



# Prácticas y Obras para la Repoblación Forestal y Conservación de Suelos

**Informe final**

**Diciembre 2017**

SUBCOORDINACIÓN DE CONSERVACIÓN DE CUENCAS Y SERVICIOS AMBIENTALES  
COORDINACIÓN DE RIEGO Y DRENAJE



**R Í O A R R O N T E**  
FUNDACIÓN

**Autores:**

M.C. Pedro Rivera Ruiz  
M.I. Klaus Werner Wruck Spillecke  
Dr. José Javier Ramírez Luna

## INDICE

INDICE .....	ii
INDICE DE FIGURAS .....	iii
I. RESUMEN EJECUTIVO.....	1
II. ANTECEDENTES.....	3
III. OBJETIVOS .....	5
IV. RESULTADOS ESPERADOS.....	6
V. METODOLOGÍA .....	7
VI. DESARROLLO DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO .....	9
1.- Realizar en campo un diagnóstico detallado de la problemática de la degradación de los recursos naturales a nivel de microcuenca.....	9
2.- Realizar de forma participativa con los productores, la identificación y propuesta de reforestación .....	15
3.- Realizar una programación detallada para la operación y consolidación del módulo con tecnología de punta.....	19
4.- Asesoría y acompañamiento a productores para la realización de los trabajos de repoblación forestal .....	33
4.1. El establecimiento de las reforestaciones y obras de conservación .....	39
5.- Diagnóstico del conjunto de cárcavas dentro de las microcuencas prioritarias. ....	47
6.- Realizar el diseño ejecutivo de las obras transversales y prácticas de estabilización de taludes ...	53
7.- Asesoría y acompañamiento a productores para la realización de las obras transversales en cauces. ....	55
8.- Continuar con la medición de impactos ambientales de la restauración con las microcuencas pareadas instrumentadas (con y sin prácticas y/o obras conservacionistas).....	58
9. Otras actividades relacionadas al proyecto .....	75
VII. CONCLUSIONES .....	85
VIII. ANEXOS.....	86
Anexo 1. Entrega de insumos.....	86
Anexo 2. Minutas .....	98
Anexo 3. Procedimiento metodológico que se utilizó para elaborar el diseño ejecutivo de las presas de gaviones, de piedra acomodada y de geocostales. Caso presa de gaviones en la microcuenca del cerro Tariaqueri, Tzintzuntzan, Michoacán.....	125
Anexo 4. Hidrogramas de los eventos de escurrimiento registrados en las microcuencas Ichupio y malacate para evaluar los efectos en la producción de escurrimientos y sedimentos de las obras y prácticas conservacionistas en la cuenca del Lago de Pátzcuaro. ....	151

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de la erosión en la microcuenca Ihuatzio-Tzintzuntzan.....	10
Figura 2. Ubicación de la microcuenca del Cerro Tariaqueri donde se realizaron los recorridos de campo (municipio de Tzintzuntzan).....	12
Figura 3. Mapa de uso de suelo y vegetación 2016 de la microcuenca del cerro Tariaqueri.....	13
Figura 4. Ubicación de sitios con personal de COFOM donde se establecerían las presas en cauces en la microcuenca del Cerro Tariaqueri.....	13
Figura 5. Ubicación de sitios con personal de la COFOM para realizar acciones de reforestación en la microcuenca del Cerro Tariaqueri.....	14
Figura 6. Predio en la comunidad de Napízaro, Erongarícuaro, que se eligió para reforestar y el responsable es el Sr. Guadalupe Solorio.....	16
Figura 7. Comunidad de Cuanajo, Tzintzuntzan, predio elegido para reforestar.....	16
Figura 8. Predio a reforestar en Yotatiro, Erongarícuaro.....	16
Figura 9- Sitio seleccionado a reforestar Sanambo, Quiroga.....	17
Figura 10. Sitio a reforestar en La Zarzamora, Erongarícuaro.....	17
Figura 11. Predio elegido para reforestar ubicado en Los Tanques, Pátzcuaro.....	18
Figura 12. Selección de predios con la comunidad.....	19
Figura 13. Mantenimiento de módulo tecnificado de vivero.....	20
Figura 14. Vista del módulo tecnificado, vivero Francisco J. Múgica (10 de febrero de 2017) donde se observa el llenado de charolas para la siembra.....	21
Figura 15. Entrega de insumos.....	22
Figura 16. Secado de conos de pino para extraer semillas.....	23
Figura 17. Obtención de las semillas de pino de diferentes especies de la región de la cuenca del Lago de Pátzcuaro (febrero de 2017).....	23
Figura 18. Siembra en almacigo y emergencia un mes después de la siembra (marzo, 2017).....	24
Figura 19. Aspecto de la mezcla de sustrato preparados para producción de planta en el vivero.....	25
Figura 20. Plántulas de pino emergiendo en el sustrato vermiculita.....	25
Figura 21. Trasplante de pino del almacigo a las charolas (08 de marzo de 2017).....	26
Figura 22. Siembra directa en charolas (23 de febrero de 2017).....	27
Figura 23. Esquejes y estacas de Capilín y Madroño en el proceso de enraizamiento (23 de febrero de 2017).....	28
Figura 24. Estacas de Tejocote y Madroño en bolsa en proceso de prendimiento.....	28
Figura 25. Control de malezas en los contenedores donde se produce planta forestal (27 de abril de 2017).....	29
Figura 26. Aplicación del riego en el vivero.....	29
Figura 27. Cubrimiento de las mesas con Aluminet después de la aplicación del riego en el vivero.....	30
Figura 28. Pinus patula de un mes de edad (8 de marzo de 2017, 28 días de nacida).....	30
Figura 29. Pinus greggii que se sembró directamente en las charolas (27 de abril de 2017, 78 días de nacida).....	31
Figura 30. Preparación de solución con funguicida para su aplicación.....	31
Figura 31. Aplicación de insecticida para control de plagas.....	32
Figura 32. Actividad de control de malezas para mantenimiento del vivero.....	32
Figura 33. Asesoría y acompañamiento técnico en la comunidad de Quiroga.....	34
Figura 34. Asesoría y acompañamiento técnico en la comunidad de Tzintzuntzan.....	34
Figura 35. Asesoría y acompañamiento técnico en la comunidad de Sanambo, Quiroga.....	35
Figura 36. Asesoría y acompañamiento técnico en la comunidad de Napízaro, Erongarícuaro.....	35
Figura 37. Asesoría y acompañamiento técnico en la comunidad de Napízaro, Erongarícuaro.....	36
Figura 38. Asesoría y acompañamiento técnico en la comunidad de Los Tanques, Pátzcuaro.....	36
Figura 39. Asesoría y acompañamiento técnico en la comunidad de Napízaro, Erongarícuaro.....	37
Figura 40. Asesoría y acompañamiento técnico en la comunidad de Yotatiro, Erongarícuaro.....	37

Figura 41. Vista de paquetes de plantas para su transporte a los predios donde se plantaran. ....	38
Figura 42. Carga de planta en el vivero para su traslado a los predios a reforestar.....	38
Figura 43. Traslado de la planta en el vivero hacia los predios a reforestar.....	39
Figura 44. Reforestación 2014.....	43
Figura 45. Reforestación 2017.....	44
Figura 46. Vista al predio reforestado en la localidad de Ajuno, Pátzcuaro, septiembre de 2017. ....	45
Figura 47. Vista al predio reforestado en la localidad de Napízaro. Erongarícuaro, septiembre de 2017. .....	45
Figura 48. Vista al predio reforestado en la localidad Los Tanques, Pátzcuaro, septiembre de 2017. ....	46
Figura 49. Seccionamiento del cauce El Malacate con cinta métrica, balizas y nivel de mano. ....	47
Figura 50. Selección de cauces para la construcción de las diferentes presas en la microcuenca del cerro Tariaqueri.....	48
Figura 51. Ubicación con GPS de sitios en el cauce para la construcción de las diferentes presas en la microcuenca del cerro Tariaqueri.....	48
Figura 52. Obras de conservación 2014. ....	50
Figura 53. Ubicación del área donde se establecieron las presas en la microcuenca del cerro Tariaqueri. .....	50
Figura 54. Ubicación de sitios en los cauces donde se establecieron las diferentes presas en la microcuenca del cerro Tariaqueri.....	51
Figura 55. Ubicación de sitios en los cauces donde se establecieron las diferentes presas en la microcuenca del cerro Tariaqueri.....	52
Figura 56. Levantamiento topográfico del área donde se construyeron las presas en la microcuenca del Cerro Tariaqueri.....	53
Figura 57. Plano topográfico con la ubicación de las secciones de cada una de las presas que se construyeron en la microcuenca del Cerro Tariaqueri.....	54
Figura 58. Reunión de trabajo entre MTA-COFOM-H. Ayuntamiento de Tzintzuntzan y Autoridades de la Comunidad Indígena de Tzintzuntzan realizada el 09 de noviembre de 2017.....	55
Figura 59. Reunión de trabajo entre MTA-COFOM-H. Ayuntamiento de Tzintzuntzan y Autoridades de la Comunidad Indígena de Tzintzuntzan realizada el 22 de noviembre de 2017.....	55
Figura 60. Participación en la instalación de geocostales.....	56
Figura 61. Participación la construcción de piedra acomodada.....	57
Figura 62. Participación la construcción de presas de gavión.....	57
Figura 63. Mantenimiento de pluviómetros digitales en las microcuencas pareadas.....	58
Figura 64. Mantenimiento de los equipos de medición de gasto con sensores ultrasónicos con telemetría en las microcuencas pareadas.....	59
Figura 65. Acondicionamiento y limpieza del canal vertedor de la microcuenca Ichupio.....	59
Figura 66. Acondicionamiento y limpieza del canal vertedor de la microcuenca Malacate.....	60
Figura 67. Recopilación de información desde enero hasta diciembre de 2017 de los pluviómetros digitales y de los medidores de gasto.....	60
Figura 68. Cauce principal Malacate, toma de muestras de escurrimiento durante un evento.....	61
Figura 69. Cauce principal Ichupio, toma de muestra de escurrimiento durante un evento.....	61
Figura 70. Transporte de muestras de escurrimiento al mini laboratorio.....	62
Figura 71. Muestras de escurrimiento durante el proceso de decantación para cuantificar los sedimentos (muestra del lado izquierdo corresponde a la microcuenca Ichupio y la del lado derecho a la microcuenca Malacate). ....	62
Figura 72. Secado y pesado de muestras de sedimento obtenido de las muestras de escurrimiento.....	63
Figura 73. Toma de muestras de suelo para determinar el contenido de humedad.....	63
Figura 74. Termómetro de máxima y mínima instalada en la comunidad de Ichupio.....	64
Figura 75. Precipitación diaria registrada en la microcuenca Ichupio del 01 enero al 31 de diciembre de 2017.....	68
Figura 76. Precipitación diaria registrada en la microcuenca Malacate del 01 de enero al 31 de diciembre de 2017.....	69
Figura 77. Precipitación mensual registrada en las microcuencas Ichupio y Malacate del 01 de enero al 31 de diciembre de 2017.....	69

Figura 78. Distribución de eventos por rango de precipitación diaria registrada en las microcuencas Ichupio y Malacate del 01 de enero al 31 de diciembre de 2017. ....	70
Figura 79. Días con precipitación registrados en las microcuencas Ichupio y Malacate del 01 de enero a 31 de diciembre de 2016. ....	71
Figura 80. Supervivencia de arbolitos en la reforestación realizada en el 2016 en el predio No. 1 Ichupio-Tzintzuntzan (marzo de 2017). ....	76
Figura 81. Supervivencia de arbolitos en la reforestación realizada en el 2016 en el predio No. 2 Ichupio (marzo de 2017).....	77
Figura 82. Supervivencia de arbolitos en la reforestación realizada en el 2016 en el predio No. 5 Napízaro (marzo de 2017). ....	77
Figura 83. Supervivencia de arbolitos en la reforestación realizada en el 2016 en el predio No. 7 Ajuno (marzo de 2017).....	78
Figura 84. Muestra del sistema de raíces con micorrizas de un arbolito que ha sobrevivido (marzo de 2017). ....	78
Figura 85. Presa de gaviones 01 donde se observa la retención de sedimentos después de 9 meses de construida. ....	79
Figura 86. Presa de gaviones 02 donde se observa la retención de sedimentos después de 9 meses de construida. ....	79
Figura 87. Presa de piedra acomodada 01 donde se observa la retención de sedimentos después de 9 meses de construida. ....	80
Figura 88. Presa de piedra acomodada 02 donde se observa la retención de sedimentos después de 9 meses de construida. ....	80
Figura 89. Presa de geocostales 01 donde se observa daños en su estructura y la retención de sedimentos después de 9 meses de construida.....	81
Figura 90. Presa de geocostales 02 donde se observan los daños en su estructura (27 de abril de 2017). ....	81
Figura 91. Reunión de trabajo realizada el 01 de septiembre de 2017 en la Delegación VII Pátzcuaro de la COFOM. ....	83
Figura 92. Reunión de trabajo realizada el 09 de noviembre de 2017 en las oficinas de la COFOM en Morelia, Michoacán. ....	83
Figura 93. Reunión de trabajo entre MTA-COFOM-H. Ayuntamiento de Tzintzuntzan y Autoridades de la Comunidad Indígena de Tzintzuntzan realizada el 22 de noviembre de 2017.....	84

## **I. RESUMEN EJECUTIVO**

Con base en los resultados alcanzados en los diferentes proyectos que se ejecutaron en las fases previas comprendidas desde 2004 hasta el 2011, fue como la Fundación Gonzalo Río Arronte tuvo a bien continuar con el proyecto global en la cuenca del Lago de Pátzcuaro, que dentro de sus componentes incluye un proyecto que centra su objetivo en establecer prácticas y obras para lograr la repoblación forestal y la conservación de agua y suelo.

En el año 2014, se seleccionó la microcuenca de Microcuenca Ihuatzio-Tzintzunzan para realizar obras de conservación y reforestación. En total se realizó un volumen total de obras de 450 m<sup>3</sup> (presas de geocostales, piedra acomodada y gaviones) y una reforestación de 285.98 ha (268,000 plantas). Además, se reactivó la colaboración con autoridades de la región (COFOM) para operar el vivero y obtener planta para reforestar. En el 2015 se reforestaron 230 ha (230,000 plantas) y no se realizaron obras de conservación.

Durante el 2016 se logró la consolidación del vivero Francisco J. Múgica en donde se produjo la planta forestal y no forestal que se utilizó en las reforestaciones, asimismo, mediante trabajo coordinado con la Comisión Forestal del Estado de Michoacán (COFOM) se concentró la realización de obras de presas en la microcuenca del Cerro Malacate y de esta manera se construyeron 2 presas de gaviones con un volumen de obra de 121.0 m<sup>3</sup>, 2 presas de piedra acomodada con un volumen de obra de 40.0 m<sup>3</sup> y 2 presas de geocostales con un volumen de obra de 11.0 m<sup>3</sup>; es decir, un volumen de obra de 172.0 m<sup>3</sup>. En lo que respecta a las reforestaciones, se establecieron 100.0 hectáreas con canalización de apoyos del proyecto en 8 predios de diferentes comunidades de la cuenca del Lago de Pátzcuaro, y se proporcionó planta para otras 149.4 hectáreas para reforestar 13 predios en la cuenca (sin apoyo del proyecto); por tanto, en total se reforestaron 249.4 hectáreas. Durante este año se inició con la medición del escurrimiento y sedimentos con microcuencas instrumentadas para cuantificar los efectos que se obtienen con las obras y prácticas conservacionistas en la producción de escurrimientos y de sedimentos.

En el 2017 se continuó con el seguimiento a la producción de planta forestal y no forestal en el vivero Francisco J. Mujica de la COFOM; conjuntamente con la COFOM se realizaron recorridos de campo para la selección de predios para reforestar en áreas con necesidades de recuperación forestal y se seleccionaron cauces y los sitios para establecer obras en cauces en la microcuenca del Cerro Tariaqueri que es una de las prioritarias en la cuenca. En materia de reforestación, durante este año no se canalizaron apoyos para establecer las reforestaciones, y mediante un esfuerzo conjunto con la COFOM se establecieron 146.9 hectáreas mediante reforestaciones sociales en un esfuerzo en que a la población se le proporcionaron solamente las plantas, es decir, se logró que la población reforestará sin existir de por medio un insumo para realizar el establecimiento de las plantaciones. En cuanto al establecimiento de presas en cauces, se construyeron en la microcuenca del Cerro Tariaqueri 5 presas de gaviones con un volumen de obra de 182.5 m<sup>3</sup>, 3 presas de piedra acomodada con un volumen de obra de 110.1 m<sup>3</sup> y 5 presas de geocostales con un volumen de obra de 65.1 m<sup>3</sup>, es decir, el volumen total de las obras fue de 357.7 m<sup>3</sup>. Durante este año, se continuó con la medición de los escurrimientos y sedimentos mediante microcuenca instrumentadas, con la información se ha

realizado un análisis del efecto en la producción de escurrimientos y sedimentos por efecto de la presencia o no de obras y prácticas conservacionistas, en la que se determina que se tiene una eficiencia promedio de 97% que por efecto de las acciones se favorece la infiltración de agua de lluvia y no se producen sedimentos que llegarían al Lago de Pátzcuaro.

## II. ANTECEDENTES

En el bienio 2004-2005 se iniciaron los trabajos de conservación de los recursos naturales en dos microcuencas que se consideraron prioritarias por su nivel de degradación y grado de participación de sus habitantes, mismas que forman la recarga inmediata del sistema de manantiales de Chapultepec en el Oriente de la cuenca del Lago de Pátzcuaro; dichas microcuencas se identifican en la nomenclatura del Mapa Estatal de Microcuencas elaborado por IMTA en el año 2003, como: 12Ga(PAB) “Chapultepec” y 12Ga(PAC) “El Huracán”. En estas microcuencas se implementaron acciones conservacionistas con prácticas como surcado al contorno, maíz híbrido para producción de ensilaje, cultivos asociados de maíz con calabaza, plantación de árboles en linderos (cercos vivos), reforestación comercial en áreas compactas, reforestación en bordos de cárcavas, control de cárcavas con gaviones. Asimismo, se desarrollaron 2 Planes de Conservación y Manejo Participativo de las Microcuencas señaladas, identificando las acciones, obras y prácticas conservacionistas a corto y mediano plazo.

Para el bienio 2006-2007 se dio seguimiento para consolidar los trabajos en estas 2 microcuencas prioritarias, y además se expandieron las acciones hacia el extremo Poniente de la cuenca de Pátzcuaro, esto es, hacia la subcuenca 12Ga (PD) San Isidro–Ajuno, misma que está dividida en 4 partes: 12Ga (PDA) San Isidro, 12Ga (PDB) Pichátaro, 12Ga (PDC) Huiramangaro–Ajuno y 12Ga (PDD) Nocutzepo–San Bartolo. De acuerdo al estudio de erosión realizado también por el IMTA durante el año 2005, en este sector de la cuenca se produce una gran cantidad de erosión y por lo tanto también se producen azolves al resto de la cuenca y al Lago, entrando por la población de Jarácuaro.

Los resultados concretos en este período incluyen el desarrollo de un software para seleccionar tecnología conservacionista a nivel parcelario; en cárcavas y cauces torrenciales se construyeron 333 obras equivalentes a 2,712 m<sup>3</sup> de represas filtrantes de costales de polipropileno con protección contra los rayos del sol, represas de geocostales, de piedra acomodada y de gaviones. El impacto de estas obras se refleja en la retención de 4,000 m<sup>3</sup> de azolves. A nivel de laderas se hizo la repoblación forestal de 114 ha sin preparación del terreno y 26 ha con preparación mediante arado de discos, obteniendo prendimientos de las especies mayor al 90% y sobrevivencia después de la época de lluvias del 70%; se reforestaron 24 km de cercos vivos en linderos agropecuarios con especies de uso múltiple, así como 4 km en riberas de cauces y 10,000 estacas de “jara lisa” para estabilización de laderas de cárcavas; se plantaron 3,000 frutales para el huerto familiar; se construyeron 25 km de zanjas de infiltración práctica con la cual se han logrado infiltrar más de 2,250 m<sup>3</sup> de agua de lluvia, beneficiando la recarga de manantiales y el acuífero.

En el período 2008-2011 trabajando de forma participativa con los productores de la cuenca, se seleccionaron las prácticas y obras más sencillas y eficientes de aplicar. Así, en las cárcavas aportadoras de azolves, se construyeron 533 obras equivalentes a 6,387 m<sup>3</sup> tanto de represas de geocostales, piedra acomodada y gaviones, mismas que han retenido aproximadamente 83,031 m<sup>3</sup> de azolves, los cuales antes iban a azolver a los canales de zonas agrícolas de riego y al Lago mismo; se reforestaron 191.6 km de cercos vivos en linderos agropecuarios con especies de uso múltiple; 12.6 km en riberas de cauces y 10,000 estacas de “jara lisa”, 38,700

hijuelos de pasto Vetiver, para estabilización de taludes de cárcavas; a nivel de traspatio se plantaron 3,000 frutales para el huerto familiar; se construyeron 50 km de zanjas de infiltración, con lo cual se han logrado infiltrar más de 37,500 m<sup>3</sup> de agua de lluvia, beneficiando la recarga de manantiales y el acuífero. La estrategia de trabajo empleada ha permitido una participación activa y responsable por los productores y se han podido generar tanto los beneficios ambientales señalados, como impactos a la economía de la región, con la generación de más de 47,000 jornales directos como empleo temporal para los productores de la cuenca.

Con base en los resultados alcanzados, se planteó dar continuidad a las acciones de prácticas y obras conservacionistas en laderas y cauces de la cuenca de Pátzcuaro para el período 2014-2017.

### **III. OBJETIVOS**

1. Consolidar las acciones de prácticas y obras conservacionistas en laderas y cauces para asegurar la repoblación forestal, así como, identificar las estrategias para hacer sostenibles estas acciones en el futuro.
2. Consolidar el funcionamiento del módulo forestal de alta tecnología para producción de arbolitos de calidad plantable, instalado dentro del vivero Francisco J. Múgica en Pátzcuaro.
3. Continuar con la medición de impactos ambientales que se propician con la implementación de prácticas y obras conservacionistas.

#### **IV. RESULTADOS ESPERADOS**

- Continuar con la consolidación de la plena operación del módulo tecnificado establecido con tecnología de punta para apoyar la repoblación forestal.
- Inducir la reforestación en un promedio de 100 ha que se establezcan en superficies identificadas como prioritarias con necesidades de reforestación.
- Construir hasta 100 m<sup>3</sup> de obras transversales en cauces, construidas con cualquiera de los siguientes materiales como puede ser: geocostales, piedra acomodada y gaviones.
- Continuar con la medición de los efectos de la restauración en la producción de sedimentos y escurrimientos con microcuencas pareadas instrumentadas (con y sin prácticas y obras conservacionistas).

## V. METODOLOGÍA

La metodología se basa en un desarrollo participativo de las acciones, prácticas y obras conservacionistas con los pobladores de la cuenca, enfatizando los trabajos a realizar dentro de alguna (s) de las microcuencas prioritarias que por su grado de deterioro y la receptividad y participación de los productores y habitantes en general de dichas microcuencas.

De forma sintetizada, la secuencia metodológica a seguir es la siguiente:

*1.- Realizar en campo un diagnóstico detallado de la problemática de la degradación de los recursos naturales a nivel de microcuenca.*

Se realizará el diagnóstico detallado procurando acompañarse de los productores de la microcuenca para identificar las necesidades de repoblación forestal para inducir la plantación en áreas compactas que incidan en la infiltración y recarga de manantiales y el acuífero.

*2.- Realizar de forma participativa con los productores, la identificación y propuesta de reforestación.*

Se identificarán las especies más idóneas para la repoblación forestal con base en altitud, clima, tipo de suelo y precipitación, y en conjunto con los productores se determinarán las necesidades de reforestación en la microcuenca.

*3.- Realizar una programación detallada para la operación y consolidación del módulo con tecnología de punta.*

Se trabajará de manera muy estrecha con los responsables del vivero Francisco J. Múgica para elaborar un programa de trabajo para la producción de planta de calidad. Se proporcionará en la medida de lo posible algunos insumos que se requieran y la COFOM se encargará de la operación del módulo.

*4.- Asesoría y acompañamiento a productores para la realización de los trabajos de repoblación forestal.*

Se apoyará con algunos insumos y el traslado de arbolitos hacia las áreas donde se realizarán las reforestaciones.

*5.- Diagnóstico del conjunto de cárcavas dentro de las microcuencas prioritarias.*

Se realizarán recorridos de campo por las áreas degradadas para ubicar cárcavas donde se seleccionarán los mejores sitios para construir obras transversales y se realizará un diagnóstico por sitio y se obtendrá la información topográfica.

*6.- Realizar el diseño ejecutivo de las obras transversales y prácticas de estabilización de taludes.*

Se realizarán los diseños ejecutivos de las obras considerando la información técnica recabada en campo.

*7.- Asesoría y acompañamiento a productores para la realización de las obras transversales en cauces.*

Se proporcionarán los materiales e insumos, y se cubrirán las necesidades específicas como mano de obra, traslado de materiales al lugar donde se construirán las obras y se acompañará, asesorará y supervisará la ejecución de las obras.

*8.- Continuar con la medición de los efectos de la restauración con las microcuencas pareadas instrumentadas (con y sin prácticas y/o obras conservacionistas).*

Durante todo el año se continuará con el registro de datos de lluvia, escurrimiento, toma de muestra de escurrimiento y sedimentos, humedad del suelo, etc., en las dos microcuencas pareadas instrumentadas, con lo que se evaluarán los efectos de las obras en la producción de sedimentos y escurrimientos.

*9. Elaboración de informes parciales de avances e informe final.*

Se elaborarán informes parciales de avance y el informe final, que plasmarán los resultados de cada una de las metas del proyecto.

## VI. DESARROLLO DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO

### 1.- Realizar en campo un diagnóstico detallado de la problemática de la degradación de los recursos naturales a nivel de microcuenca.

En el bienio 2004-2005 se seleccionaron y se trabajó en 8 microcuencas prioritarias por su nivel de degradación de los recursos naturales. Posteriormente en el bienio 2006-2007 los trabajos de prácticas y obras conservacionistas se concentraron en las microcuencas Nocutzepo y Cerritos con resultados más o menos aceptables. Para el período 2008-2011 se decidió dar mayor peso en la priorización hacia una actitud de participación convencida y voluntaria de los trabajos conservacionistas anteponiendo el criterio de “receptividad” de la gente y en menor medida el nivel de degradación de los recursos naturales, de tal forma que se seleccionó a las microcuencas Los Cerritos y a una nueva microcuenca denominada Ihuatzio-Tzintzunzan, en donde era evidente la receptividad de los pobladores, haciendo una notable diferencia con todas las demás microcuencas seleccionada.

Por tales motivos, en el 2014 se decidió trabajar de forma concentrada en la microcuenca Ihuatzio-Tzintzunzan, también conocida localmente como microcuenca Ichupio, por dos motivos principales:

- Porque es evidente el grado de receptividad de los pobladores de dicha microcuenca.
- Porque es necesario completar las acciones de prácticas y obras conservacionistas en la porción media, para que se manifiesten con mayor claridad los impactos de la restauración hidrológica forestal que se induce con estas acciones.

Una vez decidida la microcuenca de trabajo, se procedió a realizar un diagnóstico de la problemática de degradación de los recursos naturales, en donde se sistematizó la información para arrojar los indicadores siguientes:

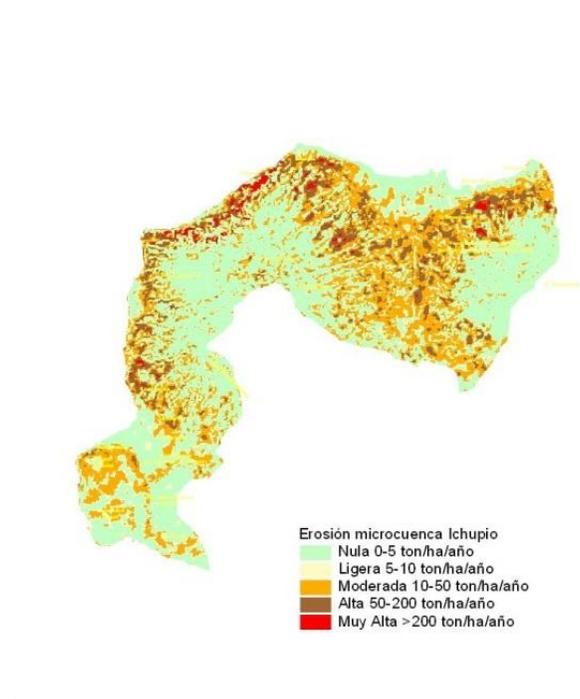
#### ***Microcuenca Ihuatzio-Tzintzunzan:***

El 40% (1,440 ha) de su superficie presenta problemas de erosión de suelos que varía de moderada, alta y muy alta.

***Tabla 1. Erosión hídrica Microcuenca Ihuatzio-Tzintzunzan.***

Rango	Superficie (Ha)	% Microcuenca
Nula 0-5 ton/ha/año	1,782.00	49.85
Moderada 10-50 ton/ha/año	1,044.75	29.22
Alta 50-200 ton/ha/año	361.27	10.1
Ligera 5-10 ton/ha/año	348.43	9.74
Muy Alta > 200 ton/ha/año	39.05	1.09
Total	3,575.50	100%

En la Figura 1 se aprecia que las zonas con problemas de erosión se localizan por toda la microcuenca.



**Figura 1. Distribución de la erosión en la microcuenca Ihuatzio-Tzintzuntzan.**

Se determinó la dinámica del uso del suelo en la microcuenca utilizando ortofotos de INEGI, encontrando los resultados que se presentan en la tabla siguiente:

**Tabla 2. Variación de uso del suelo en la microcuenca Ihuatzio\_Tzintzuntzan.**

Uso de suelo y vegetación	1991	2011	Variación en el periodo	
	Superficie en has.	Superficie en has.	Superficie en has.	Porcentaje
Bosque de Pino	198.94	142.690	-56.250	28.27
Bosque de Encino	410.4	332.100	-78.300	19.08
Bosque Pino encino	166.832	145.730	-21.102	12.65
Pastizal	64.092	66.080	1.988	3.10
Agricultura	321.02	53.010	-268.010	83.49
<i>Reforestaciones</i>	<b>53.38</b>	<b>623.244</b>	<b>569.864</b>	<b>1067.56</b>
Erosión	1043.864	895.674	-148.190	14.19
Otros	1317.06	1317.06	0	
<b>Total</b>	<b>3575.50</b>	<b>3575.50</b>		

Enseguida se presenta una descripción de los ecosistemas más relevantes de la microcuenca:

*Bosques de Pino (Pinus spp.) y Encino (Quercus sp.)*

Las zonas de bosque de pino localizado y cuantificado en 1991 fueron de 198.94 ha, y se caracteriza por ser rodales dispersos de *Pinus spp.* Por las laderas del C° Tariaqueri y El Malacate con un estrato herbáceo de pastizal natural. El bosque de Encino (*Quercus sp.*) se identificó por toda la microcuenca, cubriendo una superficie de 410.4 ha y la zona de Bosque Pino encino y otras hojosas abarcó una superficie de 166.832 ha. La extensión total de los bosques cuantificados en la cuenca es de 776.172 ha, que representa 31.10 % del área total de la misma.

Cabe destacar que las zonas de bosque sufrieron cambios en superficies en el periodo por 155.652 ha, información que también se reporta en los trabajos presentados de uso actual de la microcuenca Ichupio y representa una disminución del 6.24%.

Debe señalarse que, a la fecha, esta zona no presenta cambio de uso, debido a que a partir de 1994 se pidió a los comuneros el no derribo de arbolado verde y ha sido respetado tenido con las autoridades comunales y los poseedores del bosque en esta zona. Sin embargo, sigue existiendo aprovechamiento para producción de carbón y leña, que no ha incidido en deforestaciones totales, pero si ha modificado la densidad de los géneros mayores, ya que en el análisis de campo se palpa una reducción en la densidad de la vegetación estimada en más del 30% para bosque de pino, 25% para bosque de encino y del 15% para bosque mixto. Esto indica que a pesar de las prohibiciones, existe tala hormiga que reducen la masa forestal y es precisamente el aprovechamiento parcial del bosque el que es muy difícil de controlar. Y poco a poco va deteriorando los bosques, sobre todo si se combina con el pastoreo.

*Pastizal natural*

Los pastizales naturales compuestos de pastos como la *Mulhenbergia* se localizaron en alturas de los 2 100 a 2400 m sobre el nivel del mar y el levantamiento efectuado reportó una superficie de 64.092 ha las que han aumentado y en la actualidad tenemos un máximo de 70 ha. De acuerdo con el análisis hecho las hectáreas de los tipos de bosque que han disminuido, así como las de agricultura y Erosión, han sido reconvertidas a zonas reforestadas quedando aun claros intermedios que se requiere intervenir a fin de aumentar la densidad y a la vez la biodiversidad

Para los años 2016-2017 se realizaron recorridos de campo en los que participaron personal del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) y la Comisión Forestal del Estado de Michoacán COFOM, para identificar las principales zonas degradadas. En el 2016 se trabajó en la microcuenca Cerro Malacate y en 2017 en la microcuenca del Cerro Tariaqueri. En estos recorridos se seleccionaron los sitios a reforestar, así como, también se seleccionaron cauces para el establecimiento de obras en cauces.

En 2017, se seleccionó esa microcuenca porque es una zona de influencia cuyos cauces desembocan directamente en el poblado de Tzintzuntzan donde en época de lluvias los escurrimientos provocan inundaciones y azolvamiento de las calles y además, continúan los escurrimientos hasta que llegan al Lago. Es una microcuenca en la que previamente se han realizado algunas trabajos de construcción de obras para la detención de azolves, pero

continúa con problemas de erosión, pérdida de vegetación, presencia de algunas cárcavas de diferentes dimensiones, entre otros problemas que se fueron identificando o constatando directamente en campo. La microcuenca Cerro Tariaqueri cubre una superficie de 166.85 ha y un perímetro de 8,079.93 m y su cauce principal es de 3.88 km (Figura 2).

Mediante el mapa de uso de suelo y vegetación realizado en el año 2016 y los recorridos de campo se observó áreas de bosque con erosión en la parte alta de la microcuenca, en la parte media se tienen áreas de bosque, matorral y pequeños sitios desprovistos de vegetación, en la parte baja de se se encuentra zonas de cultivo de temporal y parte de la zona urbana correspondiente a la cabecera municipal Tzintzuntzan( Figura 3). En los recorridos se constató la necesidad de reforestar en zonas que se han degradado y donde se ha perdido la cubierta forestal, por lo que en primera instancia se identificaron tanta las áreas a reforestar como los cauces donde se realizarán las obras en cauces que corresponde a un afluente de la microcuenca Cerro Tariaqueri (Figuras 4 y 5).



**Figura 2. Ubicación de la microcuenca del Cerro Tariaqueri donde se realizaron los recorridos de campo (municipio de Tzintzuntzan).**

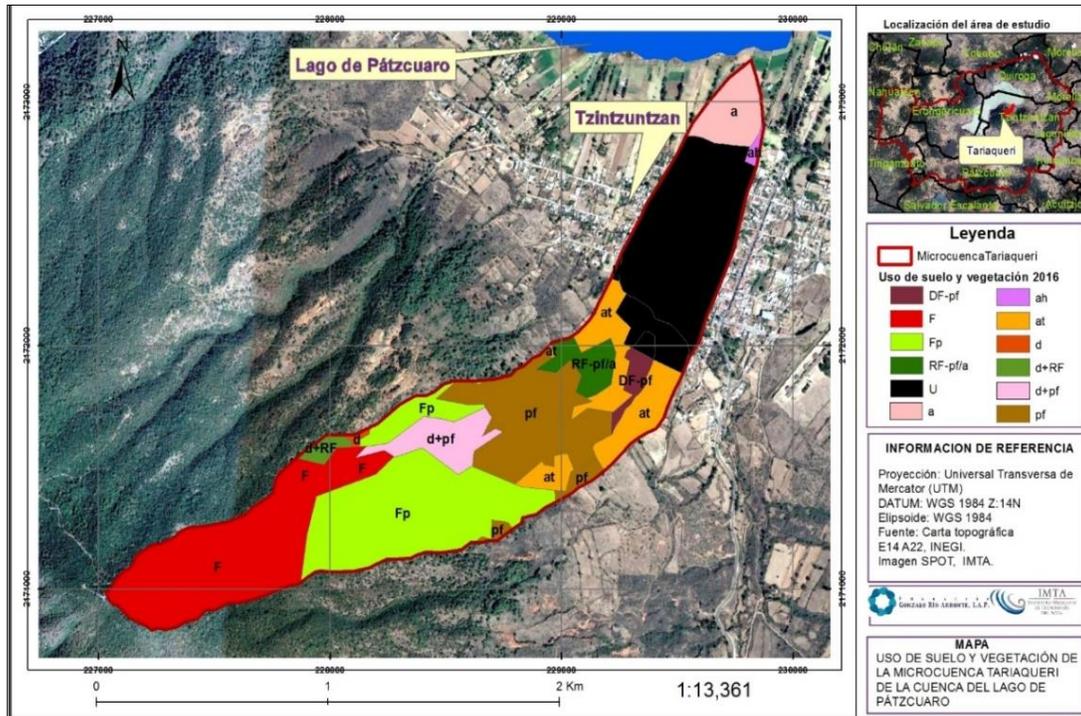


Figura 3. Mapa de uso de suelo y vegetación 2016 de la microcuenca del cerro Tariaqueri.



Figura 4. Ubicación de sitios con personal de COFOM donde se establecerían las presas en cauces en la microcuenca del Cerro Tariaqueri.



**Figura 5. Ubicación de sitios con personal de la COFOM para realizar acciones de reforestación en la microcuenca del Cerro Tariaqueri.**

Por otro lado, también se realizaron recorridos en otras microcuencas donde se seleccionaron más sitios a reforestar, estos sitios se ubican en las poblaciones de Santa Ana Chapatiro, Tarerio, Sanambo, Napízaro, Puacuaro, Yotatiro y La Zarcamora. En los recorridos se constató la necesidad de continuar incrementando las superficies atendidas con reforestaciones.

## 2.- Realizar de forma participativa con los productores, la identificación y propuesta de reforestación

Para la identificación de los sitios a reforestar como primer paso se revisaron las áreas desprovistas de vegetación mediante mapas, así como los sitios en donde ya se han realizados trabajos de reforestación; se visitaron los sitios preseleccionados para definir la viabilidad de los trabajos y la forma de trabajo conjuntamente con los propietarios de los predios.



Figura 6. Selección de sitios a reforestar.

Enseguida se presenta una descripción de los sitios que se definieron para reforestar de manera participativa con los productores y se definieron las mejores especies forestales y vegetativas que se pueden establecer para obtener los mejores resultados.

**Napízaro, municipio de Erongarícuaro:** este sitio se ubica dentro de las unidades con necesidades de reforestación debido a la introducción de la agricultura en bosque, en algunas zonas ya no se cultiva y se ha originado vegetación arbustiva, adicionalmente se observa algunas zonas desprovistas de vegetación susceptibles a erosión o que ya inicio el proceso erosivo (Figura 6.1).



**Figura 6.1 Predio en la comunidad de Napízaro, Erongarícuaro, que se eligió para reforestar y el responsable es el Sr. Guadalupe Solorio.**

**Cuanajo, Tzintzuntzan:** en este sitio se requiere reforestar especialmente en algunas zonas en donde hay claros entre la vegetación o en general el porcentaje de cobertura vegetal es baja (Figura 7).



**Figura 7. Comunidad de Cuanajo, Tzintzuntzan, predio elegido para reforestar.**

**Yotatiro, Erongarícuaro:** en los alrededores de este predio se observó algunas reforestaciones afectadas por plaga como tuza, igualmente se tiene áreas desprovistas de vegetación en donde se sustituido el bosque por agricultura especialmente con cultivo de maíz y algunos casos se ha introducido ganado, la zona ha quedado con espacios abiertos susceptibles a erosión (Figura 8).



**Figura 8. Predio a reforestar en Yotatiro, Erongarícuaro.**

**Sanambo, Quiroga:** áreas susceptibles a la erosión porque se observan espacios abiertos algunos de ellos utilizados para la ganadería y la cubierta vegetal es muy escasa por lo que se requiere incrementar la cubierta forestal con la reforestación (Figura 9).



*Figura 9- Sitio seleccionado a reforestar Sanambo, Quiroga*

**La Zarzamora, Erongarícuaro:** en este predio conocido como El Cerrito se observa la necesidad de reforestar porque el porcentaje de cobertura vegetal es bajo, se observan algunas áreas con árboles, sin embargo, en el estrato bajo la vegetación es escasa, además de que existen áreas desprovistas de vegetación susceptibles a la erosión especialmente en las laderas.



*Figura 10. Sitio a reforestar en La Zarzamora, Erongarícuaro.*

**Los Tanques, Pátzcuaro:** En este sitio la principal necesidad de reforestación se debe a los espacios desprovistos de vegetación, a los alrededores del predio se observan reforestaciones realizadas en diferentes años y en buen estado, el responsable del predio tienen experiencia y gran interés en reforestar, gracias a lo cual ha tenido éxito con esta actividad (Figura 11). Además de las beneficios ambientales con las plantaciones de tiene aprovechamiento de resina.



**Figura 11. Predio elegido para reforestar ubicado en Los Tanques, Pátzcuaro.**

Los principales problemas encontrados en algunos sitios visitados que pudiesen afectar las reforestaciones son las plagas como las tuzas que afectan las raíces de algunas árboles, las ardillas que comen los conos de los pinos, como consecuencia afectan la formación de semillas, considerando esta problemática se buscó las especies menos susceptibles a estas plagas y en cada sitio se sembró más de una especie forestal incluyendo especies no forestales como madroño, acacia, fresno, tejocote, etc.

En algunos sitios se han observado afectaciones por incendios y varios de ellos son provocados, especialmente en sitios cercanos a los huertos de aguacate, en este caso las reforestaciones se realizan en zonas boscosas y los propietarios tienen interés de reforestar sobretodo porque hay mucha presión por personas externas que vienen a rentar los predios y establecen huertas de aguacate, este caso es muy típico en la comunidad de Napízaro.

Los sitios seleccionados se visitaron en conjunto con los productores y personal de la COFOM, de esta forma los productores mencionaron la problemática y las especies que mejor se adaptaban. En la Figura 12 se muestran aspectos de la concertación de predios para reforestar con los productores en la cuenca.





**Figura 12. Selección de predios con la comunidad.**

### **3.- Realizar una programación detallada para la operación y consolidación del módulo con tecnología de punta.**

Al inicio del proyecto se establecieron acuerdos con CONAFOR Y COFOM para trabajar conjuntamente en campo cuidando de no duplicar sitios de trabajo y apoyos hacia los productores, sino más bien buscando sinergias en trabajos operativos.

Por otra parte, en virtud de que las plantas para apoyar los trabajos de repoblación forestal deben sembrarse y desarrollarse en el vivero de forma anticipada con un período de 6 meses mínimos, y preferentemente 8 meses, se trabajó de forma coordinada con el subdelegado de restauración de la COFOM en la región de Pátzcuaro, para reactivar la producción de plantas en el módulo tecnificado; el cual prácticamente estaba subutilizado debido fundamentalmente al bajo presupuesto del que dispone la COFOM y que se presentó como limitante fuerte para darle continuidad a la producción de planta de calidad que se obtiene con este módulo debido a la tecnología de punta que se utiliza. Por ello, se tuvieron que realizar trabajos de mantenimiento preventivo en las vías por donde corre el robot regador, limpieza y ajuste de boquillas de riego del propio robo, limpieza y ajuste de las mesas portacharolas y limpieza de malezas del perímetro del módulo; de igual forma, se calcularon las necesidades de insumos para asegurar la producción (Figura 13)

Se realizaron visitas periodicas al módulo tecnificado de producción forestal, así como, reuniones entre personal del IMTA y de la COFOM para supervisar la producción de planta forestal.



*Limpieza y ajuste de boquillas aspersoras del robot-regador.*



*Limpieza de malezas del perímetro del módulo*



*Limpieza y ajuste de boquillas aspersoras del robot-regador.*



*Ajuste de las mesas portacharolas.*

**Figura 13. Mantenimiento de modulo tecnificado de vivero.**

Cabe recordar que el módulo cuenta con tecnología sueca, se integra por 48 mesas organizadas en dos hileras, 24 mesas en cada lado, cada una contiene charolas de 49 cavidades, en total se tienen 240 charolas por mesa, por lo tanto en el módulo existen 11,520 charolas, lo que da una existencia de 564,480 plantas en todo el módulo (Figura 14).



**Figura 14. Vista del módulo tecnificado, vivero Francisco J. Múgica (10 de febrero de 2017) donde se observa el llenado de charolas para la siembra.**

### ***Materiales e insumos para producción de planta***

En relación con los insumos necesarios para la producción de las plantas en el módulo tecnificado, el IMTA realizó el abastecimiento de los sustratos, agroquímicos pero principalmente fertilizantes de micro y macro elementos, los cuales ayudan en el desarrollo y prendimiento de las plantas.

Además se proporcionó bolsa de poliestireno para el trasvase/ producción de la planta.

En 2017, los insumo entregados (sulfato de magnesio, sulfato de cobre, sulfato de zinc, sulfato ferroso, cal dolomita, *Trichoderma harzianum*, microboro, colonize, y fertilizantes orgánicos como diatomea, micorrizas, bioactivador, harina de rocas, así como, hidróxido de calcio) para la producción de la planta forestal en el vivero, fueron a solicitud de los Ing. Vicente Rangel, Delegado de la COFOM y Manuel Gutiérrez, Subdelegado

En el 2017, durante el proceso de producción se entregaron insumos agroquímicos en tres etapas de desarrollo: la primera entrega se realizó el 10 de febrero, la segunda entrega fue el 10 de mayo y la tercera y última entrega se realizó el 20 de julio.

Cabe mencionar que en el año 2016, la COFOM no solicitó al IMTA apoyo para el suministro de insumos para la producción, únicamente se apoyó con la reparación del DOSIFICADOR (Inyector) con el que se aplican los fertilizantes mediante el riego con el robot.

En el anexo 1 se presentan las evidencias de entregas de insumo a la COFOM.



Figura 15. Entrega de insumos.

**Garza Agroquímicos**

Gilberto Seberino Garza Falcon  
R.F.C. GAFG421219EA  
PERSONA FÍSICA CON ACTIVIDAD EMPRESARIAL Y PROFESIONAL  
LIBRAMIENTO IGNACIO ZARAGOZA S. C. COL. SERRA COLONIA C.P. 61600. PIZCUARO, MICHOACANA, MICH.

Facturado a: INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGIA DEL AGUA  
NOMBRE: PASO CUAHNAHUAC No. 8532 COL. PROGRESO  
DOMICILIO: JUTEPEC MORELOS C.P. 62500  
CIUDAD: JUTEPEC MORELOS C.P. 62500  
R.F.C.: IMT010018B3  
MAIL:

CANT.	UNIDAD DE MEDIDA	DESCRIPCION	P. UNITARIO	IMPORTE
03	Envasa	OLICINAZE Envasa	\$ 378.00	\$7,520.00
7	Envasa	T22 Envasa	\$ 840.00	\$5,880.00
2	Bato	ULTRALD MICRO BERO 10 KDS Bato	\$ 320.00	\$640.00

IMPORTE TOTAL CON LETRA: \$ 14,740.00  
SUBTOTAL: \$ 14,740.00  
CATORCE MIL SETECIENTOS CUARENTA PESOS 00/100 MXN  
I.V.A.: \$ 0.00  
I.E.P.S.: \$ 0.00  
TOTAL: \$ 14,740.00

ESTADO FISCAL: 0002000-0000-4256-0017-010107180173  
FECHA Y HORA DE CERTIFICADO DE SELLO DIGITAL: 2017-08-07 10:56:12  
NUMERO DE SERIE DEL CERTIFICADO DE SELLO DIGITAL: 0000000004067691  
NUMERO DE SERIE DEL CERTIFICADO DE SELLO DIGITAL DEL SAT: 000010020044617142  
METODO DE PAGO: 39 CUENTA 4118  
TIPO DE PAGO: Pago en una sola exhibición

Este documento es una representación impresa de un CFDI.  
No. documento: 2504

ESTE DOCUMENTO ES UNA REPRESENTACION IMPRESA DE UN CFDI

Por su parte la COFOM abasteció la cantidad de semilla necesaria de las especies de *Pinus Montezumae*, *P. Patula*, *P. Gregii* y *P. Michoacana*, así como la mano de obra del personal del vivero Francisco J. Múgica.

### Etapas del desarrollo para la producción de la planta

A continuación se presenta una descripción general de las actividades que se realizan para producción de planta forestal:

**Semillas:** las semillas se colectaron en la cuenca del Lago de Pátzcuaro en las comunidades de Vitela y Ajuno. La selección se llevó a cabo de acuerdo al fuste de los arboles y tamaño de cono. Las especies de las cuales se colectaron semilla fueron: *Pinus pátula*, *P. greggii*, *P. oaxacana*, *P. Pseudostrobus* y *P. Michoacana vairedad cornuta*.

Los conos colectados se transportaron al vivero, posteriormente se colocaron a la interperie sobre lonas para que perdieran humedad con ayuda de la energía solar. En la Figura 16 se observan los conos colectados de las diferentes especies de pino.



**Figura 16. Secado de conos de pino para extraer semillas**

Una vez que los conos perdieron humedad, el personal del area de campo de la COFOM golpea los conos entre si con ayuda de las manos para que se liberen las semillas. La semilla liberada se colocó en costales y con apoyo del viento se limpia para evitar residuos. Con 3 kg de semilla se llegan a obtener de 60 a 70 mil plantas. A continuación en la Figura 17 se presenta el proceso de extracción de semilla de los conos colectados y las bolsas con las diferentes tipos de semillas que se colectaron de las diferentes especies.



**Figura 17. Obtención de las semillas de pino de diferentes especies de la la región de la cuenca del Lago de Pátzcuaro (febrero de 2017).**

Finalmente las semillas se separan de acuerdo a su tamaño y peso, para ello se colocan en arneros con maya de tres tamaños diferentes, las semillas seleccionadas se colocan en agua, las que flotan se desechan, las semillas que quedan al fondo son las que se consideran viables para sembrar. La siembra se puede realizar en almacigo y después trasplantar a las charolas o sembrarlas directamente en las charolas, en el vivero la siembra se realiza de las dos maneras. A continuación se describen la serie de trabajos y actividades que se realizan para producir la planta en el vivero.

**Almacigo:** La siembra en almacigo se refiere a que, en camellones con sustrato, se siembra la semilla directamente, esta actividad se ha realiza desde mediados de febrero y hasta abril. Se sembraron diferentes especies de pino en el sustrato, después la semilla se cubre con hojas de pino, adicionalmente se le coloca una malla sombra con el objetivo de evitar que los pájaros coman la semilla y en parte a que no haya exposición directa a la luz del sol de la semilla (Figura 18).



**Figura 18. Siembra en almacigo y emergencia un mes después de la siembra (marzo, 2017).**

**Sustrato:** El sustrato que se utiliza para el llenado de charolas en las que se siembra o trasplanta las diferentes especies, se elabora en el vivero y para ello se utiliza principalmente melaza, hojas y ramas de oyamel y acacia, y tierra.

Una vez que se realiza la mezcla tarda alrededor de 6 meses en descomponerse y después de ese tiempo ya se puede utilizar. Para acelerar el proceso de formación de sustrato, se agrega micorrizas o melaza. En la Figura 19 se muestra la mezcla en proceso de descomposición para finalmente llegar a ser sustrato.

Una vez que el sustrato esté a punto y listo para utilizarse, se llenan los contenedores en los que se realizará la siembra directa o el trasplante.

Cabe mencionar que además de utilizar el sustrato que se elabora en el vivero, también se tienen mesas con charolas que tienen sustratos comerciales que se adquieren. En la Figura 20 se muestran plántulas de pino que se producen en el sustrato vermiculita.



**Figura 19.** Aspecto de la mezcla de sustrato preparados para producción de planta en el vivero.



**Figura 20.** Plántulas de pino emergiendo en el sustrato vermiculita.

**Trasplante del almacigo a las charolas:** Las plántulas del almacigo que están listas para el trasplante se extraen manualmente y se colocan en un recipiente con agua (para evitar que se deshidraten y mueran), posteriormente se realiza la actividad de trasplante a las charolas (Figura 21).



**Figura 21. Trasplante de pino del almacigo a las charolas (08 de marzo de 2017).**

**Siembra directa:** En el vivero se tienen sembrados *Pinus michoacana* y *P. patula* de manera directa. Para la siembra se colocan hasta tres semillas en cada cavidad de la charola (Figura 22). Si en una cavidad nacen más de dos plántulas, cuando llegan a cierta edad (5-7 cm) se separan y se trasplantan a las cavidades de las charolas donde no nació ninguna plántula, a esta actividad se le conoce como “desahije”. Si la plántula muere se sustituye por otra aún más vigorosa, y entonces a esta actividad se le conoce como “repique”.



**Figura 22. Siembra directa en charolas (23 de febrero de 2017).**

**Producción de planta diferente a pinos:** Además de la planta que se ha sembrado o trasplantado en las charolas, también se hizo especial énfasis para que en el vivero se produjeran otro tipo de especies forestales que no sean solo pinos, de esta manera, se hizo colecta de estacas, esquejes y semillas en diversos bancos de materiales que se ubican en la cuenca del Lago de Pátzcuaro, y fue así como en 2017 se obtuvo material vegetativo de las siguientes especies que se presentan en la Tabla 3.

**Tabla 3. Cantidad de plantas por especie que se reproducen por estaca o esqueje en el vivero y que se utilizaron para reforestar en el 2017.**

<b>Especie</b>	<b>No. plantas</b>
<i>Arbutus sp.</i> (Madroño)	9,000
<i>Quercus sp.</i> (Encino)	600
<i>Abies religiosa</i> (Oyamel)	3,000
<i>Fraxinus udheii</i> (Fresno)	2,000
<i>Caesalpinia pulcherrima</i> (Tabachín)	7,000
<i>Crataegus mexicana</i> (Tejocote)	4,000
<i>Prunus serotina var. capulli</i> (Capulín)	5,500
<i>Acacia retinoides</i> (Acacia)	2,000
<b>Total</b>	<b>33,100</b>

Por tanto, en 2017 se tuvieron aproximadamente 33,100 plantas que se utilizaron para reforestar en los diferentes predios, y la estrategia que se tuvo es el de establecer de tres a cinco especies y/o variedades de plantas por cada sitio que se reforestará, es decir, la especie preponderante será la forestal y la cual se conformará de una o dos especies forestales, y el resto se complementará con dos y hasta tres especies de las no forestales, que puede ser: madroño, tejocote, capulín, fresno, tabachín y acacia.

En la Figura 23 se muestran las especies de capulín y madroño que se pusieron en charolas con una solución de enraizador. Y en la Figura 24, se presentan las plantas ya establecidas en bolsas para su prendimiento.



**Figura 23. Esquejes y estacas de Capilín y Madroño en el proceso de enraizamiento (23 de febrero de 2017).**



**Figura 24. Estacas de Tejocote y Madroño en bolsa en proceso de prendimiento.**

**Control de malezas (deshierbe):** El deshierbe es una actividad de gran importancia, debido a que por las características favorables del sustrato y los riegos constantes, fácilmente se desarrollan las malezas e invaden a las plántulas de pino o árbol sembrado e incluso llegan a ocupar su lugar al ser las plántulas de un tamaño muy pequeño y al mismo tiempo frágiles. Es muy fácil que al momento de arrancar la maleza se pueda desprender también las plántulas de pino, y es por ello que el personal del vivero han comenzado a utilizar “cutter” para cortar la maleza lo más cercano a la superficie con el propósito de que éstas no se regeneren y procurando con ello que no se arranque la plántula de pino. En la Figura 25 se observa el control de maleza en el vivero.



**Figura 25. Control de malezas en los contenedores donde se produce planta forestal (27 de abril de 2017).**

### **Riego y sombra:**

El riego se lleva a cabo todos los días y se realiza entre las 9 y 11 de la mañana, y se lleva a cabo desde que la plántula emerge y tiene un verticilo (Figura 26). Después que se realiza el riego cada mesa se cubre con aluminet para evitar la exposición directa al sol evitando que se pierda humedad lo que puede ocasionar que lleguen a morir las plántulas. Cuando las plántulas tienen 2 verticilos se disminuye el tiempo de que permanece cubiertas las mesas con aluminet y se expone al sol por mayor tiempo, con ello se busca la elongación de la plántula (Figura 27).

Como se mencionó con anterioridad, la tecnología que se utiliza en el vivero es sueca, por lo que el sistema de riego con que cuenta consiste de un robot de riego HA boom, este sistema de riego tiene la ventaja de que riega de manera uniforme hasta en un 90%, la altura de aplicación y la velocidad son adecuados, el retorno del equipo aplicador de riego es automático, el motor y el panel de control están fuera del área que se riega, cuenta con inyector de fertilizante, y permanentemente se le da mantenimiento para que su funcionamiento sea el adecuado. El personal de campo del vivero de la COFOM siempre está pendiente durante el riego para verificar que todo funcione adecuadamente y no se presenten fallas.



**Figura 26. Aplicación del riego en el vivero.**



**Figura 27. Cubrimiento de las mesas con Aluminet después de la aplicación del riego en el vivero.**

En el vivero se tienen actividades simultaneas, mientras que en unas mesas se requiere el control de malezas en otras se esta trabajando con el “desajije” o “repique”. En las siguientes Figuras se muestran plántulas de pinos de diferentes edades.



**Figura 28. *Pinus patula* de un mes de edad (8 de marzo de 2017, 28 días de nacida).**



**Figura 29. *Pinus greggii* que se sembró directamente en las charolas (27 de abril de 2017, 78 días de nacida).**

**Aplicación de insecticidas y fungicidas:** Durante el desarrollo de la planta en el vivero, se llegan a presentar daños por hongos y plagas como el “mosquito” que transmite un virus, y en su conjunto afectan a las plantas y ello provocó que se tuviera que replantar. Ante ello, se estuvieron aplicando diversos productos químicos para controlar las enfermedades y plagas (Figuras 30 y 31).



**Figura 30. Preparación de solución con fungicida para su aplicación.**



**Figura 31. Aplicación de insecticida para control de plagas.**

**Mantenimiento del módulo:** Son varias las actividades de mantenimiento que se realizan en el módulo tecnificado, como por ejemplo: verificación del funcionamiento adecuado del sistema de riego, la limpieza de los rieles por donde transita el equipo de riego, control de malezas, otra actividad que se realiza es la asignación de numeración a las mesas para su identificación, ya que por ejemplo se tiene 19 mesas con siembra directa, mesas con trasplantes, mesas con sustratos elaborados en el vivero y mesas con sustratos comprados.



**Figura 32. Actividad de control de malezas para mantenimiento del vivero.**

Cabe recordar que una planta para que esté en condiciones de ser trasplantada directamente al campo debe tener por lo menos 6 meses de edad, aunque en mucho depende de las condiciones de desarrollo en que estén las plantas, así como, también dependerá de

condiciones de los predios donde se plantarán los arbolitos, sobretodo del tipo de suelo y de la época de plantación.

**Producción de planta:** En el 2017 se tuvo una producción total de aproximadamente 564,480 plantas y se conforma de 5 especies, de las cuales el 49.60% corresponde a *Pinus patula*, seguido de *Pinus greggii*, con el 37.38%, en menor proporción se tienen las especies *Pinus pseudostrobus*, *Pinus oaxacana* y *Pinus michoacana* con el 6.20, 3.76 y 3.06%, respectivamente (Tabla 4).

**Tabla 4. Especies forestales que se produjeron en el 2017 en el módulo tecnificado del vivero Francisco J. Múgica en Pátzcuaro Michoacán.**

Nombre de la especie	Cantidad	
	Plantas	%
<i>Pinus patula</i>	280,000	49.60
<i>Pinus greggii</i>	211,000	37.38
<i>Pinus pseudostrobus</i>	35,000	6.20
<i>Pinus oaxacana</i>	21,200	3.76
<i>Pinus michoacana</i>	17,280	3.06
Total	564,480	100.00

Fuente: COFOM, 2017

Todas las especies se produjeron a partir de semilla que se colectó en diversos bancos de semilla que se encuentran en la cuenca.

#### **4.- Asesoría y acompañamiento a productores para la realización de los trabajos de repoblación forestal**

La asesoría y acompañamiento a productores consistió, como se ha mencionado antes, en recorrer para seleccionar los predios acompañados de sus respectivos propietarios, en donde ellos externaban los principales problemas en dicho sitio, que especies podrían ser las óptimas para plantar y en conjunto se determinaba la fecha y forma de realizar la reforestación.

De esta manera se realizó un acompañamiento y asesoría personal a cada uno de ellos, en donde personal de COFOM, directamente el Ing. Manuel Gutiérrez, Subdelegado, y en compañía del IMTA, se recorría los predios con ellos y se identificaban y se le proponían las especies forestales a establecer. En las Figuras de la 33 a la 40, se presentan testimonios de fotografías de las sesiones de asesoría que se estuvo proporcionando a los diferentes beneficiarios con los que se reforestó.



**Figura 33. Asesoría y acompañamiento técnico en la comunidad de Quiroga.**



**Figura 34. Asesoría y acompañamiento técnico en la comunidad de Tzintzuntzan.**



**Figura 35. Asesoría y acompañamiento técnico en la comunidad de Sanambo, Quiroga.**



**Figura 36. Asesoría y acompañamiento técnico en la comunidad de Napízaro, Erongarícuaro**



**Figura 37. Asesoría y acompañamiento técnico en la comunidad de Napízaro, Erongarícuaro**



**Figura 38. Asesoría y acompañamiento técnico en la comunidad de Los Tanques, Pátzcuaro.**



**Figura 39. Asesoría y acompañamiento técnico en la comunidad de Napízaro, Erongarícuaro**



**Figura 40. Asesoría y acompañamiento técnico en la comunidad de Yotatiro, Erongarícuaro.**

Una vez que hubo un acuerdo y se entregó la documentación en el Vivero para la aprobación de la entrega de planta, se fijó la fecha en que los productores recogerían las plantas en el vivero Francisco J. Mujica.



**Figura 41. Vista de paquetes de plantas para su transporte a los predios donde se plantaran.**

Adicionalmente se utilizaron plantas que estaban en bolsas que se produjeron en el año 2016 y que se conservaron en el vivero. Las plantas que se embolsan pueden sufrir afectaciones por diversos factores, como mala colocación de la raíz al momento de trasplante, falta de riego, plagas o enfermedades; es recomendarle que la planta no pase de un año en bolsa en el mismo lugar ya que por el crecimiento empieza a enraizar fuera de la bolsa y se puede ver afectada al trasplantarse en campo.

Una vez que se seleccionaron los sitios a reforestar, se tuvo coordinación permanente con los productores para programar desde la entrega de planta para que la pudieran .El traslado de la planta del vivero al sitio de trasplante corrió por cuenta de los productores recoger (Figura 42 y 43).



**Figura 42. Carga de planta en el vivero para su traslado a los predios a reforestar.**



**Figura 43. Traslado de la planta en el vivero hacia los predios a reforestar.**

#### **4.1. El establecimiento de las reforestaciones y obras de conservación**

Las reforestaciones que se llevan a cabo en la cuenca del Lago de Pátzcuaro se realizan de manera coordinada con la Delegación VII Pátzcuaro de la COFOM, ello implica que de manera conjunta al inicio del año se realiza la selección de predios que se reforestarán tomando en cuenta la lista de solicitudes de planta forestal que realizan a la COFOM los productores y grupos de productores de los diferentes ejidos y comunidades que conforman la cuenca. Posteriormente, entre el IMTA y la COFOM, se realiza un recorrido de campo por los predios y si se considera que están dentro de las áreas con necesidades de recuperación forestal entonces se consideran como viables para proporcionar la planta y en su caso un apoyo económico por hectárea como jornales para establecer la plantación.

En el 2014, de manera conjunta COFOM-IMTA acordaron los sitios para reforestar, quedando finalmente para sembrar 205,000 plantas que cubrirían una superficie de 190.20 ha (Anexo 2/minuta del 27 de junio de 2014), sin embargo durante el proceso de reforestación y a solicitud de los propios beneficios se realizó un mayor número de plantaciones, en total se realizó la reforestación de 285.98 ha y un total de 268,000 plantas. El excedente de plantas se

trajo del vivero, las cuales aún no estaban consideradas para otros predios. Durante este año se construyeron un total de 450 m<sup>3</sup> de obras de conservación (300 m<sup>3</sup> de geo costal, 100 m<sup>3</sup> gavión, 50 m<sup>3</sup> piedras acomodada).

En el 2015 se siguió la sinergia de trabajo al año 2014 y en total se reforestaron 230 ha (230,000 plantas) (Anexo 2 /minuta del 24 de octubre y 27 de noviembre de 2017).

Durante el año 2016 de manera conjunta IMTA-COFOM acordaron trabajar en establecer reforestaciones y obras en cauces con presas para el control de sedimentos, y de acuerdo con la disponibilidad de recursos se apoyó en el establecimiento de reforestaciones en 100 hectáreas, y en el establecimiento de 121 m<sup>3</sup> de presas de gaviones, 40 m<sup>3</sup> de presas de piedra acomodada y 11 m<sup>3</sup> de presas de geocostales para control de azolves. Sin embargo, se lograron reforestar otras 149.4 hectáreas en predios donde a los productores solo se les proporcionó la planta, es decir, se trató de reforestaciones sociales. Por lo tanto, en el 2016 se logró una superficie reforestada de 249.4 hectáreas y se establecieron 172 m<sup>3</sup> de obras de conservación (Anexo 2/minuta y presentación del 06 de diciembre de 2016).

Para el 2017, de común acuerdo con la COFOM, se decidió continuar con el establecimiento de reforestaciones y presas en cauces, sin embargo, por causas de carácter normativo y administrativo, ajenas al control del área técnica responsable dentro del IMTA, se presentó un serio retraso para disponer de los recursos en tiempo, y en el mejor de los casos, la disponibilidad del apoyo se tendría hasta el mes de octubre, fecha en la que ya no se considera adecuada realizar las reforestaciones. Ante esta situación, se decidió suspender los apoyos para incentivar la reforestación para 100 hectáreas y como alternativa, se le plantea a la COFOM, que, en este año 2017, en un esfuerzo conjunto con la población, se haga cargo de la reforestación programada en 2017 dentro de la cuenca del Lago de Pátzcuaro (sin contar con incentivos o apoyos provenientes del proyecto) y la COFOM aceptó la propuesta. Por su parte, se concentraron todos los recursos para realizar presas en cauces con los siguientes resultados: 182.5 m<sup>3</sup> de presas de gaviones (50% adicional a lo originalmente programado que eran 120 m<sup>3</sup> – es decir, 60 m<sup>3</sup> más-), 110.1 m<sup>3</sup> de presas de piedra acomodada (175% adicional a lo originalmente programado que eran 40 m<sup>3</sup>– es decir, 70 m<sup>3</sup> más-) y 65.1 m<sup>3</sup> de presas de geocostales (30% adicional a lo originalmente programado que eran 50 m<sup>3</sup> – es decir, 15 m<sup>3</sup> más), es decir, en la propuesta original eran 210 m<sup>3</sup> de obra con presas y con la nueva propuesta se construyeron 357.7 m<sup>3</sup> de obra con presas. Estos acuerdos quedaron asentados en la minuta de la reunión que se sostuvo el 01 de septiembre de 2017, así como, en las minutas de las reuniones de fechas 09 de noviembre y 20 de diciembre de 2017. (Anexo 2).

A continuación, en la Tabla 5 se presenta el resumen de la información sobre las reforestaciones y obras de conservación que se realizaron.

**Tabla 5. Resumen de información sobre las reforestaciones y obras de conservación realizadas en la cuenca del Lago de Pátzcuaro.**

<b>Año</b>	<b>Capacidad del vivero</b>	<b>Producción</b>	<b>No. total de plantas entregadas al proyecto</b>	<b>Ha reforestadas con el proyecto</b>	<b>Ha reforestadas por beneficiarios (social)</b>	<b>Obras de conservación (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Evidencia</b>
2014	564,480	a)	268,000	285.98	a)	450	<p><i>Nota S.R.F./02/106/2014 en cuanto a las reforestaciones.</i></p> <p><i>Durante el proceso de reforestación y a solicitud de los beneficiarios ya seleccionados surgió la necesidad de reforestar un mayor número de ha, en el anexo 5 se presenta la lista de final de beneficiarios y ha reforestadas.</i></p> <p><i>En las figura 52 se muestran fotografías de las obras realizadas.</i></p>
2015	564,480	a)	230,000	230	a)		<i>Minuta de trabajo del 24 de octubre del 2015 y minuta del 27 de noviembre de 2015</i>
2016	564,480	517,440	249,400	100	149.4	172.0	<i>Minuta reunión del 06 diciembre 2016</i>
2017	564,480	564,480	146,900	0	146.9	357.7	<i>Minuta de reunión del 20 dic de 2017</i>

a) Los datos no fueron solicitados en su momento a la COFOM, ya que únicamente se tenía acordado que en el marco del proyecto se tendría que suministrar y tener disponibilidad de planta para reforestar 300 ha (Anexo 2, minuta de 05 de diciembre del 2014).

En el anexo 2 se presentan la relación de predios reforestados en 2014, 2015 y 2017.

A continuación (Figura 44 y 45) se presenta imágenes de las reforestaciones realizadas.

**2014**



*Paraje Yuretzió*



*Las Palmitas.*



*Ichupio*



*La Zarzamora.*



*Santa Cruz.*



*La Vitela.*



*Las Palmitas.*



*Crucero de Chapultepec.*



*Ihuatzio.*



*Acarreo de plántulas hacia Tzurumutaro.*



*Rancho Santiago.*



*Varas*

*Las*

**Figura 44. Reforestación 2014.**



Sr. Claudio Rodríguez, en Yotatiro,  
Erongarícuaro



Sr. Guadalupe Solorio, en Napízaro,  
Erongarícuaro



La Zarzamora, Erongarícuaro



Yaguacuaro, Tzintzuntzan,



Sr. Antonio Escobedo, en Los Tanques,  
Pátzcuaro

**Figura 45. Reforestación 2017.**

Se realizaron visitas de campo para dar seguimiento a las reforestaciones realizadas en la cuenca del Lago de Pátzcuaro, esto se llevó a cabo en conjunto con personal de la COFOM Delegación Pátzcuaro.



**Figura 46. Vista al predio reforestado en la localidad de Ajuno, Pátzcuaro, septiembre de 2017.**



**Figura 47. Vista al predio reforestado en la localidad de Napízaro. Erongarícuaro, septiembre de 2017.**



**Figura 48. Vista al predio reforestado en la localidad Los Tanques, Pátzcuaro, septiembre de 2017.**

## 5.- Diagnóstico del conjunto de cárcavas dentro de las microcuencas prioritarias.

Se mencionó en el apartado 1 de este informe, que se realizaron reuniones de trabajo en conjunto con personal de la COFOM y se seleccionaron las microcuencas de Ihuatzio-Tzintzuntzan y del Cerro Tariaqueri, esta última en el 2017.

En estas microcuencas fue donde se establecieron las acciones con respecto a presas de gaviones, piedra acomodada y geocostales en cárcavas

En la microcuenca Ihuatzio-Tzintzuntzan arrojó que se tiene un conjunto de cárcavas que suman aproximadamente 83 km, cuyas dimensiones varían desde 1 m de profundidad y 3 mts de anchura, hasta 15 m de profundidad y 20 m de anchura, escogiéndose las de menor magnitud para realizar los trabajos de represas filtrantes de diferentes materiales. En específico, se realizó el seccionamiento o medidas del arroyo o cauce denominado El Malacate para utilizarlo como prototipo de las dimensiones de los arroyos a rehabilitar con obras transversales. Con la información de la sección del cauce El Malacate en Tzintzuntzan, se calcularon los materiales e insumos necesarios para la construcción de represas de geocostales, gaviones y piedra acomodada, que se construirán para el control de azolves y regulación hidrológica en cauces.



**Figura 49. Seccionamiento del cauce El Malacate con cinta métrica, balizas y nivel de mano.**

En el caso del Cerro Tariaqueri, se revisaron las zonas con mayor afectación de erosión, presencia de cárcavas y cauces en las cuencas las cuales fueron georreferenciadas (Figura 50 y 51). Producto de ello, se realizaron recorridos de campo y se seleccionaron los mejores sitios para establecer presas de gaviones, de piedra acomodada y de geocostales.



**Figura 50. Selección de cauces para la construcción de las diferentes presas en la microcuenca del cerro Tariaqueri.**



**Figura 51. Ubicación con GPS de sitios en el cauce para la construcción de las diferentes presas en la microcuenca del cerro Tariaqueri.**

En la Tabla 6 se presenta la localización de las obras de conservación en 2014 y en las Figura 52 algunas fotografías de estas.

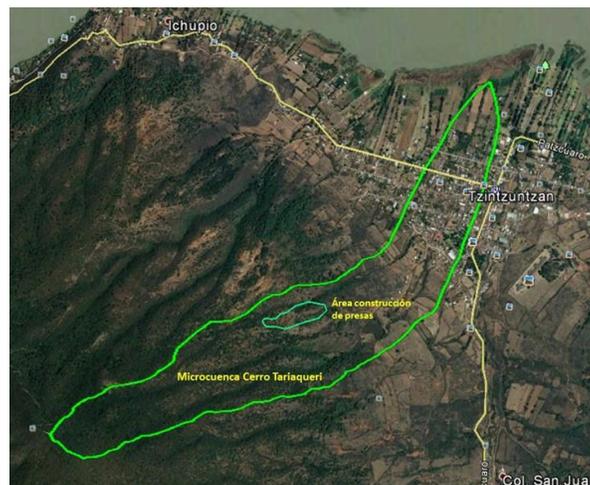
**Tabla 6. Localización y volúmenes construidos en la localidad de Ichupio municipio de Tzintzuntzan.**

Cárcava	No.	Localización		Material	Volumen (m <sup>3</sup> )		
		X	Y		Geocostal	Gavión	Piedra Acomodada
A	1	227305	2172780	Piedra A.			25.2
A	2	227324	2172290	Piedra A.			15.2
A	3	227357	2172310	Geocostal	24.4		
A	4	227379	2172357	Gavión		5.3	
A	5	227400	2172365	Piedra A.			9.6
A	6	227412	2172384	Geocostal	36		
A	7	227413	2172437	Geocostal	43.3		
A	8	227431	2172417	Geocostal	17.1		
A	9	227455	2172435	Geocostal	16.1		
A	10	227470	2172440	Geocostal	13.4		
A	11	227490	2172441	Geocostal	32.2		
A	12	227510	2172443	Geocostal	45.5		
A	13	227513	2172450	Geocostal	19		
A	14	227517	2172455	Geocostal	22.5		
A	15	227520	2172459	Geocostal	30.5		
A	26	227565	2172461	Gavión		3.4	
A	27	227580	2172464	Gavión		8.9	
A	28	227600	2172468	Gavión		4.5	
B	16	227461	2172274	Geocostal			
B	17	227493	2172274	Gavión		3.5	
B	18	227506	2172280	Geocostal		0	
B	19	227521	2172293	Gavión		5.1	
B	20	227522	2172309	Gavión		2.9	
B	21	227515	2172319	Gavión		2.5	
B	22	227524	2172330	Gavión		3.6	
B	23	227527	2172343	Gavión		1.9	
B	24	227530	2172359	Gavión		1.9	
B	25	227241	2175367	Gavión		4.2	
C	29	227685	2172444	Gavión		11.2	
C	30	227656	2172347	Gavión		8.2	
C	31	227645	2172344	Gavión		12	
C	32	227635	2172330	Gavión		11.6	
C	33	227646	2172344	Gavión		9.3	
				$\Sigma =$	300	100	50



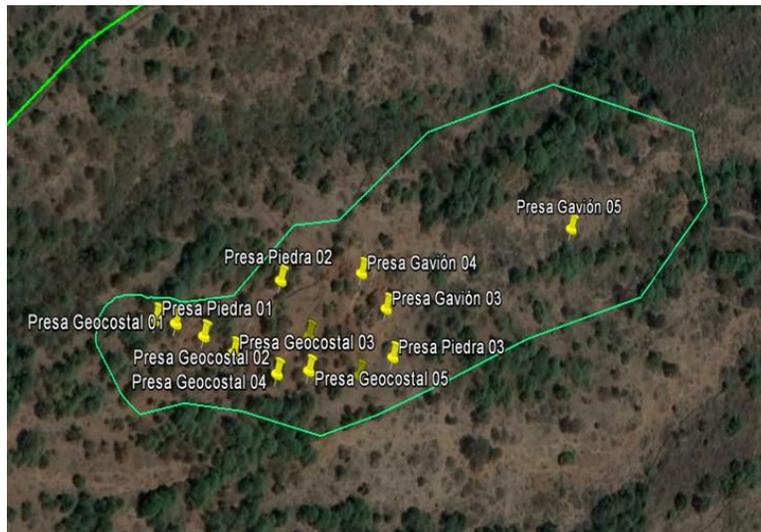
**Figura 52. Obras de conservación 2014.**

En la Figura 53 se presenta el mapa de la microcuenca del Cerro Tariaqueri donde se ubica el área de influencia donde se construyeron las presas de gaviones, piedra acomodada y geocostales, y corresponde a un área en proceso de degradación donde se requiere de realizar las obras para contrarrestar la problemática.



**Figura 53. Ubicación del área donde se establecieron las presas en la microcuenca del cerro Tariaqueri.**

Por su parte, en la Figura 54 se presenta un acercamiento del área donde se construyeron las presas en 2017.



**Figura 54. Ubicación de sitios en los cauces donde se establecieron las diferentes presas en la microcuenca del cerro Tariaqueri.**

En la Tabla 7 se presenta la localización de las acciones realizadas en la microcuenca del cerro Tariaqueri.

**Tabla 7. Ubicación geográfica, longitud de la presa y volumen de construcción de las presas construidas en la microcuenca del Cerro Tariaqueri.**

Nombre y número de presa	Ubicación geográfica (UTM)		Longitud de la presa (m)	Volumetría de presa (m <sup>3</sup> )
	X	Y		
Gaviones 01	228468.02	2171599.89	7.0	20.5
Gaviones 02	228436.84	2171618.06	17.0	36.0
Gaviones 03	228486.92	2171630.99	18.0	52.0
Gaviones 04	228470.41	2171647.42	17.0	62.0
Gaviones 05	228614.74	2171668.43	3.0	12.0
			<b>Subtotal</b>	<b>182.5</b>
Piedra acomodada 01	228342.28	2171627.29	18.0	28.0
Piedra acomodada 02	228418.07	2171644.6	6.5	26.9
Piedra acomodada 03	228490.11	2171607.03	13.0	55.2
			<b>Subtotal</b>	<b>110.1</b>
Geo-costal 01	228354.19	2171625.95	5.6	9.0
Geo-costal 02	228371.22	2171619.55	4.9	9.6
Geo-costal 03	228389.92	2171611.09	6.8	15.0
Geo-costal 04	228416.68	2171601.97	8.2	16.5
Geo-costal 05	228436.16	2171602.76	5.5	15.0
			<b>Subtotal</b>	<b>65.1</b>
<b>Volumen total</b>				<b>357.7</b>

En la Figura 55 se presentan imágenes de las obras realizadas en 2017.



**Figura 55. Ubicación de sitios en los cauces donde se establecieron las diferentes presas en la microcuenca del cerro Tariaqueri.**

## 6.- Realizar el diseño ejecutivo de las obras transversales y prácticas de estabilización de taludes

Las represas filtrantes de gavión son estructuras formadas por gaviones y piedra, que se recomiendan entre otros usos para controlar la erosión en cárcavas. Son obras con baja inversión y que tiene larga duración, son flexibles, permeables y monolíticas. En caso de presentarse una falla de mecánica de suelos, puede sufrir deformaciones sin perder su eficiencia, además disipa la energía del agua, acumula azolves sin la retención del agua y trabajan como módulos independientes lo que les permite mayor resistencia al volteo y al deslizamiento. Los objetivos principales son reducir la erosión hídrica, la disminución de la velocidad de escurrimiento y reducir el poder erosivo de los mismos.

Para el diseño de estas presas se deben considerar parámetros relacionados con la topografía del suelo y las características hidrológicas de la cuenca.

Algunos de los elementos utilizados dentro de los cálculos del diseño fueron;

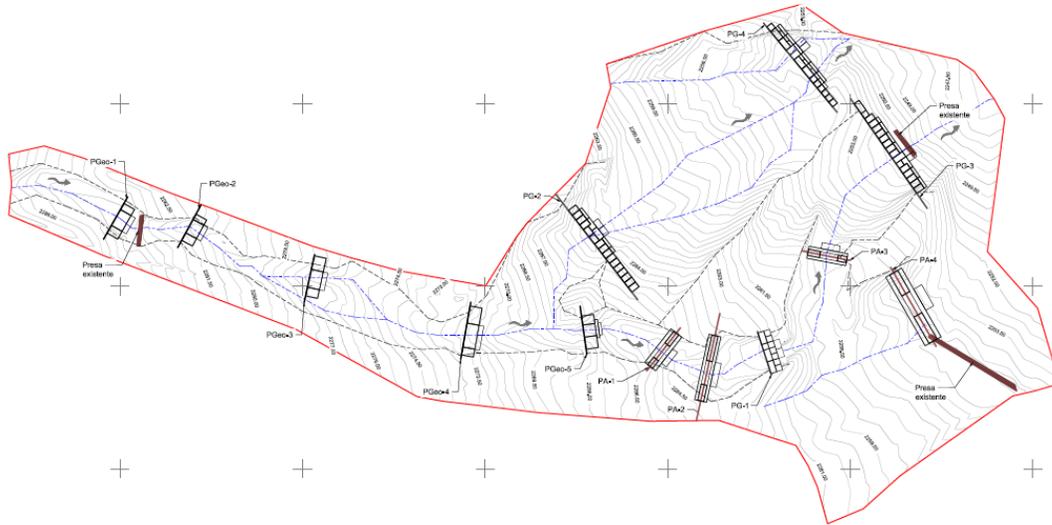
- El gasto máximo en los arroyos en avenidas extraordinarias, elemento indispensable para diseñar la altura y ancho del vertedor.
- Las secciones obtenidas en el levantamiento topográfico (Figura 56) y seccionamiento de cauces.

En la Figura 57 presenta el plano topográfico que se elaboró considerando la información de topografía que se obtuvo de campo. En el mismo plano se presenta el trazo donde se ubicaron las secciones de cada una de las presas de gaviones, de piedra acomodada y de geocostales en 2017.



**Figura 56. Levantamiento topográfico del área donde se construyeron las presas en la microcuenca del Cerro Tariaqueri.**

Además también se realizó el cálculo para determinar cantidad de piedra que se requirió para cada presa de piedra acomodada, y en el caso de las presas de geocostales, la cantidad de costales a utilizar para cada una de las presas.



**Figura 57. Plano topográfico con la ubicación de las secciones de cada una de las presas que se construyeron en la microcuenca del Cerro Tariaqueri.**

En el anexo 3 se presenta el procedimiento metodológico utilizado para el diseño ejecutivo de las presas de gaviones, de piedra acomodada y de geocostales en la microcuenca del Cerro Tariaqueri, Tzintzuntzan, Michoacán.

## **7.- Asesoría y acompañamiento a productores para la realización de las obras transversales en cauces.**

Para la ejecución del proyecto en 2017, se realizaron reuniones de trabajo con personal del H. Ayuntamiento de Tzintzuntzan, a través del Encargado de la Dirección de Ecología, Sergio Pérez Reyes, y con las autoridades de la Comunidad Indígena de Tzintzuntzan, por medio del Presidente del Comisariado, el Sr. Delfino Álvarez Molinero, además, por supuesto de estar acompañando el proceso de personal de la Comisión Forestal del Estado de Michoacán COFOM desde la Dirección General hasta la Delegación VII Pátzcuaro, con los Ings. Eduardo Aguilar, Agustín Martínez, Vicente Rangel, Manuel Gutiérrez, entre otros. En las reuniones de trabajo se les presentó el proyecto que se realizó para su conocimiento y se dio seguimiento continuo donde siempre se estuvo acompañando de cada una de las partes desde la ubicación de los sitios para realizar las obras, hasta el proceso de construcción y terminación de las obras. En las Figuras 58 y 59 se presentan ejemplos de las reuniones de trabajo que se tuvieron.



**Figura 58. Reunión de trabajo entre MTA-COFOM-H. Ayuntamiento de Tzintzuntzan y Autoridades de la Comunidad Indígena de Tzintzuntzan realizada el 09 de noviembre de 2017.**



**Figura 59. Reunión de trabajo entre MTA-COFOM-H. Ayuntamiento de Tzintzuntzan y Autoridades de la Comunidad Indígena de Tzintzuntzan realizada el 22 de noviembre de 2017.**

Para la construcción de las presas se tuvo la decida participación de personas de la Comunidad Indígena quienes con su fuerza de trabajo y con una previa capacitación, participaron en el establecimiento de las presas. Durante el proceso de establecimiento de las presas, se tuvo el acompañamiento técnico y supervisión del personal del IMTA y de la COFOM, para verificar que las obras se realizarán conforme a los diseños ejecutivos que se realizaron para garantizar un eficiente funcionamiento.

A continuación de presentan imágenes en las que se muestran la participación activa de la comunidad.



**Figura 60. Participación en la instalación de geocostales.**





**Figura 61. Participación la construcción de piedra acomodada.**



**Figura 62. Participación la construcción de presas de gavión.**

**8.- Continuar con la medición de impactos ambientales de la restauración con las microcuencas pareadas instrumentadas (con y sin prácticas y/o obras conservacionistas).**

Recordar que para este punto se contempla el registrar información de lluvia y escurrimientos de dos microcuencas, una que es la microcuenca Ichupio que es donde se han realizado obras y prácticas conservacionistas, y otra es la microcuenca Malacate que es donde prácticamente no se han realizado acciones y obras conservacionistas. De esta manera, se miden los efectos de las obras y prácticas conservacionistas en la producción de escurrimientos y sedimentos debido a la presencia o no de obras y prácticas.

Durante el 2017 se realizaron las siguientes actividades:

**Mantenimiento de los equipos de medición:** Se tienen instalados los pluviómetros digitales en ambas microcuencas, con ellos se está midiendo de manera continua la lluvia y se les estuvo dando mantenimiento para que el registro de datos fuera preciso (Figura 63).



**Figura 63. Mantenimiento de pluviómetros digitales en las microcuencas pareadas.**

Por tanto, desde principio de año se realizó el registro continuo de la información de lluvia cada que ocurre un evento y también se registra la temperatura cada 10 minutos.

Por otro lado, también se dio mantenimiento a los equipos de medición de gasto que cuentan con sensor ultrasónico con telemetría en cada uno de los canales vertedores de las microcuencas pareadas (Figura 64).



**Figura 64. Mantenimiento de los equipos de medición de gasto con sensores ultrasónicos con telemetría en las microcuencas pareadas.**

De esta manera, desde principio de año y hasta finalizar el mismo, se estuvo registrando continuamente información de gasto y temperatura cada 2-3 minutos.

**Acondicionamiento de los canales vertedores:** Con la finalidad de tener una sección limpia de maleza y sedimentos, así como, de una sección uniforme de los canales, fue que se realizaron actividades de limpieza de los canales vertedores, para de esta manera tener siempre limpia el área de flujo del escurrimiento y tener registros de datos precisos de gasto y sedimentos cuando se lleguen a presentar eventos de escurrimiento.

En las Figuras 65 y 66, se presentan aspectos del antes y después de la limpieza de los canales vertedores de ambas microcuencas.



*Antes*



*Después*

**Figura 65. Acondicionamiento y limpieza del canal vertedor de la microcuenca Ichupio.**



*Antes*

*Después*

**Figura 66. Acondicionamiento y limpieza del canal vertedor de la microcuenca Malacate.**

Durante el año se estuvieron haciendo revisiones para vigilar el funcionamiento adecuado de los equipos de medición.

**Recopilación de información:** Tanto en los pluviómetros digitales como en los medidores ultrasónicos de gasto, se recopiló la información que se registró durante los meses de enero a diciembre del presente año (Figura 67).



**Figura 67. Recopilación de información desde enero hasta diciembre de 2017 de los pluviómetros digitales y de los medidores de gasto.**

Durante los eventos de escurrimiento que se presentaron, se realizó la toma de muestras de escurrimiento cada 10 minutos (Figura 68).



**Figura 68. Cauce principal Malacate, toma de muestras de escurrimiento durante un evento.**

En la microcuenca Ichupio el escurrimiento es menor, a pesar que la precipitación y superficie en ambas microcuencas es similar, en parte porque en la microcuenca Ichupio existe una mayor cantidad de obras de conservación de agua y suelo, así como una mayor superficie forestal y reforestada. En la Figura 69 se observa la toma de muestra de escurrimiento.



**Figura 69. Cauce principal Ichupio, toma de muestra de escurrimiento durante un evento.**

Una vez que se toman las muestras de escurrimiento, se transportaron hacia un pequeño laboratorio (Figura 70) donde se separa el sedimento del agua por el proceso de decantación, y cuando el suelo queda en el fondo del frasco se decanta el agua. En la Figura 71 se observa los sedimentos con la muestra de agua del lado izquierdo y del lado derecho únicamente las muestras de sedimento.



**Figura 70. Transporte de muestras de escurrimiento al mini laboratorio.**



**Figura 71. Muestras de escurrimiento durante el proceso de decantación para cuantificar los sedimentos (muestra del lado izquierdo corresponde a la microcuenca Ichupio y la del lado derecho a la microcuenca Malacate).**

Adicionalmente se toman muestras de escurrimiento que se enviaron al laboratorio para realizar el análisis de contenido de nutrientes. El sedimentos del frasco se seca en una estufa especial y se pesa para obtener el peso de sedimento por muestra (Figura 72).



**Figura 72. Secado y pesado de muestras de sedimento obtenido de las muestras de escurrimiento.**

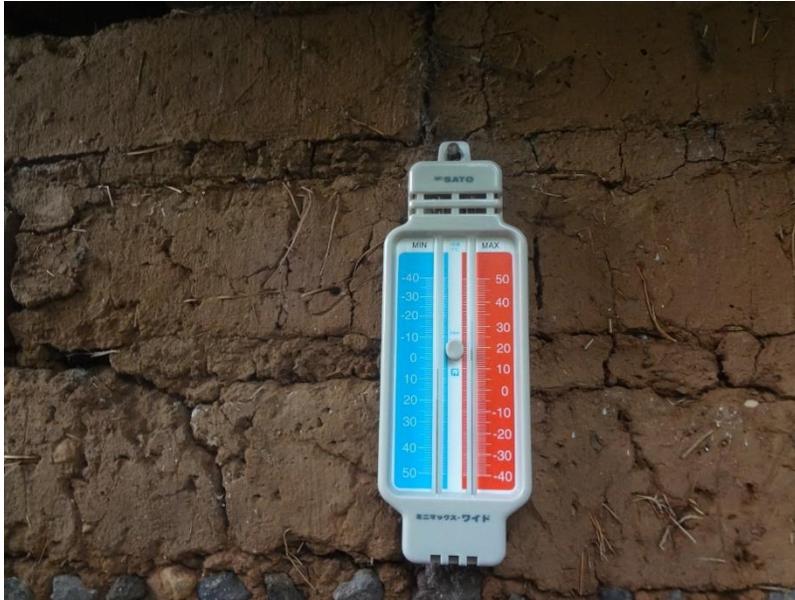
Otra actividad que se realiza es la toma de muestras de suelo en ambas microcuencas para medir la humedad del suelo, las tomas se realizan a las 8 am y 6 pm todos los días durante el periodo de lluvia (Figura 73).



**Figura 73. Toma de muestras de suelo para determinar el contenido de humedad.**

La muestra que se tomó se pesó y se registró, posteriormente se introduce a la estufa para secar durante aproximadamente 8 hora después de ello se registra el peso seco y se realiza la diferencia de peso de suelo húmedo y peso de suelo seco y con ello se obtiene el contenido de humedad del suelo.

Además del registro de la temperatura que se obtienen con el pluviómetro digital, se cuenta con un termómetro de máximas y mínima (Figura 74), cada día se registra la información de temperatura a las 8 am.



**Figura 74. Termómetro de máxima y mínima instalada en la comunidad de Ichupio.**

### ***Resultados y análisis de información de lluvia***

Como parte de los resultados que se obtuvieron, se presenta en la Tabla 7 los datos diarios de lluvia que se registraron en ambas microcuencas durante el 2017.

**Tabla 7. Datos de precipitación diaria registrados del 01 de enero al 31 de diciembre de 2017 en las microcuencas Ichupio y Malacate.**

Fecha	Precipitación (mm)	
	Ichupio	Malacate
01-ene	0.0	0.2
11-ene	0.0	0.2
04-feb	0.6	0.0
17-feb	0.4	0.4
19-feb	4.4	4.6
20-feb	0.0	0.2
04-mar	1.2	0.6

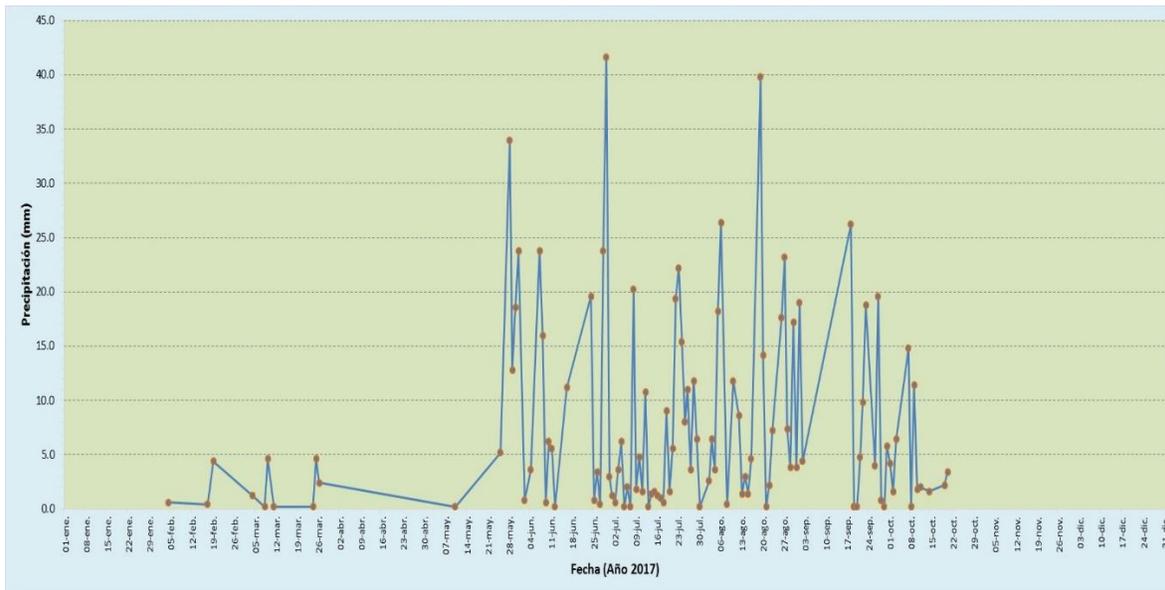
	<b>Precipitación (mm)</b>	
07-mar	0.0	0.2
08-mar	0.2	1.6
09-mar	4.6	4.6
11-mar	0.2	1.2
24-mar	0.2	0.0
25-mar	4.6	13.8
26-mar	2.4	3.4
06-may	0.0	2.8
10-may	0.2	0.8
25-may	5.2	10.8
26-may	0.0	0.2
28-may	34.0	20.8
29-may	12.8	26.6
30-may	18.6	17.2
31-may	23.8	17.6
02-jun	0.8	0.8
04-jun	3.6	1.6
07-jun	23.8	14.4
08-jun	16.0	26.6
09-jun	0.6	0.2
10-jun	6.2	7.2
11-jun	5.6	3.2
12-jun	0.2	0.4
13-jun	0.0	0.2
16-jun	11.2	12.4
24-jun	19.6	22.6
25-jun	0.8	0.8
26-jun	3.4	2.4
27-jun	0.4	1.8
28-jun	23.8	18.0
29-jun	41.6	31.4
30-jun	3.0	3.4
01-jul	1.2	2.2
02-jul	0.6	0.2
03-jul	3.6	4.2
04-jul	6.2	8.4
05-jul	0.2	0.2
06-jul	2.0	2.2

	<b>Precipitación (mm)</b>	
07-jul	0.2	0.0
08-jul	20.2	8.4
09-jul	1.8	1.4
10-jul	4.8	5.0
11-jul	1.6	1.6
12-jul	10.8	8.2
13-jul	0.2	0.0
14-jul	1.4	2.2
15-jul	1.6	1.6
16-jul	1.2	2.4
17-jul	1.0	1.6
18-jul	0.6	0.4
19-jul	9.0	12.6
20-jul	1.6	2.0
21-jul	5.6	6.8
22-jul	19.4	14.0
23-jul	22.2	22.0
24-jul	15.4	18.4
25-jul	8.0	7.4
26-jul	11.0	7.0
27-jul	3.6	8.6
28-jul	11.8	9.0
29-jul	6.4	4.8
30-jul	0.2	0.2
02-ago	2.6	1.8
03-ago	6.4	4.2
04-ago	3.6	4.2
05-ago	18.2	18.4
06-ago	26.4	41.0
08-ago	0.4	0.2
10-ago	11.8	12.6
12-ago	8.6	11.2
13-ago	1.4	1.0
14-ago	3.0	4.2
15-ago	1.4	4.6
16-ago	4.6	5.0
18-ago	0.0	1.2
19-ago	39.8	27.8

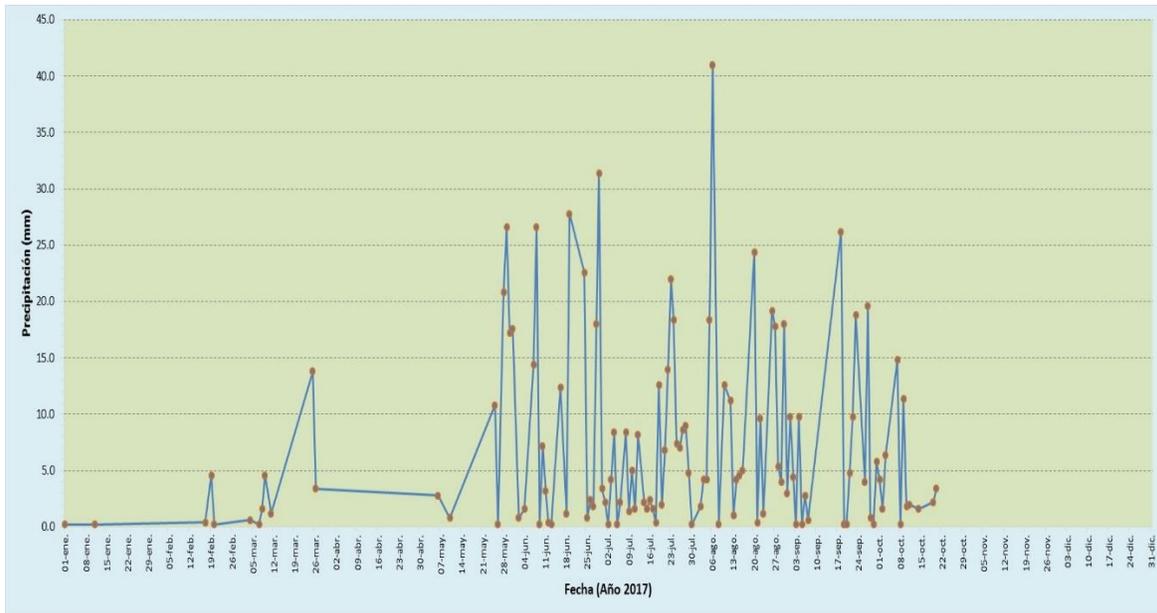
	<b>Precipitación (mm)</b>	
20-ago	14.2	24.4
21-ago	0.2	0.4
22-ago	2.2	9.6
23-ago	7.2	1.2
26-ago	17.6	19.2
27-ago	23.2	17.8
28-ago	7.4	5.4
29-ago	3.8	4.0
30-ago	17.2	18.0
31-ago	3.8	3.0
01-sep	19.0	9.8
02-sep	4.4	4.4
03-sep	0.0	0.2
04-sep	0.0	9.8
05-sep	0.0	0.2
06-sep	0.0	2.8
07-sep	0.0	0.6
18-sep	26.2	26.2
19-sep	0.2	0.2
20-sep	0.2	0.2
21-sep	4.8	4.8
22-sep	9.8	9.8
23-sep	18.8	18.8
26-sep	4.0	4.0
27-sep	19.6	19.6
28-sep	0.8	0.8
29-sep	0.2	0.2
30-sep	5.8	5.8
01-oct	4.2	4.2
02-oct	1.6	1.6
03-oct	6.4	6.4
07-oct	14.8	14.8
08-oct	0.2	0.2
09-oct	11.4	11.4
10-oct	1.8	1.8
11-oct	2.0	2.0
14-oct	1.6	1.6
19-oct	2.2	2.2

	Precipitación (mm)	
20-oct	3.4	3.4
<b>Total</b>	<b>835.8</b>	<b>846.4</b>

En la microcuenca Ichupio llovieron un total de 835.8 mm y en la microcuenca Malacate un total de 846.4 mm durante todo el año, es decir, solamente existe una diferencia en lluvia de 10.6 mm entre ambas microcuencas, lo que indica que se presentaron eventos de lluvia muy similares. En las Figuras 75 y 76 se presentan las gráficas donde se muestran los datos diarios de lluvia que se registraron en ambas microcuencas.

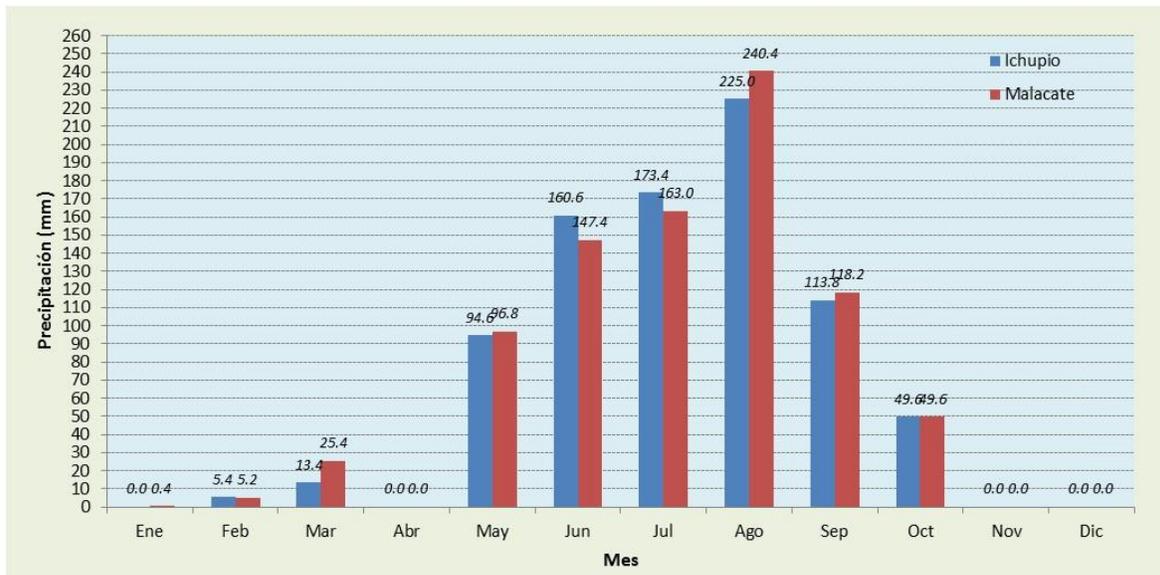


**Figura 75. Precipitación diaria registrada en la microcuenca Ichupio del 01 enero al 31 de diciembre de 2017.**



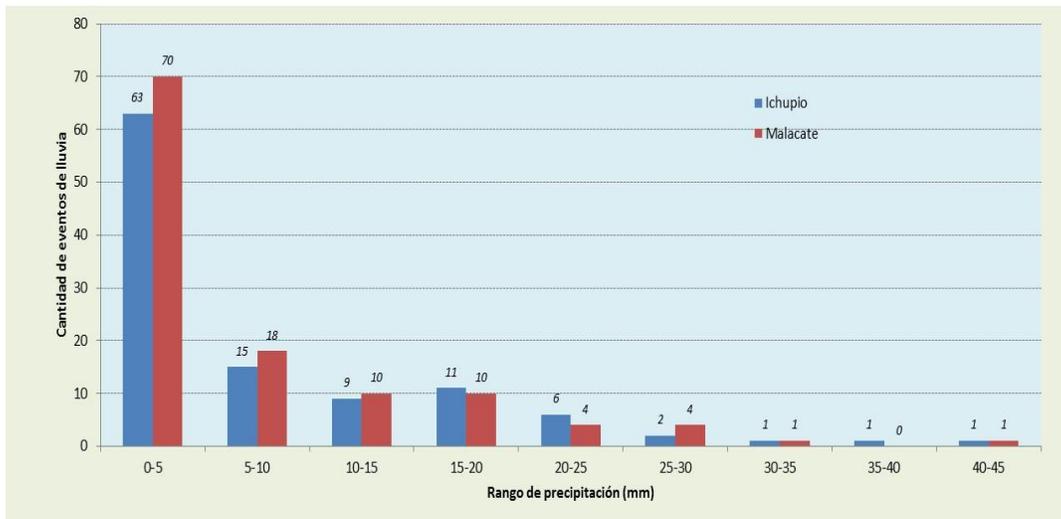
**Figura 76. Precipitación diaria registrada en la microcuenca Malacate del 01 de enero al 31 de diciembre de 2017.**

Por su parte, en la gráfica de la Figura 77, se presenta la cantidad de lluvia mensual que se registró en cada microcuenca, y se observa que los meses con más lluvia fueron del periodo de junio a septiembre.



**Figura 77. Precipitación mensual registrada en las microcuencas Ichupio y Malacate del 01 de enero al 31 de diciembre de 2017.**

Otro tipo de información que se obtuvo fue el relacionado con la distribución de eventos por rango de precipitación, donde se observa que en la microcuenca Ichupio se presentaron 109 días con lluvia y en la microcuenca Malacate se presentaron 118 días con lluvia (Figura 78).



**Figura 78. Distribución de eventos por rango de precipitación diaria registrada en las microcuencas Ichupio y Malacate del 01 de enero al 31 de diciembre de 2017.**

Y de estos eventos de lluvia, se presentaron 63 y 70 eventos con lluvias menores a 5 mm, en las microcuencas Ichupio y Malacate, respectivamente (es decir, representan del 57 al 59% del total de eventos) y se caracteriza porque este tipo de eventos generalmente no provocan escurrimiento superficial.

Como se observará en el análisis que se presenta en los apartados siguientes, los eventos de lluvia que tienen cantidades que superan los 10 mm de lluvia y que tengan antecedentes con días previos en los que haya estado lloviendo, es cuando se tuvieron las condiciones para que se presente el escurrimiento superficial.

Para cada microcuenca se necesitaron de condiciones diferentes para que se presentara el escurrimiento, ya que en la microcuenca Malacate con lluvias que superen los 15 mm es casi seguro que se presente el escurrimiento, sin embargo, en el caso de la microcuenca Ichupio que es la que tiene las obras y prácticas conservacionistas, se necesita de presentarse lluvias que superen los 25 mm para que se genere escurrimiento superficial.

Finalmente, en la Figura 79 se presenta la gráfica con la cantidad de días con lluvia por mes, y se observa que los meses de junio a septiembre son los más lluviosos ya que se presentan de 21 a 26 días del mes con lluvia.



**Tabla 9. Cuantificación de la producción de escurrimientos y sedimentos por evento y producción de sedimentos por hectárea evaluada en la Microcuenca Malacate (sin prácticas de conservación) obtenidos en el 2017.**

Fecha	Precipitación (mm)	Escurrecimiento (mm)	Escurrecimiento máximo L/s	Volumen (L)	Concentración de sedimentos (g/L)	Producción de sedimentos (Kg)
29-jun-17	31.4	0.683	87.8	1,019,401.6	6.8	6,931.9
06-ago-17	42	3.570	568.1	5,328,439.9	10.6	56,481.5
19-ago-17	13	3.936	179.1	5,873,678.1	2.5	14,684.2
20-ago-17	25	4.056	513.4	6,052,640.8	12.9	78,079.1
<b>TOTAL</b>	<b>111.4</b>	<b>12.245</b>		<b>18,274,160.4</b>		<b>156,176.7</b>

Superficie microcuenca (ha)	149.24	
Volumen (L)	18,274,160.4	
<b>Producción de sedimentos/ha</b>	<b>1.046 ton</b>	<b>= 1,046.48 kg/ha</b>

En esta ocasión se realizó un análisis de la información cuantificada de cuatro eventos de escurrimiento que se presentaron al mismo tiempo en ambas microcuencas, esto con la finalidad de realizar una comparación más a detalle y observar los efectos y comportamiento de la producción de escurrimientos y de sedimentos.

Sin embargo, se menciona que en la microcuenca Ichupio se presentaron 7 eventos que generaron escurrimiento, y en la microcuenca Malacate fueron 14 los eventos los que generaron escurrimiento superficial, ambos en el total del ciclo de lluvias del 2017.

Un análisis general de la información de ambas Tablas nos arrojó que como era de esperar en la microcuenca Malacate que es la que *NO TIENE obras ni prácticas conservacionistas*, es la que presentó los mayores escurrimientos tanto en cantidad de *mm* como en los escurrimientos máximos registrados, y por tanto, lo mismo sucedió con el volumen total escurrido.

Para el caso de la producción de sedimentos también se obtuvieron por evento la cantidad promedio de sedimentos que van en suspensión en el escurrimiento. En ambas Tablas se presenta la información que se obtuvo para cada evento por microcuenca.

Observando los datos y comparándolos entre ambas microcuencas se identifica que en la microcuenca Malacate donde *NO SE TIENEN obras ni prácticas conservacionistas*, es la que presenta en promedio los mayores contenidos de sedimentos en el escurrimiento (con 8.20 gr/l) . Y por el contrario, en la microcuenca Ichupio debido al manejo con obras que se realiza en la cuenca de aportación es que tiene los menores contenidos promedio de sedimentos (con 5.25 gr/l).

Para realizar la evaluación de los efectos que se logran con el establecimiento de las obras y prácticas conservacionistas en la producción de escurrimientos y sedimentos, es necesario hacer un análisis conjunto de la información por evento que se presentó, y también por supuesto, analizarlo de manera global con los totales obtenidos.

La microcuenca Ichupio presenta un caudal total de los cuatro eventos analizados mucho menor (489.00 m<sup>3</sup>) que el registrado en la microcuenca Malacate (18,274.16 m<sup>3</sup>). En primer lugar, la microcuenca Malacate tiene una mayor superficie comparada con la microcuenca Ichupio, y fue la que presentó los mayores escurrimientos máximos, lo que derivó en presentarse un mayor caudal, aunado a que en su área de captación de la microcuenca no existen obras ni prácticas conservacionistas. Una particularidad observada, es que en la microcuenca Ichupio se presentaron las mayores cantidades de precipitación por evento comparados con los registrados en la microcuenca Malacate y debido a que tiene en su cuenca las obras y prácticas conservacionistas es que no se presentaron más eventos de escurrimiento, es decir, se requirió de que se presentara “mucha” lluvia para que se pudiera presentar el escurrimiento.

Un dato importante a mencionar es que la microcuenca Malacate tiene una pendiente media en su área de aportación mayor (32.18%) que la de la microcuenca Ichupio (29.75%). Es importante también mencionar que ambas microcuencas cuentan con cubierta forestal en porcentaje muy similar (97.38% en la microcuenca Ichupio y 98.73% en la microcuenca Malacate). El resto de su superficie tiene uso de suelo agrícola.

Por supuesto que en lo referente a la producción de sedimentos se tuvo una respuesta similar a la encontrada en la de producción de escurrimientos, ya que en general, en la microcuenca Malacate se encontraron las mayores concentraciones de sedimentos en los muestreos que se realizaron, aunado a que se presentaron mayores volúmenes de escurrimiento es que se tuvieron mayores pérdidas de suelo que se transportaron en el agua de escurrimiento.

Finalmente, se obtuvo una producción de sedimentos para los cuatro eventos analizados de 156.18 toneladas en la microcuenca Malacate (que no tiene manejo conservacionista), y lo contrario se cuantificó en la microcuenca Ichupio (con manejo conservacionista) ya que tan solo se cuantificaron 3.35 toneladas de sedimentos que “salieron” de la microcuenca. Esto nos lleva a obtener otro parámetro que es la degradación específica, y por tanto, en el año de evaluación de 2017 para la microcuenca Malacate fue de 1.046 t/ha (1,046.48 kg/ha), y para la microcuenca Ichupio fue de 0.032 t/ha (32.898 kg/ha), es decir, por efecto de las obras y prácticas conservacionistas se logró reducir en 96.86% la salida de sedimentos de la cuenca, o en otras palabras, prácticamente se produjo muy poca erosión hídrica.

Y en cuanto a los escurrimientos superficiales, se obtuvo un coeficiente de escurrimiento de 0.110 para los cuatro eventos de lluvia evaluados en la microcuenca Malacate, y de 0.004 para la microcuenca Ichupio. Y es que en la microcuenca Malacate de los 114.4 mm de lluvia de los eventos estudiados, solamente 12.25 mm se transformaron en escurrimiento. Y por su parte, en la microcuenca Ichupio fueron 105.6 mm de lluvia y 0.480 mm que se transformaron en escurrimiento. Con ello entonces se determina que la eficiencia de las obras y prácticas conservacionistas establecidas en la cuenca fue de 97.32% para control de los escurrimientos (comparando los datos obtenidos en ambas microcuencas).

Lo anterior, indica que del total de lluvia que se presentó en la microcuenca Ichupio que fue de 835.8 mm, se “quedaron” en el sistema de la cuenca aproximadamente 813.4 mm y se distribuyen como infiltración, humedad del suelo, aprovechamiento de humedad, recarga del acuífero, evapotranspiración, etc.

Cuando se analice la información de más años de evaluación, se tendrá una base más sustentada para comprender la relación lluvia-escurrimiento-erosión en las microcuencas pareadas tipo de la cuenca del Lago de Pátzcuaro, por lo que se requiere de continuar con el registro de información en los siguientes años para tener conclusiones más sustentadas, y será hasta entonces en que las tendencias que se obtendrán se apegarán más a la realidad. Para entonces, se podrá comparar estadísticamente los rendimientos hídricos y la producción de sedimentos asociados con las dos microcuencas, e incluso se podrán practicar transformaciones matemáticas apropiadas para las variables de forma que se obtenga una tendencia estadística aceptable, y es que como se analizó la información, las lluvias que se presentan tienen un comportamiento distinto lo que permite evaluar su impacto en el ciclo hidrológico y en el movimiento de sedimentos en los cauces.

Como se ha mencionado, posteriormente se podrán ajustar modelos de regresión lineal simple que involucrarán como variable dependiente el rendimiento hídrico de cada microcuenca, y como variable independiente la precipitación, así como, el gasto y la producción de sedimentos, y se evaluará su validez estadística a partir de los parámetros de ajuste usualmente empleados. Ya que en otras investigaciones se ha asumido la existencia de una relación lineal entre la precipitación y el escurrimiento, es conveniente aclarar que los modelos que se obtengan no podrán emplearse para hacer estimaciones de caudal y/o de rendimiento hídrico y/o producción de sedimentos, sino que se logrará hasta que se pueda tener información más robusta para determinar las tendencias de la comparación entre variables.

El fin último consiste en, bajo la aproximación de caja negra aquí propuesta, obtener los parámetros de regresión con el fin de realizar comparaciones entre ellos y por ende determinar las diferencias entre las microcuencas.

## 9. Otras actividades relacionadas al proyecto

### A- SEGUIMIENTO A LAS ACCIONES REALIZADAS EN 2016

Durante el año 2016 se realizaron acciones en diversas zonas y microcuencas de la cuenca del Lago de Pátzcuaro, y se considera importante el realizar acciones de seguimiento para determinar el pleno establecimiento de las obras y acciones implementadas, pero, sobre todo, para aprender de los éxitos y tomarlo como base para continuar con el sistema de trabajo, o en su caso, aprender a que no hacer para tener un mejor éxito.

Por ello, en coordinación con personal de la COFOM con quienes se ha venido coordinando y ejecutando las diferentes acciones que se han realizado, se realizaron recorridos por los predios donde se reforestó para determinar el prendimiento y sobrevivencia de los arbolitos, así mismo, se estuvieron revisando las diversas presas que se construyeron para determinar su eficiencia en el control de los sedimentos.

A continuación, se presenta en los siguientes apartados los resultados encontrados:

- **Prendimiento y sobrevivencia de los predios reforestados en 2016**

En el mes de noviembre de 2016 (a tres meses de la plantación) se realizaron recorridos de campo por los 8 predios reforestados y se determinó el porcentaje de prendimiento, para esa fecha el promedio oscilaba el 93.5% de prendimiento, donde el valor más bajo fue de 85% y el más alto de 98%. Por su parte en el mes de marzo de 2016 (a siete meses de la plantación), se realizaron otros recorridos de campo por los predios reforestados y para entonces se cuantificó el porcentaje de sobrevivencia en un promedio de 83.7%, con un valor mínimo de 60% y un máximo de 90%. En la Tabla 10 se presenta la información de prendimiento y sobrevivencia de cada predio reforestado.

Por tanto, hasta el mes de marzo el porcentaje de sobrevivencia era alentador, sin embargo, se tiene la certeza de que el porcentaje tenderá a la baja ya que hasta el mes de abril no se habían presentado lluvias en la cuenca que pudieran ayudar a mantener una humedad en el suelo que permitiera que los arbolitos se adaptaran al sitio y sobrevivan. Por lo que en el mes de mayo se realizará una segunda visita a cada uno de los predios para determinar el porcentaje final de sobrevivencia que se espera oscile en promedio por el 70%.

En las figuras siguientes se muestran testimonios fotográficos de los recorridos de campo que se realizaron para cuantificar el porcentaje de sobrevivencia en los predios reforestados.

**Tabla 10. Porcentaje de prendimiento y sobrevivencia por predio reforestado en el 2016.**

No. Predio	Propietario	Nombre del predio	% Prendimiento (Noviembre 2016)	% Sobrevivencia (Marzo 2017)
1	Nicolás Ponciano	Ichupio-Tzintzuntzan	85	60
2	José Jesús Reyes Estanislao	Ichupio	95	85
3	Isaac Hipólito Pérez	Tarerio	95	90
4	Emilio Ascencio Juan	Ejido Puacuario	98	85
5	Guadalupe Solorio Celis	Napízaro	95	90
6	Elías Bastida Talavera	Santa Juana	95	90
7	Gloria Velázquez	Ajuno	95	90
8	Rafael Patricio Galván	Santa Ana Chapitiro	90	80
<b>Promedio</b>			<b>93.5</b>	<b>83.7</b>



**Figura 80. Sobrevivencia de arbolitos en la reforestación realizada en el 2016 en el predio No. 1 Ichupio-Tzintzuntzan (marzo de 2017).**



**Figura 81. Sobrevivencia de arbolitos en la reforestación realizada en el 2016 en el predio No. 2 Ichupio (marzo de 2017).**



**Figura 82. Sobrevivencia de arbolitos en la reforestación realizada en el 2016 en el predio No. 5 Napízaro (marzo de 2017).**



**Figura 83. Sobrevivencia de arbolitos en la reforestación realizada en el 2016 en el predio No. 7 Ajuno (marzo de 2017).**



**Figura 84. Muestra del sistema de raíces con micorrizas de un arbolito que ha sobrevivido (marzo de 2017).**

- **Seguimiento a las presas construidas en 2016**

Es importante dar seguimiento a las obras que se establecen en los cauces de las microcuencas, sobretodo para identificar su buen o mal funcionamiento para lo cual se construyeron. De tal manera, que en el mes de abril de 2017 se realizó un recorrido de campo por los cauces donde se construyeron las dos presas de gaviones, las dos presas de piedra acomodada y las dos presas de geocostales, y se identificó lo siguiente:

- a) *Presas de gaviones*: Las dos presas de gaviones no han sufrido daños en su estructura, por lo que funcionan adecuadamente, e incluso se verificó que en la primer presa de gaviones se logró “detener” aproximadamente 0.9 m de altura de sedimentos, y en la segunda presa se logró “detener” 1.1 m de altura de sedimentos. En las siguientes fotos se presentan los testimonios fotográficos.



**Figura 85. Presa de gaviones 01 donde se observa la retención de sedimentos después de 9 meses de construida.**



**Figura 86. Presa de gaviones 02 donde se observa la retención de sedimentos después de 9 meses de construida.**

- b) *Presas de piedra acomodada*: Las dos presas de piedra acomodada también se encuentran bien estructuralmente hablando, por tanto funcionan adecuadamente, y se verificó que en la primera presa de gaviones prácticamente ya se llenó de sedimentos, mientras que en la segunda presa de piedra se cuantificó que aproximadamente ha retenido en promedio 30 cm de altura de sedimentos. También enseguida se presentan testimonios fotográficos.



**Figura 87. Presa de piedra acomodada 01 donde se observa la retención de sedimentos después de 9 meses de construida.**



**Figura 88. Presa de piedra acomodada 02 donde se observa la retención de sedimentos después de 9 meses de construida.**

- c) *Presas de geocostales*: En cauces del primer orden se construyeron dos presas de geocostales, generalmente se construyen donde no fluye mucho escurrimiento, ya que se trata de presas que se construyen con costales de geotextil llenos de tierra que se enciman uno sobre otro siguiendo un criterio de diseño y no tienen más de 1 m de altura. Al realizar la visita de campo, se corroboró que ambas presas de geocostales presentan daños en su estructura debido a la presencia de un evento de escurrimiento extraordinario que provocó que algunos costales se cayeran, y para atender el daño, en este año se reconstruirán ambas presas. Se presenta enseguida fotografías de cada una de las presas donde se observa que ambas si retuvieron sedimentos.



**Figura 89. Presa de geocostales 01 donde se observa daños en su estructura y la retención de sedimentos después de 9 meses de construida.**



**Figura 90. Presa de geocostales 02 donde se observan los daños en su estructura (27 de abril de 2017).**

### **B. REUNIONES DE TRABAJO 2017**

Como en años anteriores, a inicios del año 2017 se realizaron reuniones de trabajo con personal de la Delegación VII de la COFOM, principalmente con el Ing. Vicente Rangel (Delegado), el Ing. Manuel Gutiérrez (Subdelegado), con quienes se mantiene una comunicación permanente y donde se han tomado acuerdos y decisiones encaminadas a lograr la producción de planta en el módulo tecnificado. Dentro de ello, sobresale la decisión de que por parte del IMTA se apoye con insumos agroquímicos (principalmente fertilizantes y funguicidas) los cuales se entregaron y han sido de gran utilidad para lograr que las plantas se desarrollen adecuadamente porque se les ha proporcionado los fertilizantes en el momento oportuno y además, cuando han sufrido daños por hongos y plagas, también han tenido los

insumos para aplicarlos en su momento y controlar los ataques que afectan el desarrollo de los arbolitos.

También como parte de las reuniones, se han realizado recorridos de campo para verificar el porcentaje de prendimiento de los predios que se reforestaron en el 2016, así como, recorridos de campo para ubicar los sitios donde se construirán las presas en este 2017, y también se identificaron predios que se seleccionaron para reforestar en este año. La información más a detalle se describe en los apartados anteriores.

Particularmente se destacan las reuniones que se realizaron el 07 de julio de 2017 en la que se tomaron acuerdos entre ambas instituciones (IMTA-COFOM) que conllevaron a lograr las metas y compromisos que se tienen con la Fundación Gonzalo Río Arronte relacionados con el proyecto 2017 denominado "*Prácticas y obras para la repoblación forestal y Conservación de Suelos*" para continuar con la conservación y restauración de los recursos naturales bosque, agua y suelo en la cuenca del Lago de Pátzcuaro.

También se realizó una reunión de trabajo el 27 de julio de 2017 con personal de la COFOM con la finalidad de asentar los resultados de los recorridos de campo que se realizaron durante los periodos del 10 al 13 de julio, del 18 al 21 de julio y del 25 al 27 de julio del presente año en los cuales se seleccionaron los sitios donde se construirán las presas de gaviones, de piedra acomodada y de geocostales; así como, la concertación y selección de predios con necesidades de recuperación forestal de la cuenca del Lago de Pátzcuaro en los cuales se reforestará en este año y que forman parte de las actividades que entre el IMTA y la COFOM acordaron realizar según la minuta de la reunión sostenida el pasado 07 de julio del presente año como parte de las actividades que entre ambas instituciones realizan para lograr las metas y compromisos que se tienen con la Fundación Gonzalo Río Arronte relacionados con el proyecto RD-1611.4 denominado "*Prácticas y obras para la repoblación forestal y Conservación de Suelos*" para continuar con la conservación y restauración de los recursos naturales bosque, agua y suelo en la cuenca del Lago de Pátzcuaro.

Otra reunión se realizó el 01 de septiembre de 2017 (Figura 91) con la finalidad de presentar los avances logrados por los acuerdos del 2016 y del 2017 entre el IMTA y la COFOM, y presentar la propuesta de acciones a realizar de manera coordinada entre ambas instituciones que conlleven a lograr las metas y compromisos que se tienen con la Fundación Gonzalo Río Arronte relacionados con el proyecto denominado "*Prácticas y obras para la repoblación forestal y Conservación de Suelos*" para continuar con la conservación y restauración de los recursos naturales bosque, agua y suelo en la cuenca del Lago de Pátzcuaro. La minuta de la reunión se presenta en el Anexo 2, y en la reunión estuvieron presentes el Dr. Nahún Hamed García Villanueva, Coordinador de Riego y Drenaje, Dr. José Javier Ramírez Luna, Subcoordinador de Conservación de Cuencas y Servicios Ambientales y el M.C. Pedro Rivera Ruiz, Jefe de Proyecto, del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA); y por parte de la COFOM, los CC. Ing. Roberto Pérez Medrano, Director General, Ing. J. Vicente Rangel Piñón, Delegado Forestal VII Pátzcuaro-Zirahuén y el Ing. Manuel Gutiérrez Castillo, Subdelegado de Restauración Forestal.



**Figura 91. Reunión de trabajo realizada el 01 de septiembre de 2017 en la Delegación VII Pátzcuaro de la COFOM.**

El 09 de noviembre de 2017, se realizó una reunión que convocó la COFOM en sus oficinas centrales ubicadas en Morelia, Mich., en dicha reunión se presentaron los avances que se han logrado del proyecto en este año al nuevo Director de la COFOM, el Ing. Jaime Díaz Vázquez, y estuvieron presentes también el Ing. Eduardo Aguilar, Subdirector de Restauración Forestal, Ing. Agustín Martínez, Jefe del Departamento de Restauración de Suelos y el Ing. Gilberto Olivares, Jefe del Departamento de Producción de Planta. Por parte del IMTA estuvieron presentes la M.C. Sandra Vázquez, Coordinadora Técnica del Proyecto de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro, el Dr. José Javier Ramírez Luna, Subcoordinador de Conservación de Cuencas y Servicios Ambientales, y el M.C. Pedro Rivera Ruiz, Jefe del Proyecto “Prácticas y Obras para la Repoblación Forestal y Conservación de Suelos. Se acuerda que el Ing. Agustín Martínez, será el enlace operativo con el IMTA para los trabajos que la Fundación Gonzalo Río Arronte está realizando a través del IMTA en la cuenca del Lago de Pátzcuaro; y también, la COFOM dará acompañamiento técnico y de supervisión con el IMTA para la realización del proyecto de establecimiento de presas en la microcuenca del Cerro Tariaqueri. Una fotografía de la reunión que se sostuvo, se presenta en la Figura 92.

Las minutas de las reuniones 2017 se presentan en el anexo 2.



**Figura 92. Reunión de trabajo realizada el 09 de noviembre de 2017 en las oficinas de la COFOM en Morelia, Michoacán.**

En las fechas del 22 de noviembre y 20 de diciembre, se tuvieron reuniones de trabajo en los que participaron personal del IMTA, de la COFOM, del H. Ayuntamiento de Tzintzuntzan y autoridades de la Comunidad Indígena de Tzintzuntzan. En dichas reuniones se presentó el proyecto y se estuvo realizando la revisión y supervisión de los avances del proyecto del establecimiento de presas de gaviones, de piedra acomodada y de geocostales en la microcuenca del Cerro Tariaqueri.



**Figura 93. Reunión de trabajo entre MTA-COFOM-H. Ayuntamiento de Tzintzuntzan y Autoridades de la Comunidad Indígena de Tzintzuntzan realizada el 22 de noviembre de 2017.**

## **VII. CONCLUSIONES**

1. El módulo tecnificado de producción de planta forestal, Francisco J. Mujica, estuvo trabajando de manera permanente, y a pesar de presentarse algunos contratiempos éstos se resolvieron.
2. Se trabajó coordinadamente con la COFOM desde la Dirección hasta la para cumplir los compromisos y metas del proyecto.
3. Con recursos del proyecto de 2014-2016 se logró una superficie total reforestada de 615.98 ha (598,000 plantas) y, en 2017 se logró reforestar 146.9 ha a través de reforestaciones sociales, además de las 149.4 ha que se habían reforestado en 2016 a través de la misma forma.
4. Se realizó un total de 979.7 m<sup>3</sup> de obras de conservación (geocostales, piedra acomodada, gaviones)
5. Se han llevado a cabo las reforestaciones con la participación activa de productores a quienes solo les proporcionó la planta del vivero.
6. Se tiene el análisis de información de lluvia de enero a diciembre de este año. Con la información se ha realizado un análisis del efecto en la producción de escurrimientos y sedimentos por efecto de la presencia o no de obras y prácticas conservacionistas, en la que se determina que se tiene una eficiencia promedio de 97% que por efecto de las acciones se favorece la infiltración de agua de lluvia y no se producen sedimentos que llegarían al Lago de Pátzcuaro.

**VIII. ANEXOS**

**Anexo 1. Entrega de insumos**

**2014**



2014, Año de Octavio Paz



**COORDINACIÓN DE HIDRÁULICA**

Subcoordinación de Tecnología Apropiada

Oficio N° RJE.04.04.-067

Asunto: Insumos módulo tecnificado

Jiutepec, Mor. a 02 de junio de 2014

**M.C. MARTHA JOSEFINA RODRÍGUEZ CASILLAS**  
**DIRECTORA GENERAL**  
**COMISIÓN FORESTAL DEL ESTADO DE MICHOACÁN**  
**P R E S E N T E**

En respuesta a su amable petición realizada al suscrito por medio del M.C. Abel Plascencia González, Subdirector de Restauración Forestal vía correo electrónico del día 7 de Mayo del presente año, relativa a realizar gestiones ante la Fundación Gonzalo Río Arronte (FGRA) para adquirir y suministrarles insumos necesarios para asegurar la producción de las plantas que se utilizarán en los trabajos de reforestación 2014 en terrenos de la cuenca del Lago de Pátzcuaro, y que están en fase de desarrollo en el módulo tecnificado construido dentro del vivero Francisco J. Mújica, al respecto me permito informarle lo siguiente:

Por la experiencia de relación del IMTA con la Fundación Gonzalo Río Arronte sabemos que no es factible solicitar fondos adicionales a la FGRA de los autorizados por su Junta Directiva y convenidos en los proyectos a ejecutarse en las diferentes etapas de los Programas que se ejecutan en las cuencas que apoya la Fundación en el país.

Sin embargo, conscientes de la enorme importancia de contar a tiempo con planta de calidad, y a petición expresa de la COFOM, el IMTA, como es de su conocimiento, suministró sustratos para el módulo tecnificado en el mes de Octubre de 2013, para poder iniciar a tiempo la producción de planta. Asimismo, en relación con los insumos solicitados, le informo que se hizo el esfuerzo de buscar ahorros en el proyecto "Prácticas y Obras para la Repoblación Forestal y Conservación de Suelos" que el IMTA ejecuta como parte del Programa para la Recuperación Ambiental de la cuenca del Lago de Pátzcuaro, y manteniendo la normatividad que esta Institución debe guardar, se adquirieron 24 bultos de 25 lbs c/u del fertilizante de desarrollo con fórmula 21-5-20, que estamos conscientes son los urgentes debido a la etapa fenológica de las plantas. Dichos insumos se hicieron llegar vía mensajería para su utilización en el módulo tecnificado y fueron recibidos por el Delegado de la COFOM en la región.

En espera de continuar con una fructífera relación de trabajo, le reitero mi consideración más distinguida.

**Atentamente,**  
**El Subcoordinador**

**Ing. Miguel Ángel Córdova Rodríguez**

C.c.p.- Dr. Víctor Hugo Alcocer Yamanaka. Coordinador de Hidráulica. IMTA. Presente.  
M.Sc. Raúl Medina Mendoza. Jefe de Proyecto. IMTA. Presente.  
M.C. Abel Plascencia González. Subdirector de Restauración. COFOM. Presente.

**2015**

SEMARNAT



**IMTA**  
INSTITUTO MEXICANO  
DE TECNOLOGÍA  
DEL AGUA

"2015, Año del Generalísimo José María Morelos y Pavón"

**COORDINACIÓN DE HIDRÁULICA**

Subcoordinación de Tecnología Apropriada

Oficio N° RJE.04.04.-EOCG.04

Jiutepec, Mor. a 15 de diciembre de 2015

**Ing. J. Vicente Rangel Piñón**  
Delegado Regional Forestal VII  
Pátzcuaro-Zirahuén  
Comisión Forestal del Estado de  
Michoacán  
Presente

Por la presente, y conforme a los acuerdos tomados el día 12 de noviembre del 2015 en la reunión sostenida en las instalaciones del vivero forestal Copándaro, ubicado en la localidad del mismo nombre, perteneciente al municipio de Salvador Escalante, Michoacán, se le hace entrega del siguiente material para el trasvase/producción de planta:

-35 paquetes de 25 kg de peso cada uno de bolsa de polietileno de 13 x 25 cm.  
-12 sacos de 50 lb de peso cada uno de fertilizante Osmocote.

De igual manera, se le hace entrega del siguiente material requerido para la rehabilitación del módulo tecnificado del vivero Francisco J. Mujica localizado en Pátzcuaro:

Concepto	Unidad	Cantidad
Limen swich para robot de riego.	Pza	2.00
Plástico para invernadero color blanco lechoso cal 720 mesas de 4 x 12 mts.	Rollo	50.00
Gowcover en rollo.	Rollo	6.00
Rollo de cable galvanizado 7x7 3/8".	Mts	200
Rollo de cable galvanizado 7 x 7 3/16".	Mts	300
Boquillas de robot tres diferentes galones.	Pza	144.00
Cuerpo de boquillas de robot de riego.	Pza	48.00
Alambre galvanizado para soporte de malla.	Kg.	400.00
Malla aluminet 4 x 12 con dobladillo y ojillos marca POLYSACK	lienzo	50
Inyector de fertilizante D12M22 Dosatron 14 GPM	Pza	1
Conjunto de tapa y junta nylon para fijar aspensor.	Pza	144.00

Sin otro particular, me despido enviándole un cordial saludo.

Atentamente

Jefe de Proyecto

M.I. Erick Oliver Cervantes Gutiérrez

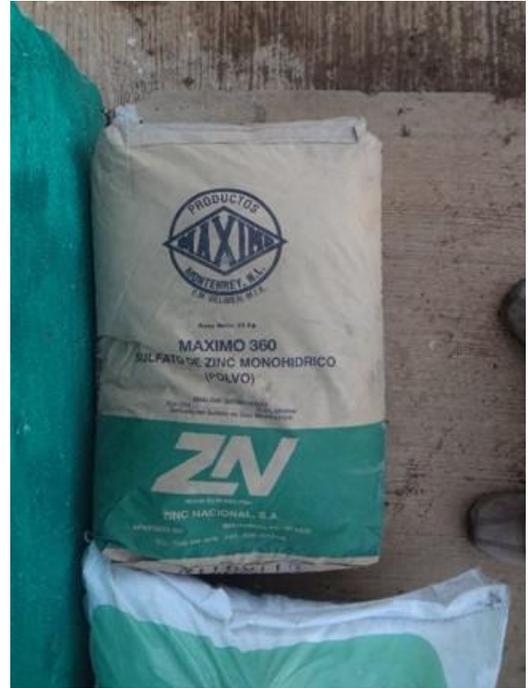
c.p. Ing. Miguel Ángel Córdova Rodríguez. Subcoordinador de tecnología apropiada. IMTA.- Presente

Expediente.

*Recibi Original  
15/12/15*

**2017**

**TESTIMONIOS FOTOGRAFICOS DE LA PRIMERA ENTREGA DE INSUMOS AGROQUÍMICOS  
REALIZADA EL 10 DE FEBRERO DE 2017**





**TESTIMONIOS FOTOGRAFICOS DE LA SEGUNDA ENTREGA DE INSUMOS AGROQUÍMICOS  
REALIZADA EL 10 DE MAYO DE 2017**





**TESTIMONIOS FOTOGRAFICOS DE LA TERCERA ENTREGA DE INSUMOS AGROQUÍMICOS  
REALIZADA EL 20 DE JULIO DE 2017**







**FLORES AGRO Y JARDIN, S.A. DE C.V.**

Domicilio fiscal R.F.C. : FAJ920809392  
Calle: KM 1 CARRETERA TEMIXCO ZAPATA No. 71, Col. MIGUEL HIDALGO, CP: 62580, TEMIXCO, MORELOS, MEXICO

Expedido en Calle: KM 1 CARRETERA TEMIXCO ZAPATA No. 71, Col. MIGUEL HIDALGO, CP: 62580, TEMIXCO, MORELOS, MEXICO

Lugar de expedición TEMIXCO, MORELOS

Facturado a: ( 2897 ) INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGIA DEL AGUA

Calle: PASEO CUAUHNAHUAC No. 8532, Col. PROGRESO, CP: 62550, JIUTEPEC, MORELOS, R.F.C: IMT011031BB3, Telefono:3-29-36-65

Comprobante fiscal digital  
Serie: FTX  
Folio: 7848  
Fecha : 2017-02-08T09:27:26  
Forma de pago:  
Pago en una sola exhibición  
Método de pago y Cuenta:  
01 EFECTIVO  
Régimen fiscal:  
Persona Moral Regimen general de ley

Vendedor : Su pedido:  
Enviar a:

Cantidad	Unidad	Clave	Descripción	% Desc	IVA	IEPS	P/U	Importe
3.00	pz	PHC-T-22	PHC T-22 Trichoderma harzianum 454g	0.00	0.00	0.00	865.00000	2,595.00
1.00	BT	168 CAL MAG	SULFATO DE MAGNESIO 50 KG	0.00	0.00	0.00	320.00000	320.00
1.00	BT	886slfcb	SULFATO DE COBRE BTO 25 KG.	0.00	0.00	0.00	1,450.00000	1,450.00
1.00	BT	419SZMAR	SULFATO DE ZINC 25 KGS	0.00	0.00	0.00	700.00000	700.00
1.00	BT	701FE	SULFATO FERROSO 25 KG	0.00	0.00	0.00	240.00000	240.00
6.00	BT	314CDKIN	CAL DOLOMITA 40 LBS	0.00	16.00	0.00	181.03448	1,086.21
Pedimento aduanal: 3216-5000961				20/06/2015	REYNOSA			



*Recibido en el laboratorio de análisis de suelos de la Universidad de Colima*

Subtotal	6,391.21
Descuento	0.00
I.E.P.S	0.00
I.V.A.	173.79
<b>Total</b>	<b>6,565.00</b>

SEIS MIL QUINIENTOS SESENTA Y CINCO PESOS 00/100 M.N.

"Este documento es una representación impresa de un CFDI"

Folio fiscal: 3D585359-E6F3-49B4-97BE-25446ADB7635

Fecha y hora de certificación: 2017-02-08T09:27:26

Sello digital del CFDI:

Xc0RIR5J9i8QO2JFUQ0Mh8uERZQPYPFPzRGHako5YN9r/18Q9EGj/nmAReXwvqxfNWCrFE5v4KTwbJnSaIGP/ISz4Ylyt/cS8f8M3cDc./14xY/uvRhArrqzedNsT97gk/QCBNNcVbRIFcPBWEHjdEJZNts1fqKVGhtnSLvw==

Número de serie del Certificado de Sello Digital :

00001000000203641065

Número de serie del Certificado de Sello Digital del SAT:

00001000000301021501

Cadena original del complemento de certificación digital del SAT:

[|1\_0|3D585359-E6F3-49B4-97BE-25446ADB7635|2017-02-08T09:27:26|Xc0RIR5J9i8QO2JFUQ0Mh8uERZQPYPFPzRGHako5YN9r/18Q9EGj/nmAReXwvqxfNWCrFE5v4KTwbJnSaIGP/ISz4Ylyt/cS8f8M3cDc./14xY/uvRhArrqzedNsT97gk/QCBNNcVbRIFcPBWEHjdEJZNts1fqKVGhtnSLvw=|00001000000301021501|]

Sello digital del SAT:

OVzKRWzGHqLUJ+5DCUpdQjY3UFnaD6SKJO10HXDqBAPOHee/TuqfUL2KfLZEFZRD/ugRqEVuO1k26c4EjM8Grd8qZ8vPg++wKdGFuDYU9MUyc8zgLvPRP09bDulpWKtWwYap5EqLufArm5uw6pSC5b8139xbT8F213zZIE=



Página 1 de 1

**JESUS IGNACIO SIMON ZAMORA**  
PROLONGACION MANUEL PEREZ CORONADO 111 JARDINES DEL CUPATITZIO  
URUAPAN, URUAPAN  
MICHOCAN, MEXICO C.P. 60080  
RFC: SIZJ560201C72  
TEL. (452) 519-2662, CEL. (452) 525-6155 FAX. 014525192662  
www.galienigenicos.com

**FOLIO FISCAL** EF1FCF40-E660-4277-0FEC-41252028B67A  
**REGIMEN FISCAL** REGIMEN DE LAS PERSONAS FISICAS CON ACTIVIDADES EMPRESARIALES Y PROFESIONALES  
**LUGAR DE EXPEDICION** URUAPAN, MICHOCAN  
**FECHA** 10 DE MAYO DE 2017 (2017-05-10T12:32:07)

<b>CLIENTE</b> 1220 INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGIA DEL AGUA RFC: IMT011031BB3 PASEO CUAUHNAHUAC 8532 PROGRESO JUTEPEC MORELOS, MEXICO C.P. 62560	<b>FACTURA</b>	
	<b>A</b>	<b>6477</b>
<b>CONDICIONES</b> CONTADO		

CLAVE	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNITARIO	DCTO.	IMPORTE
BIOFER 1	SUPERMAGRO LITROS	120.00LTS	32.00		3,840.00
MINCO 17	HARINA DE ROCAS BTO DE 40 KGS	160.00KGS	3.75		600.00
BIO 16	BIO AMINOGAIA	20.00	185.00		3,700.00
BIO 7	UNIDAD DE MEDIDA: LTS MICORRIZAS DOSIS DE 700 GRS	5.00DS	90.00		450.00
MINCO 5	DIATOMEA SACO 20 KGS	250.00KGS	28.00		7,000.00
MINCO 4	HIDROXIDO DE CALCIO SACO 25 KGS	50.00KGS	5.48		274.00
BIO 30	BIOACTIVADOR DS 400 GRS	10.00DS	305.00		3,050.00
		615.00			
			SUBTOTAL		10,914.00
			I.V.A. 0 %		0.00
			TOTAL		10,914.00

(DIECIOCHO MIL NOVECIENTOS CATORCE PESOS 00/100 M.N.)

**METODO DE PAGO** 04 CUENTA 5387  
**PAGO** CONTADO

**SELLO ORIGINAL DEL OFP**  
[Long alphanumeric string]

**SELLO DEL SAT**  
[Long alphanumeric string]

**CADENA ORIGINAL DEL COMPLEMENTO DE CERTIFICACION DIGITAL DEL SAT**  
[Long alphanumeric string]

**Nº. DE SERIE DEL CERTIFICADO SAT**  
000100000400191519

**FECHA Y HORA DE CERTIFICACION**  
2017-05-10T12:32:07

**Nº. DE SERIE DEL CERTIFICADO DEL CDD**  
000100000400191519

**CFDI Val.**  
3.30

*Recibido*  
*10/05/17*  
*Ing. J. Vicente Rangel Pinos*





**JESUS IGNACIO SIMON ZAMORA**  
PROLONGACION MAZATLAN 1738 JARDINES DEL CUPATITZIO  
URUAPAN, URUAPAN  
MICHOCAN, MEXICO C.P. 69080  
RFC: SIZJ990201C72  
TEL. (452) 519-2662, CEL. (452) 525-6155 FAX. 014525192662  
www.gaiaorganicos.com

**FOLIO FISCAL:** 33C688E-02FB-47CC-850E-DD1AC3BECFCD  
**REGIMEN FISCAL:** REGIMEN DE LAS PERSONAS FISICAS CON ACTIVIDADES EMPRESARIALES Y PROFESIONALES  
**LUGAR DE EXPEDICION:** URUAPAN, MICHOCAN  
**FECHA:** 20 DE JULIO DE 2017 (2017-07-20T07:55:17)

<b>CLIENTE</b>	INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGIA DEL AGUA 1220 RFC: IMT011031BB3 PASEO CUARHNHUMC 8532 PROGRESO JILUTEPEC MORELOS, MEXICO C.P. 62550	<b>FACTURA</b> <b>A 6667</b>
<b>CONDICIONES:</b> CONTADO		

CLAVE	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNITARIO	DOCT.	IMPORTE
BIOFER 1	SUPERMAGRO LITROS	180.00 LTS	32.00		5,760.00
BIO 7	MICORRIZAS DOSIS DE 700 GRS	10.00 DS	80.00		800.00
BIO 30	BIOACTIVADOR DS 400 GRS	10.00 DS	305.00		3,050.00
BIO 3	TRICHODERMA DOSIS 450 GRS	5.00	218.00		1,090.00
	UNIDAD DE MEDIDA: KGS				
BIO 10	BACILLUS SUBTILIS LITROS	5.00 LTS	120.00		600.00
		210.00		<b>SUBTOTAL</b>	11,400.00
				<b>L.V.A. 0%</b>	0.00
				<b>TOTAL</b>	11,400.00

(ONCE MIL CUATROCIENTOS PESOS 00/100 M.N.)

**METODO DE PAGO:** 04 CUENTA 5387  
**PAGO:** CONTADO

**SELLO DIGITAL DEL CFDI**  
[Long alphanumeric string]

**SELLO DEL SAT**  
[Long alphanumeric string]

**CADENA ORIGINAL DEL COMPLEMENTO DE CERTIFICACION DIGITAL DEL SAT**  
[Long alphanumeric string]

**NÚMERO DE SERIE DEL CERTIFICADO SAT**  
00001800603301731173

**FECHA Y HORA DE CERTIFICACION**  
2017-07-20T08:40:14.0

**NÚMERO DE SERIE DEL CERTIFICADO DEL CFDI**  
000193201420483421

**CFDI VÁLIDO**  
3/27

***Anexo 2. Minutas***

**Minuta del 05 de diciembre de 2014**



**MINUTA QUE SE ELABORA PARA HACER CONSTAR LA REUNIÓN Y ACUERDOS EMANADOS DE LA MISMA, REALIZADA ENTRE PERSONAL DE LA COMISIÓN FORESTAL DE MICHOACÁN -COFOM-, Y DEL INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA -IMTA-.**

**OBJETIVOS DE LA REUNIÓN:** En el marco de las acciones del Programa para la Recuperación Ambiental de la cuenca del Lago de Pátzcuaro:

- a) Establecer una coordinación de trabajo entre ambas instituciones para operar eficaz y eficientemente el módulo tecnificado de producción de planta construido en el vivero Francisco J. Mújica de Pátzcuaro, con recursos de la Fundación Gonzalo Río Arronte.
- b) Consensuar las superficies con necesidades de reforestación y/o de recuperación forestal en el territorio de la cuenca de Pátzcuaro.
- c) Consensuar un mapa de "Zonificación de especies arbóreas más adaptadas ecológicamente al territorio de la cuenca de Pátzcuaro".

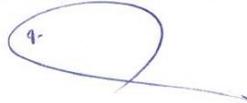
**LUGAR:** La reunión se realizó el día 5 de Diciembre de 2014 en la sala de juntas de la Dirección General de la COFOM, y se hacen constar los siguientes:

**ACUERDOS**

El IMTA realizará una revisión del Adendum al Convenio General de Colaboración para la Recuperación Ambiental de la cuenca del Lago de Pátzcuaro. Cuarta etapa 2013-2018, con el propósito de identificar en las clausulas existentes en el mismo, la posibilidad de elaborar un acuerdo específico de coordinación y colaboración entre el IMTA y la COFOM para los trabajos en la cuenca de Pátzcuaro. En caso de proceder, el énfasis se pondrá en elaborar un Convenio Específico para producción de planta al Inicio de cada ciclo, sustentado en las necesidades reales y específicas de la recuperación de la cobertura vegetal. El IMTA propondrá el documento del acuerdo específico a la COFOM, a finales del mes de Febrero de 2015.

2.- La COFOM elaborará un mapa de "áreas con necesidades de reforestación para la cuenca de Pátzcuaro", utilizando como insumos los shaples del mapa elaborado por el IMTA en 2010 denominado "necesidades de recuperación forestal en la cuenca de Pátzcuaro", así como los shaples del trabajo "inventario estatal de áreas degradadas" elaborado por la COFOM en el año 2014. Dicho mapa será analizado y afinado en conjunto entre COFOM e IMTA y una vez consensuado será puesto a disposición de la CONAFOR para su potencial utilidad en los trabajos del Programa Especial de las cuencas Pátzcuaro y Zirahuén. Se estima que a finales del mes de Marzo de 2015 se podría tener la versión consensuada de dicho mapa.

3.- La COFOM y el IMTA elaborarán un mapa con la zonificación de especies arbóreas con mayor adaptación a las condiciones de la cuenca de Pátzcuaro. Para ello, la COFOM realizará el acopio de información de cartografía elaborada por el INIFAP en años anteriores, relacionada a las áreas potenciales para impulsar plantaciones forestales en el estado de Michoacán, así como otra cartografía relacionada a la "calidad de estación de las especies arbóreas". Por su parte el IMTA, realizará el acopio de otra cartografía que pudiera apoyar este trabajo, como es el caso de inventarios forestales estado. Se estima que a finales del mes de Marzo de 2015 se podría tener la versión consensuada de dicho mapa





El IMTA concertará desde un año antes los sitios, predios y zonas específicas para los trabajos de reforestación en el territorio de la cuenca de Pátzcuaro. Se procurará elegir los sitios identificados en el “mapa con necesidades de reforestación de la cuenca de Pátzcuaro” y se recurrirá al mapa de zonificación de especies arbóreas, con el cual se identificará las especies a reproducir en el módulo tecnificado del vivero Francisco J. Mújica, para cubrir la demanda de los sitios elegidos en la concertación. Por su parte la COFOM realizará la misma acción cuya meta de reforestación en la cuenca de Pátzcuaro estará en función del presupuesto disponible.

5.- Para los trabajos de reforestación del año 2015, se tienen en desarrollo en el módulo tecnificado de Pátzcuaro, las especies de *Pinuspseudostrobus*, *P. patula*, *P. michoacana*, *P. montezumae*, *Abies religiosa* y *P. michoacana*., las cuales serán distribuidas en los predios que se concerten para los trabajos de reforestación 2015. El IMTA dispondrá de planta para la recuperación forestal de 300 ha y la COFOM dispondrá del resto de plantas reproducidas en el módulo tecnificado para utilizarse en los trabajos de reforestación en el territorio de la Delegación Pátzcuaro. Para la reproducción de especies a utilizar en el año 2016 en los trabajos de reforestación, se procederá a trabajar con la estrategia enunciada en el acuerdo No. 4 de esta minuta.

6.- La COFOM multiplicará en el vivero Francisco J. Mújica entre 20,000-25,000 plantas de Madroño para ir reintroduciendo esta especie en el territorio de la cuenca en los trabajos de reforestación 2016. Para ello, el IMTA asegurará que en los predios concertados y que se adapte bien esta especie, se asuma por parte de los dueños, plantar un porcentaje de dicha especie.

7.- En relación con la infraestructura del módulo tecnificado y para eficientar su funcionamiento, se identifica lo siguiente orden de prioridad:

7.1 Es necesario sustituir los 42 cuerpos de aspersión completos con sus tres boquillas cada uno, además de los microfiltros de cada cuerpo aspersor.

7.2 Se requiere sustituir todo el plástico color blanco lechoso, calibre 720 tratado contra luz UV para cubrir cada una de los 48 microtúneles.

7.3 Se requiere reforzar con alambre galvanizado el soporte de malla y plástico en los microtúneles o mesas de soporte de charolas.

7.4 Se requiere sustituir el inyector de fertilizantes al robot de riego.

7.5 Se requiere un diagnóstico con personal especializado sobre el funcionamiento de las componentes eléctricas vinculadas al robot de riego. Con base en dicho diagnóstico se determinará las componentes que deban ser reparadas y/o sustituidas.

7.6 Se requiere realizar con personal especializado, revisión y ajuste de nivelación de torre soporte de barra húmeda del robot de riego.

7.7 Es conveniente realizar una investigación técnica sobre las ventajas y desventajas del material denominado Aluminet, para tomar una decisión sustentada para la sustitución de la malla sombra negra al 45% de sombreado, con la cual se construyó el módulo tecnificado.



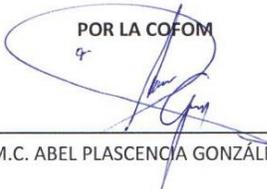
Comisión Forestal del  
Estado de Michoacán



Se acuerda que el IMTA analizará el presupuesto disponible para el año 2015 a aplicar en los proyectos de la cuenca de Pátzcuaro, con el propósito de identificar recursos financieros que puedan destinarse a atender las prioridades para el funcionamiento eficiente del módulo tecnificado.

No habiendo otros asuntos que tratar, se da por finalizada la reunión siendo las 15 hrs del día 05 de Diciembre de 2014, firmando los que en ella intervinieron.

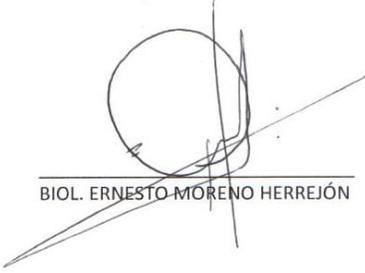
POR LA COFOM

  
M.C. ABEL PLASCENCIA GONZÁLEZ

POR EL IMTA

  
M.Sc. RAÚL MEDINA MENDOZA

  
ING. GILBERTO OLIVARES HUERTA

  
BIOL. ERNESTO MORENO HERREJÓN

**Oficio S.R.F/02/106/2014 del 27 del junio de 2014**



Comisión Forestal del  
Estado de Michoacán

S.R.F/02/106/ /2014

Asunto: Se envía vales de suministro de planta forestal.

Morelia, Mich., a 27 de Junio de 2014

**M. Sc. Raúl Medina Mendoza**  
Especialista en Manejo y Conservación de  
Recursos Naturales en Cuencas del IMTA  
**P R E S E N T E**

En seguimiento al Convenio General de Colaboración para la recuperación ambiental del Lago de Pátzcuaro y específicamente al acuerdo de producción de planta, me permito enviar **14 vales** que amparan **205,000 (doscientas cinco mil) plantas** producidas en el Módulo Tecnificado del Vivero Fco. J. Mújica.

La planta referida, será establecida en los sitios que conjuntamente fueron acordados con personal de la Delegación Regional VII Pátzcuaro y usted, asimismo, le solicito que los beneficiarios se comuniquen al teléfono (01) 434-34-240-32 del vivero J. Mújica con **dos días de anticipación** para garantizar su entrega y sugerir a los beneficiarios que las labores de carga y descarga de la planta sean las más adecuadas.

DELEGACIÓN	CANTIDAD DE VALES	CANTIDAD DE PLANTA
07 PÁTZCUARO-ZIRAHUÉN	14	205,000
<b>TOTAL</b>	<b>14</b>	<b>205,000</b>

Sin otro asunto en particular, reciba un cordial saludo.

Atentamente



**M.C. Abel Plascencia González**  
Subdirector de Restauración Forestal

C.c.p. Ing. Gilberto Olivares Huerta. Jefe del Departamento de Producción de Planta de la COFOM. Para su conocimiento.  
Archivo y minutarío.

[www.michoacan.gob.mx](http://www.michoacan.gob.mx)

Bosque Cuauhtémoc, Lote No. 11, Col. Centro  
C.P. 58000, Morelia, Michoacán, México.  
Tel. 01 (443) 312 30 26 y 312 37 42, Fax (443) 312 39 06



**Michoacán**  
2012-2015  
Compromiso de todos



GOBIERNO DEL ESTADO DE MICHOACÁN  
COMISIÓN FORESTAL DEL ESTADO  
Departamento de Producción de Planta

**Programa de Reforestación IMTA-COFOM**

REGIÓN FORESTAL	MUNICIPIO	PRECIO Y/O PARAJE	PROPIETARIO Y/O REPRESENTANTE	META		Vivero	Cantidad	Especie	Sistema de producción
				Sup (ha)	No. Plantas				
VII Patzcuaro-Zahuán	Patzcuaro	Yuretzo	Jaime Valdéz Saavedra	64.5	12,000	Pinus capulli	12,900	Pinus capulli	Contenedor-IMTA
					10,000	Pinus devoniana	10,000	Pinus devoniana	Contenedor-IMTA
					17,000	Pinus montezumae	17,000	Pinus montezumae	Contenedor-IMTA
					16,500	Pinus greggii	16,500	Pinus greggii	Contenedor-IMTA
					19,500	Pinus patula	19,500	Pinus patula	Contenedor-IMTA
					<b>75,900</b>		<b>75,900</b>		
					16,000	Pinus capulli	6,000	Pinus capulli	Contenedor-IMTA
					6,000	Pinus montezumae	6,000	Pinus montezumae	Contenedor-IMTA
					9,000	Pinus greggii	9,000	Pinus greggii	Contenedor-IMTA
					15,000	Pinus patula	15,000	Pinus patula	Contenedor-IMTA
					<b>36,000</b>		<b>36,000</b>		
					8,000	Pinus montezumae	8,000	Pinus montezumae	Contenedor-IMTA
					5,000	Pinus devoniana	5,000	Pinus devoniana	Contenedor-IMTA
					2,000	Pinus capulli	2,000	Pinus capulli	Contenedor-IMTA
					<b>15,000</b>		<b>15,000</b>		
4,000	Pinus montezumae	4,000	Pinus montezumae	Contenedor-IMTA					
1,000	Pinus capulli	1,000	Pinus capulli	Contenedor-IMTA					
<b>5,000</b>		<b>5,000</b>							
10,500	Pinus capulli	10,500	Pinus capulli	Contenedor-IMTA					
<b>10,500</b>		<b>10,500</b>							
200	Pinus capulli	200	Pinus capulli	Contenedor-IMTA					
<b>200</b>		<b>200</b>							
500	Pinus capulli	500	Pinus capulli	Contenedor-IMTA					
<b>500</b>		<b>500</b>							
7,500	Pinus devoniana	7,500	Pinus devoniana	Contenedor-IMTA					
14,000	Pinus greggii	14,000	Pinus greggii	Contenedor-IMTA					
13,500	Pinus patula	13,500	Pinus patula	Contenedor-IMTA					
<b>35,000</b>		<b>35,000</b>							
8,000	Pinus devoniana	8,000	Pinus devoniana	Contenedor-IMTA					
6,000	Pinus montezumae	6,000	Pinus montezumae	Contenedor-IMTA					
2,800	Pinus capulli	2,800	Pinus capulli	Contenedor-IMTA					
<b>16,800</b>		<b>16,800</b>							
1,500	Pinus montezumae	1,500	Pinus montezumae	Contenedor-IMTA					
1,500	Pinus capulli	1,500	Pinus capulli	Contenedor-IMTA					
<b>3,000</b>		<b>3,000</b>							
100	Pinus capulli	100	Pinus capulli	Contenedor-IMTA					
<b>100</b>		<b>100</b>							
5,000	Pinus montezumae	5,000	Pinus montezumae	Contenedor-IMTA					
<b>5,000</b>		<b>5,000</b>							
500	Pinus montezumae	500	Pinus montezumae	Contenedor-IMTA					
<b>500</b>		<b>500</b>							
1,000	Pinus capulli	1,000	Pinus capulli	Contenedor-IMTA					
500	Pinus montezumae	500	Pinus montezumae	Contenedor-IMTA					
<b>1,500</b>		<b>1,500</b>							
<b>190.20</b>		<b>190.20</b>							
<b>205,000</b>		<b>205,000</b>							
<b>Subtotal</b>		<b>190.20</b>							
<b>TOTAL</b>		<b>190.20</b>		<b>205,000</b>					

*[Handwritten signature]*

**A continuación se presentan la lista final de ha reforestados.**

MUNICIPIO	PREDIO Y/O PARAJE	TIPO DE PROPIEDAD	PROPIETARIO Y/O REPRESENTANTE	CUENCA HIDROGRÁFICA	ECOSIS-TEMA	COORDENADAS GEOGRÁFICAS						META			VIVERO
						LONGITUD W			LATITUD N			SUPERFICIE (HA)	NÚMERO DE PLANTAS	ESPECIE	
						°	'	''	°	'	''				
Patzcuaro	Yuretzió	Privada	Jaime Valdéz Saavedra	Lago de Patzcuaro	Templado Frío	101	29	25.13	19	27	14	86.9	15,900	Prunus capulli	Módulo Tecnificado
													10,000	Pinus devoniana	
													17,000	Pinus montezumae	
													16,500	Pinus greggii	
													8,000	Pinus leiophylla	
													19,500	Pinus patula	
Patzcuaro	Las Palmitas	Privada	Miguel Martínez Valdivinos	Lago de Patzcuaro	Templado Frío	101	32	33.74	19	26	13	48	6,000	Pinus greggii	Módulo Tecnificado
													6,000	Pinus patula	
													9,000	Pinus montezumae	
													12,000	Pinus leiophylla	
													15,000	Prunus capulli	
Tzintzuntzan	Ichupio-Tzintzuntzan	Privada	Alejandro Reyes Estanislao y Paulín Reyes	Lago de Patzcuaro	Templado Frío	101	35	49.89	19	37	31	42	7,500	Pinus devoniana	Módulo Tecnificado
													14,000	Pinus greggii	
													4,000	Pinus leiophylla	
													3,000	Prunus capulli	
													13,500	Pinus patula	
Erongarícuaro	La Zarzamora	Privada	Daniel Álvarez Mendoza y Rubén Álvarez Mendoza	Lago de Patzcuaro	Templado Frío	101	46	36.11	19	36	14	15	10,000	Pinus devoniana	Módulo Tecnificado
													5,000	Pinus montezumae	

Tzintzuntzan	Santa Cruz	Privada	Antonio Barriga Barriga	Lago de Patzcuaro	Templado Frío	101	32	40.49	19	36	40	23.8	8,000	Pinus devoniana	Módulo Tecnificado
													11,000	Pinus montezumae	
													4,800	Prunus capulli	
Patzcuaro	La Vitela	Privada	Jorge Aguirre Guerrero	Lago de Patzcuaro	Templado Frío	101	34		5.4	19	29	35.98	8,000	Pinus montezumae	Módulo Tecnificado
													5,000	Pinus devoniana	
													3,000	Pinus leiophylla	
													2,000	Prunus capulli	
Patzcuaro	Santa Juana	Privada	Pablo Servín Pureco y Elías Bastida Talavera	Lago de Patzcuaro	Templado Frío	101	34		4.2	19	25	13	12,000	Pinus montezumae	Módulo Tecnificado
													1,000	Prunus capulli	
Patzcuaro	Crucero de Chapultepec	Privada	Miguel y/o Ignacio Díaz Saavedra	Lago de Patzcuaro	Templado Frío	101	30	44.69	19	35	57	10.5	10,500	Prunus capulli	Módulo Tecnificado
Quiroga	Sanambo	Privada	Prof. Andrés Chávez Basilio	Lago de Patzcuaro	Templado Frío	101	27	15.21	19	38	39	0.5	500	Pinus montezumae	Módulo Tecnificado
Patzcuaro	Tzurumutzro	Privada	Jovita Torres Patricio	Lago de Patzcuaro	Templado Frío	101	35	53.64	19	32	45	0.5	500	Prunus capulli	Módulo Tecnificado
Tzintzuntzan	Rancho Santiago	Privada	Armando Fraga Urbina	Lago de Patzcuaro	Templado Frío	101	37	57.17	19	34	5	3	1,500	Pinus montezumae	Módulo Tecnificado
													1,500	Prunus capulli	
Huiramba	Los Cerritos	Privada	Abel Martínez Rojas	Lago de Patzcuaro	Templado Frío	101	29	5.74	19	33	12	1.5	1,000	Pinus montezumae	Módulo Tecnificado
													500	Prunus capulli	
Patzcuaro	San Bartolo	Privada	Lucía Catalina Lopez Araujo	Lago de Patzcuaro	Templado Frío	101	40	44.22	19	31	33	0.2	200	Prunus capulli	Módulo Tecnificado
Tzintzuntzan	Ihuatzio	Privada	Ing. Artemio Reyes Quiróz	Lago de Patzcuaro	Templado Frío	101	37	6.95	19	34	22	0.1	100	Prunus capulli	Módulo Tecnificado
Erongarícuaro	Las varas	Privada	José Antonio Arreola Vazquez	Lago de Patzcuaro	Templado Frío							5	5,000	Pinus montezumae	Módulo Tecnificado
<b>Tota</b>												285.98	268,000		

**Oficio S.R.F/02/106/2014 del 27 del junio de 2014**

SEMARNAT



**IMTA**  
INSTITUTO MEXICANO  
DE TECNOLOGÍA  
DEL AGUA

MINUTA DE TRABAJO

MINUTA DE TRABAJO PARA EL RECORRIDO DE SUPERVISIÓN.”.

Fecha: 24 de Octubre del 2015

Lugar:  
Comunidades de la cuenca del lago de Pátzcuaro y Oficinas de COFOM delegación forestal VII,  
Pátzcuaro, Michoacán.

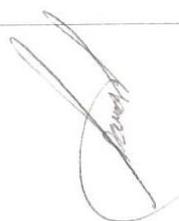
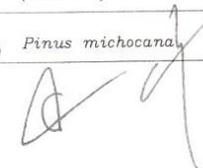
Objetivo:

Realizar recorrido de supervisión con personal de COFOM, IMTA y HUENAN en los lugares de reforestación para verificar los trabajos realizados.

- Recorrido del día Jueves 22 de Octubre del 2015

TABLA 1. RELACIÓN DE BENEFICIARIOS SUPERVISADOS

Beneficiario	Municipio	Predio	Superficie Total (Ha)	Num. de plantas	Especies
Alejandro Reyes Estanislao y Paulín Reyes	Tizintzuntzan	Ichupio	25	23,000.00	<i>Pinus michocana</i>
				2,000.00	<i>Arbutus spp.</i> ( <i>Madroño</i> ) <i>Pinus pseudostrabus</i>
Daniel, Rubén Álvarez Mendoza, Luis Álvarez y Gerardo Figueroa	Erongaricuaró	La Zarzamora	10	10,000.00	
Paulín Reyes	Tizintzuntzan	Ichupio	10	10,000.00	<i>Pinus michocana</i>
Rogelio Rodríguez Rico	Erongaricuaró	Yotatiro	20	20,000.00	<i>Pinus montezumae</i>
				13,000.00	<i>Pinus montezumae</i> <i>Arbutus spp.</i> ( <i>Madroño</i> )
José Guadalupe Francisco	Tizintzuntzan	Comunal	30	1,000.00	
				16,000.00	<i>Pinus michocana</i>

- Recorrido del día sábado 24 de Octubre del 2015

**TABLA 2. RELACIÓN DE BENEFICIARIOS SUPERVISADOS**

Beneficiario	Municipio	Predio	Superficie Total (Ha)	Num. de plantas	Especies
<b>Pablo Servín Pureco, Elías Bastida Talavera</b>	Pátzcuaro	Santa Juana	30	30,000.00	<i>Pinus pseudostrobus</i>

Al finalizar el recorrido de supervisión, se realizó un conteo de las áreas totales reforestadas y de la cantidad de plantas entregadas al beneficiario lo cual representa un total de 125 ha con un total de 125,000 plantas y cuatro diferentes especies.



C. Salomón Jerónimo Jerónimo  
HUENAN S.C. DE R.L.



Ing. Miguel Ángel Córdova Rodríguez  
Subcoordinador de Tecnología Apropriada  
Instituto Mexicano de Tecnología del agua  
(IMTA)



Ing. Manuel Gutiérrez Castillo  
Comisión Forestal del Estado de Michoacán  
(COFOM)



M.I. Erick Oliver Cervantes Gutiérrez  
Jefe de proyecto HC.1426  
Instituto Mexicano de Tecnología del agua  
(IMTA)

**Minuta del 27 de noviembre del 2015**



MINUTA DE TRABAJO

MINUTA DE TRABAJO PARA EL RECORRIDO DE SUPERVISIÓN.”.

Fecha: 27 de Noviembre del 2015

Lugar:  
Comunidades de la cuenca del lago de Pátzcuaro y Oficinas de COFOM delegación forestal VII,  
Pátzcuaro, Michoacán.

Objetivo:

Realizar recorrido de supervisión con personal de COFOM, IMTA y HUENAN en los lugares de reforestación para verificar los trabajos realizados.

- Recorrido del día Jueves 19 de Noviembre del 2015

TABLA 1. RELACIÓN DE BENEFICIARIOS SUPERVISADOS

Beneficiario	Municipio	Predio	Superficie Total (Ha)	Num. de plantas	Especies
José Luis Martínez Rueda	Pátzcuaro	Ajuno	5	5,000.00	<i>Pinus michocana</i>
José Aguirre Guerrero	Pátzcuaro	La Vitela	21	21,000.00	<i>Pinus pseudostrabus</i>

- Recorrido del día sábado 27 de Noviembre del 2015

TABLA 2. RELACIÓN DE BENEFICIARIOS SUPERVISADOS

Beneficiario	Municipio	Predio	Superficie Total (Ha)	Num. de plantas	Especies
Jaime Valdéz Saavedra	Pátzcuaro	Yuretzio	15	6,000	<i>Pinus pseudostrabus</i>
				9,000	<i>Abies religiosa</i>
Miguel Martínez Valdovinos	Pátzcuaro	Las Palmitas	14	4,000	<i>Pinus pseudostrabus</i>
				10,000	<i>Pinus patula</i>
Rafael Díaz Martínez	Pátzcuaro	Ojo de Agua	10	7,000	<i>Pinus motezumae</i>
				3,000	<i>Abies religiosa</i>
Octavio Ramos Nolasco	Pátzcuaro	Cuanajo	20	5,000	<i>Abies religiosa</i>
				15,000	<i>Pinus pseudostrabus</i>
Pablo Servín Pureco	Huiramba	Tupátaro	20	5,000	<i>Abies religiosa</i>
				15,000	<i>Pinus pseudostrabus</i>

Al finalizar el recorrido de supervisión, se realizó un conteo de las áreas totales reforestadas y de la cantidad de plantas entregadas al beneficiario lo cual representa un total de 105 ha con un total de 105,000 plantas y cinco diferentes especies.



C. Salomón Jerónimo Jerónimo  
HUENAN S.C. DE R.L.



M.I. Erick Oliver Cervantes Gutiérrez  
Jefe de proyecto HC.1426  
Instituto Mexicano de Tecnología del agua  
(IMTA)



Ing. Manuel Gutiérrez Castillo  
Comisión Forestal del Estado de Michoacán  
(COFOM).

**Minuta del 06 de diciembre de 2016**



Comisión Forestal del  
Estado de Michoacán

### MINUTA DE ACUERDOS

En la ciudad de Morelia, Michoacán, siendo las 10:00 diez horas, del día martes 06 seis de diciembre del año 2016 dos mil dieciséis; reunidos en las oficinas que ocupa la Subdirección de Restauración Forestal de la Comisión Forestal del Estado, ubicada en la Calle Justo Mendoza lote 11, Bosque Cuauhtémoc, Colonia Centro; los C.C. M.I. Sandra Vázquez Villanueva, Subcoordinadora de Tecnología Apropiaada del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua; M.C. Pedro Rivera Ruíz jefe del proyecto IMTA-GONZALO RIO ARRONTE en la cuenca del lago de Pátzcuaro; M.I. Erick Oliver Cervantes Gutiérrez, Tecnólogo del Agua del IMTA; Ing. Eduardo Aguilar Delgado, Subdirector de Restauración Forestal; Ing. Vicente Rangel Pinón, Delegado Regional Forestal de la Delegación Forestal VII Pátzcuaro-Zirahuén; Ing. Gilberto Olivares Huerta, Jefe de Departamento de Producción de Planta; Ing. Carlos Cervera Moreno, Jefe de Departamento de Plantaciones Forestales, Ing. Agustín Martínez Toledo, Jefe del Departamento de Restauración de Suelos e Ing. Manuel Gutiérrez Castillo, Encargado del Vivero Forestal Francisco J. Múgica, de la Comisión Forestal del Estado, con el propósito de evaluar las acciones realizadas durante 2016 y acordar las acciones y metas conducentes al desarrollo de los trabajos en la Cuenca del Lago de Pátzcuaro, en la temporada 2017.

#### DESARROLLO DE LA REUNIÓN.

El M.C. Pedro Rivera Ruíz realizó un resumen de las acciones y metas alcanzadas durante 2016 y planteó las posibles metas para 2017. También comentó la necesidad de diversificar la producción de los géneros y especies forestales para su establecimiento en la cuenca, atendiendo las necesidades de los sitios a restaurar.

El Ing. Eduardo Aguilar Delgado, comentó la situación financiera de la COFOM, y la necesidad de sumar esfuerzos y recursos para incrementar las acciones y metas en la cuenca del lago de Pátzcuaro.

#### ACUERDOS:

**PRIMERO:** La COFOM, se compromete en revisar la existencia de semillas forestales y existencia de planta en desarrollo, para determinar los faltantes para cubrir las 130,000 plantas que el IMTA considera necesarias para cubrir las metas de reforestación 2017.



**Comisión Forestal del  
Estado de Michoacán**

**SEGUNDO:** El IMTA presentó las metas propuestas para 2017 consistentes en: La reforestación de 100 ha y el replante de 30,000 plantas en las superficies reforestados en 2016, y la construcción de 182.5 m<sup>3</sup> de presas de gavión, y el establecimiento de 68 m<sup>3</sup> de presas de geocostales,

**TERCERO:** El IMTA revisara el presupuesto 2017 para determinar si es posible apoyar acciones relacionadas con la producción de planta forestal en el vivero F. J. Mujica.

**CUARTO:** IMTA y COFOM ratifican la coordinación para el seguimiento a los trabajos del proyecto: "Prácticas y obras para la repoblación forestal y conservación de suelos" en el marco del Programa para la recuperación ambiental de la cuenca del lago de Pátzcuaro.

No habiendo otro asunto que tratar, se cierra la presente a las 12:00 horas del mismo día de su inicio, firmando de conformidad los que en ella intervinieron.

  
**M.I. Sandra Vázquez Villanueva**  
Subcoordinadora de Tecnología Apropiaada  
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

  
**M.C. Pedro Rivera Ruíz**  
Jefe de Proyecto  
Coordinación de Riego y Drenaje del IMTA

  
**M.I. Erick Cervantes Gutiérrez**  
Subcoordinación de Tecnología Apropiaada  
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

  
**Ing. Eduardo Aguilar Delgado**  
Subdirector de Restauración Forestal  
Comisión Forestal del Estado

  
**Ing. Vicente Rangel Piñón**  
Del. Reg. Ftal.VII Pátzcuaro-Zirahuén  
Comisión Forestal del Estado

  
**Ing. Gilberto Olivares Huerta**  
Jefe Dpto. de Producción de Planta  
Comisión Forestal del Estado

  
**Ing. Carlos Cervera Moreno**  
Jefe Dpto. de Plantaciones Forestales  
Comisión Forestal del Estado

  
**Ing. Manuel Gutiérrez Castillo**  
Encargado de Vivero  
Comisión Forestal del Estado

  
**Ing. Agustín Martínez Toledo**  
Jefe del Departamento de Producción de Planta

Adjunto a esta minuta se agrega la presentación donde se mencionan las áreas reforestadas, así como las acciones de conservación, las cuales fueron avaladas en la reunión en comento.

Minuta del 07 de julio del 2017



Comisión Forestal del  
Estado de Michoacán

Minuta de reunión y acuerdos



Siendo las 10:00 horas del día viernes 07 de julio de 2017, reunidos en las oficinas de la Delegación Forestal VII Pátzcuaro de la Comisión Forestal del Estado de Michoacán (COFOM), ubicadas en el Vivero Francisco J. Múgica Km 0.5, Carretera Pátzcuaro-Morelia, C.P. 61615, Pátzcuaro, Michoacán; los CC. M.I. Sandra Vázquez Villanueva, Subcoordinadora de Tecnología Apropiada y Coordinadora Técnica del Programa para la Recuperación Ambiental de la cuenca del Lago de Pátzcuaro Etapa 4 y el M.C. Pedro Rivera Ruiz, Jefe de Proyecto y el M.I. Erick Oliver Cervantes Gutiérrez del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA); y por parte de la COFOM, los CC. Ing. J. Vicente Rangel Piñón, Delegado Forestal VII Pátzcuaro-Zirahuén y el Ing. Manuel Gutiérrez Castillo, Subdelegado de Restauración Forestal; con la finalidad de dar seguimiento a los acuerdos de la reunión realizada el 06 de diciembre de 2016 y tomar nuevos acuerdos entre ambas instituciones que conlleven a lograr las metas y compromisos que se tienen con la Fundación Gonzalo Río Arronte relacionados con el proyecto 2017 denominado "Prácticas y obras para la repoblación forestal y Conservación de Suelos" para continuar con la conservación y restauración de los recursos naturales bosque, agua y suelo en la cuenca del Lago de Pátzcuaro.

La reunión se llevó a cabo bajo el siguiente Orden del Día:

- 1.- Metas 2017 del proyecto *Prácticas y obras para la repoblación forestal y Conservación de Suelos*.
2. Concertación de predios entre COFOM e IMTA para selección de predios a reforestar en 2017.
3. Selección de sitios entre COFOM e IMTA para establecimiento de presas de control de escurrimientos y sedimentos.
4. Situación actual de la producción de planta (incluyendo la diferente a pinos) en el vivero Francisco J. Múgica.
5. Asuntos generales.
6. Acuerdos.
7. Firma de minuta de reunión.

#### DESARROLLO DE LA REUNION

**Primero:** El M.C. Pedro Rivera, presentan los metas que se tienen del proyecto *Prácticas y obras para la repoblación forestal y Conservación de Suelos*, y que son las siguientes: 100 hectáreas de reforestación en predios que se ubiquen dentro de la cuenca del Lago de Pátzcuaro y que cumplan con los requerimientos de tener al menos el 30% de cubierta vegetal, que hayan sufrido daños por incendios, ataques de plagas o enfermedades, o que se ubiquen dentro de las áreas con necesidades de recuperación forestal de acuerdo con el estudio previo que realizó el IMTA y que conoce y tiene la COFOM; además, también se tiene como meta el de replantar 30,000 plantas en las superficies reforestadas en el 2016 con la finalidad de lograr incrementar el porcentaje de prendimiento y sobrevivencia; así como, también se establecerán 120 m<sup>3</sup> de presas filtrantes con gaviones, 40 m<sup>3</sup> de presas de piedra acomodada y 50 m<sup>3</sup> de presas con geocostales. Estas metas se definieron de acuerdo con el presupuesto asignado para el proyecto para el 2017.

**Segundo:** Conforme a los acuerdos de la reunión del 06 de diciembre del 2016, el Jefe de Proyecto reviso el presupuesto y se acordó con el Ing. Vicente Rangel y el Ing. Manuel Gutiérrez, apoyar con el insumo para la producción de planta; un primer lote de insumos se entregó el 10 de febrero de 2017 que recibió el Ing. Manuel Gutiérrez y el segundo lote de insumos se entregó el 10 de mayo de 2017 que recibió el Ing. Vicente Rangel.



Comisión Forestal del  
Estado de Michoacán

Minuta de reunión y acuerdos



**Tercero:** Respecto a la concertación de predios a reforestar y las obras de conservación de suelos en cauces 2017, se ratifica la colaboración COFOM-IMTA para la selección de sitios.

**Cuarto:** Respecto a la producción de planta en el vivero, el Ing. Manuel Gutiérrez informa que se tiene produciendo en el módulo tecnificado la siguiente cantidad de planta: *Pinus patula* (300,000), *Pinus greggii* (240,000), *Pinus pseudostrobus* (20,000), *Pinus oaxacana* (18,000), *Pinus michoacana* (17,000) y *Pinus douglasiana* (12,000). Además, se realizaron colectas de material vegetativo y algunas especies están en proceso de enraizamiento, y se tiene por especie la cantidad siguiente: Madroño (4,000 ), Encino (1,000), Fresno (10,000 ), Tabachín (8,000), Tejocote (2,000), Capulín (5,000), Acacia (3,500), Colorín (1,000).

#### ACUERDOS

**Primero:** El Ing. Vicente Rangel, informa que será el Ing. Manuel Gutiérrez quien fungirá como apoyo técnico y contraparte de parte de la COFOM para los trabajos que se realizarán en el proyecto. Y se acuerda que al menos cada dos semanas en los días miércoles y jueves tendrá disponibilidad para atender las actividades en los que participará personal de IMTA y pueden ser en otros días y no es limitativo siempre y cuando entre ambas partes se acuerden. Para ello, el IMTA previamente avisará al Ing. Vicente Rangel mediante correo electrónico o llamada telefónica con al menos dos días de anticipación para concertar la visita.

**Segundo:** Para la selección definitiva de sitios donde se construirán las presas, se realizará el recorrido de campo entre la COFOM y el IMTA en la semana del 10 al 14 de julio de 2017. Para la selección de predios los recorridos de campo se realizarán en las semanas del 17 al 21 de julio y del 24 al 28 de julio de 2017, lo anterior a que es necesario iniciar con las reforestaciones a partir de la primera semana de agosto de 2017, fecha en que la planta estará lista en el vivero.

**Tercero:** La COFOM tendrá lista las 130,000 plantas que el IMTA requerirá para que en el 2017 reforeste 100 hectáreas en predios ubicados dentro de la cuenca del Lago de Pátzcuaro y que estén ubicados en áreas con necesidades de recuperación forestal, y replante para incrementar el porcentaje de prendimiento en las 100 hectáreas reforestadas en el 2016.

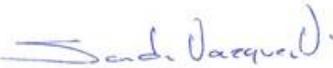
**Cuarto:** En la semana del 10 al 14 de julio de 2017 la COFOM notificará al IMTA de las necesidades de insumos para la fase terminal de la producción de planta y en IMTA informará de acuerdo con su disponibilidad de presupuesto el alcance para apoyar con la adquisición de insumos.

**Quinto:** En la última semana de julio de este año, se programará una reunión en la COFOM en Morelia, para que se informe de los acuerdos y los resultados que se han alcanzado en este primer semestre del año de la colaboración entre IMTA-COFOM.

**CIERRE**

No habiendo otro asunto que tratar, se da por terminada la reunión y se cierra la presente minuta a las 12:00 horas del día de su inicio, y la firman de conformidad los que en ella intervinieron.

**POR EL INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA**



**M.I. SANDRA VÁZQUEZ VILLANUEVA**  
Subcoordinadora de Tecnología Apropia-  
da y Coordinadora Técnica del Programa para  
la Recuperación Ambiental de la Cuenca  
del Lago de Pátzcuaro Etapa 4



**M.C. PEDRO RIVERA RUIZ**  
Jefe del Proyecto RD-1611.4 "Prácticas y  
Obras para la Repoblación Forestal y  
Conservación de Suelos"



**M.I. ERICK OLIVER CERVANTES GUTIERREZ**  
Tecnólogo del Agua  
Subcoordinación de Tecnología Apropia-  
da

**POR LA COMISIÓN FORESTAL DEL ESTADO DE MICHOACÁN**



**ING. J. VICENTE RANGEL PIÑÓN**  
Delegado Forestal VII Pátzcuaro-Zirahuén



**ING. MANUEL GUTIÉRREZ CASTILLO**  
Subdelegado de Restauración Forestal de  
la Delegación Forestal VII Pátzcuaro-  
Zirahuén

**Minuta del 27 de julio del 2017**



Comisión Forestal del Estado de Michoacán

Minuta de reunión de trabajo y acuerdos

Siendo las 15:00 horas del día jueves 27 de julio de 2017, reunidos en las oficinas de la Delegación Forestal VII Pátzcuaro de la Comisión Forestal del Estado de Michoacán (COFOM), ubicadas en el Vivero Francisco J. Múgica Km 0.5, Carretera Pátzcuaro-Morelia, C.P. 61615, Pátzcuaro, Michoacán; el CC. M.C. Pedro Rivera Ruiz, Jefe de Proyecto del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA); y por parte de la COFOM, los CC. Ing. J. Vicente Rangel Piñón, Delegado Forestal VII Pátzcuaro-Zirahuén y el Ing. Manuel Gutiérrez Castillo, Subdelegado de Restauración Forestal; con la finalidad de asentar los resultados de los recorridos de campo que se realizaron durante los periodos del 10 al 13 de julio, del 18 al 21 de julio y del 25 al 27 de julio del presente año en los cuales se seleccionaron los sitios donde se construirán las presas de gaviones, de piedra acomodada y de geocostales; así como, la concertación y selección de predios con necesidades de recuperación forestal de la cuenca del Lago de Pátzcuaro en los cuales se reforestará en este año y que forman parte de las actividades que entre el IMTA y la COFOM acordaron realizar según la minuta de la reunión sostenida el pasado 07 de julio del presente año como parte de las actividades que entre ambas instituciones realizan para lograr las metas y compromisos que se tienen con la Fundación Gonzalo Río Arronte relacionados con el proyecto RD-1611.4 denominado "Prácticas y obras para la repoblación forestal y Conservación de Suelos" para continuar con la conservación y restauración de los recursos naturales bosque, agua y suelo en la cuenca del Lago de Pátzcuaro.

**RESULTADOS DE LOS RECORRIDOS DE CAMPO Y ACUERDOS**

**Primero:** Se atendió conjuntamente una visita del Presidente Municipal de Tzintzuntzan, el Profr. Elesban Aparicio Cuiriz y parte de su cabildo, que realizaron al cerro Malacate donde se presentaron los trabajos de reforestación y de presas de gaviones, de piedra acomodada y de geocostales que se han establecido, así como, también se le presentó el módulo de investigación donde se registra información de la microcuenca Malacate con lo que se evalúan los efectos en la producción de escurrimiento y de sedimentos de las obras y acciones.

**Segundo:** Se recorrió la microcuenca del cerro Tariaqueri del municipio de Tzintzuntzan donde se seleccionaron 4 sitios donde se construirán las presas de gaviones, 3 sitios donde se construirán las presas de piedra acomodada y 5 sitios donde se construirán las presas de geocostales.

**Tercero:** Una vez que el IMTA cuente con el proveedor de servicio que se encargará de realizar los trabajos para establecer las presas, será hasta entonces, quien se encargará de realizar el levantamiento de información topográfica y de campo de las secciones donde se construirán las presas, y se elaborarán los diseños ejecutivos para posteriormente dar inicio con la construcción de las presas. El IMTA y la COFOM estarán supervisando la ejecución de los trabajos.

**Cuarto:** En la microcuenca del cerro Tariaqueri del municipio de Tzintzuntzan, se seleccionó el predio denominado Ladera de Los Mateos que cubre una superficie aproximada de 20 hectáreas

Página 1 de 3



Comisión Forestal del  
Estado de Michoacán

Minuta de reunión de trabajo y acuerdos



la cual se reforestará en este año ya que en el recorrido de campo se identificó que forma parte de las áreas con necesidades de recuperación forestal. El responsable será el Sr. Antonio Ramírez.

**Quinto:** En la comunidad de Tarerio del municipio de Tzintzuntzan, se seleccionó un predio de aproximadamente 15 hectáreas y cuyo responsable será el Comisariado Ejidal, el Sr. Bernardino Hipólito Pérez, que también forma parte de las áreas con necesidades de recuperación forestal y por lo tanto también se reforestará en este año.

**Sexto:** Por su parte, en la comunidad de Sanambo del municipio de Quiroga, se seleccionaron tres predios que cubren una superficie de casi 15 hectáreas y el responsable será el Sr. Isaías Rico Barriga, y los predios también se reforestarán en este año porque forman parte de las áreas donde se requieren recuperar la cubierta forestal.

**Séptimo:** Con el Sr. Moisés Hernández Patricio de la comunidad de Santa Ana Chapitiro, municipio de Pátzcuaro, se seleccionó el Paraje Tererio con una superficie de 16 ha para reforestar ya que se identificó que entra dentro de las zonas con necesidades de recuperación forestal.

**Octavo:** Una superficie de 16 ha del predio denominado El Ahuaje de Napízaro del municipio de Erongarícuaro, también se seleccionó para reforestar, el responsable será el Sr. José Guadalupe Solorio Celis.

**Noveno:** Se seleccionó el predio denominado Atrás del Cerro La Cira de la comunidad de Pocuaro del municipio de Erongarícuaro con una superficie de 12 ha donde se reforestará este año, y el responsable será el Sr. Filemón Ascencio Bautista.

**Décimo:** En la comunidad de Yotatiro del municipio de Erongarícuaro, se seleccionó un predio con una superficie aproximada de 3 ha que requiere reforestarse porque su cubierta vegetal es escasa, y el responsable será el Sr. Claudio Rodríguez Rico.

**Undécimo:** El predio denominado La Empresa cuyo responsable será el Sr. Daniel Alvarez Mendoza de la comunidad La Zarzamora del municipio de Erongarícuaro, se seleccionó porque entra dentro de las áreas con necesidades de recuperación forestal por su escasa cubierta vegetal. El predio cuenta con 3 ha.

**Doceavo:** A todos los responsables de los predios y de las reforestaciones, se les informó que se cuenta con la planta en el vivero Francisco J. Múgica de la Delegación VII Pátzcuaro de la COFOM, pero que los recursos de apoyo para establecer la reforestación aún no se aprueban y se informará en los siguientes días sobre la situación, existiendo la posibilidad de que se cancelen los trabajos de reforestación.



Comisión Forestal del  
Estado de Michoacán

Minuta de reunión de trabajo y acuerdos



**Treceavo:** El IMTA recuerda las necesidades de planta forestal que se requerirán para las acciones de reforestación y que como cada año en total serán 250,000 plantas que se utilizarán de la siguiente manera: 100,000 plantas para establecer 100 ha de reforestación con apoyo por parte del IMTA; 30,000 plantas se utilizarán para replantar en los predios reforestados en 2016 y; 120,000 plantas para establecer reforestaciones en al menos 120 ha pero sin apoyo por parte del IMTA.

**Catorceavo:** El Ing. Vicente Rangel, solicita el apoyo del IMTA para adquirir 100 rollos de plástico vitafilem para envolver la planta forestal que se trasladará a los sitios donde se reforestará, y se requerirán en la primera semana de agosto de este año. El M.C. Pedro Rivera menciona que consultará en el IMTA para ver la disponibilidad de recursos para apoyar con la adquisición de lo solicitado e informará en los siguientes días.

**CIERRE**

No habiendo otro asunto que tratar, se da por terminada la reunión de trabajo y se cierra la presente minuta a las 16:00 horas del día de su inicio, y la firman de conformidad los que en ella intervinieron.

POR EL INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA



M.C. PEDRO RIVERA RUIZ

Jefe del Proyecto RD-1611.4 "Prácticas y Obras para  
la Repoblación Forestal y Conservación de Suelos"

POR LA COMISIÓN FORESTAL DEL ESTADO DE MICHOACÁN

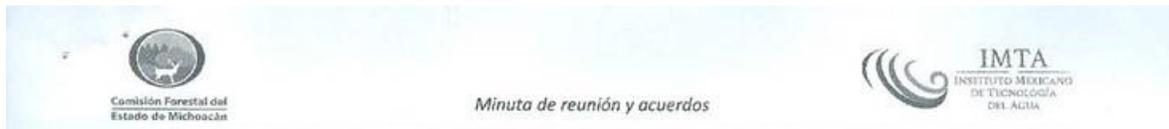


ING. J. VICENTE RANGEL PIÑÓN  
Delegado Forestal VII Pátzcuaro-Zirahuén



ING. MANUEL GUTIÉRREZ CASTILLO  
Subdelegado de Restauración Forestal de  
la Delegación Forestal VII Pátzcuaro-  
Zirahuén

**Minuta del 01 de septiembre del 2017**



Comisión Forestal del Estado de Michoacán

Minuta de reunión y acuerdos

IMTA  
INSTITUTO MEXICANO  
DE TECNOLOGÍA  
DEL AGUA

Siendo las 12:00 horas del día viernes 01 de septiembre de 2017, reunidos en las oficinas de la Delegación Forestal VII Pátzcuaro de la Comisión Forestal del Estado de Michoacán (COFOM), ubicadas en el Vivero Francisco J. Múgica Km 0.5, Carretera Pátzcuaro-Morelia, C.P. 61615, Pátzcuaro, Michoacán; los CC. Dr. Nahún Hamed García Villanueva, Coordinador de Riego y Drenaje, Dr. José Javier Ramírez Luna, Subcoordinador de Conservación de Cuencas y Servicios Ambientales y el M.C. Pedro Rivera Ruiz, Jefe de Proyecto, del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA); y por parte de la COFOM, los CC. Ing. Roberto Pérez Medrano, Director General, Ing. J. Vicente Rangel Piñón, Delegado Forestal VII Pátzcuaro-Zirahuén y el Ing. Manuel Gutiérrez Castillo, Subdelegado de Restauración Forestal; con la finalidad de presentar los avances logrados por los acuerdos del 2016 y del 2017 entre el IMTA y la COFOM, y presentar la propuesta de acciones a realizar de manera coordinada entre ambas instituciones que conlleven a lograr las metas y compromisos que se tienen con la Fundación Gonzalo Río Arronte relacionados con el proyecto denominado "Prácticas y obras para la repoblación forestal y Conservación de Suelos" para continuar con la conservación y restauración de los recursos naturales bosque, agua y suelo en la cuenca del Lago de Pátzcuaro.

La reunión se llevó a cabo bajo el siguiente Orden del Día:

1. Presentación de avances logrados hasta el momento entre el IMTA y la COFOM.
2. Propuesta de acciones a realizar en el 2017.
3. Asuntos generales.
4. Acuerdos.
5. Firma de minuta de reunión.

**DESARROLLO DE LA REUNION**

**Primero:** El M.C. Pedro Rivera, presentan los avances que se tienen del proyecto *Prácticas y obras para la repoblación forestal y Conservación de Suelos*, y en los cuales se ha tenido el apoyo técnico de personal de la COFOM, específicamente los Ing. Vicente Rangel, Delegado, y Manuel Gutiérrez, Subdelegado, con lo que se logró la concertación con productores de la cuenca del Lago de Pátzcuaro para establecer reforestaciones en hasta 250 hectáreas. También se seleccionó la microcuenca Tariaqueri donde se ubicaron los cauces donde se establecerán las presas de gaviones, piedra acomodada y geocostales.

**Segundo:** El IMTA comenta que ha apoyado con tres ministraciones de otorgamiento de insumos de agroquímicos a la COFOM para apoyar en la producción de planta en el módulo tecnificado forestal.

**Tercero:** El IMTA adquirió en el 2016, 125 gaviones de diferentes dimensiones y 1,500 geocostales que se utilizarán para apoyar en el establecimiento de presas en cauces en este año. Dicho material se encuentra en el vivero Francisco J. Múgica.

**Cuarto:** El M.C. Pedro Rivera y el Dr. Nahún García, mencionan que originalmente se planteó apoyar el proceso de reforestación de 100 hectáreas, sin embargo, por causas de carácter normativo y



Comisión Forestal del  
Estado de Michoacán

*Minuta de reunión y acuerdos*



administrativo, ajenas al control del área técnica responsable dentro del IMTA, se presentó un serio retraso en la generación de la licitación para contratar un proveedor de servicios. Bajo estas circunstancias, en el mejor de los casos, la disponibilidad del apoyo se tendría hasta el mes de octubre, fecha en la que ya no se considera adecuada realizar las plantaciones. Ante esta situación, se decidió suspender el proceso para la contratación de este servicio en 2017.

Como alternativa, se le plantea a la COFOM, que, en este año, en un esfuerzo conjunto con la población, se haga cargo de la reforestación programada en 2017 dentro de la cuenca del Lago de Pátzcuaro (sin contar con incentivos o apoyos provenientes del IMTA). Por su parte, el IMTA menciona que concentrará los recursos para realizar presas en cauces y propone las siguientes metas: 180 m<sup>3</sup> de presas de gaviones (50% adicional a lo originalmente programado – 60 m<sup>3</sup> -), 110 m<sup>3</sup> de presas de piedra acomodada (175% adicional a lo originalmente programado – 70 m<sup>3</sup> -) y 65 m<sup>3</sup> de presas de geocostales (30% adicional a lo originalmente programado – 15 m<sup>3</sup>), es decir, en la propuesta original eran 210 m<sup>3</sup> de obra con presas y con la nueva propuesta ascendería a 355 m<sup>3</sup> de obra con presas.

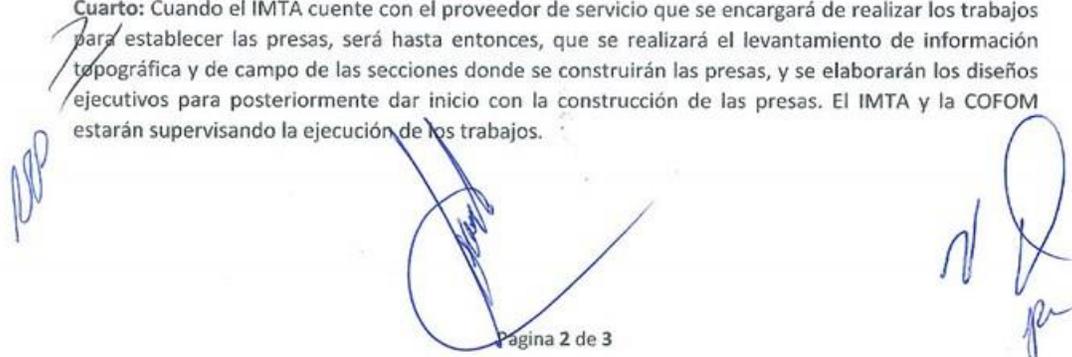
**ACUERDOS**

**Primero:** Se continuará con las relaciones de trabajo coordinado entre el IMTA y la COFOM desde la Dirección hasta la Delegación en Pátzcuaro, para cumplir los compromisos acordados durante el 2016 y en este 2017, para alcanzar las metas del proyecto.

**Segundo:** La COFOM asume la responsabilidad de gestionar y entregar a la población la planta destinada al IMTA para reforestar en la cuenca del Lago de Pátzcuaro, y en coordinación con el IMTA dará seguimiento al establecimiento de las plantaciones.

**Tercero:** Se continuará con el acompañamiento técnico de parte de la COFOM al IMTA para coordinadamente dar seguimiento a las actividades de reforestación y establecimiento de presas. En el seguimiento participará por parte del IMTA el M.C. Pedro Rivera o personal del IMTA que en su momento designe el Jefe de Proyecto, y por parte de la COFOM participará el Ing. Vicente Rangel y el Ing. Manuel Gutiérrez.

**Cuarto:** Cuando el IMTA cuente con el proveedor de servicio que se encargará de realizar los trabajos para establecer las presas, será hasta entonces, que se realizará el levantamiento de información topográfica y de campo de las secciones donde se construirán las presas, y se elaborarán los diseños ejecutivos para posteriormente dar inicio con la construcción de las presas. El IMTA y la COFOM estarán supervisando la ejecución de los trabajos.





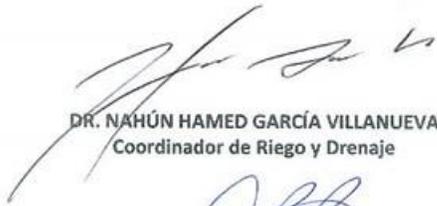
Minuta de reunión y acuerdos



**CIERRE**

No habiendo otro asunto que tratar, se da por terminada la reunión y se cierra la presente minuta a las 13:00 horas del día de su inicio, y la firman de conformidad los que en ella intervinieron.

**POR EL INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA**

  
**DR. NAHÚN HAMED GARCÍA VILLANUEVA**  
Coordinador de Riego y Drenaje

  
**DR. JOSÉ JAVIER RAMÍREZ LUNA**  
Subcoordinador de Conservación de  
Cuencas y Servicios Ambientales

  
**M.C. PEDRO RIVERA RUIZ**  
Jefe del Proyecto RD-1611.4 "Prácticas y  
Obras para la Repoblación Forestal y  
Conservación de Suelos"

**POR LA COMISIÓN FORESTAL DEL ESTADO DE MICHOACÁN**

  
**ING. ROBERTO PÉREZ MEDRANO**  
Director General

  
**ING. J. VICENTE RANGEL PIÑÓN**  
Delegado Forestal VII Pátzcuaro-Zirahuén

  
**ING. MANUEL GUTIÉRREZ CASTILLO**  
Subdelegado de Restauración Forestal de  
la Delegación Forestal VII Pátzcuaro-  
Zirahuén

**Minuta del 09 de noviembre del 2017**



Comisión Forestal del  
Estado de Michoacán

**MINUTA DE ACUERDOS**

En la ciudad de Morelia, Michoacán, siendo las 10:00 diez horas, del día jueves 09 nueve de noviembre del año 2017 dos mil diecisiete; reunidos en las oficinas que ocupa la Subdirección de Restauración Forestal de la Comisión Forestal del Estado, ubicada en la Calle Justo Mendoza lote 11, Bosque Cuauhtémoc, Colonia Centro; los C.C. M.I. Sandra Vázquez Villanueva, Subcoordinadora de Tecnología Apropiaada del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua; M.C. Pedro Rivera Ruíz jefe del proyecto IMTA-GONZALO RIO ARRONTE en la cuenca del lago de Pátzcuaro; Dr. Javier Ramírez Luna Subcoordinador de Conservación de Cuencas y Servicios Ambientales; Ing. Eduardo Aguilar Delgado, Subdirector de Restauración Forestal; Ing. Gilberto Olivares Huerta, Jefe de Departamento de Producción de Planta; Ing. Agustín Martínez Toledo, Jefe del Departamento de Restauración de Suelos e Ing. Ariel Duran Hernández, Coordinador Técnico de la Subdirección de Restauración, de la Comisión Forestal del Estado, con el propósito de presentarse ante el Director General y presentarle el programa IMTA-COFOM 2017 en la cuenca del lago de Pátzcuaro.

**DESARROLLO DE LA REUNIÓN.**

La M.I. Sandra Vázquez Villanueva, hizo una reseña y operación actual del programa IMTA-COFOM, en la cuenca del lago de Pátzcuaro.

El M.C. Pedro Rivera Ruíz realizó una presentación de los avances del programa: "Prácticas y Obras para la Repoblación Forestal y Conservación de Suelos" (RD-1611.4) resaltando que durante el presente año, la relación de predios que se consideró apoyar con el proceso de reforestación en el 2017, no fue posible concretar debido a causas de carácter normativo y administrativo, ajenas al control del área técnica responsable dentro del IMTA, sin embargo, en reunión celebrada con fecha 01 de septiembre del 2017 en las oficinas de la Delegación Forestal VII Pátzcuaro de la COFOM, se acordó que las metas de conservación y restauración de suelos se incrementaran para 2017 de la manera siguiente:



Concepto	Unidad de medida	Propuesta original 2017	Propuesta modificada 2017
Reforestación	ha	100	--
Presas de gavión	m <sup>3</sup>	120	180
Presas de piedra acomodada	m <sup>3</sup>	40	110
Presas de geocostales	m <sup>3</sup>	50	65

Nota. Las obras de conservación y restauración de suelos se realizaran en la microcuenca "Tariaqueri" del municipio de Tzintzuntzan.

El Ing. Eduardo Aguilar Delgado, comentó la situación financiera de la COFOM, y la necesidad de sumar esfuerzos y recursos para incrementar las acciones y metas en la cuenca del lago de Pátzcuaro.






**Comisión Forestal del  
Estado de Michoacán**

**ACUERDOS:**

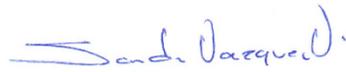
**PRIMERO:** El seguimiento en campo de las acciones en la microcuenca "Tariaqueri" se realizarán en forma conjunta IMTA- COFOM, los miércoles y jueves de cada semana.

**SEGUNDO:** El IMTA presentará un oficio a la COFOM con la información de la empresa que ganó la licitación para los trabajos en la microcuenca "Tariaqueri".

**TERCERO:** La Coordinación de Acciones con personal del IMTA será a través del Ing. Agustín Martínez Toledo y en su caso auxiliado por personal de la Delegación VII Pátzcuaro – Zirahuén.

**CUARTO:** Se acuerda una reunión IMTA-COFOM, para el día 14 de diciembre a las 10 hrs. En las oficinas de la COFOM, con la finalidad de ver lo del cierre 2017 y programar acciones para 2018 y analizar las posibilidades de aportación por parte del IMTA de recursos para las acciones de producción de planta, bajo el esquema de aportación de insumos y/o materiales, para producción y/o mantenimiento de planta.

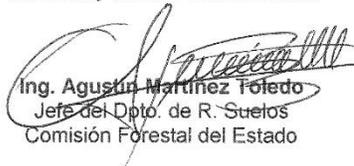
No habiendo otro asunto que tratar, se cierra la presente a las 12:00 horas del mismo día de su inicio, firmando de conformidad los que en ella intervinieron.



**M.I. Sandra Vázquez Villanueva**  
Subcoordinadora de Tecnología Apropia-  
da Instituto Mexicano de Tecnología del Agua



**Dr. Javier Ramírez Luna**  
Subcoordinador de Conservación de  
Cuencas y Servicios Ambientales



**Ing. Agustín Martínez Toledo**  
Jefe del Dpto. de R. Suelos  
Comisión Forestal del Estado



**M.C. Pedro Rivera Ruíz**  
Jefe de Proyecto  
Coordinación de Riego y Drenaje del IMTA



**Ing. Eduardo Aguilar Delgado**  
Subdirector de Restauración Forestal  
Comisión Forestal del Estado



**Ing. Gilberto Olivares Huerta**  
Jefe Dpto. de Producción de Planta  
Comisión Forestal del Estado

**Minuta del 20 de noviembre del 2017**



*Minuta de reunión de seguimiento*

Siendo las 10:00 horas del día miércoles 20 de diciembre de 2017, reunidos en el municipio de Tzintzuntzan, Michoacán; el CC. M.C. Pedro Rivera Ruiz, Jefe de Proyecto, del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA); y por parte de la Comisión Forestal del Estado de Michoacán (COFOM), el CC. Ing. Agustín Martínez Toledo, Jefe del Departamento de Restauración de Suelos; con la finalidad de dar seguimiento al establecimiento de presas de gaviones, piedra acomodada y geocostales en la microcuenca del cerro Tariaqueri del municipio de Tzintzuntzan, Michoacán, y que se realiza de manera coordinada entre las partes presentes que conllevará a lograr las metas y compromisos que se tienen con la Fundación Gonzalo Río Arronte relacionados con el proyecto denominado "Prácticas y obras para la repoblación forestal y Conservación de Suelos" para continuar con la conservación y restauración de los recursos naturales bosque, agua y suelo en la cuenca del Lago de Pátzcuaro.

La reunión de seguimiento se llevó a cabo bajo el siguiente Orden del Día:

1. Recorrido de campo para constatar el establecimiento de presas de gaviones, piedra acomodada y geocostales en la microcuenca del cerro Tariaqueri.
2. Cierre.
3. Firma de minuta de reunión de seguimiento.



**DESARROLLO DE LA REUNION DE SEGUIMIENTO**

El M.C. Pedro Rivera y el Ing. Agustín Martínez realizaron el recorrido de campo en la microcuenca del Cerro Tariaqueri por la zona donde se establecieron las presas de gaviones, piedra acomodada y geocostales.



Durante el recorrido de campo se visita cada una de las presas y se corrobora que se construyeron las presas cuya información de ubicación geográfica, longitud de la presa y volumen de obra, se presenta en el siguiente cuadro:

No. de presa	Ubicación geográfica (UTM)		Longitud de la presa (m)	Volumetría de presa (m³)
	X	Y		
Gaviones 01	228468.02	2171599.89	7.0	20.5
Gaviones 02	228436.84	2171618.06	17.0	36.0
Gaviones 03	228486.92	2171630.99	18.0	52.0
Gaviones 04	228470.41	2171647.42	17.0	62.0
Gaviones 05	228614.74	2171668.43	3.0	12.0
			<b>Subtotal</b>	<b>182.5</b>
Piedra acomodada 01	228342.28	2171627.29	18.0	28.0
Piedra acomodada 02	228418.07	2171644.6	6.5	26.9
Piedra acomodada 03	228490.11	2171607.03	13.0	55.2
			<b>Subtotal</b>	<b>110.1</b>
Geo-costal 01	228354.19	2171625.95	5.6	9.0
Geo-costal 02	228371.22	2171619.55	4.9	9.6
Geo-costal 03	228389.92	2171611.09	6.8	15.0
Geo-costal 04	228416.68	2171601.97	8.2	16.5
Geo-costal 05	228436.16	2171602.76	5.5	15.0
			<b>Subtotal</b>	<b>65.1</b>
<b>Volumen total</b>				<b>357.7</b>

Durante el recorrido de campo se tuvo la participación de los Ing. Arturo Sánchez Sánchez y José Carlos Aguilar Pérez de la empresa prestadora de servicios LOES S.A de C.V., quienes fueron los

*Minuta de reunión de seguimiento*

ejecutores en campo de los trabajos para establecer las presas, y quienes a su vez son las residentes supervisoras y mostraron al IMTA y a la COFOM las obras realizadas.

De esta manera se constata en campo el establecimiento de las presas por lo que se cumple el compromiso según el acuerdo de las reuniones del 01 de septiembre y 09 de noviembre de 2017 que se realizaron entre la COFOM y el IMTA, donde se planteó la meta de establecer 355 m<sup>3</sup> de obra con presas de gavión (180 m<sup>3</sup>), presas de piedra acomodada (110 m<sup>3</sup>) y presas de geocostales (65 m<sup>3</sup>).

**CIERRE**

No habiendo otro asunto que tratar, se da por terminada la reunión de seguimiento y se cierra la presente minuta a las 12:30 horas del día de su inicio, y la firman de conformidad los que en ella intervinieron.

**POR EL INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA**



**M.C. PEDRO RIVERA RUIZ**  
Jefe del Proyecto RD-1611.4 "Prácticas y  
Obras para la Repoblación Forestal y  
Conservación de Suelos"

**POR LA COMISIÓN FORESTAL DEL ESTADO DE MICHOACÁN**



**ING. AGUSTÍN MARTÍNEZ TOLEDO**  
Jefe del Departamento de Restauración de  
Suelos

**Anexo 3. Procedimiento metodológico que se utilizó para elaborar el diseño ejecutivo de las presas de gaviones, de piedra acomodada y de geocostales. Caso presa de gaviones en la microcuenca del cerro Tariaqueri, Tzintzuntzan, Michoacán**

A continuación se presenta un ejemplo del diseño de una presa de gaviones.

### Diseño ejecutivo de la Presa de Gaviones 01 (PG\_01)

#### CARACTERIZACIÓN DEL SITIO

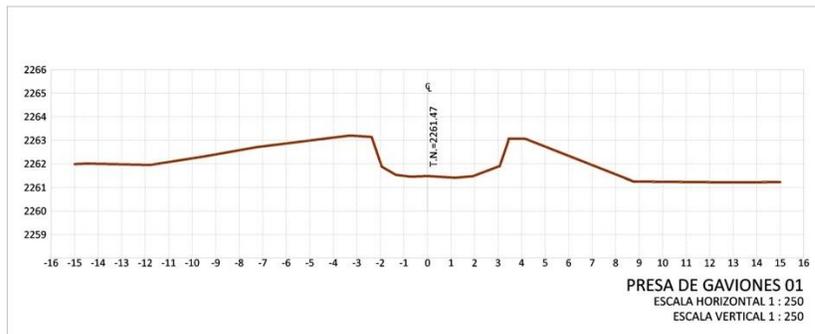
Para el diseño de la práctica es necesario contar con la información básica del sitio de implementación. La información de la presa 01 se presenta en el Cuadro siguiente.

Datos generales del sitio de implementación de la PG 01

PARÁMETRO	NOMBRE O VALOR		
Localidad	Tzintzuntzan		
Cuenca	Lago de Pátzcuaro		
Microcuenca	Cerro Tariaqueri		
Coordenadas UTM; X, Y, Z	228,465.80	2,171,599.46	2,261.47
Longitud del cauce aguas arriba del sitio (m)	1,480		
Desnivel de la elevación máxima del área de captación al sitio(m)	259		
Pendiente media del cauce (%)	20		
Pendiente del tramo de embalse (%)	15.81		
Área de aporte al sitio (ha)	20		

En la Figura siguiente se muestra la sección transversal en el sitio definido para el establecimiento de la presa de gaviones 01.

#### SECCION NATURAL DEL TERRENO



Sección transversal del cauce en el sitio de la presa PG\_01.

#### CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE SEDIMENTOS

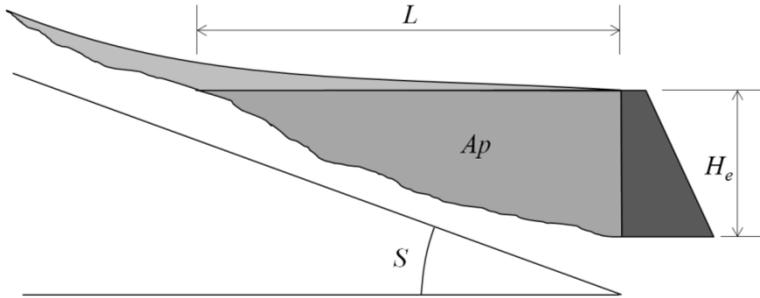
La capacidad de retención de sedimentos de la presa se estima en función de su altura efectiva, la longitud del vaso de almacenamiento, el ancho y la pendiente del tramo del cauce aguas arriba.

El valor de la longitud del vaso de almacenamiento se calcula con la Ecuación siguiente:

$$L = \frac{He}{S}$$

Donde:

- $L$  = Longitud del vaso de almacenamiento (m)  
 $H_e$  = Altura efectiva de la presa (m)  
 $S$  = Pendiente del cauce aguas arriba (%).



Perfil longitudinal de la acumulación de sedimentos.

Una vez conocido el valor de la longitud del vaso, se procede a obtener el área del perfil mediante la Ecuación siguiente:

$$A_p = \frac{L \times H_e}{2}$$

Donde

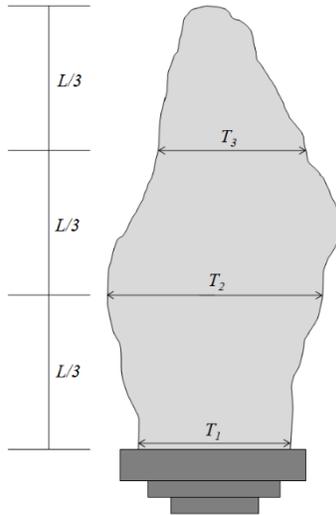
$A_p$  es el área del perfil ( $m^2$ ).

Se calcula el ancho medio del vaso ( $T$ ) haciendo un mínimo de tres mediciones transversales como se muestra en la Figura siguiente y se aplica la Ecuación siguiente para obtener el volumen o capacidad de retención de sedimentos. El efecto de la pendiente que forman los sedimentos aguas arriba de la práctica incrementa el volumen de retención estimado en una relación 1:1.5.

$$V_s = T \times A_p \times 1.5$$

Donde:

- $T$  = Ancho medio (m)  
 $A_p$  = Área del perfil ( $m^2$ )  
 $V_s$  = Volumen de sedimentos ( $m^3$ )



Mediciones del área de embalse de la presa.

### CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE SEDIMENTOS PARA LA PRESA PG\_01

La longitud del vaso de almacenamiento se obtiene aplicando el procedimiento siguiente:

Datos:

Altura efectiva ( $He$ ): 1.0 m

Pendiente ( $S$ ): 15.81 %

$$L = \frac{He}{S} \qquad L = \frac{1.0}{0.16} \qquad L = 6.25 \text{ m}$$

El área del perfil  $Ap$  se obtiene aplicando el procedimiento siguiente:

Datos:

Longitud del vaso de almacenamiento ( $L$ ): 6.25 m

Altura efectiva ( $He$ ): 1.0 m

$$Ap = \frac{L \times He}{2} \qquad Ap = \frac{6.25 \times 1.0}{2.00} \qquad Ap = 3.125 \text{ m}^2$$

Para el ancho medio del vaso  $T = 7.22 \text{ m}$ .

Finalmente se obtiene la capacidad de retención de sedimentos aplicando el procedimiento siguiente:

Datos:

Ancho promedio del vaso de almacenamiento ( $T$ ): 7.22 m

Área del perfil ( $Ap$ ): 3.125 m<sup>2</sup>

$$Vs = T \times Ap \times 1.5$$

$$Vs = 7.22 \times 3.125 \times 1.5$$

$$Vs = 33.84 \text{ m}^3$$

### GASTO MÁXIMO DE DISEÑO ( $Q$ )

El cálculo del gasto máximo para el diseño de la presa se realiza con el Método Racional, el cual toma en cuenta el área de la cuenca, la máxima de precipitación y el coeficiente de escurrimiento y se aplica el procedimiento siguiente:

$$Q = \frac{Ce \times i \times A}{360}$$

Donde:

$Q$  = Gasto de diseño ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

$Ce$  = Coeficiente de escurrimiento (adim)

$i$  = Intensidad máxima de diseño en una tormenta con una duración igual al tiempo de concentración  $Tc$  ( $\text{mm}/\text{h}$ )

$A$  = Área de aporte al sitio (ha)

360 = Factor de ajuste de unidades

### TIEMPO DE CONCENTRACIÓN ( $Tc$ )

El tiempo de concentración ( $Tc$ ) se asume como el lapso que tarda en llegar una gota de agua de la parte más alta de la cuenca a su parte más baja o al lugar donde se ubica la presa.

Para el cálculo de este parámetro se utiliza la ecuación de Kirpich o el Método de Velocidad.

### **ECUACIÓN DE KIRPICH**

$$Tc = 0.02 \frac{L_T^{1.15}}{H^{0.385}}$$

Donde:

$Tc$  = Tiempo de concentración (min)

$L_T$  = Longitud total del cauce aguas arriba del sitio (m)

$H$  = Desnivel entre el sitio más elevado del área de aporte (parteaguas) y el sitio donde se ubica la práctica (m)

Para la estimación de la intensidad máxima de diseño se utiliza el mapa de isolíneas de Intensidad-Duración-Frecuencia (I-D-F) de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) para el estado de Michoacán. El periodo de retorno definido para las presas de gaviones es de 50 años y la duración de las intensidades máximas quedará definida en función del tiempo de concentración  $Tc$  calculado. Por su parte, el coeficiente de escurrimiento ( $Ce$ ) es una función de la precipitación media anual ( $P$ ) y un parámetro de ajuste ( $K$ ) que engloba las características del uso y tipo de suelo (Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000). En función del valor de  $K$  se empleará una de las siguientes ecuaciones:

Si  $K$  resulta menor o igual que 0.15 se utiliza la ecuación siguiente:

$$Ce = \frac{K \times (P - 250)}{2000}$$

Si  $K$  resulta mayor que 0.15 se utiliza la ecuación siguiente:

$$C_e = \frac{K \times (P - 250)}{2000} + \frac{(K - 0.15)}{1.5}$$

Donde:

$P$  = Precipitación media anual (mm)

$K$  = El parámetro  $K$  es dependiente de la clasificación cualitativa de permeabilidad el uso actual del suelo (datos tabulados).

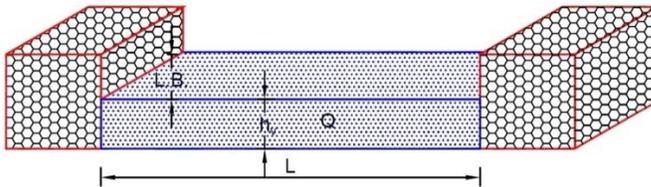
Parámetros de cálculo para estimación del Gasto ( $Q$ ).

$i$ (mm/h)	$C_e$ (adim)	$A$ (ha)	$K$ (adim)	$P$ (mm)	$Q$ (m <sup>3</sup> /s)
100	0.148	20	0.22	669	0.82

## DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA PRÁCTICA

### DIMENSIONAMIENTO DEL VERTEDOR

En función del gasto de diseño se dimensiona el vertedor. En estructuras de gaviones se utilizan vertedores rectangulares de cresta gruesa, como se observa en la Figura siguiente:



Dimensionamiento del vertedor rectangular de cresta gruesa.

Para el dimensionamiento del vertedor se busca una combinación de largo y alto del vertedor que satisfaga la ecuación de gasto del mismo (Ecuación siguiente) y que al mismo tiempo garantice la estética de la práctica.

$$Q = C_R l (h_v)^{3/2}$$

Donde:

- $Q$  = Gasto de diseño (en m<sup>3</sup>/s)
- $C_R$  = Coeficiente del vertedor (adim) = 1.45
- $l$  = Longitud del vertedor (m)
- $h_v$  = Altura de la lámina vertiente (m)

Como el valor de  $Q$  es conocido, se pueden proponer valores de  $l$  ó  $h_v$  para obtener de las dimensiones del vertedor, garantizando la estética y proporción del mismo para la presa propuesta. La Ecuación siguiente muestra el cálculo de  $h_v$  proponiendo un valor de  $l$ .

$$h_v = \left( \frac{Q}{C_R l} \right)^{2/3}$$

Para fines constructivos y de seguridad, la estructura deberá ser provista de un libre bordo (*L.B.*) de al menos 0.15 m.

#### CÁLCULOS PARA EL DIMENSIONAMIENTO DEL VERTEDOR

Aplicando la Ecuación siguiente se obtiene el valor de la carga sobre el vertedor  $h_v$ .

Datos:

Gasto máximo de diseño ( $Q$ ): 0.82 m<sup>3</sup>/s

Longitud propuesta del vertedor ( $l$ ): 3.00 m

$$h_v = \left( \frac{Q}{C_R l} \right)^{2/3} \quad h_v = \left( \frac{0.82}{1.50 \times 3} \right)^{2/3} \quad h_v = 0.32$$

En este caso el vertedor se configuró con gaviones de un metro de altura, por lo tanto el libre bordo (***L.B.***) tiene una altura de 0.50 – 0.32 = **0.18 m**.

Las características del vertedor son:

$$Q = 0.82 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$l = 3.0 \text{ m}$$

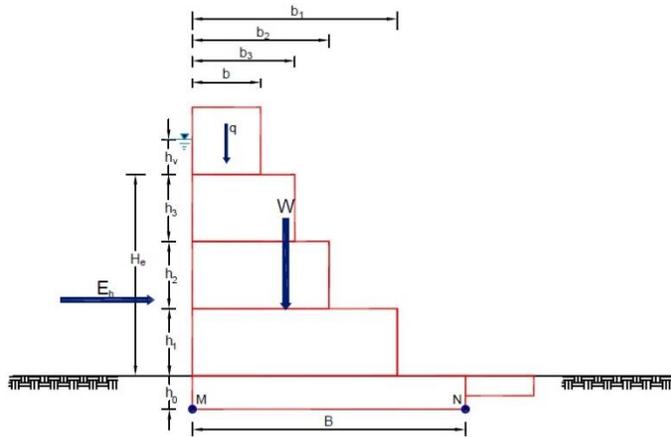
$$h_v = 0.32 \text{ m}$$

$$L.B. = 0.18 \text{ m}$$

#### ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE LA PRESA PG\_01

En el procedimiento de cálculo para este tipo de prácticas se analiza directamente la resistencia de la presa de gaviones a soportar los efectos por deslizamiento y volcamiento, causados por el empuje hidrostático del agua y los sedimentos.

El análisis estructural de una presa de gaviones se realiza sobre la sección crítica unitaria, considerando el perfil de la Figura siguiente:



Sección crítica unitaria de la presa de gaviones.

Donde:

$He$  = Altura efectiva de la presa (m)

$h_v$  = Altura de la lámina vertiente (m)

$h_1, h_2$  y  $h_3$  = Altura de los tendidos (m)

$h_0$  = Altura de la cimentación (m)

$B$  = Longitud de la base de la presa (m)

$b$  = Ancho de corona de la presa (m)

$b_1, b_2$  y  $b_3$  = Ancho de los tendidos (m)

$q$  = Peso de la lámina vertiente (t)

$Eh$  = Empuje hidrostático (t)

$W$  = Peso total de la sección crítica unitaria (t)

Y los datos adicionales requeridos son:

$V$  = Volumen total de la práctica ( $m^3$ )

$\omega_{as}$  = Peso específico del agua con sedimentos ( $t/m^3$ )

$\delta$  = Peso específico del gavión lleno ( $t/m^3$ )

$\delta_{sum}$  = Peso específico aparente sumergido ( $t/m^3$ )

$\mu$  = Coeficiente de fricción (adim)

## DETERMINACIÓN DEL CENTRO DE GRAVEDAD

El objetivo principal de determinar el centro de gravedad de la presa es ubicar el punto donde se concentran las fuerzas horizontales y verticales que actúan sobre la sección crítica unitaria de la presa.

Las operaciones para el cálculo de las coordenadas requieren el análisis previo de la presa propuesta. En el Cuadro siguiente se presenta el análisis de los tendidos.

Análisis de los tendidos para el cálculo del centro de gravedad.

TENDIDO	$V_i$ (m <sup>3</sup> )	$X_i$ (m)	$Y_i$ (m)	$Z_i$ (m)	$V_i X_i$ (m <sup>4</sup> )	$V_i Y_i$ (m <sup>4</sup> )	$V_i Z_i$ (m <sup>4</sup> )
T <sub>VD</sub>	1.00	1.00	1.75	0.50	1.00	1.75	0.50
T <sub>VI</sub>	1.00	6.00	1.75	0.50	6.00	1.75	0.50
T <sub>1</sub>	4.50	3.50	0.25	1.50	15.75	1.13	6.75
T <sub>2</sub>	14.00	3.50	1.00	1.00	49.00	14.00	14.00
TOTALES	20.50				71.75	18.63	21.75

Dónde:

$V_i$  = Volumen total del tendido (m<sup>3</sup>)

$X_i$  = Brazo de palanca en el eje "x" al centroide del tendido (m)

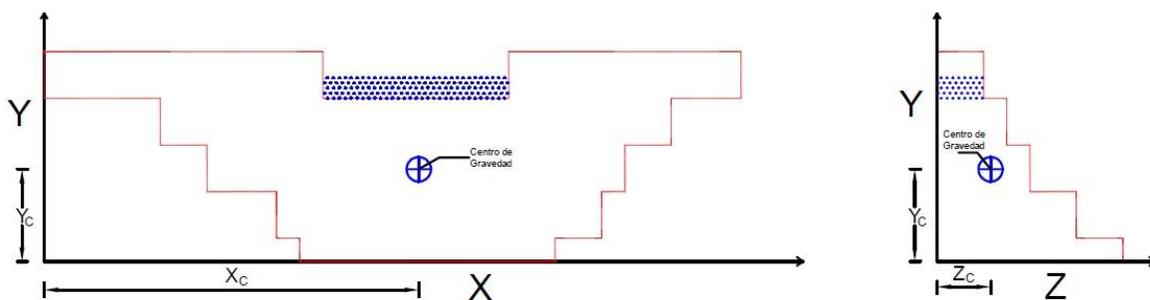
$Y_i$  = Brazo de palanca en el eje "y" al centroide del tendido (m)

$Z_i$  = Brazo de palanca en el eje "z" al centroide del tendido (m)

La coordenada centroidal ( $X_c$ ) se calculan con la Ecuación siguiente, donde el valor de "X" puede asumir el de "Y" ó "Z" en función de la coordenada buscada.

$$X_c = \frac{\sum V_i X_i}{V_T}$$

Los valores anteriores determinan el centro de gravedad de la presa (Figura siguiente) y se ubica la sección crítica unitaria. Con esta sección se calculará la estabilidad de la estructura.



Ubicación del centro de gravedad de la presa.

Sustituyendo valores en la Ecuaciones se tienen los valores de las coordenadas para la presa de gaviones 01.

$$X_C = \frac{\sum V_i X_i}{V_T}$$

$$X_C = \frac{71.75}{20.50}$$

$$X_C = 3.50 \text{ m}$$

$$Y_C = \frac{\sum V_i Y_i}{V_T}$$

$$Y_C = \frac{18.63}{20.50}$$

$$Y_C = 0.91 \text{ m}$$

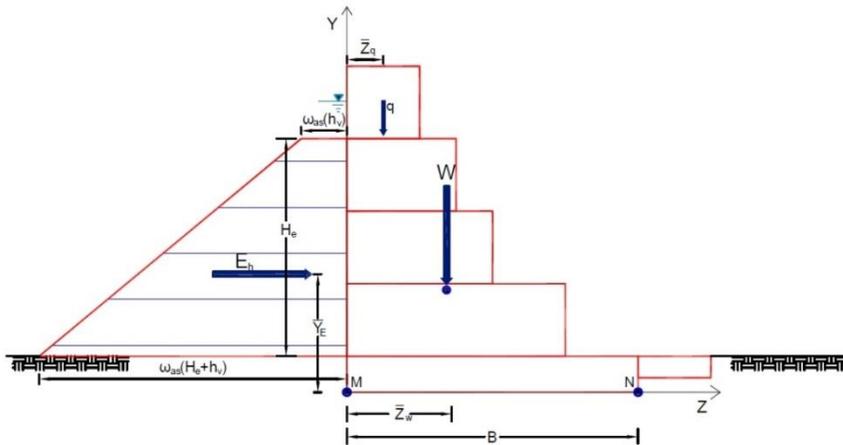
$$Z_C = \frac{\sum V_i Z_i}{V_T}$$

$$Z_C = \frac{21.75}{20.50}$$

$$Z_C = 1.06 \text{ m}$$

### FUERZAS QUE ACTÚAN SOBRE LA SECCIÓN CRÍTICA UNITARIA

Las fuerzas que actúan en una presa de gaviones se muestran en la Figura siguiente:



Fuerzas que actúan en la sección crítica unitaria

### PESO DE LA LÁMINA VERTIENTE ( $q$ )

El peso de la lámina vertiente se calcula con la Ecuación siguiente:

$$q = h_v \times b \times a \times \omega_{as}$$

Donde:

$h_v$  = Altura de la lámina vertiente = 0.32 m

$b$  = Ancho del vertedor = 2.00 m

$a$  = Ancho de la sección = 1.00 m

$\omega_{as}$  = Peso específico del agua con sedimentos = 1.2 t/m<sup>3</sup>

Sustituyendo en la Ecuación, tenemos:

$$q = h_v \times b \times a \times \omega_{as} \quad q = 0.32 \times 2.00 \times 1.00 \times 1.20 \quad q = 0.77 \text{ t}$$

### BRAZO DE PALANCA DE LA LÁMINA VERTIENTE CON RESPECTO AL PUNTO M ( $Z_q$ )

Este brazo se calcula como un medio del ancho del vertedor, según la Ecuación siguiente:

$$Z_q = \frac{b}{2}$$

Sustituyendo:

$$Z_q = \frac{2.00}{2} \qquad \qquad \qquad \mathbf{Z_q = 1.0\ m}$$

**EMPUJE HIDROSTÁTICO (Eh)**

El empuje hidrostático (Eh) se calcula con la Ecuación siguiente:

$$Eh = \omega_{as} \times a \times \left( \frac{He + 2h_v}{2} \right) \times He$$

Sustituyendo en la Ecuación, tenemos:

$$Eh = 1.20 \times 1.00 \times \left( \frac{1.00 + 2(0.32)}{2} \right) \times 1.00 \qquad \mathbf{Eh = 0.98\ t}$$

**BRAZO DE PALANCA DEL EMPUJE CON RESPECTO AL PUNTO M (Y<sub>E</sub>)**

Este brazo se calcula con la Ecuación siguiente:

$$Y_E = h_0 + \left\{ He - \left[ \frac{He}{3} \times \left( \frac{h_v + 2(h_v + He)}{h_v + (h_v + He)} \right) \right] \right\}$$

Sustituyendo en la Ecuación, tenemos:

$$Y_E = 0.50 + \left\{ 1.0 - \left[ \frac{1.0}{3} \times \left( \frac{0.32 + 2(0.32 + 1.00)}{0.32 + (0.32 + 1.00)} \right) \right] \right\} \qquad \mathbf{Y_E = 0.90\ m}$$

**PESO DE LA SECCIÓN CRÍTICA UNITARIA (W):**

El peso de la sección crítica unitaria se calcula con la Ecuación siguiente:

$$W = V \delta_{sum}$$

Donde:

V = Volumen de la sección crítica unitaria = 3.50 m<sup>3</sup>

δ<sub>sum</sub> = Peso específico aparente sumergido (t/m<sup>3</sup>) = (δ - ω<sub>as</sub>)

$$\delta = \text{Peso específico del gavión relleno} = 2.6 \text{ t/m}^3$$

$$\omega_{as} = \text{Peso específico del agua con sedimentos} = 1.2 \text{ t/m}^3$$

Sustituyendo en la Ecuación, tenemos:

$$W = 3.50 \times (2.60 - 1.20) \qquad \qquad \qquad \mathbf{W = 4.20 \text{ t}}$$

**BRAZO DE PALANCA DEL PESO DE LA SECCIÓN CRÍTICA UNITARIA CON RESPECTO AL PUNTO M (Z<sub>w</sub> y Y<sub>w</sub>):**

Las coordenadas centroidales del peso de la presa se calculan con la Ecuaciones siguientes:

$$Z_w = \frac{\sum(h_i b_i [Z_i])}{V}$$

$$Y_w = \frac{\sum(h_i b_i [Y_i])}{V}$$

Donde  $h_i$  y  $b_i$  son el alto y la base respectivamente en metros de cada tendido  $i$  para la sección crítica unitaria y  $Z_i$  y  $Y_i$  los brazos de palanca en ambos ejes para cada tendido.

Sustituyendo valores en las Ecuaciones, tenemos:

**Z<sub>w</sub> = 1.21m**

**Y<sub>w</sub> = 0.68 m**

**DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD AL DESLIZAMIENTO**

Para que se cumpla la condición de seguridad al deslizamiento, se debe satisfacer la condición:

$$\frac{(q + W)\mu}{Eh} > 1.00$$

Donde  $\mu$  es el coeficiente de rozamiento correspondiente a piedra sobre piedra = 0.75

Sustituyendo valores en la condicionante:

$$\frac{(0.77 + 4.20) \times 0.75}{0.98} = 3.79 > 1.00 \qquad \qquad \qquad \mathbf{\text{Se cumple la condición}}$$

**DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD AL VOLCAMIENTO**

Para que se cumpla la condición de seguridad al volcamiento se debe satisfacer la condición:

$$\frac{W(B - Z_W) + q(B - Z_q)}{Eh \times Y_E} > 1.00$$

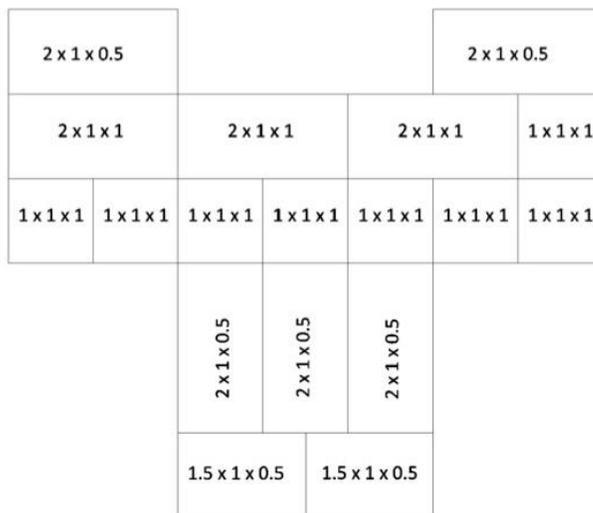
Sustituyendo valores en la condicionante:

$$\frac{4.20(3.00 - 1.21) + 0.77(3.00 - 1.00)}{0.98 \times 0.90} = 9.35 > 1.00 \quad \text{Se cumple la condición}$$

Una vez verificadas las condiciones de seguridad al deslizamiento y al volcamiento se concluye la estabilidad de la presa propuesta PG\_01

#### ARREGLO MORFOMÉTRICO DE LOS GAVIONES POR TENDIDO

Se determinó la colocación, el número y el tamaño de los gaviones, como se presenta en la Figura siguiente:



Distribución en planta de los gaviones para la presa PG\_01.

Los requerimientos de gaviones por tamaño y número de piezas se especifican en el Cuadro siguiente:

Número y tamaño de gaviones para la PG\_01.

Clave de Presa	Numero de Gaviones					
	2x1x1	1.5x1x1	1x1x1	1.5x1x0.5	2x1x0.5	Volumen (m <sup>3</sup> )
<b>Presa Gaviones 01</b>	3		8	2	5	<b>20.5</b>

### VOLUMEN TOTAL DE LA PRESA PG\_01

En el Cuadro siguiente se sintetiza el volumen total de la presa PG\_01.

Volumen total de la Presa Gaviones 01.

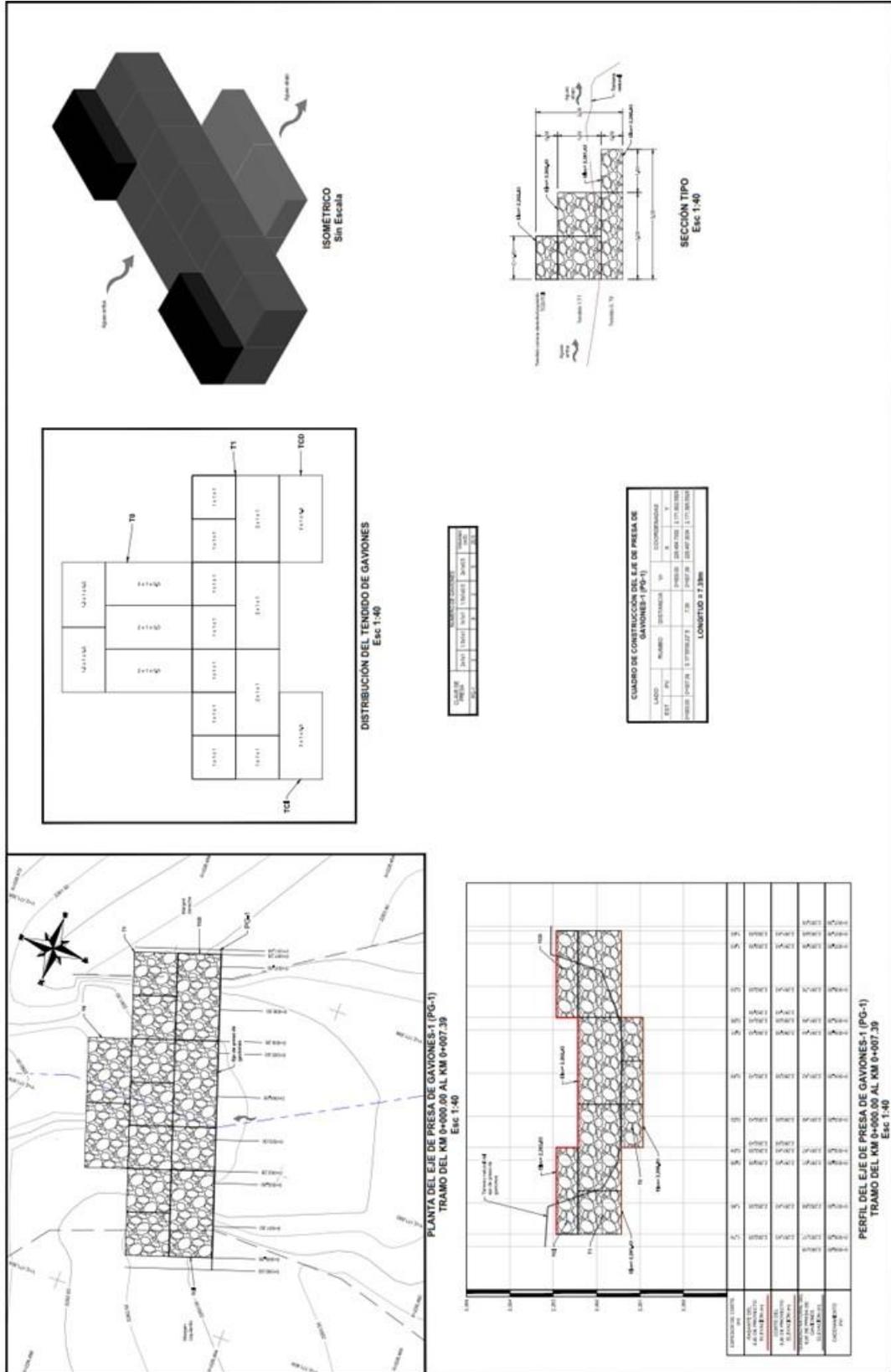
CONCEPTO	VOLUMEN m <sup>3</sup>
Cuerpo de la presa	18.5
Delantal y accesorios	2.0
<b>TOTAL</b>	<b>20.5</b>

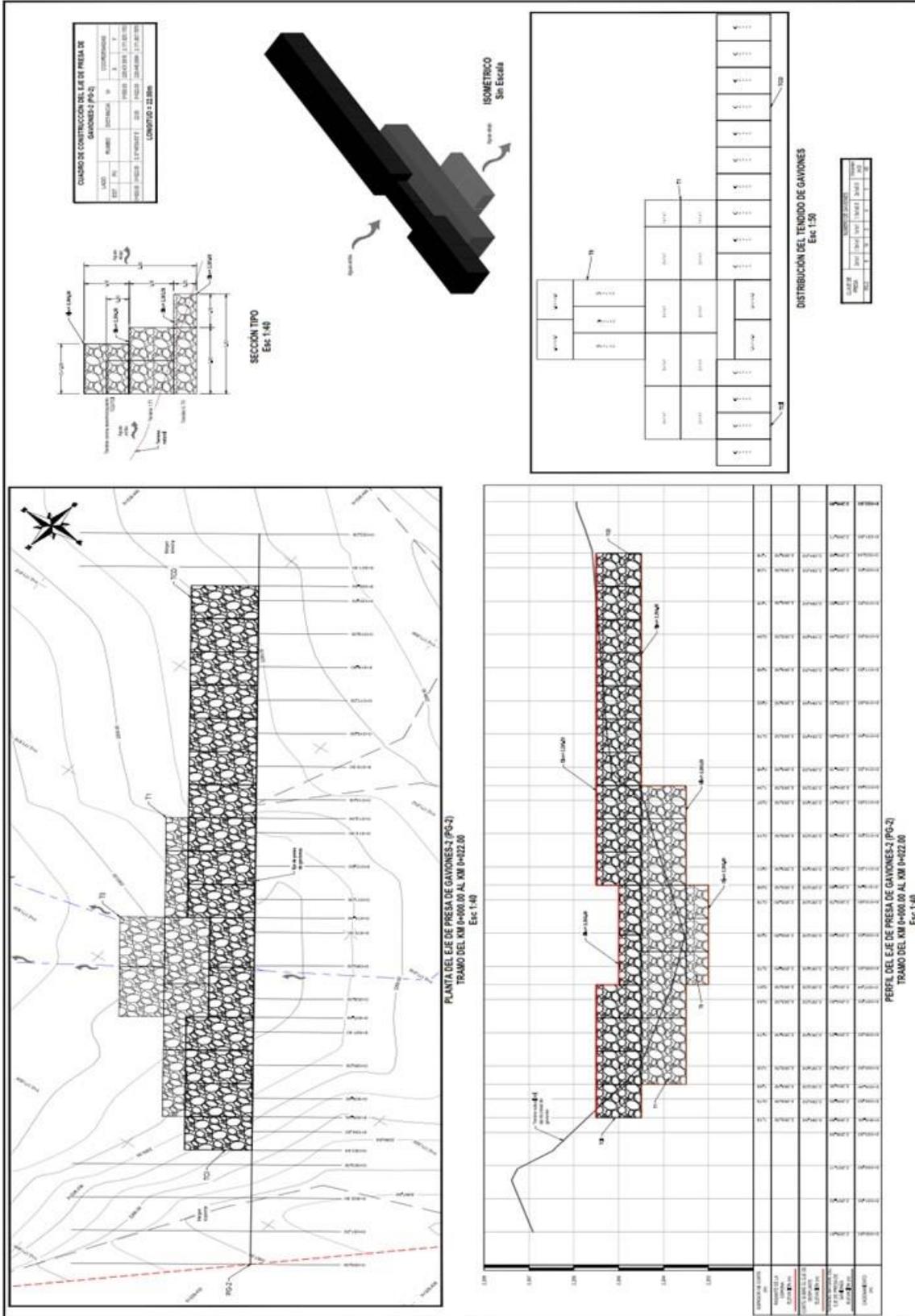
### VOLUMEN DE PIEDRA ACARREADO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PRESA DE GAVIONES 01.

**Nota:** Dado que el acomodo en los gaviones se realiza manualmente, buscando la menor porosidad, se registra una disminución en el volumen adquirido, por el efecto conocido como abundamiento, estimado en una relación de 1:1.5. Esto quiere decir que por cada 1 m<sup>3</sup> colocado se deberá adquirir 1.5 m<sup>3</sup> de piedra.

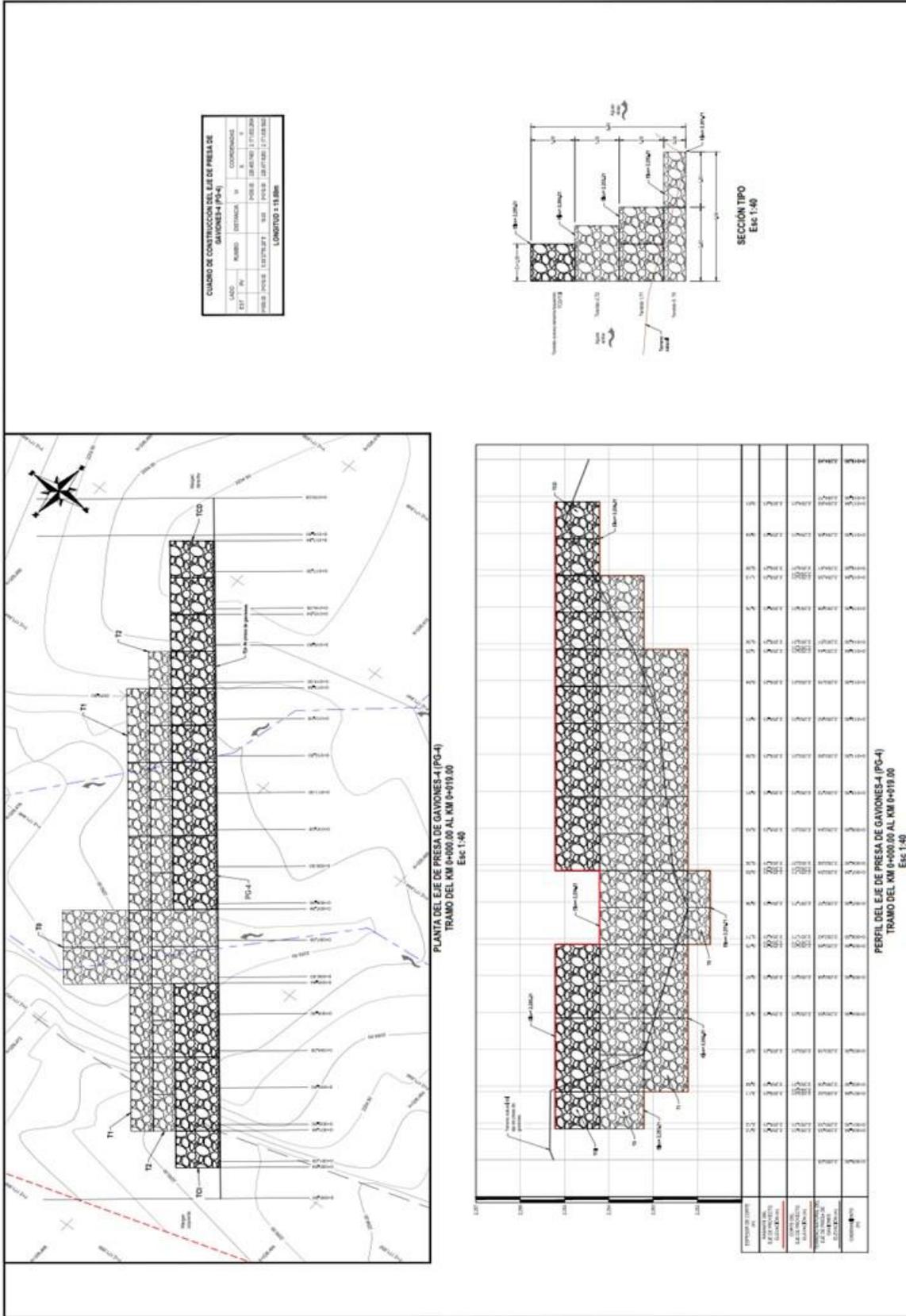
$$(20.5) \times 1.5 = 30.75 \text{ m}^3$$

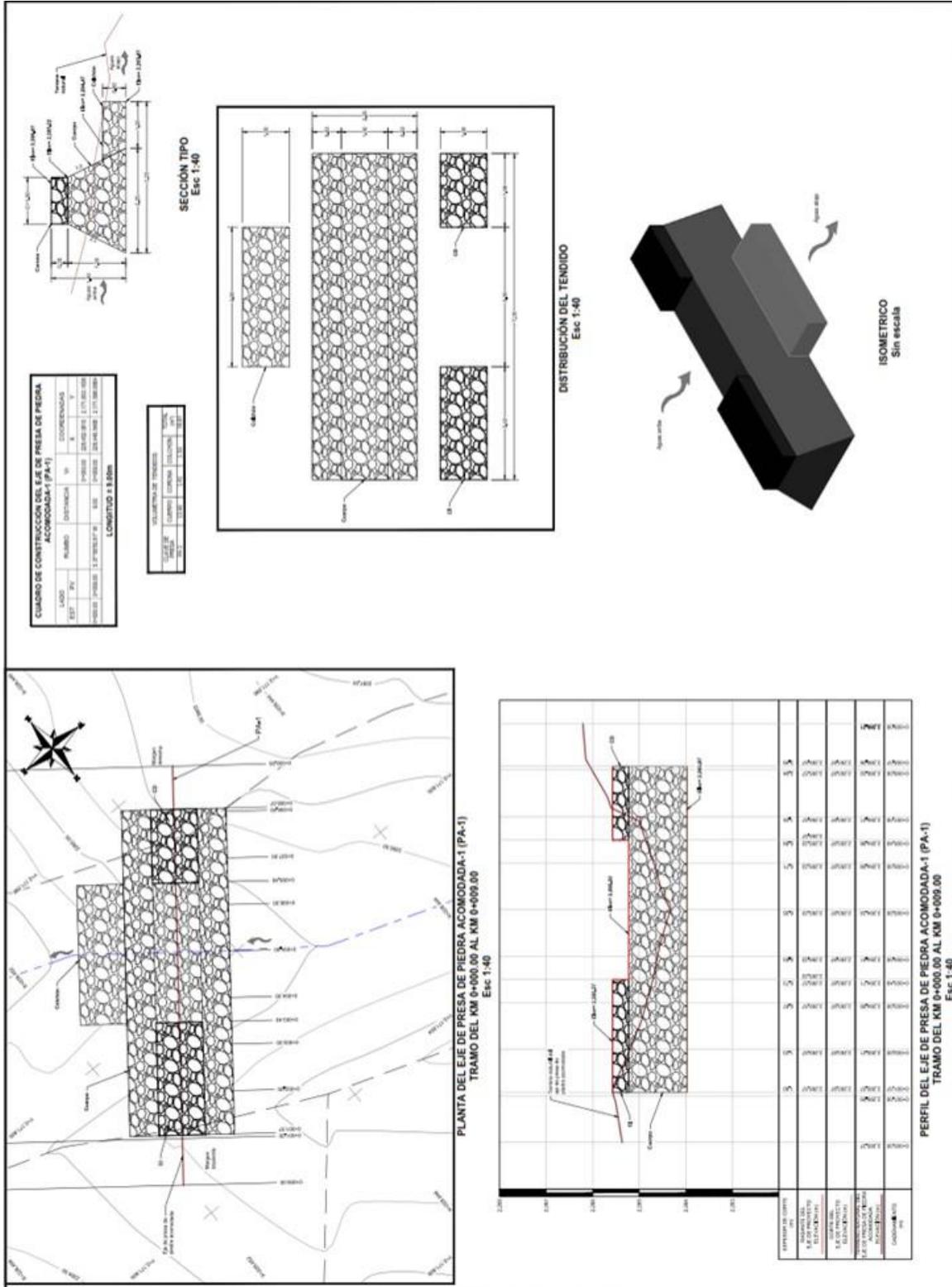
A continuación se presentan los planos obtenidos cada presa.

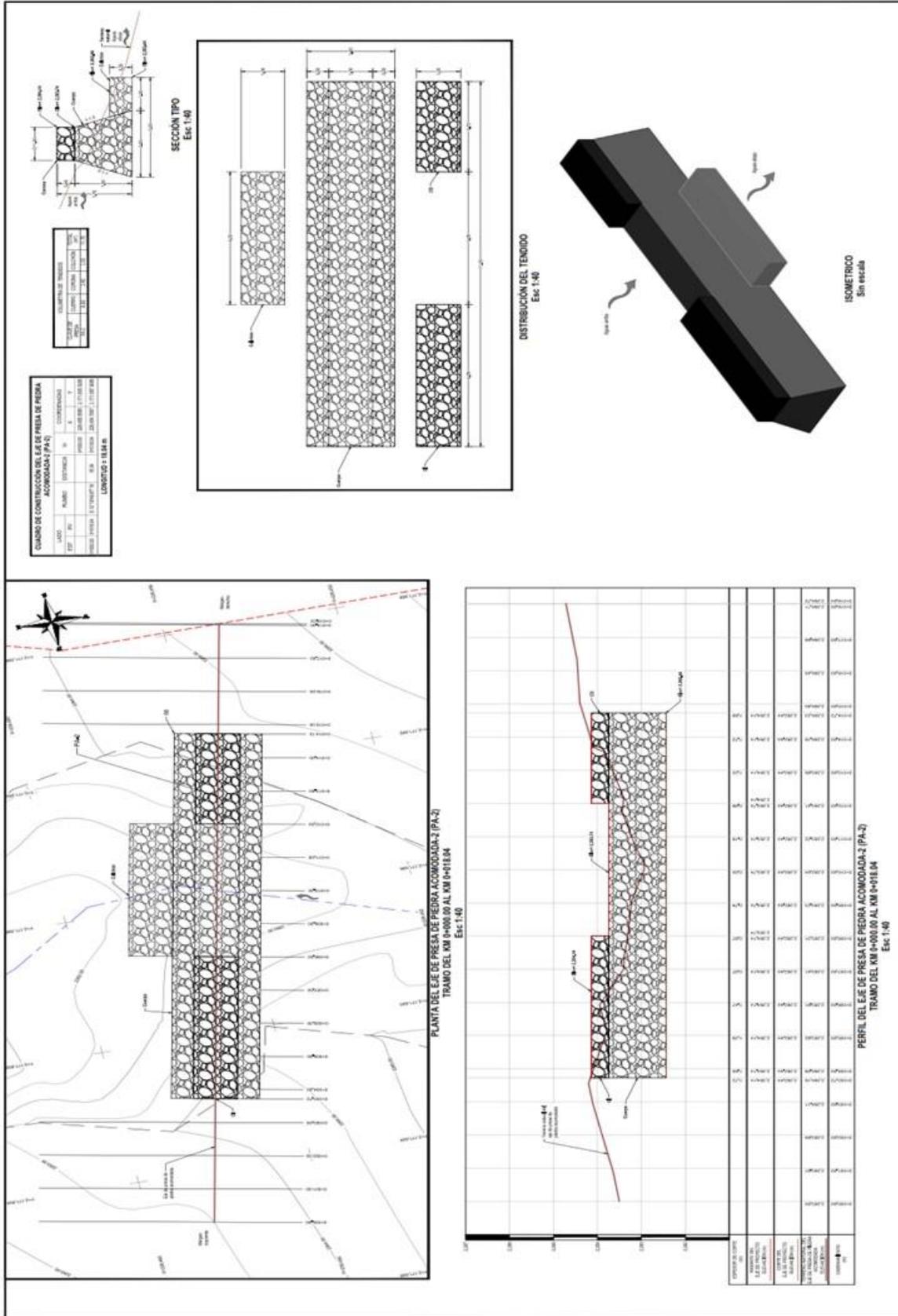


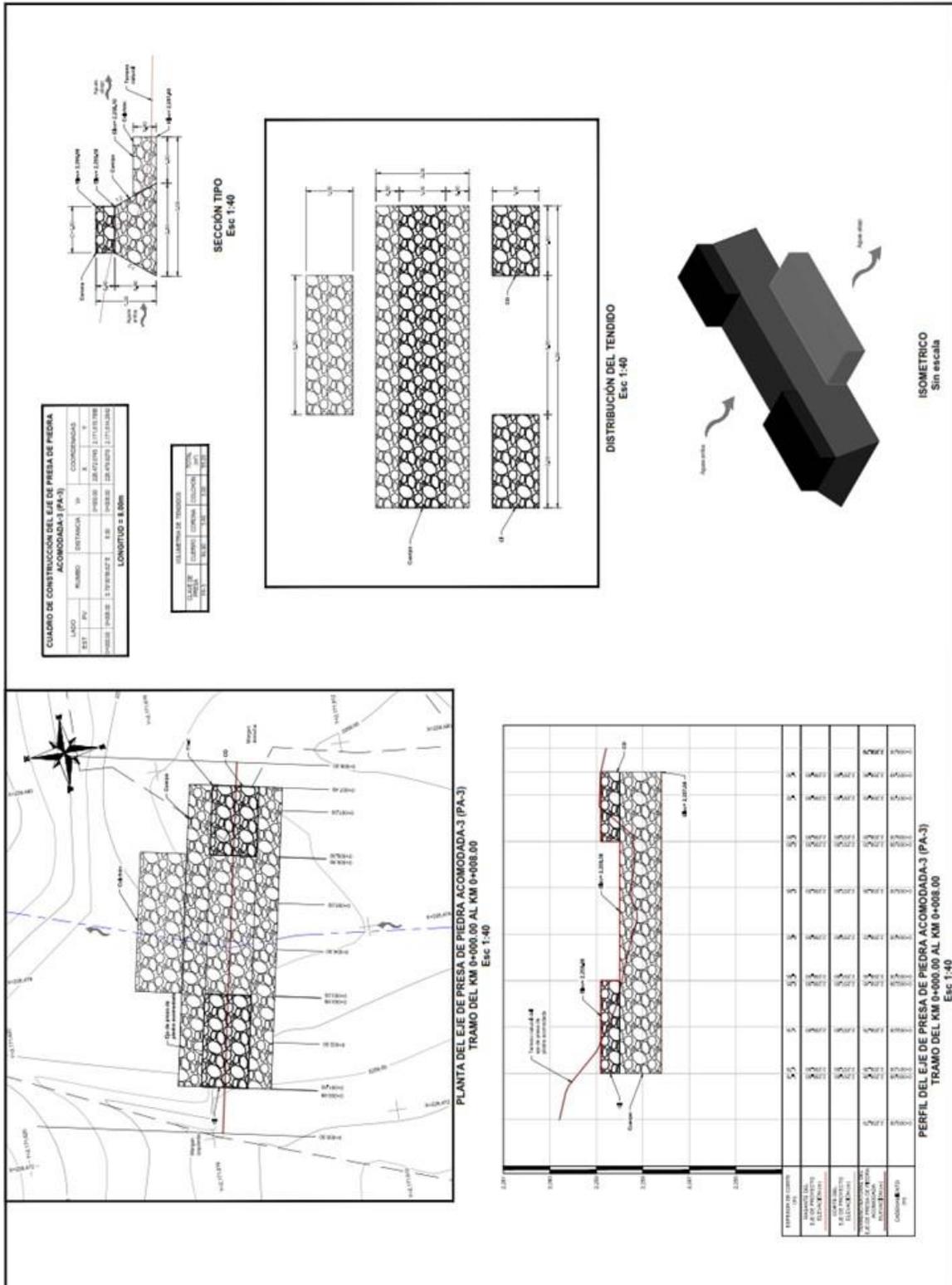


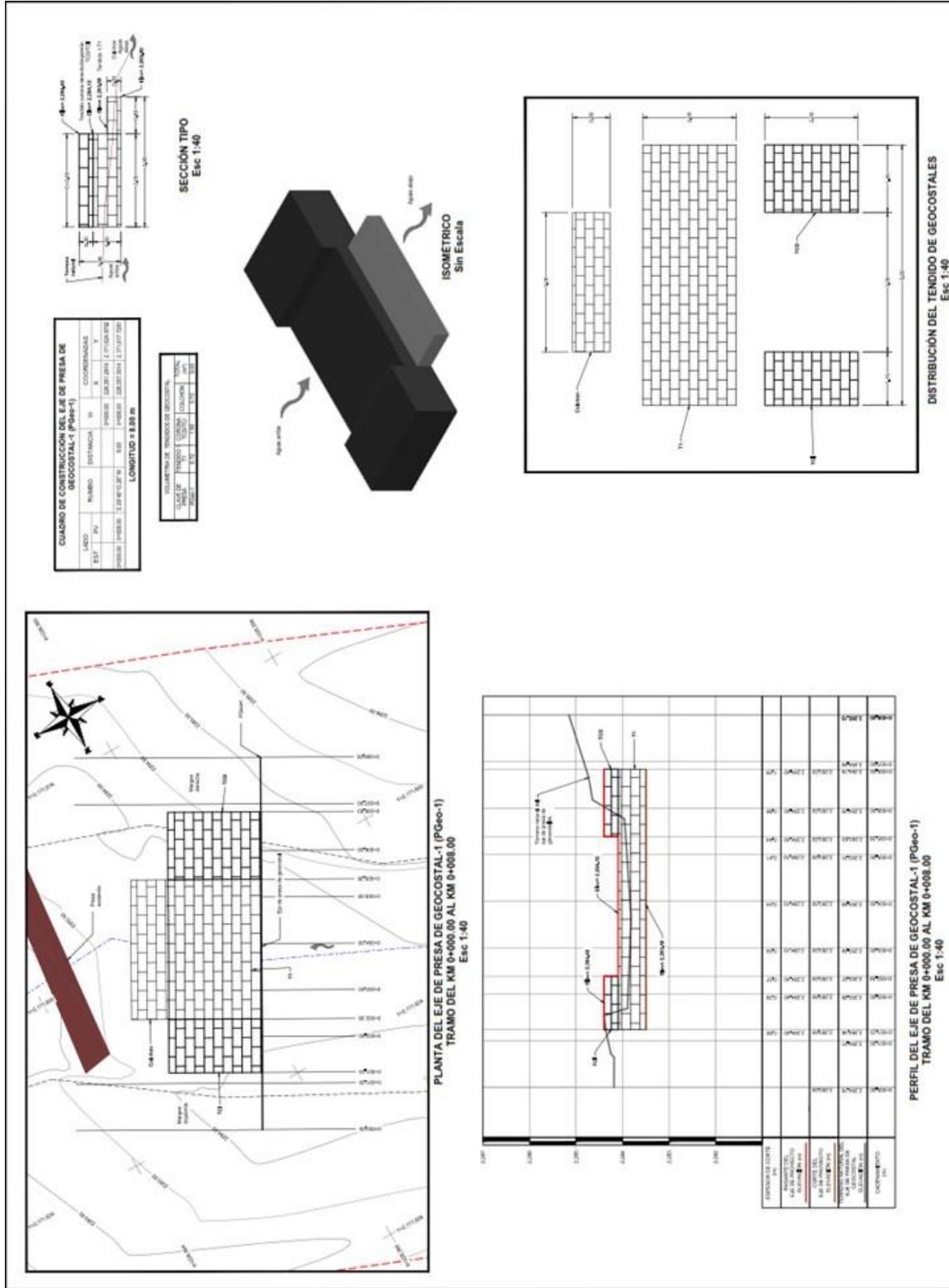


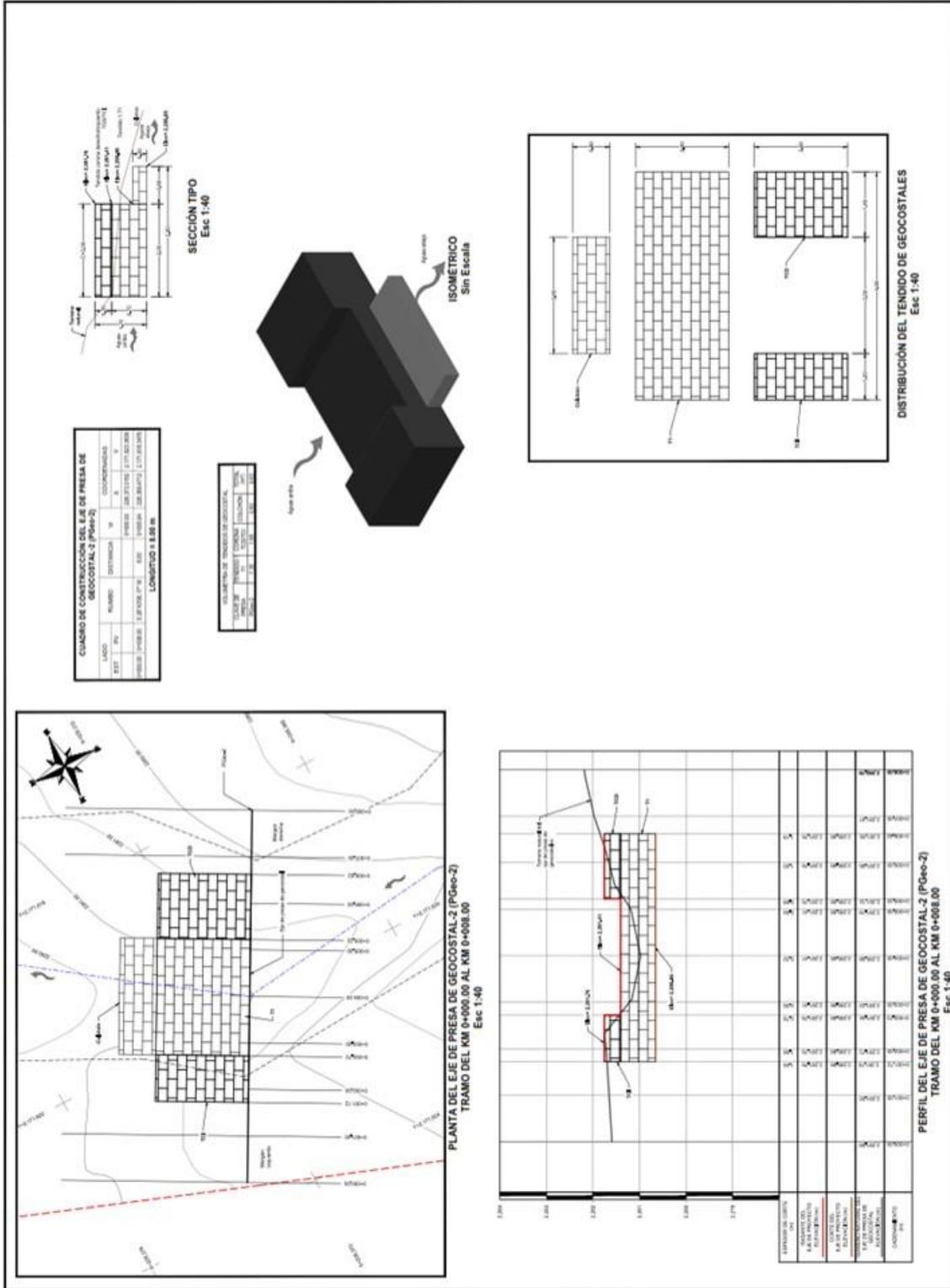










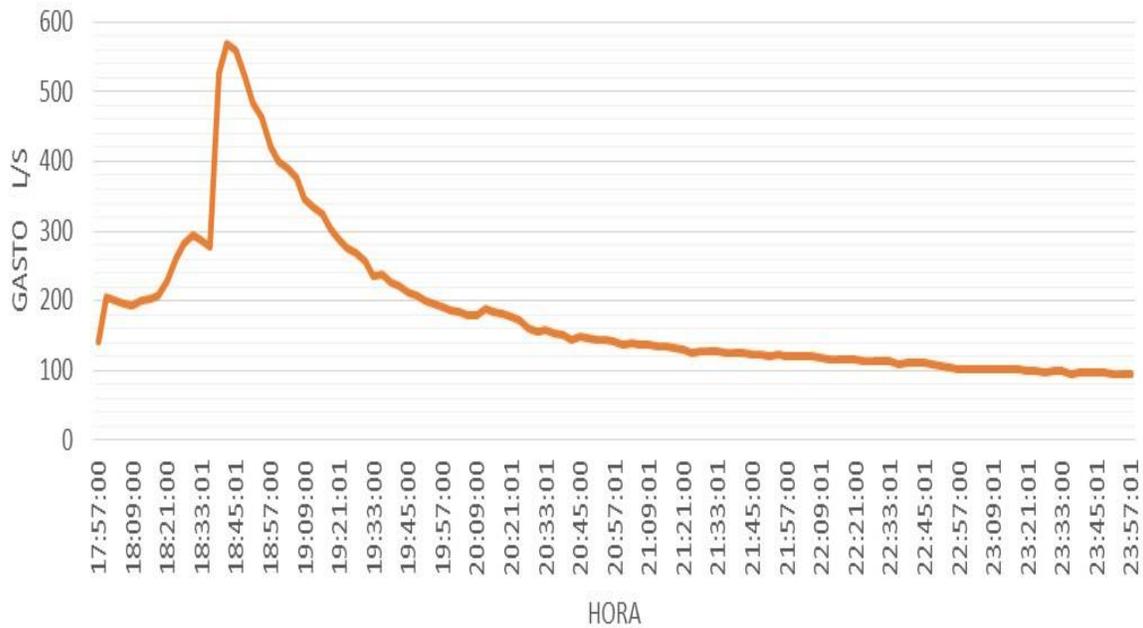




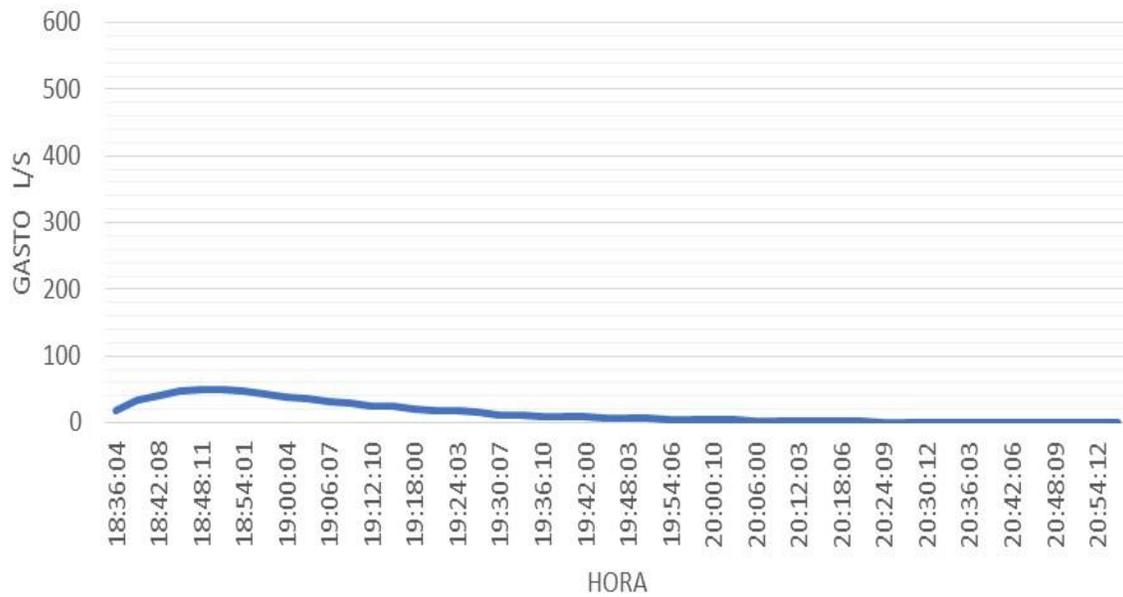




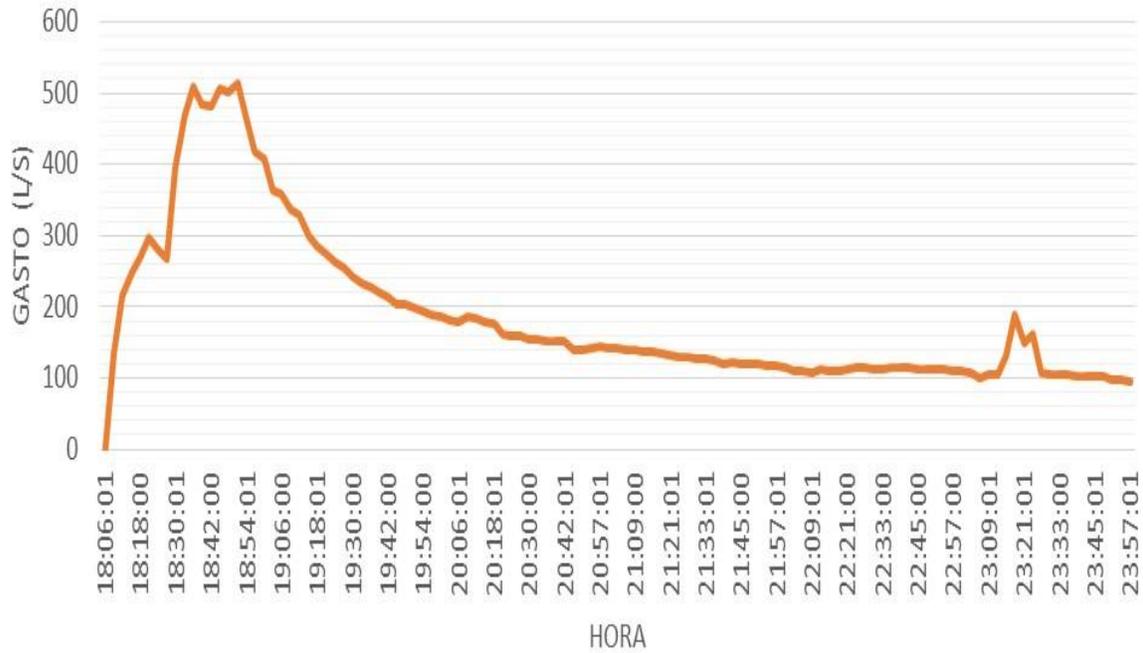
**Anexo 4. Hidrogramas de los eventos de escurrimiento registrados en las microcuencas Ichupio y malacate para evaluar los efectos en la producción de escurrimientos y sedimentos de las obras y prácticas conservacionistas en la cuenca del Lago de Pátzcuaro.**



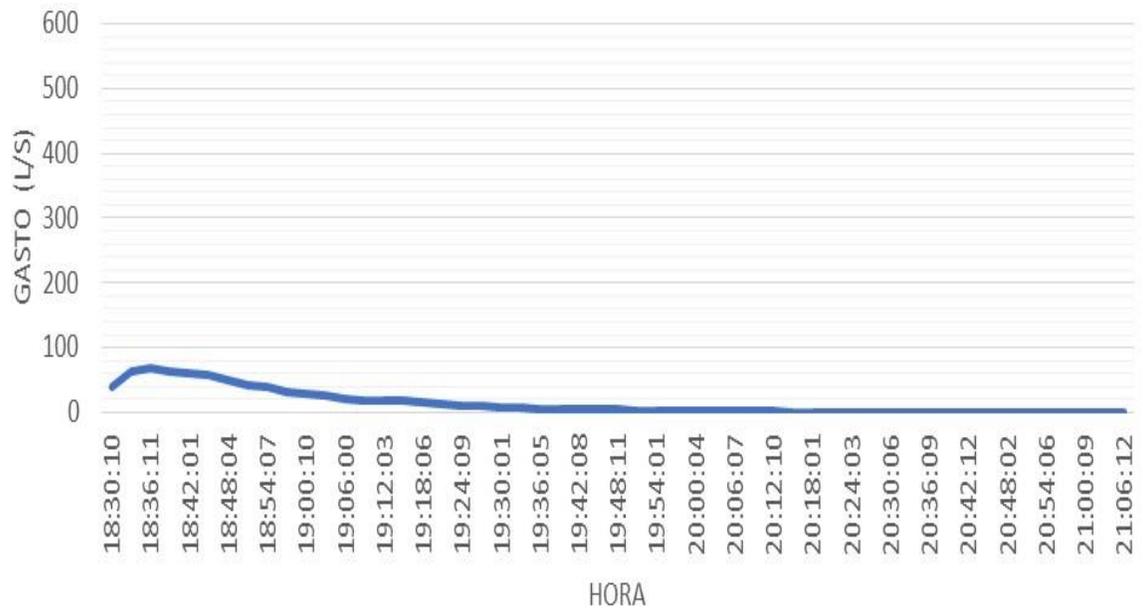
*Hidrograma del evento de escurrimiento del 06 de agosto de 2017 en la microcuenca Malacate.*



*Hidrograma del evento de escurrimiento del 06 de agosto de 2017 en la microcuenca Ichupio.*



*Hidrograma del evento de escurrimiento del 20 de agosto de 2017 en la microcuenca Malacate.*



*Hidrograma del evento de escurrimiento del 20 de agosto de 2017 en la microcuenca Ichupio.*