FICHA TÉCNICA DE MONITOREO Y EVALUACIÓN DE PRÁCTICAS 2010

DATOS GENERALES		
Tipo de práctica	PRESA DE PIEDRA ACOMODADA	
Clave o nombre de la práctica	PP02-11	
Institución responsable		
Fecha de evaluación	19-nov-11	
DESCRIPCIÓN DEL SITIO		
Cuenca		
Subcuenca		
Microcuenca		
Cauce	2	
Pendiente del cauce (%)		
Unidad de escurrimiento		
COORDENADAS DE LOCALIZACIÓN		
Proyección		
X (m)		
Y (m)		
Altitud (msnm)		
MONITOREO		
Altura efectiva inicial (m)		
Altura efectiva actual (m)	0	
Volumen de azolve (m ³)	100%	
Funcionamiento de los Taludes	Estable	X
	Inestable	
Socavación	Si	
	No	X
Funcionamiento del vertedor	Adecuado	X
	Inadecuado	
Funcionamiento del colchón	Adecuado	X
	Inadecuado	
Estabilidad	Estable	X
	Poco estable	
	Inestable	
Funcionamiento del Delantal	Bueno	
	Regular	X
	Malo	

Estado de la Práctica	EVALUACIÓN		OBSERVACIONES
	Bueno		
	Regular		
	Critico		



Croquis de localización



Vista hacia aguas arriba en la evaluación



Vista hacia aguas abajo en la evaluación

Continuar con la Restauración Hidrológica Ambiental de las Microcuencas de Aporte a la Población de Mineral de Angangueo, Michoacán; (Microcuenca El Ventilador), Mediante la Implementación de Prácticas de Manejo del Agua y Preservación de Suelos

FICHA TÉCNICA DE MONITOREO Y EVALUACIÓN DE PRÁCTICAS 2010

DATOS GENERALES		
Tipo de práctica	PRESA DE PIEDRA ACOMODADA	
Clave o nombre de la práctica	PP05-01	
Institución responsable		
Fecha de evaluación	19-nov-11	
DESCRIPCIÓN DEL SITIO		
Cuenca		
Subcuenca		
Microcuenca		
Cauce	5	
Pendiente del cauce (%)		
Unidad de escurrimiento		
COORDENADAS DE LOCALIZACIÓN		
Proyección		
X (m)		
Y (m)		
Altitud (msnm)		
MONITOREO		
Altura efectiva inicial (m)		
Altura efectiva actual (m)	0.6	
Volumen de azolve (m ³)	70%	
Funcionamiento de los Taludes	Estable	X
	Inestable	
Socavación	Si	
	No	X
Funcionamiento del vertedor	Adecuado	X
	Inadecuado	
Funcionamiento del colchón	Adecuado	
	Inadecuado	X
Estabilidad	Estable	X
	Poco estable	
	Inestable	
Funcionamiento del Delantal	Bueno	
	Regular	X
	Malo	

Estado de la Práctica	EVALUACIÓN		OBSERVACIONES
	Bueno		
	Regular		
	Critico		



Croquis de localización



Vista hacia aguas arriba en la evaluación



Vista hacia aguas abajo en la evaluación

Continuar con la Restauración Hidrológica Ambiental de las Microcuencas de Aporte a la Población de Mineral de Angangueo, Michoacán; (Microcuenca El Ventilador), Mediante la Implementación de Prácticas de Manejo del Agua y Preservación de Suelos

FICHA TÉCNICA DE MONITOREO Y EVALUACIÓN DE PRÁCTICAS 2010

DATOS GENERALES		
Tipo de práctica	PRESA DE PIEDRA ACOMODADA	
Clave o nombre de la práctica	PP05-02	
Institución responsable		
Fecha de evaluación	19-nov-11	
DESCRIPCIÓN DEL SITIO		
Cuenca		
Subcuenca		
Microcuenca		
Cauce	5	
Pendiente del cauce (%)		
Unidad de escurrimiento		
COORDENADAS DE LOCALIZACIÓN		
Proyección		
X (m)		
Y (m)		
Altitud (msnm)		
MONITOREO		
Altura efectiva inicial (m)		
Altura efectiva actual (m)	0.55	
Volumen de azolve (m ³)	70%	
Funcionamiento de los Taludes	Estable	X
	Inestable	
Socavación	Si	
	No	X
Funcionamiento del vertedor	Adecuado	X
	Inadecuado	
Funcionamiento del colchón	Adecuado	
	Inadecuado	X
Estabilidad	Estable	X
	Poco estable	
	Inestable	
Funcionamiento del Delantal	Bueno	
	Regular	X
	Malo	

Estado de la Práctica	EVALUACIÓN		OBSERVACIONES
	Bueno		
	Regular		
	Critico		



Croquis de localización



Vista hacia aguas arriba en la evaluación



Vista hacia aguas abajo en la evaluación

Continuar con la Restauración Hidrológica Ambiental de las Microcuencas de Aporte a la Población de Mineral de Angangueo, Michoacán; (Microcuenca El Ventilador), Mediante la Implementación de Prácticas de Manejo del Agua y Preservación de Suelos

DATOS GENERALES		
Tipo de práctica	PRESA DE PIEDRA ACOMODADA	
Clave o nombre de la práctica	PP05-03-13	
Institución responsable		
Fecha de evaluación	19-nov-11	
DESCRIPCIÓN DEL SITIO		
Cuenca		
Subcuenca		
Microcuenca		
Cauce	5	
Pendiente del cauce (%)		
Unidad de escurrimiento		
COORDENADAS DE LOCALIZACIÓN		
Proyección		
X (m)		
Y (m)		
Altitud (msnm)		
MONITOREO		
Altura efectiva inicial (m)		
Altura efectiva actual (m)		
Volumen de azolve (m ³)		
Funcionamiento de los Taludes	Estable	
	Inestable	
Socavación	Si	
	No	
Funcionamiento del vertedor	Adecuado	
	Inadecuado	
Funcionamiento del colchón	Adecuado	
	Inadecuado	
Estabilidad	Estable	
	Poco estable	
	Inestable	
Funcionamiento del Delantal	Bueno	
	Regular	
	Malo	

FICHA TÉCNICA DE MONITOREO Y EVALUACIÓN DE PRÁCTICAS 2010

Estado de la Práctica	EVALUACIÓN		OBSERVACIONES
	Bueno		
	Regular		
	Critico		

TODAS ESTÁN TIRADAS



Croquis de localización



Vista hacia aguas arriba en la evaluación



Vista hacia aguas abajo en la evaluación



Vista a detalle del estado de la práctica