



2025
Año de
**La Mujer
Indígena**

Apoyo al Plan de justicia para los pueblos de Acasico, Palmarejo y Temalcapulín y al Proyecto de la nueva geometría del vertedor de la Presa Zapotillo



Medio Ambiente
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales



IMTA
INSTITUTO MEXICANO
DE TECNOLOGÍA DEL AGUA

21 de agosto de 2025



2025
Año de
La Mujer
Indígena

Impacto de presa El Zapotillo en las localidades de Palmarejo, Temacapulín y Acasico"

Presentan:

Juan Fco. Gómez Martínez.
Cecia Millán Barrera.

juanfco@tlaloc.imta.mx
cmillan@tlaloc.imta.mx



Medio Ambiente
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales



IMTA
INSTITUTO MEXICANO
DE TECNOLOGÍA DEL AGUA

21 de agosto de 2025



Contenido

- ☐ 1. Antecedentes
- ☐ 2. Análisis de los niveles del agua en el vaso para las avenidas de diseño y avenida máxima registrada
 - ✓ 2.1. Tránsito hidrológico en el vaso
 - ✓ 2.2. Análisis hidráulico en 2D
 - ✓ 2.3. Análisis hidráulico en 3D
- ☐ 3. Impacto de la presa en las localidades de Palmarejo, Temacapulin y Acásico



2025
Año de
**La Mujer
Indígena**

1. ANTECEDENTES



Medio Ambiente
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales



IMTA
INSTITUTO MEXICANO
DE TECNOLOGÍA DEL AGUA

1. ANTECEDENTES



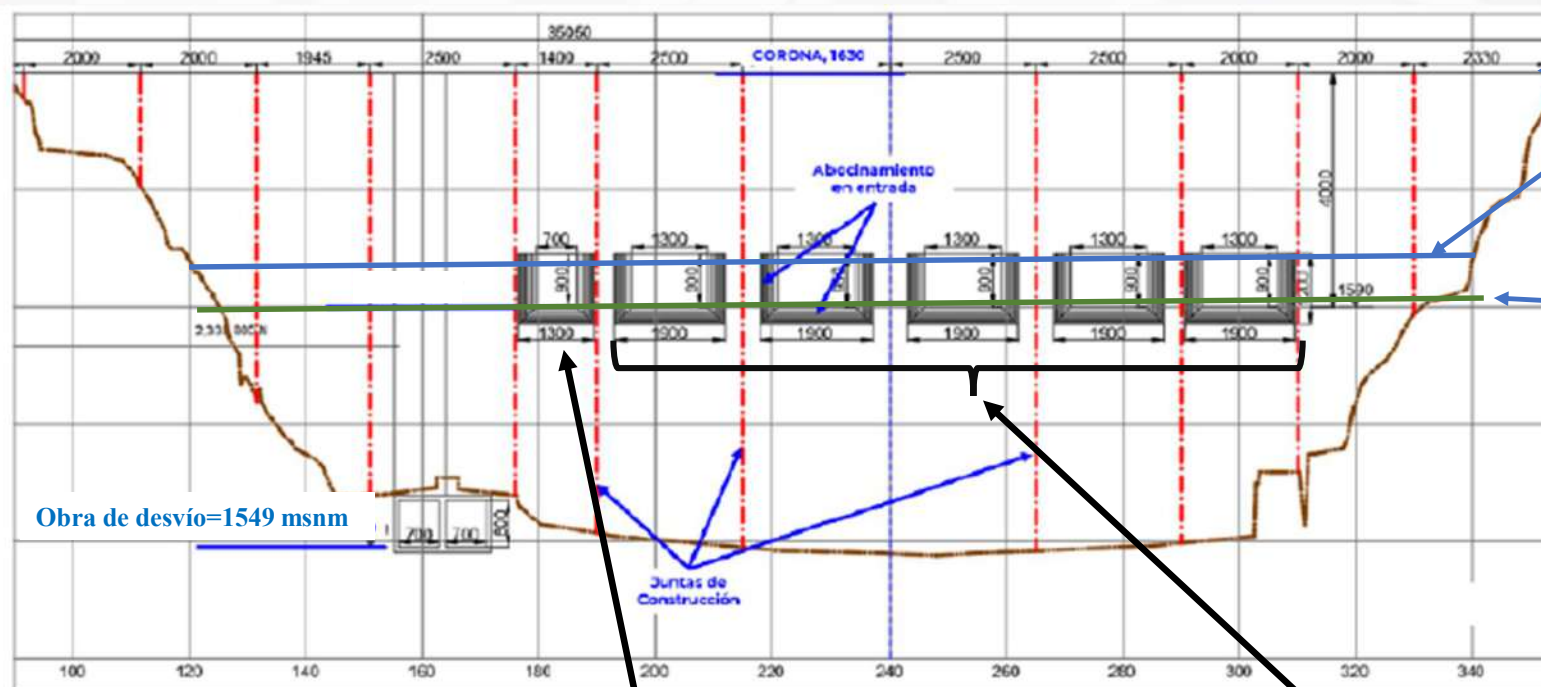
La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) elaboró una nota informativa con fecha del 6 de julio de 2022, la cual contiene el **“Resumen ejecutivo de los trabajos de ingeniería básica para la modificación de la presa el zapotillo”**.

En la nota informativa está definida **la avenida de diseño que ingresa a la presa El Zapotillo** para el periodo de retorno de **10,000 años**, la cual tiene un gasto máximo de **4287 m³/s**.

En la nota informativa se menciona que **se realizó el diseño y adecuación de la obra de excedencias con la capacidad suficiente** para descargar la avenida con el periodo de retorno de diseño. Además también **se presenta** los resultados del **diseño de la obra de desagüe de fondo** para limpieza y apoyo en el caso que se requiera, en la descarga de la avenida de diseño. También en la nota se presenta el diseño de la **obra de toma** para extraer un gasto mínimo de **2.0 m³/s**.



Obra de excedencias



CORONA=1630 msnm

NAME=1598.46 msnm

NAMO=1590 msnm

Obra de desvío=1549 msnm

1 ventana de 7 metros
de ancho por 9 metros
de altura

5 ventanas de 13 metros de
ancho por 9 metros de
altura



2025
Año de
La Mujer
Indígena

2. Análisis de los niveles del agua en el vaso para las avenidas de diseño y avenida máxima registrada



Medio Ambiente
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales



IMTA
INSTITUTO MEXICANO
DE TECNOLOGÍA DEL AGUA



Medio Ambiente
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales



2.1. Tránsito hidrológico en el vaso



Información de la obra de excedencias y de desagüe



Medio Ambiente
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales



Característica	Valor
Obra de excedencias	
Tipo de vertedor	Descarga libre
Ancho de la cresta del vertedor	72 m: 5 ventanas de 13 metros de ancho y 1 ventana de 7 metros de ancho. La altura de las ventanas es de 9 metros.
Longitud de las ventanas vertedoras	65.08 m
Elevación inicial de la cresta del vertedor	1590 msnm
Coeficiente de descarga	1.62
Desagüe de fondo u obra de desvío	
Dimensiones	Conducto 5.5 m de diámetro
Nivel del fondo del conducto	1549 msnm
Coeficiente de descarga	0.70



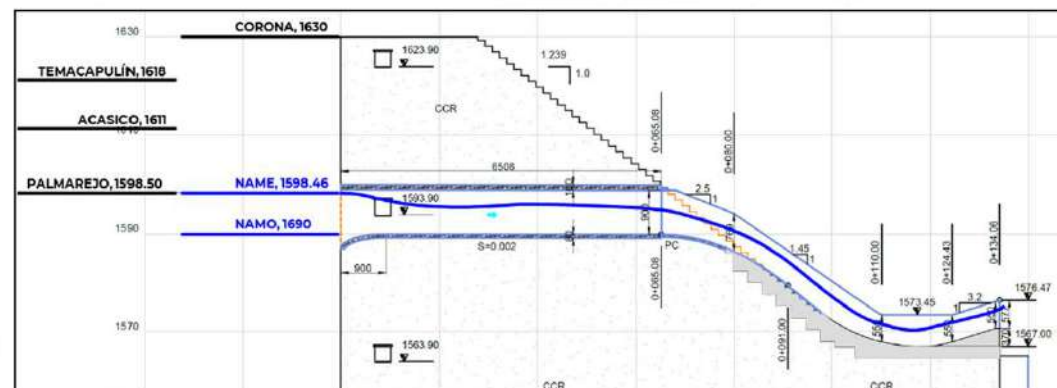
Curva elevación-área-capacidad del vaso de la presa El Zapotillo



Medio Ambiente
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales



Elevación (msnm)	Área (Ha)	Almacenamiento (miles de m ³)
1,550	0	0
1,560	50	2,500
1,565	80	5,750
1,570	110	10,500
1,575	140	16,750
1,580	170	24,500
1,585	210	34,000
1,590	264	45,850
1,595	370	61,700
1,600	485	83,000
1,605	630	110,950
1,610	770	145,960
1,615	1,040	191,210
1,620	1,300	249,710
1,625	1,620	322,710
1,630	1,936	411,610
1,650	3,290	910,760



**La Mujer
Indígena**

Avenidas de diseño

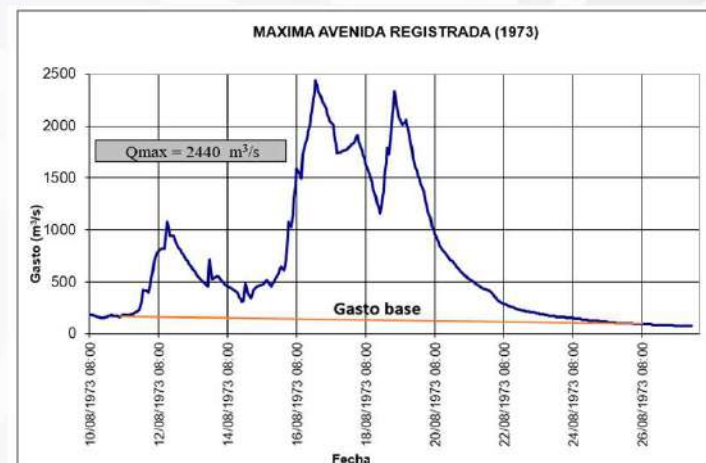
Gastos máximos anuales para los periodos de retorno considerando el periodo de registro de 1947 a 2022

Periodo de retorno (años)	Gasto máximo (m ³ /s)
2	333.576
5	575.511
10	887.655
20	1414.631
50	1915.405
100	2243.534
Avenida máxima registrada	
155	2440.00
200	2556.885
500	2961.599
1000	3264.574
2000	3566.261
5000	3964.341
10000	4264.977

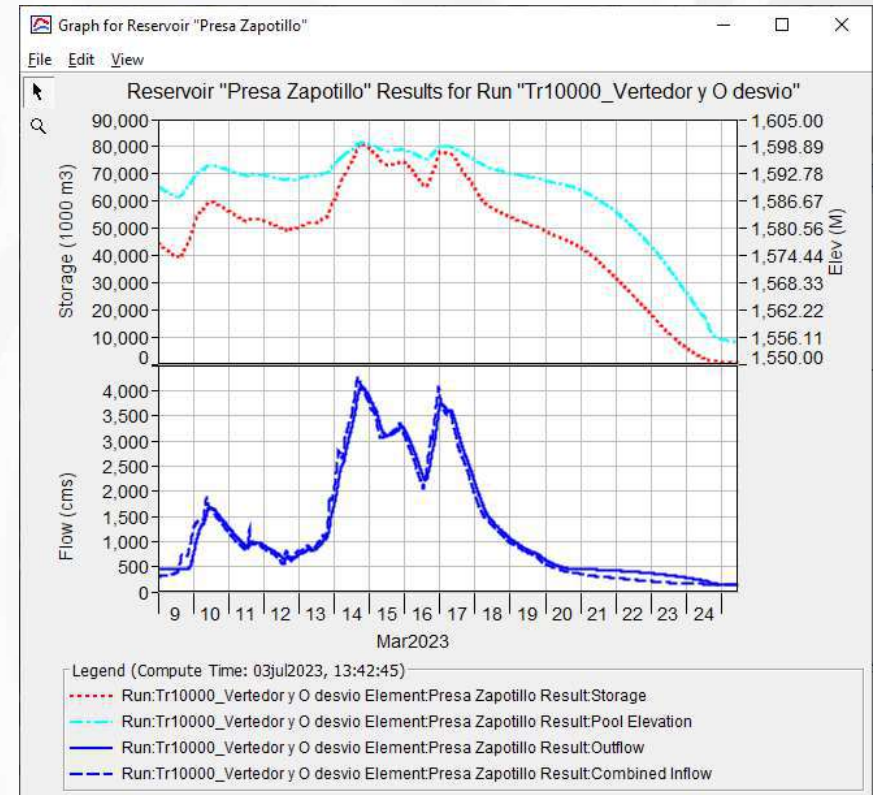
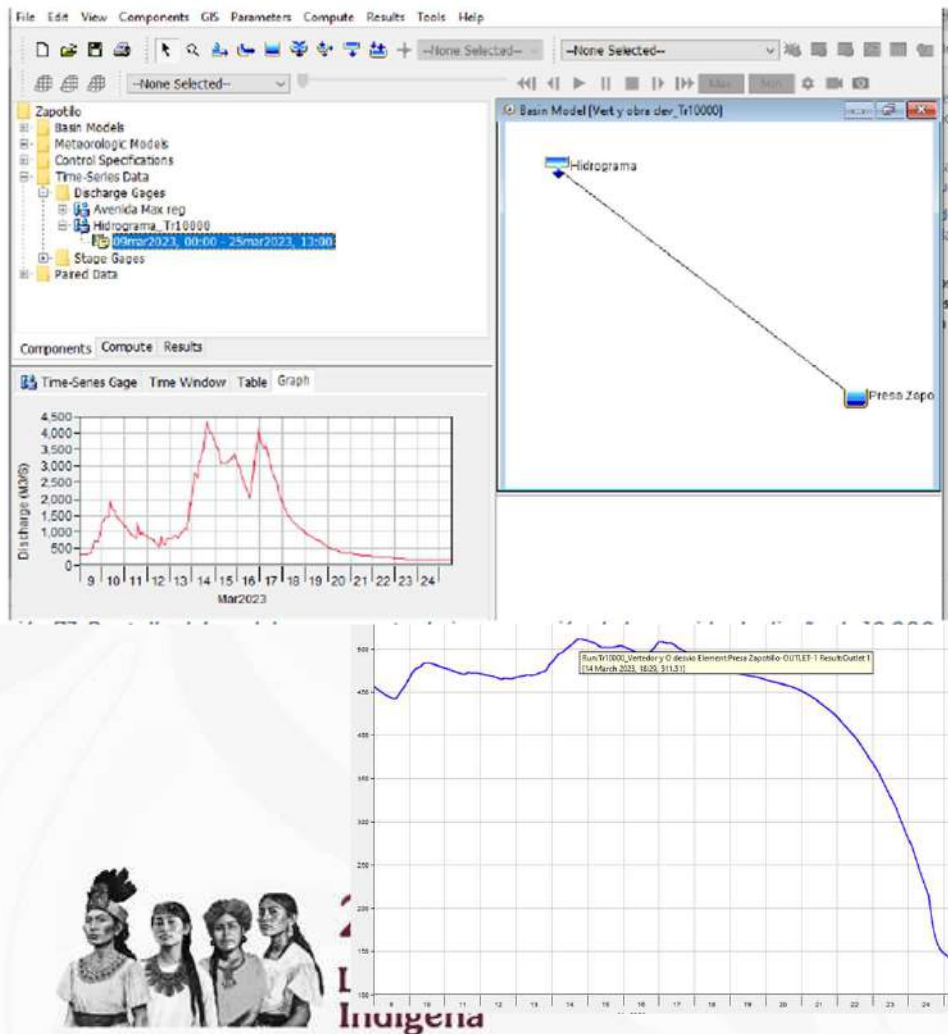
CONAGUA: 4,287



Medio Ambiente
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales



Resultados



Obra de excedencias y obra de desagüe

Resultados de los escenarios considerados



Medio Ambiente
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales



Tabla 13. Descripción de los escenarios.

Escenario	Estructuras consideradas	Consideraciones adicionales
Escenario 1	Solo la obra de excedencias	Se consideró las ventanas <u>vertedoras funcionan a superficie libre</u> como un vertedor de cresta ancha.
Escenario 2	La obra de excedencias y la obra de desagüe	Se considera que las <u>ventanas vertedoras funcionan a descarga libre</u> ; pero además también opera la obra de desagüe como un orificio, ya que la mayor parte del tiempo trabajará a presión.
Escenario 3	La obra de excedencias y la obra de desagüe	Se considera que las ventanas <u>vertedoras No funcionan a descarga libre</u> , sino que pueden trabajar a presión y se simularon como alcantarillas; también opera la obra de desagüe como un orificio.

Nivel inicial del agua igual al NAMO (1590 msnm)





Conclusiones importantes del análisis hidrológico

- ❑ **El nivel máximo del agua** que se alcanza en la presa para las avenidas correspondientes a los periodos de retorno a partir de 50 años y para la avenida máxima histórica registrada **es independiente del nivel inicial de la superficie libre del agua**. En otras palabras, el nivel máximo que alcanza el agua en el vaso cuando ingrese una la avenida sería el mismo, independientemente si la presa inicialmente está vacía o bien el nivel inicial del agua está hasta la elevación de las ventanas vertedoras (1590 msnm). Esto se debe a que el **volumen que se puede almacenar en la presa** hasta el nivel 1590 msnm es **de 45.85 Mm³**. El volumen de la avenida correspondiente al periodo de retorno de 10000 años es del orden de **1792 Mm³** y del orden de **802 Mm³** para el periodo de retorno de 50 años.
- ❑ Para la avenida máxima registrada, si solo trabaja la obra de excedencias, se obtiene un nivel máximo del agua del orden de 1597.30 msnm, por lo que el vertedor es suficiente y no se afecta a las 3 localidades.





Para la avenida con periodo de retorno de 1000 años (gasto máximo de entrada de **3264.574 m³/s**), la obra de excedencias (**ventanas vertedoras**) **tiene la capacidad para dar paso a la avenida sin que la obra de desagüe entre en operación, el nivel máximo** de la superficie libre del agua en el vaso resultó de **1598.89 msnm**, el cual es menor a 1599.00 msnm.

Para las avenidas correspondiente al periodo de retorno de 2000 años (gasto máximo de entrada de 3566.261 m³/s), el nivel máximo de la superficie libre del agua resultó de 1598.46 msnm, sin embargo, **para esta avenida es necesario que además de las ventanas vertedoras entre en operación la obra de desagüe.**

Para la **avenida máxima registrada** cuyo gasto máximo fue de 2440 m³/s, las dimensiones de la obra de excedencia son **suficientes** para dar paso a la avenida, incluso **sin que opere la obra de desagüe**, dando como resultado un nivel máximo de la superficie libre del agua de 1597.30 msnm.





Resultados.

Niveles máximos de la superficie libre del agua en el vaso (análisis hidrológico)

Periodo de retorno (años)	Gasto máximo (m ³ /s) de entrada	Solo vertedor a descarga libre. Escenario 1	Vertedor a descarga libre y obra de desvío Escenario 2	Vertedor como alcantarilla y obra de desvío Escenario 3
50	1915.405	1596.19		
100	2243.534	1596.89		
Avenida máxima registrada Tr=155 años	2440.000	1597.30		
500	2961.599	1598.32		
1000	3264.574	1598.89		
2000	3566.261		1598.46	
5000	3964.341			1600.42
10000	4287.000			1601.04



2025
Año de
La Mujer
Indígena

NAME=1598.46 msnm

CORONA=1630 msnm



Medio Ambiente
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales



2.2. Análisis hidráulico en 2D



2025
Año de
La Mujer
Indígena

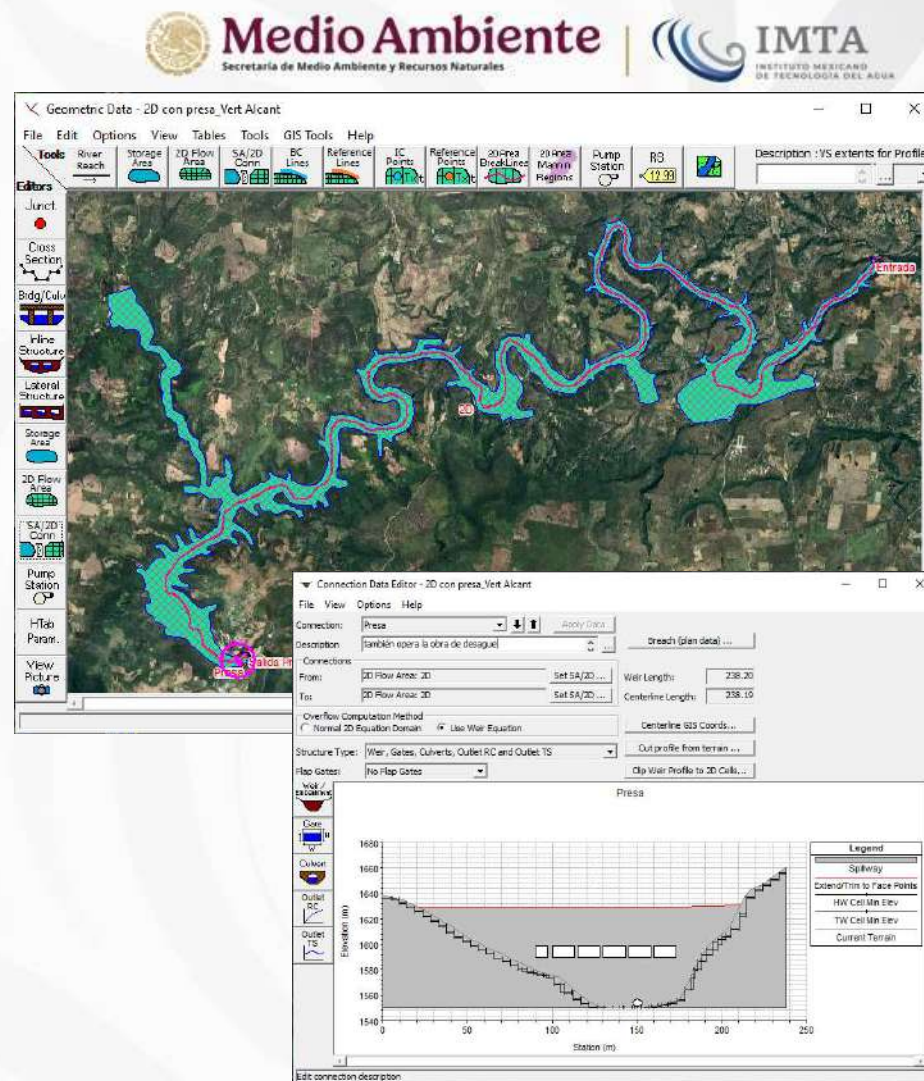


**Se realizó la modelación hidráulica en dos dimensiones
usando los softwares **HEC-RAS** e **IBER****

Se obtuvieron resultados muy similares

Para la modelación hidráulica se consideró la siguiente información:

- Información topográfica.** Levantamiento con curvas de nivel a una equidistancia de 50 centímetros. A partir de esta información se creó un modelo digital de elevación (con tamaños de **celdas de 5 metros**), construyendo así el modelo hidráulico en el software HEC-RAS.
- Coeficiente de rugosidad de Manning.** Para el cauce se consideró un coeficiente de rugosidad de 0.045 y para la zona fuera del cauce un valor de 0.1.
- Las avenidas consideradas.** Se consideraron las avenidas utilizadas en el análisis hidrológico.



Al igual que en el análisis hidrológico, **con el análisis hidráulico el nivel máximo de la superficie libre del agua** para la avenida de



Medio Ambiente
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales



Resultados en HEC-RAS

NAME=1598.46 msnm

CORONA=1630 msnm

Periodo de retorno (años)	Gasto máximo (m³/s) de entrada	Solo vertedor a descarga libre. Escenario 1	Vertedor a descarga libre y obra de desvío Escenario 2	Vertedor como alcantarilla y obra de desvío Escenario 3
50	1915.405	1596.23		
100	2243.534	1596.91		
Avenida máxima registrada Tr=154 años	2440.000	1597.32		
500	2961.599	1598.38		
1000	3264.574	1598.93		
2000	3566.261		1598.53	
5000	3964.341			1600.64
10000	4287.000			1601.29

Análisis hidrológico



2025
Año de
La Mujer
Indígena

Periodo de retorno (años)	Gasto máximo (m³/s) de entrada	Solo vertedor a descarga libre. Escenario 1	Vertedor a descarga libre y obra de desvío Escenario 2	Vertedor como alcantarilla y obra de desvío Escenario 3
50	1915.405	1596.19		
100	2243.534	1596.89		
Avenida máxima registrada Tr=155 años	2440.000	1597.30		
500	2961.599	1598.32		
1000	3264.574	1598.89		
2000	3566.261		1598.46	
5000	3964.341			1600.42
10000	4287.000			1601.04



El enfoque de análisis hidráulico e hidrológico arrojan resultados de la superficie libre del agua muy similares. La diferencia estriba en que el análisis hidráulico permite conocer la variación del nivel del agua a lo largo del río Verde (aguas arriba de la presa) y con ello evaluar la posible afectación a las localidades de Palmarejo, Acasico y Temacapulín.

Tanto con el enfoque hidráulico como con el enfoque hidrológico, **las ventanas vertedoras no tienen la capacidad para dar paso a la avenida de diseño (incluso funcionando la obra de desagüe)** sin que el nivel del agua rebase la parte superior de la ventana (1599 msnm), esto implica que los niveles máximos de la superficie libre del agua resultan mayores al NAME definido por la CONAGUA (**1598.46 msnm**)



Medio Ambiente
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales



2.3. Análisis hidráulico en 3D



2025
Año de
**La Mujer
Indígena**

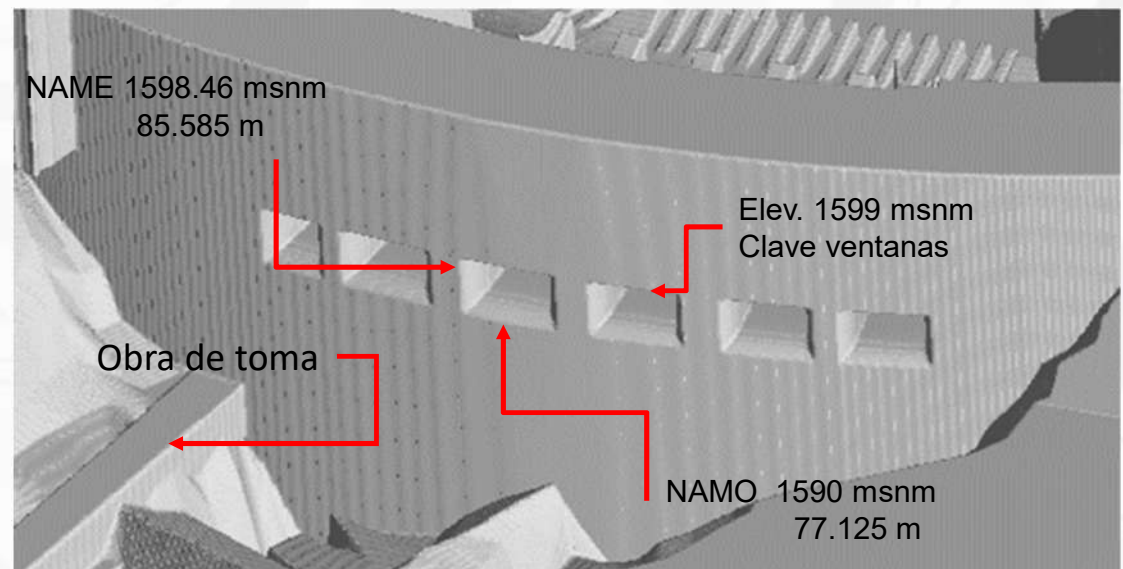


Los resultados obtenidos con la modelación numérica del comportamiento hidráulico del vertedor se consideran de campo cercano, incluye longitudes cortas tanto aguas arriba como aguas abajo y la obra de excedencias. En los escenarios que se simularon se incluye la operación de la obra de toma.

Para ahorrar recursos de cómputo el dominio se recortó especialmente en la dirección z o elevación, de manera que existe la siguiente correspondencia:

ELEVACIONES EN EL PROTOTIPO Y EN EL MODELO

	PROTOTIPO, msnm.	MODELO, m.
Elevación NAMO	1590	77.125
Elevación NAME	1598.46	85.585





Se llevó a cabo la simulación de flujo de **dos condiciones de frontera**, específicamente la **de entrada**. El **primer escenario consideró una variación en los niveles** de la columna de agua **en la frontera de entrada** en un tiempo dado, mientras que en el **segundo escenario** la variable fue **el gasto circulante a través de dicha frontera**, los valores máximos corresponden a los establecidos por la CONAGUA suponiendo una avenida máxima correspondiente a un $Tr=10,000$ años: $h_{\max}=1598.46$ msnm y $Q_{\max}=4,101.44$ m³/s.

Escenario 1:

* **Mallas (5)** de diferente tamaño (1.1, 0.60, 0.425 y 0.525 m)

* **Condición inicial:** Flujo en reposo

* **Movimiento del flujo promovido** por: gravedad.

* **Condición de frontera salida:** libre

*Condición de frontera entrada:

Curva Elevaciones-tiempo

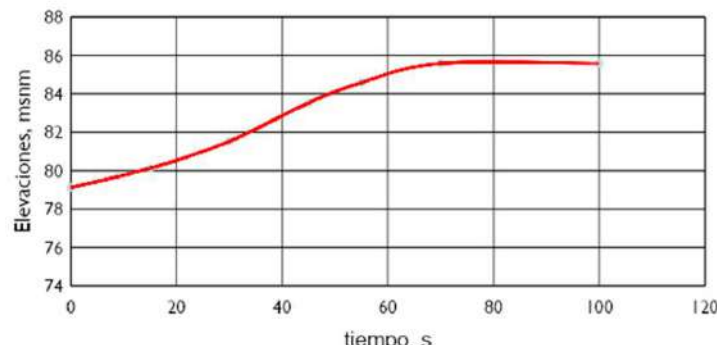
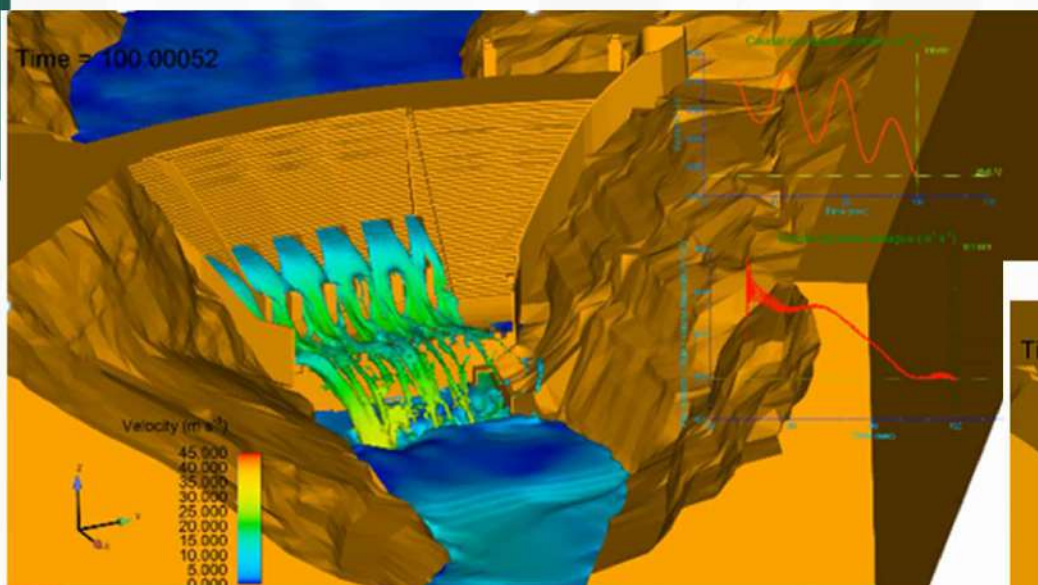


Figura 1. Condición de entrada para el escenario 1

Tiempo, s	Elevación prototipo, msnm	Elevación modelo, m
0	1592.00	79.125
15	1593.00	80.125
30	1594.50	81.525
45	1596.50	83.525
55	1598.46	84.585
70	1598.46	85.585
100	1598.46	85.585

Resultados Escenario 1



Campo de Velocidades del flujo en el vertedor en $t = 100$ s.

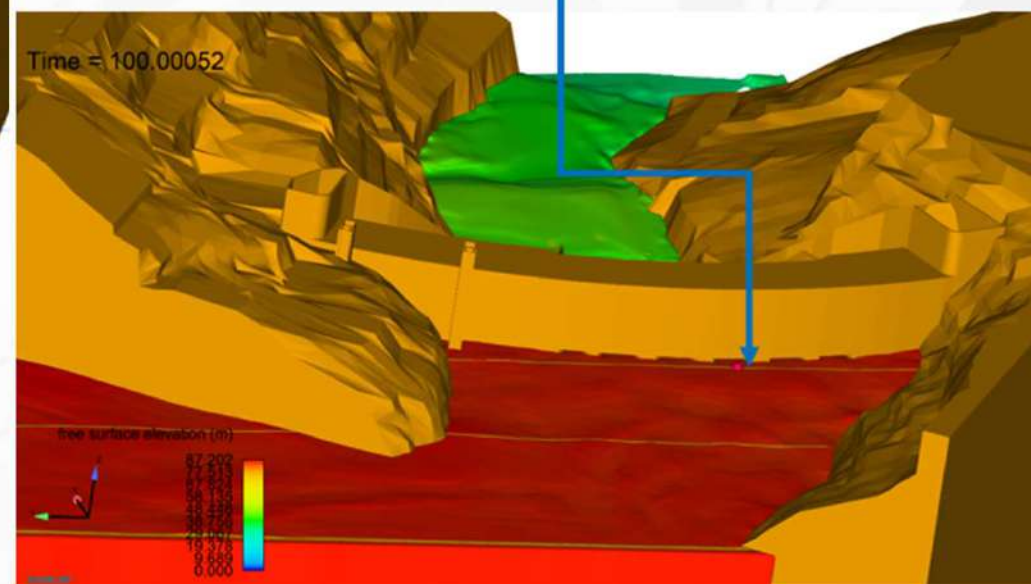


Medio Ambiente
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales



$Q_{\text{vertedor}} = 2545.77 \text{ m}^3/\text{s}$
 $Q_{\text{desagüe}} = 455.965 \text{ m}^3/\text{s}$
 $Q_{\text{total}} = 3001.735 \text{ m}^3/\text{s}$

Elevación entrada = 84.946 m
 = 1597.82 msnm



Elevación de la superficie libre del agua a la entrada del vertedor en $t = 100$ s.

Escenario 2

*Se usaron **mallas** de diferente tamaño (1.25, 0.95, 0.75, 0.43, 0.75, y 1.10m), en ese orden corresponden a las mallas del 1 al 6.

***La condición de frontera de entrada:** Variación del gasto (m^3/s) circulante en un lapso de tiempo.

***Movimiento del flujo** promovido por gravedad. ***Condición inicial:** Velocidad de entrada 0.5 m/s

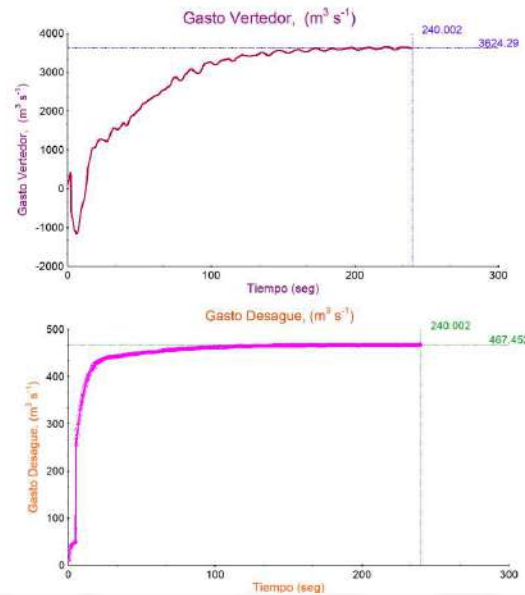
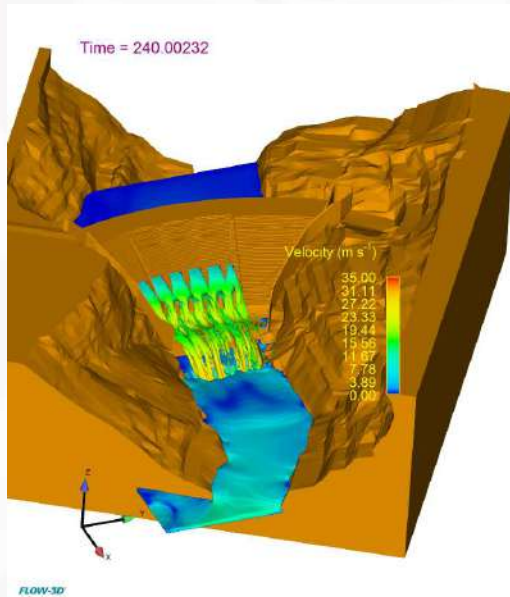
***Condición de frontera de salida:** libre.

Condición de frontera de entrada

Tiempo, s	Gasto, m^3/s
0	1500
15	2250
30	3000
45	3750
60	4000
70	4101.66
240	4101.66



Resultados Escenario 2



Campo de Velocidades del flujo en el vertedor
en $t = 240$ s.

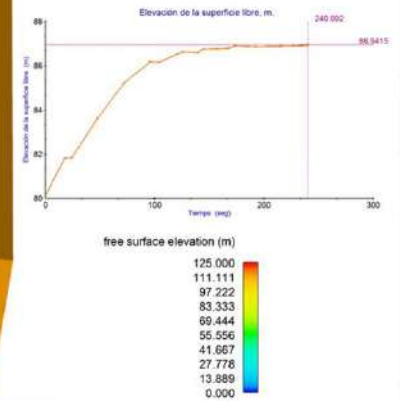
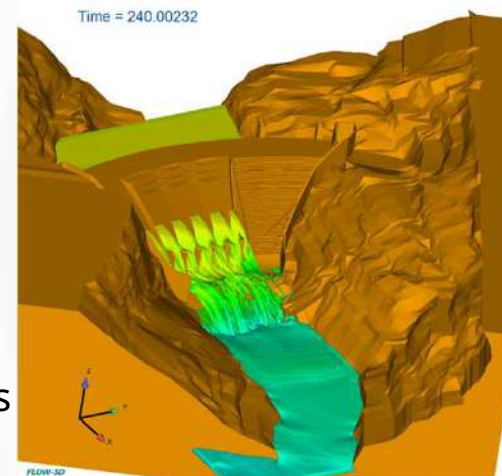
Q vertedor = $3624.29 \text{ m}^3/\text{s}$
 Q obra de toma = $467.452 \text{ m}^3/\text{s}$
 Q total = $4091.742 \text{ m}^3/\text{s}$



Medio Ambiente
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales



Elevación entrada = 86.9415 m
 = 1599.82 msnm



Elevación de la superficie libre del agua a
la entrada del vertedor en $t = 240$ s.



Los resultados del **escenario 1**, en el que se simuló la entrada de flujo hasta el NAME muestran que la elevación de la superficie libre del agua en la entrada de las ventanas vertedoras es de **1597.82 msnm** y mientras que el gasto circulante en el vertedor es de **2545.77 m³/s** y por el tubo de desagüe es de 455.965 m³/s, descargando un gasto total de **3001.735 m³/s**. Esto implica que el vertedor tiene la capacidad de descargar la avenida máxima registrada (2440 m³/s) con y sin funcionamiento de la obra de desagüe.

En cuanto al **escenario 2** en el tiempo $t = 240$ s, circula un gasto por el vertedor igual a **3624.29 m³/s** mientras que el gasto que está desalojando la tubería de desagüe es de **467.452 m³/s**, **el gasto total en la obra de excedencias es de 4091.74 m³/s**, valor muy cercano al gasto máximo de diseño del vertedor **$Q=4101.66$ m³/s**. El nivel de la superficie libre a la entrada del vertedor corresponde a 86.94 m, es decir, la carga sobre el vertedor es de **9.82 m**, por lo que el nivel de la superficie libre corresponde **a 1599.82 msnm**.

Lo anterior confirma que para que circule el gasto máximo de diseño, el vertedor debe entrar en carga. (Elevación mayor a 1599 msnm)





2025
Año de
La Mujer
Indígena

3. Impacto de la presa en las localidades de Palmarejo, Temacapulin y Acásico



Medio Ambiente
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales



IMTA
INSTITUTO MEXICANO
DE TECNOLOGÍA DEL AGUA

Análisis en las localidades



Medio Ambiente
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales



Para poder evaluar el impacto de la presa en las localidades, se analizaron los resultados obtenidos con el modelo de HEC-RAS en 2D para las avenidas de los periodos de retorno y para la avenida máxima histórica registrada.

Se realizó la simulación considerando la presa El Zapotillo y sin considerarla

Periodo de retorno (años)	Gasto máximo (m ³ /s) de entrada	Solo vertedor a descarga libre. Escenario 1	Vertedor a descarga libre y obra de desvío Escenario 2	Vertedor como alcantarilla y obra de desvío Escenario 3
50	1915.405	1596.23		
100	2243.534	1596.91		
Avenida máxima registrada Tr=154 años	2440.000	1597.32		
500	2961.599	1598.38		
1000	3264.574	1598.93		
2000	3566.261		1598.53	
5000	3964.341			1600.64
10000	4287.000			1601.29

Resultados en
HEC-RAS



AÑO DE
La Mujer
Indígena



Medio Ambiente
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales



a) El poblado de Acasico no se verá afectado por el nivel máximo de la superficie libre del agua que se presente en la presa para la avenida correspondiente al periodo de retorno de 10,000 años, por lo tanto, tampoco por una avenida de magnitud igual a la máxima histórica registrada.



Avenida de diseño

La **gama color verde** corresponde al nivel máximo del agua sin considerar la presa.

La **gama color azul** corresponde al nivel máximo del agua considerando la presa

Comparación del nivel de la superficie libre del agua con y sin la presa para la **avenida correspondiente al periodo de retorno de 10,000 años.**

Zona de Palmarejo



Medio Ambiente
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

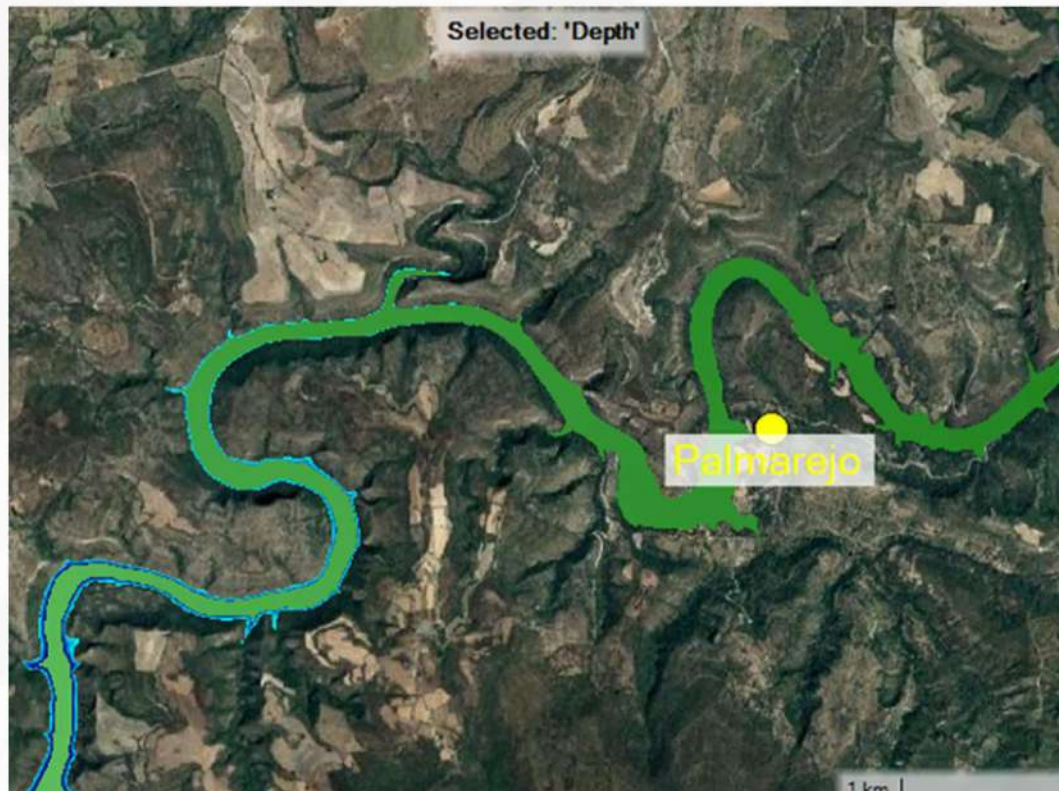


❑ El efecto de la construcción de la presa El Zapotillo en lo que respecta a la variación del nivel máximo de la superficie libre del agua para la avenida de diseño de 10,000 años **tiene influencia aproximadamente hasta el meandro del río Verde localizado al norte de la localidad de Palmarejo** (ver figura), **por lo que la presa tiene un mínimo impacto en dicha localidad** en lo que se refiere al nivel de la superficie libre del agua.



La **gama color verde** corresponde al nivel máximo del agua sin considerar la presa
La **gama color azul** corresponde al nivel máximo del agua considerando la presa

Comparación del nivel de la superficie libre del agua con y sin la presa para la **avenida máxima registrada. Zona de Palmarejo**



Medio Ambiente
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales



❑ Para una avenida igual a la máxima histórica, el efecto de la presa, en lo que se refiere al nivel máximo de la superficie libre del agua sería hasta el segundo meandro del río Verde aguas abajo de la localidad de Palmarejo. Es decir, para la una avenida igual a la máxima registrada el nivel máximo del agua en el río y fuera de él cerca de la localidad de Palmarejo sería igual con o sin la presa Zapotillo.



La **gama color verde** corresponde al nivel máximo del agua sin considerar la presa
La **gama color azul** corresponde al nivel máximo del agua considerando la presa

Comparación del nivel de la superficie libre del agua con y sin la presa para la avenida correspondiente al periodo de retorno de 10,000 años. Zona de Temacapulín



Medio Ambiente
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales



❑ Para la localidad de Temacapulín la presa ya no provoca un aumento en el nivel máximo de la superficie libre del agua, para la avenida con periodo de retorno de 10,000 años (ver figura) y tampoco para la avenida máxima histórica. Sin embargo, **debido a la capacidad hidráulica del río verde** y a la magnitud de las avenidas analizadas en esa zona **existiría desbordamiento del agua en el río con y sin la presa.**



La **gama color verde** corresponde al nivel máximo del agua sin considerar la presa
La **gama color azul** corresponde al nivel máximo del agua considerando la presa



Medio Ambiente
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales



**iii Muchas gracias
por su atención !!!!**



2025
Año de
**La Mujer
Indígena**