



MINISTERIO
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD
Y AGENDA URBANA

VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS
Y EXPERIMENTACIÓN
DE OBRAS PÚBLICAS

**JORNADA I+D+i EN LOS PLANES DE
GESTIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN**



Modelo de sedimentación del embalse de Marmolejo

GESTIÓN DE LA SEDIMENTACIÓN EN EL EMBALSE DE MARMOLEJO PARA GARANTIZAR LA SEGURIDAD DE ANDÚJAR FRENTE A INUNDACIONES.

29 DE MARZO DE 2023

DAVID LÓPEZ GÓMEZ.
JEFE DE ÁREA.

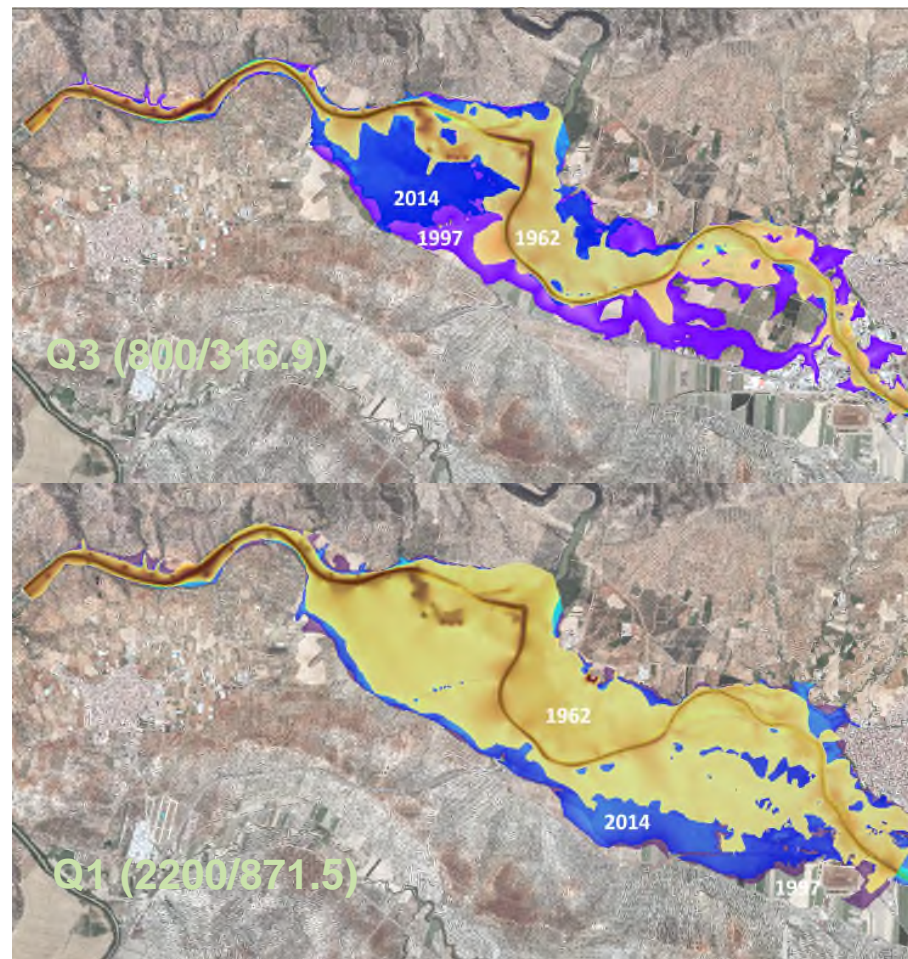
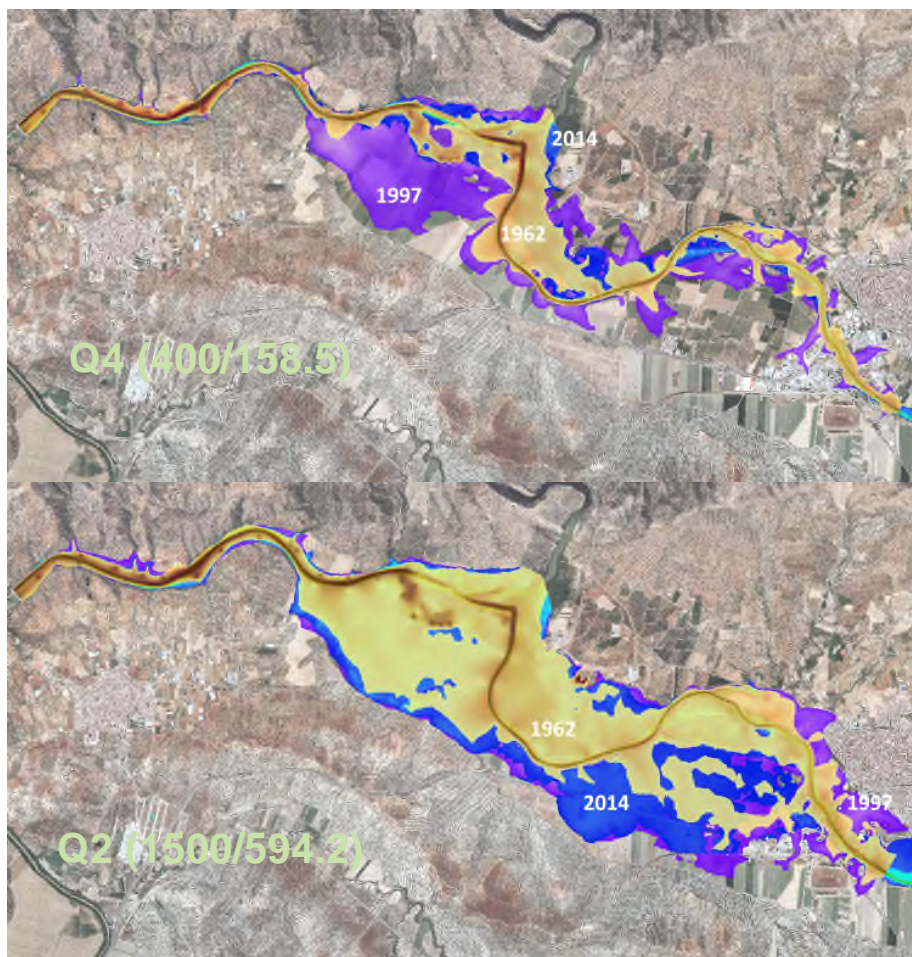
LABORATORIO DE HIDRÁULICA. CEH. CEDEX





Influencia de la sedimentación en la inundabilidad de Andújar CEDEX (2015) 1963/1997/2014

Modelo de sedimentación del embalse de Marmolejo





Medidas propuestas para la defensa de Andújar condicionadas al nivel de sedimentación de mayo de 2014





MINISTERIO
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD
Y AGENDA URBANA

VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS
Y EXPERIMENTACIÓN
DE OBRAS PÚBLICAS

MODELO FÍSICO

Laboratorio de Hidráulica. CEH. CEDEX

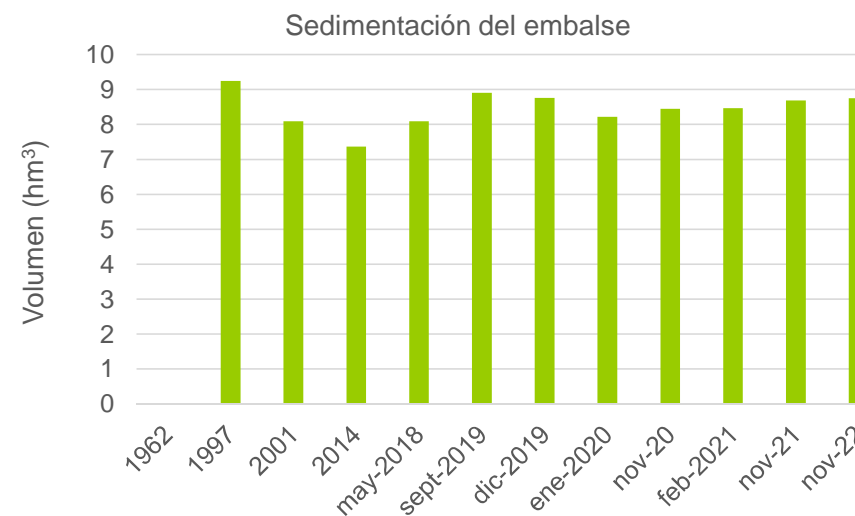
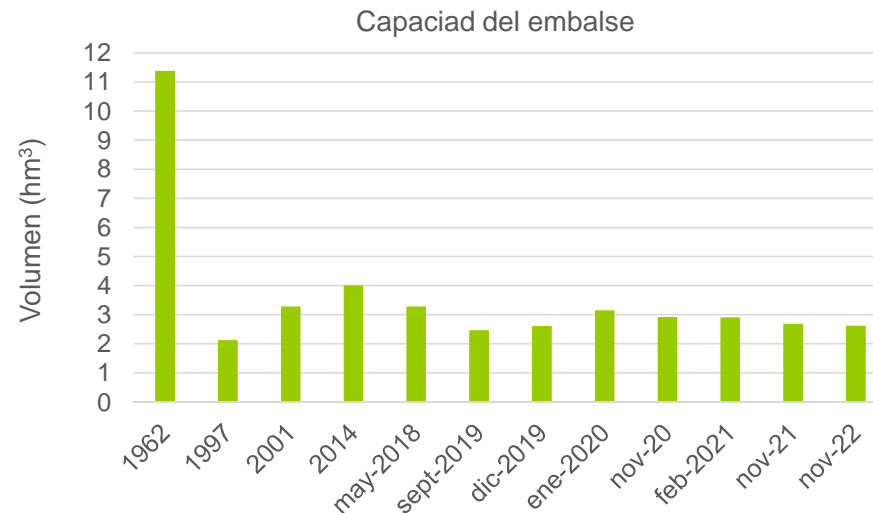




EVOLUCIÓN BATIMETRICA

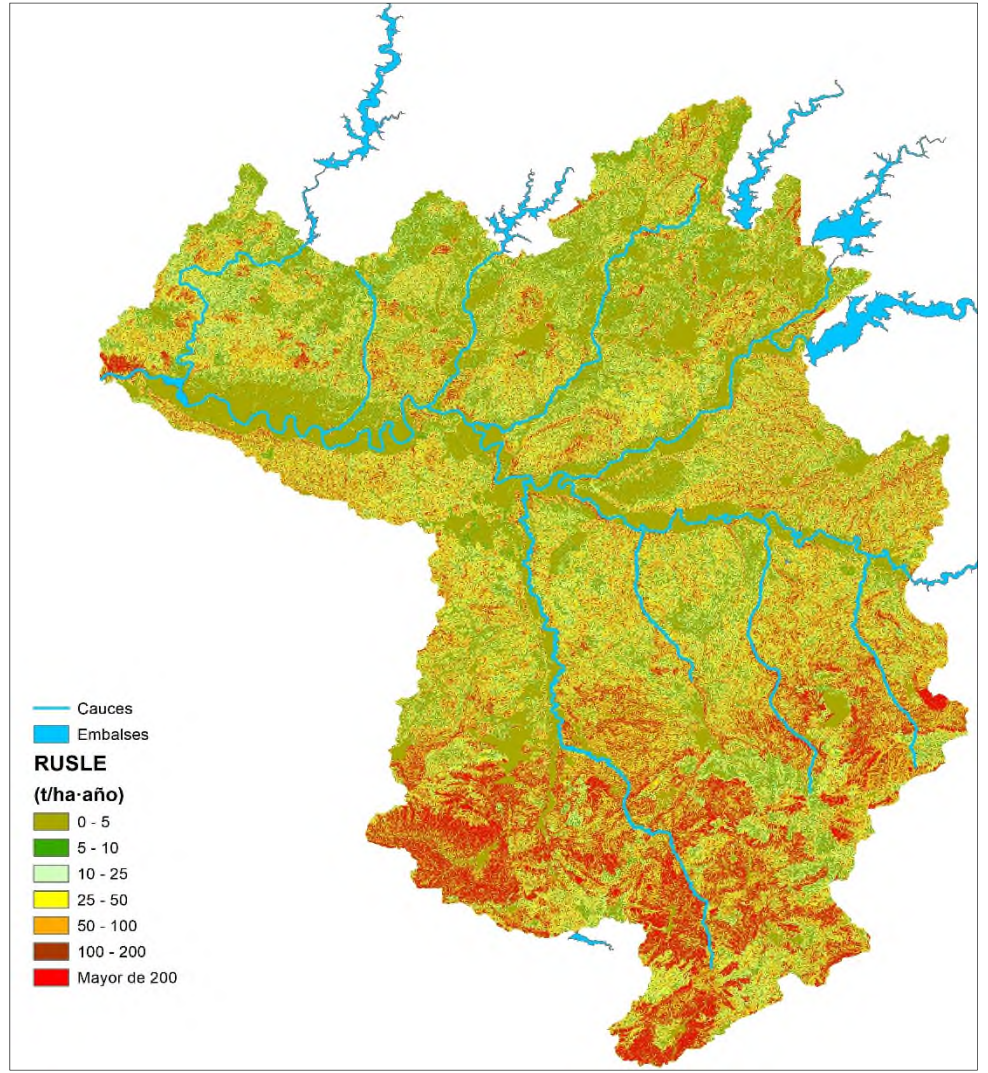
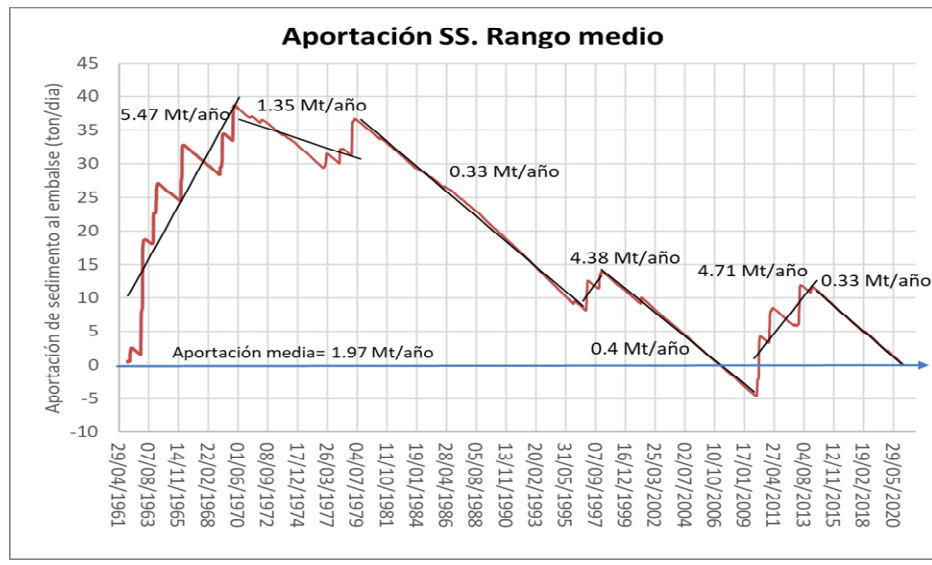
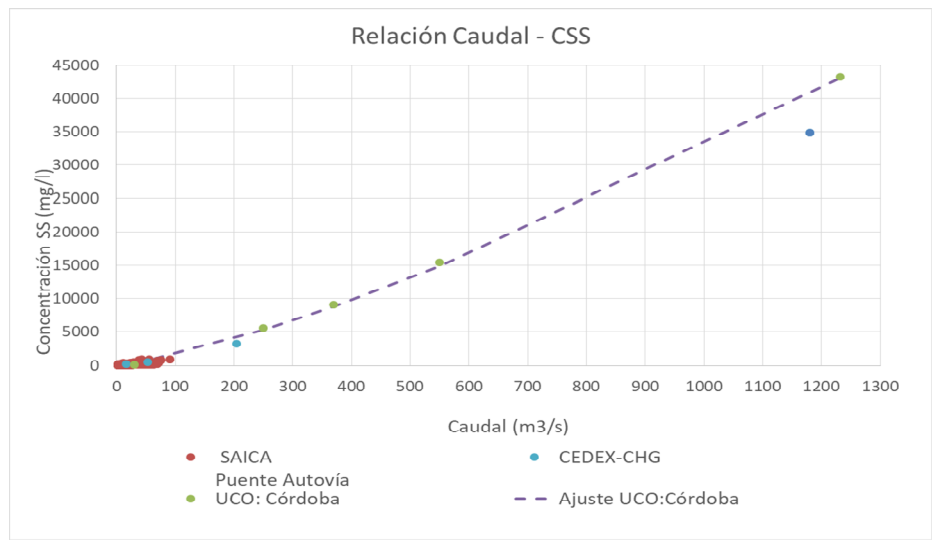
Año	Capacidad embalse (hm ³)	Capacidad residual (%)	Sedim. (hm ³)	Sedim. (%)	Sedim. Inc (hm ³)	Inc (%)
1962	11.38	100.00	0.00	0.00	0	0
1997	2.13	18.73	9.25	81.27	9.25	81.27
2001	3.29	28.90	8.09	71.10	-1.16	-10.17
2014 (14 abril)	4.01	35.23	7.37	64.77	-0.72	-6.32
2018 (7 mayo)	3.28	28.82	8.10	71.15	0.73	6.37
2019 (27 septiembre)	2.48	21.76	8.91	78.24	0.81	7.10
2019 (2 de diciembre)	2.62	23.04	8.76	76.96	-0.15	-1.28
2020 (14 enero)	3.16	27.73	8.23	72.27	-0.53	-4.70
2020 (24 noviembre)	2.93	25.74	8.45	74.26	0.23	1.99
2021 (25 febrero)	2.91	25.59	8.47	74.41	0.02	0.16
2021 (15 noviembre)	2.70	23.69	8.69	76.31	0.22	1.89
2022 (3 noviembre)	2.64	23.20	8.74	76.80	0.05	0.44

*Nivel de referencia: 191.28 msnm

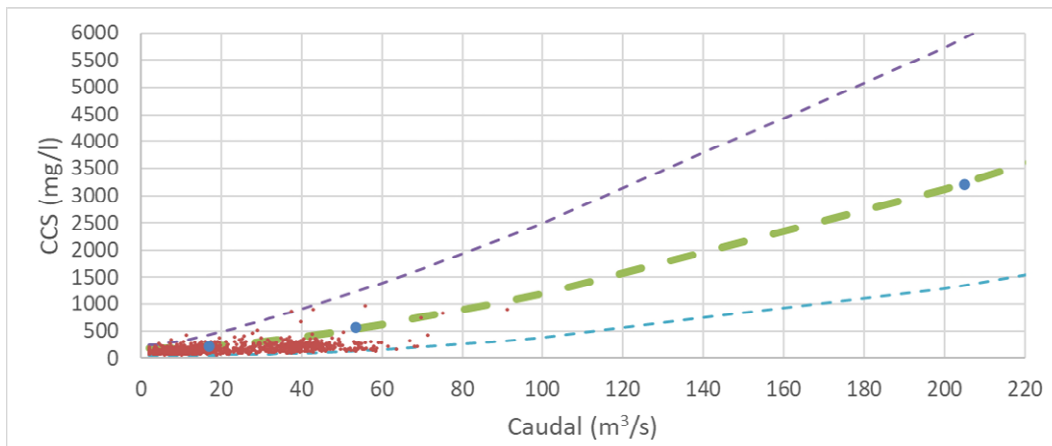
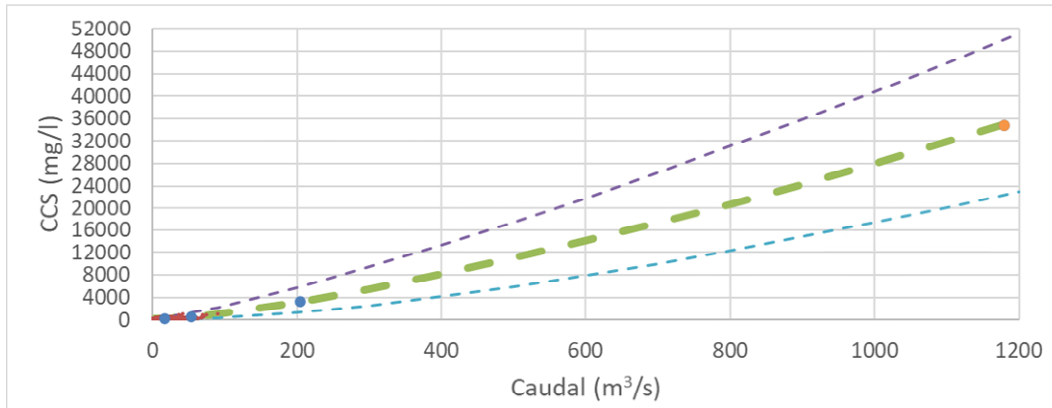




Leyes de aporte de sedimento al embalse

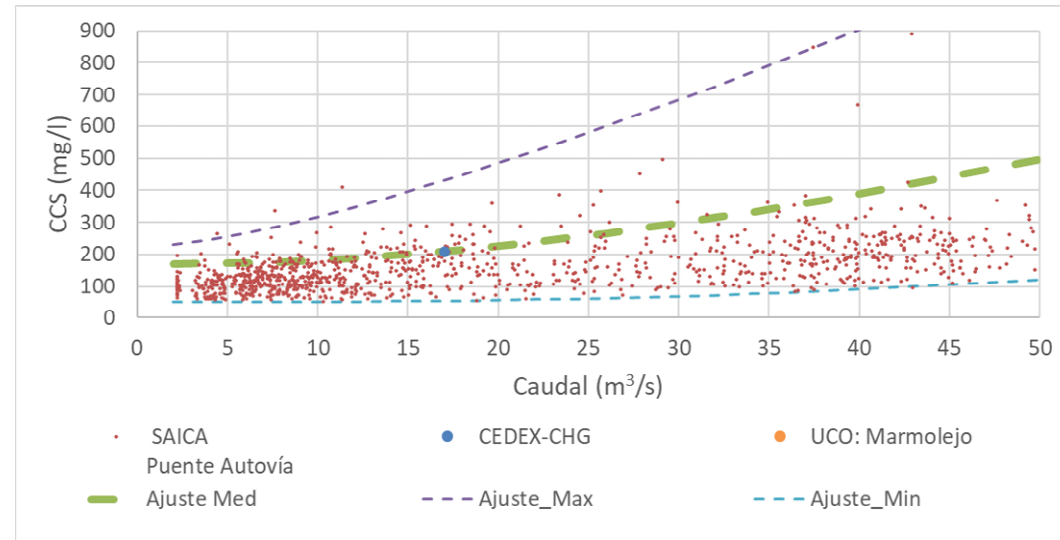


Leyes de aporte de sedimento al embalse



$$CSS(mg/l) = C_o + C_c Q^{\frac{a(Q-b)}{Q}}$$

	Upper range	lower range	Medium range
C_o	220	50	170
C_c	9	1	3.7
a	1.22	1.43	1.3
b	1.5	12	6





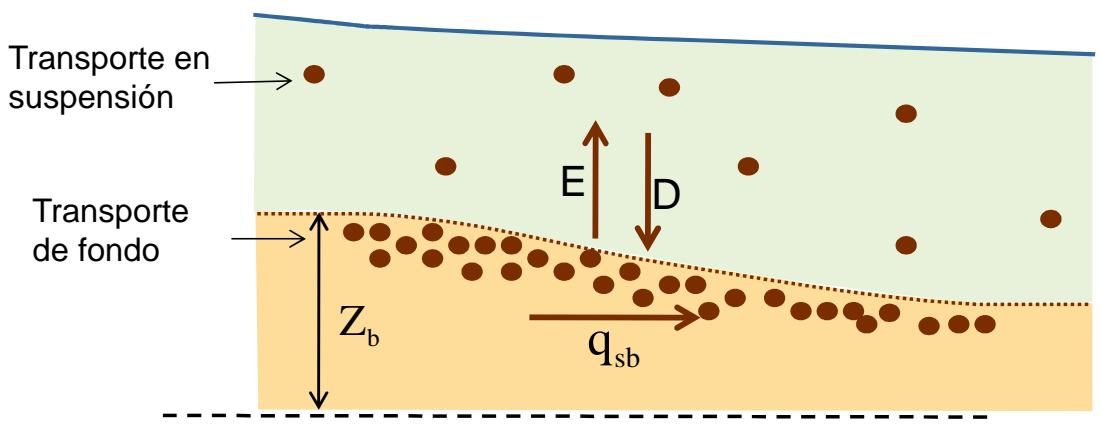
Modelo de transporte de sedimento en suspensión

Adveccion- Difusión

$$\frac{\partial hC}{\partial t} + \frac{\partial hU_x C}{\partial x} + \frac{\partial hU_y C}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\left(\Gamma + \frac{v_t}{S_{c,t}} \right) h \frac{\partial C}{\partial x_j} \right) + (E - D)$$

Exner

$$(1-p) \frac{\partial Z_b}{\partial t} + \frac{\partial q_{sb,x}}{\partial x} + \frac{\partial q_{sb,y}}{\partial y} = D - E$$



Ariathurai y Arulanandan:

$$E = M \cdot \left(\frac{\tau_b}{\tau_{ce}} - 1 \right) \quad D = W_s \cdot c_a \left(1 - \frac{\tau_b}{\tau_{cd}} \right)$$

- M= Velocidad de erosión
- τ_b = Tensión de fondo
- τ_{cd} = Tensión crítica de deposición
- τ_{ce} = Tensión crítica de erosión
- c_a = concentración de sedimento en el fondo
- W_s = Velocidad de sedimentación

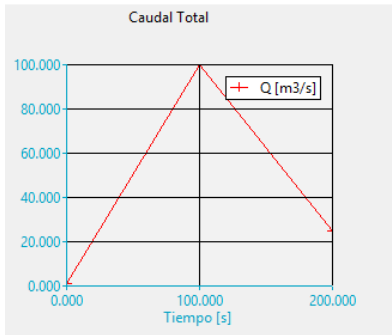
Velocidad de sedimentación (Van Rijn):

$$W_s = \frac{R \cdot g \cdot D_{50}^2}{18 \cdot v} \quad \rightarrow D_{50} < 10^{-4} m$$

$$W_s = \frac{10 \cdot v}{D_{50}} \left(\sqrt{\frac{1 + 0.01 \cdot R \cdot g \cdot D_{50}^3}{v^2}} - 1 \right) \quad \rightarrow 10^{-4} m < D_{50} < 10^{-3} m$$

$$W_s = 1.1 \cdot \sqrt{R \cdot g \cdot D_{50}} \quad \rightarrow 10^{-3} m < D_{50}$$

$D_{50} = 0.000035 \text{ m (35 microns)}$



Plug-ins of Iber

Select GPU parallelization:

IberPlus R-Iber

Select calculation module:

Hábitat

Procesos hidrológicos

Transporte de Sedimentos

Erosión suelos

Drenaje Urbano

Calidad Aguas

Aplicar Cerrar

TÉCNICAS DE SUPERCOMPUTACIÓN EN GPU

Datos

TRANSPORTE DE FONDO

TRANSPORTE EN SUSPENSIÓN

Parámetros de Tiempo | General | Resultados | Via Intenso Desagüe | Cubiertas | Turbulencia | Transporte de Sedimentos

Transporte en Suspensión: Activo

Method: Smith McLean Van Rijn Ariathurai

Diámetro sed. Susp. [m]:

Porosidad TS:

Densidad relativa TS:

Coefficiente de difusión [m²/s]:

Schmidt num:

Modelo de Avalancha TS:

Ángulo de fricción TS [rad]:

Instante inicio TS [s]:

Transporte de Fondo:

Transporte de Fondo:

Transporte en Suspensión:

Transporte de Fondo:

Modelo: Meyer-Peter&Müller Engelund-Hansen Van Rijn Recking

Tipo de sedimento:

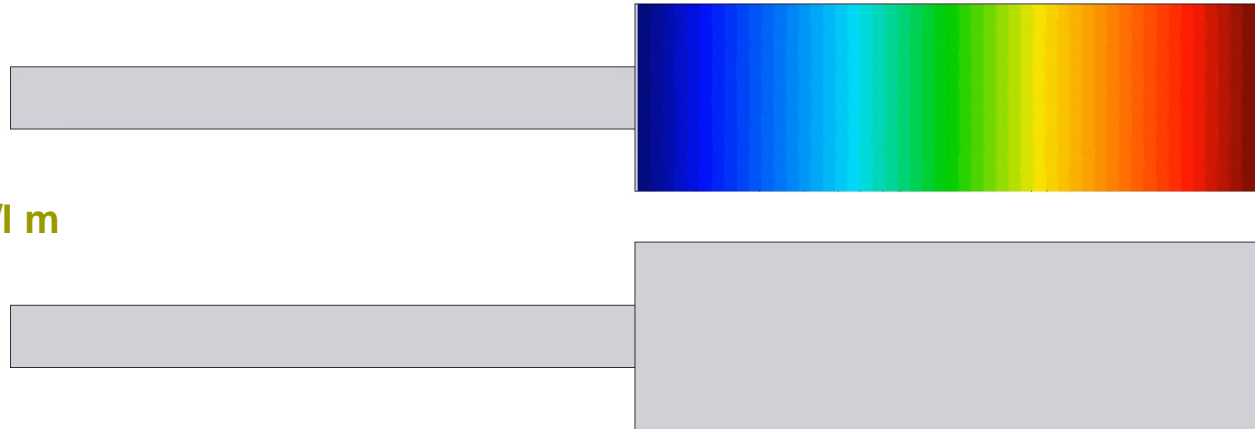
d50 [m]:

Porosidad TF:

Densidad relativa TF:

Partición de Einstein

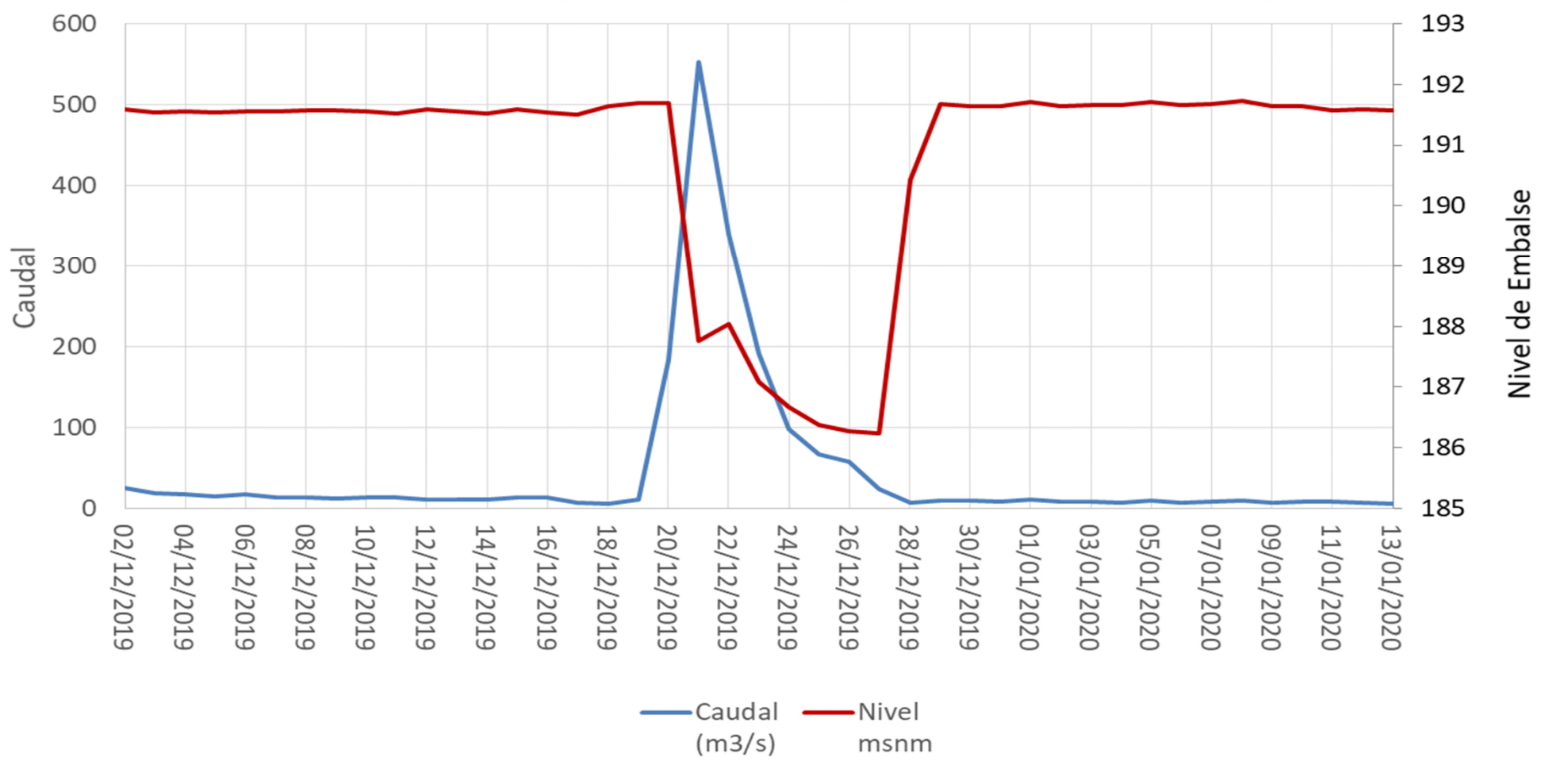
Aceptar Cerrar



- $D_{50} = 1 \text{ mm}$
- Concentración input = 20 mg/l m
- Van Rijn



Mapa de sedimentación del embalse de Marmolein



EVC



1 - 2.4

SEDIMENTACION

PK 15

5.5 16



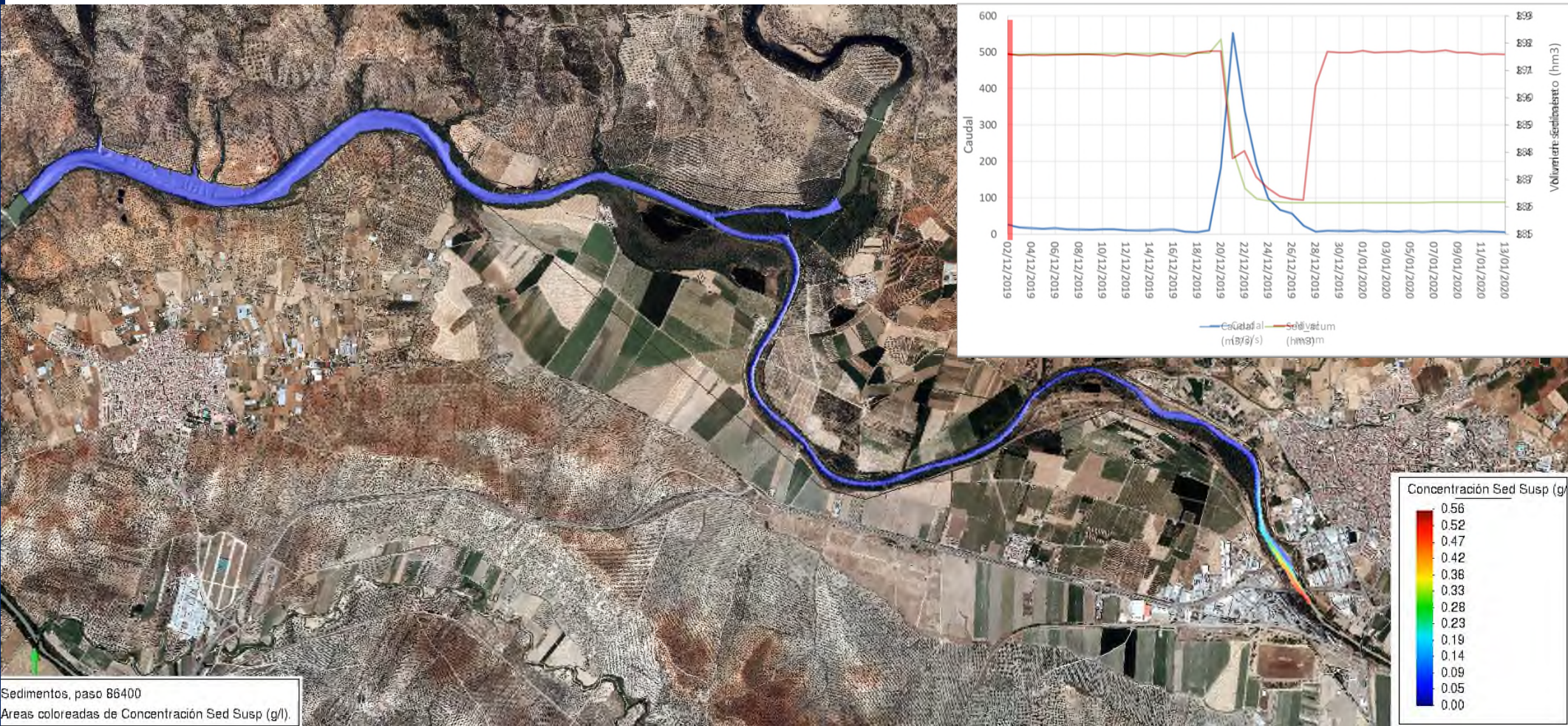
MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

VICEPRESIDENCIA TERCERA DEL GOBIERNO

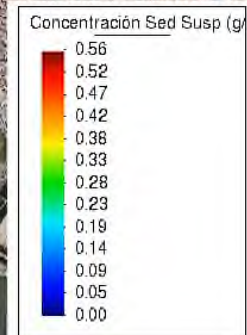
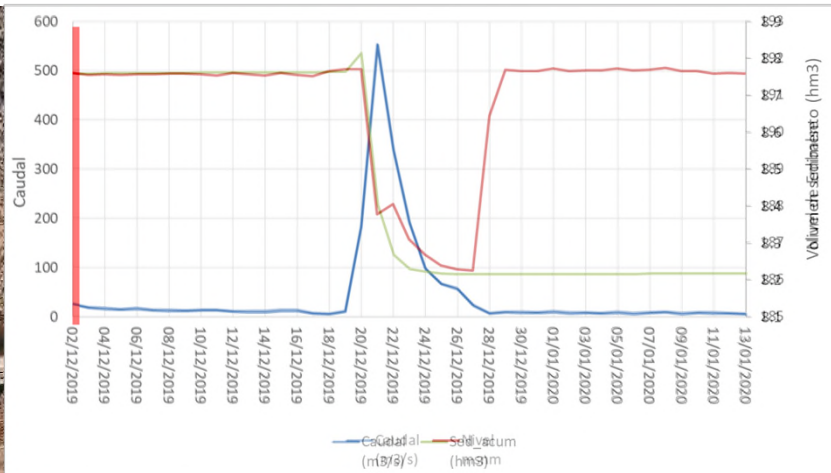
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

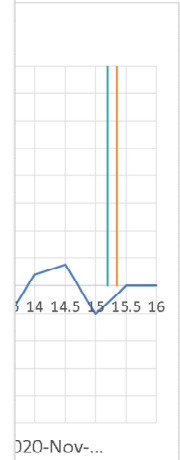
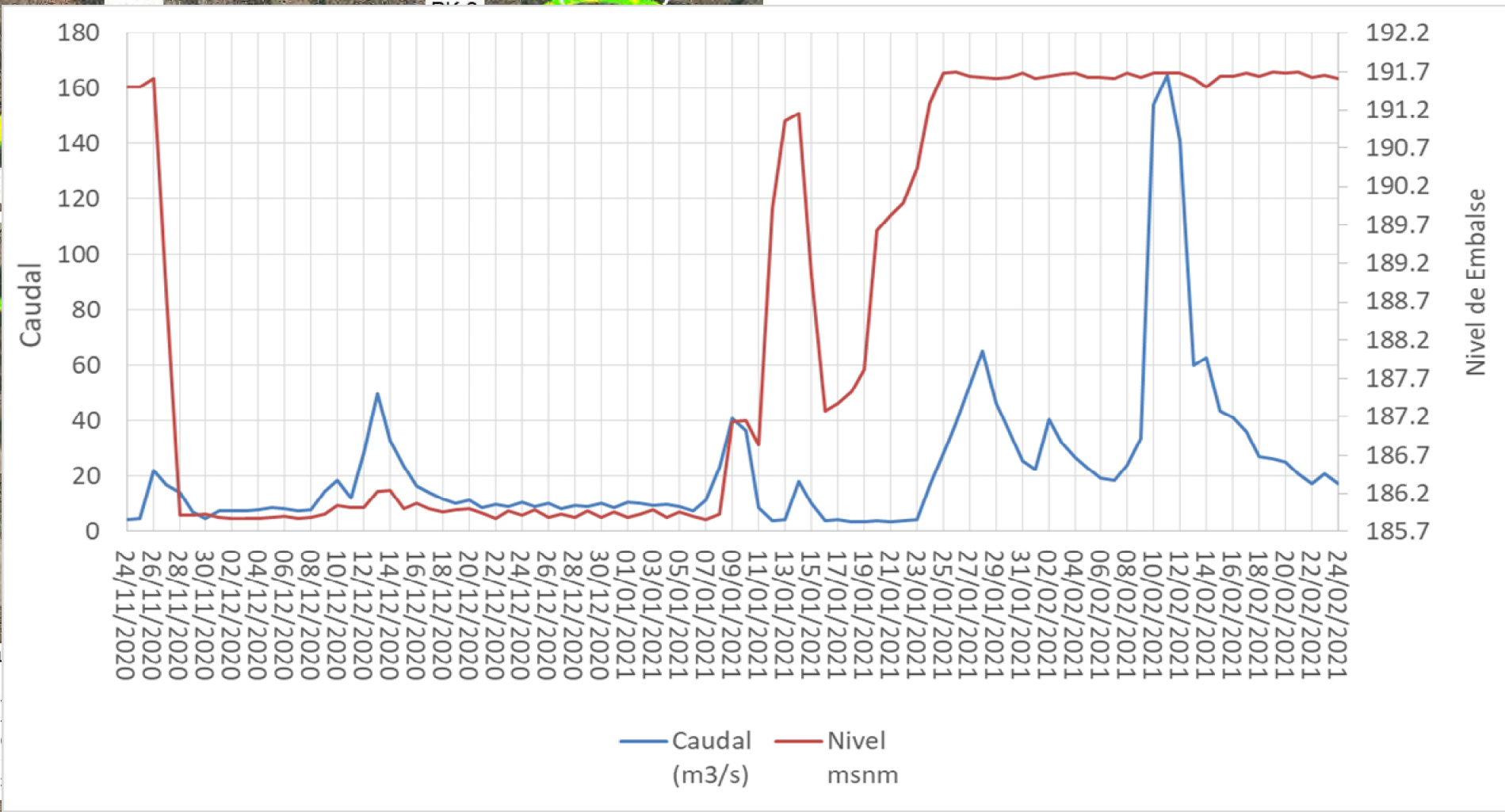
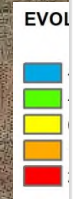
Modelo de sedimentación del embalse de Marmolejo

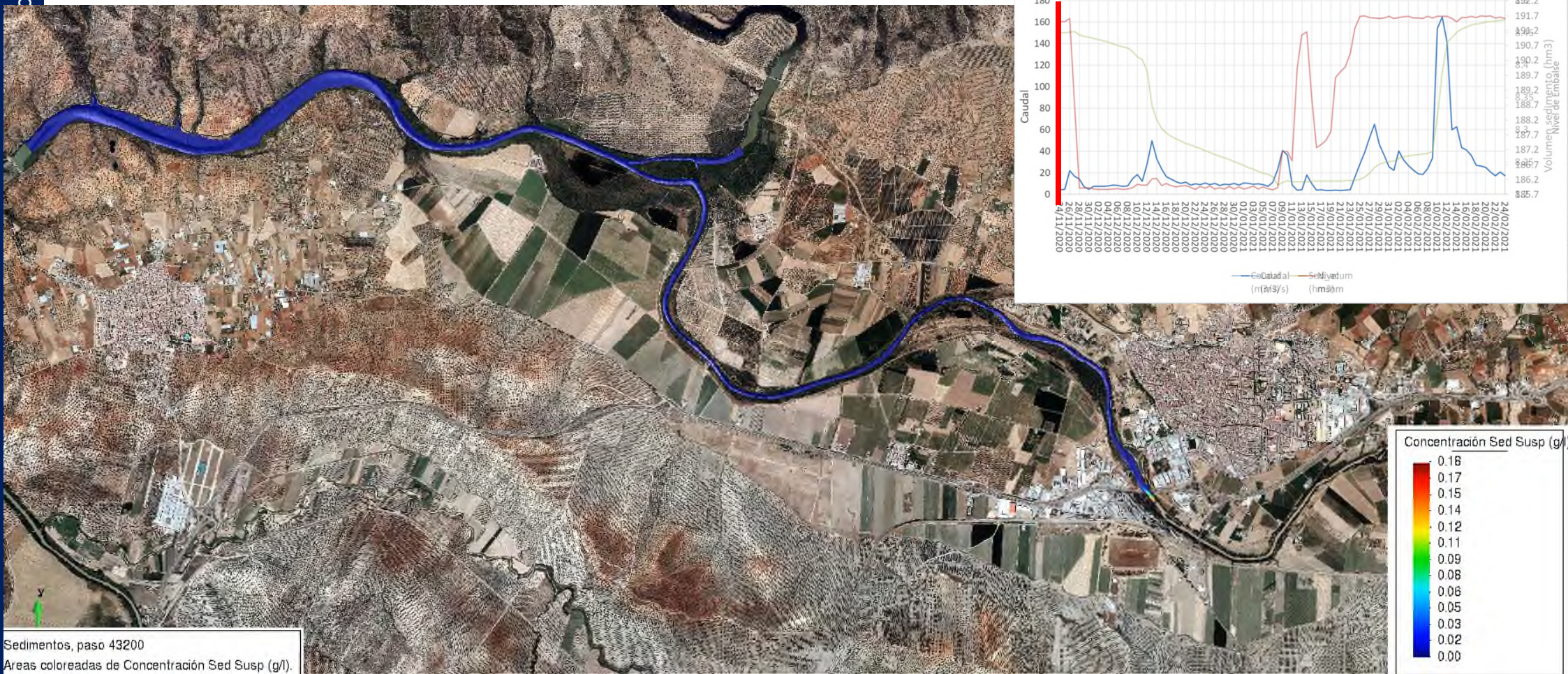


Sedimentos, paso 86400
Áreas coloreadas de Concentración Sed Susp (g/l).

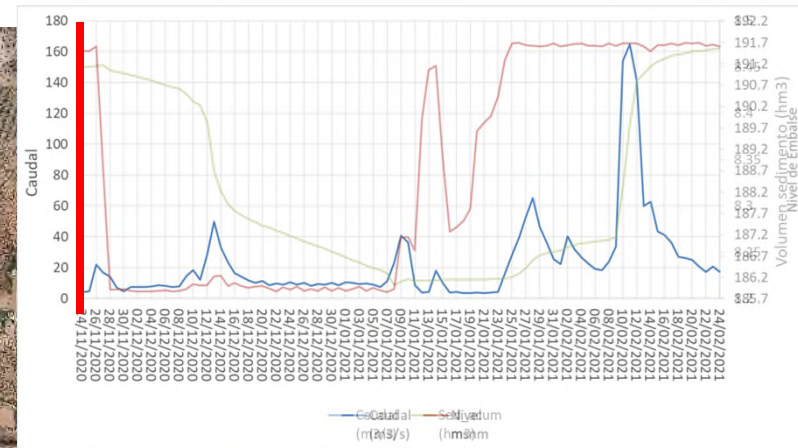


Modelo de sedimentación del embalse de Marmolejo





Sedimentos, paso 43200
Áreas coloreadas de Concentración Sed Susp (g/l).





Campaña experimental multiparamétrica

Modelo de sedimentación del embalse de Marmolejo

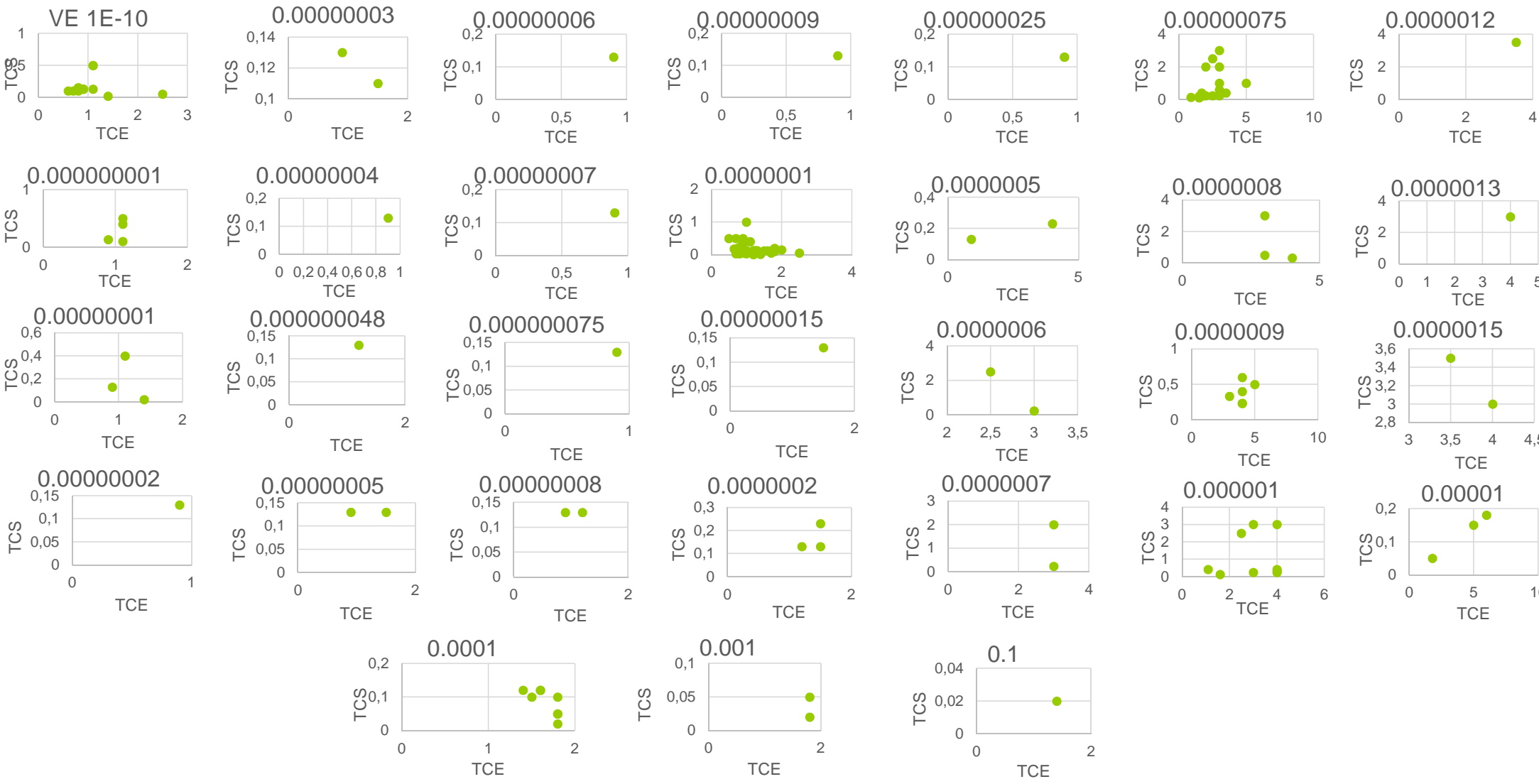
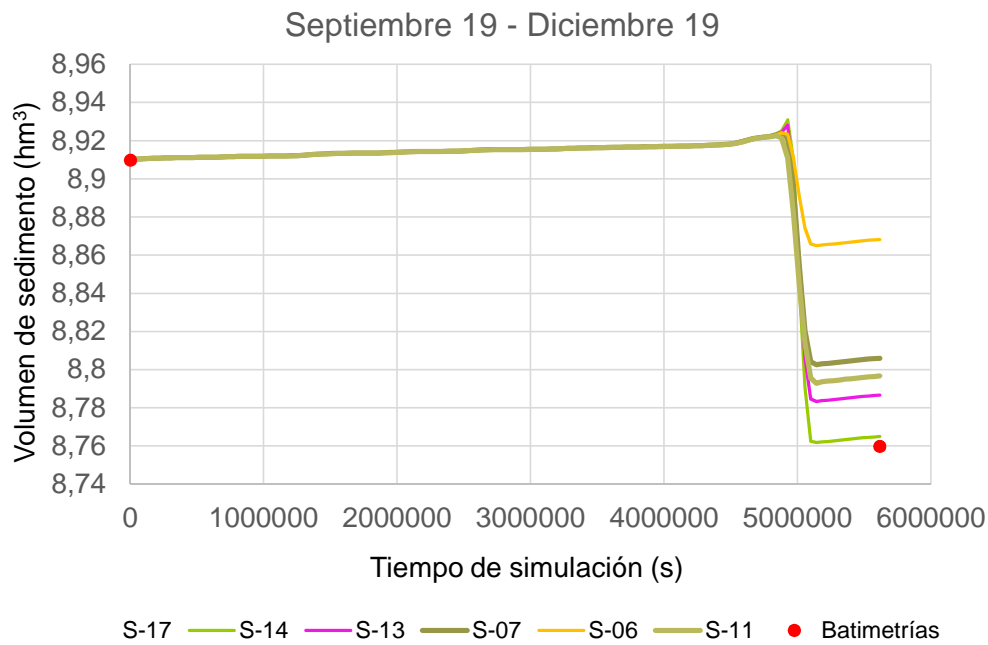


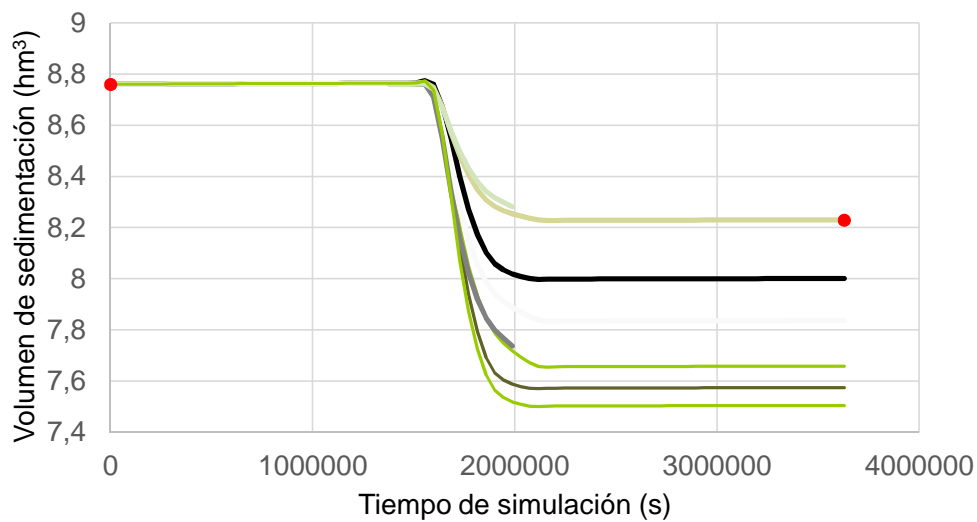
Tabla 1. Período: 27/09/2019 - 02/12/2019.



Ensayo	Viscosidad laminar (m ² /s)	M (m/s)	τ_{ce} (m ² /s)	τ_{cd} (m ² /s)	% Error sedimentación
S-01	0.0001	0.0000001	1.2	0.13	46.6
S-02	0.0001	0.0000001	0.9	0.13	25.0
S-03	0.0001	0.0000001	0.9	0.13	27.5
S-04	0.0001	0.0000001	0.9	0.18	33.5
S-05	0.0001	0.00000075	3.5	0.4	14.7
S-06	0.0001	0.0000005	4	0.23	72.2
S-07	0.0001	0.000001	4	0.3	30.7
S-08	0.0001	0.0000008	4	0.33	48.5
S-09	0.0001	0.0000008	4	0.33	15.4
S-10	0.0001	0.0000008	4	0.33	36.6
S-11	0.0001	0.0000002	1.5	0.23	24.5
S-12	0.0001	0.0000009	5	0.5	56.5
S-13	0.0001	0.00000075	3	1	17.8
S-14	0.0001	0.00000075	2.5	2.5	3.4
S-15	0.0001	0.000001	4	3	42.8
S-16	0.0001	0.00000075	3	3	22.6
S-17	0.0001	0.0000012	3.5	3.5	31.2
S-18	0.0001	0.0000015	4	3	30.3



Diciembre 19 - Enero 20



- D-14
- D-12
- D-10
- D-07
- D-04
- D-06
- D-05
- D-15
- Batimetrías

Ensayo	Viscosidad laminar (m ² /s)	M (m/s)	τ_{ce} (m ² /s)	τ_{cd} (m ² /s)	% Error sedimentación
D-01	0.0001	0.0000001	1.2	0.13	3.6
D-02	0.0001	0.0000001	0.9	0.13	-24.5
D-03	0.0005	0.000000001	0.8	0.1	108.2
D-04	0.0001	0.00000075	3.5	0.4	-74.1
D-05	0.0001	0.0000005	4	0.23	4.8
D-06	0.0001	0.000001	4	0.3	-327.9
D-07	0.0001	0.0000008	5	0.33	0.2
D-08	0.0001	0.0000002	1.5	0.23	-18.1
D-09	0.0001	0.0000009	5	0.5	25.2
D-10	0.0001	0.00000075	3	1	-107.7
D-11	0.0001	0.00000075	2.5	2.5	-106.1
D-12	0.0001	0.000001	4	3	-43.1
D-13	0.0001	0.00000075	3	3	-47.3
D-14	0.0001	0.0000012	3.5	3.5	-123.5
D-15	0.0001	0.0000015	4	3	-136.7
D-16	0.0001	0.0000001	0.9	0.13	31.9
D-17	0.0001	0.000000001	0.9	0.13	135.4
D-18	0.0001	0.00000001	0.9	0.13	109.1
D-19	0.0001	0.0000005	0.9	0.13	385.4
D-20	0.0001	0.00000075	0.9	0.13	-513.3
D-21	0.0001	0.00000025	0.9	0.13	-94.5
D-22	0.0001	0.0000002	1.2	0.13	-25.6
D-23	0.0001	0.0000002	1.5	0.13	-2.8
D-24	0.0001	0.00000015	1.5	0.13	27.6
D-25	0.0001	0.00000005	0.9	0.13	74.7
D-26	0.0001	0.00000007	0.9	0.13	57.8
D-27	0.0001	0.00000008	0.9	0.13	49.3
D-28	0.0001	0.0000001	0.9	0.13	32.5
D-29	0.0001	0.00000009	0.9	0.13	41.0
D-30	0.0001	0.00000075	0.9	0.13	53.7
D-31	0.0001	0.00000006	0.9	0.13	66.3
D-32	0.0001	0.00000004	0.9	0.13	83.2
D-33	0.0001	0.00000003	0.9	0.13	91.7
D-34	0.0001	0.00000003	0.9	0.13	91.7
D-35	0.0001	0.00000008	1.2	0.13	60.3
D-36	0.0001	0.00000004	1.2	0.13	88.7
D-37	0.0001	0.00000003	1.5	0.11	98.4
D-38	0.0001	0.00000075	1.5	0.1	-346.4
D-39	0.0001	0.00000075	1.7	0.2	297.4
D-40	0.0001	0.00000075	2	0.23	-238.4
D-41	0.0001	0.00000075	2	0.23	-228.5
D-42	0.0001	0.00000075	3	0.23	-96.8
D-43	0.0001	0.0000007	3	0.23	-81.8
D-44	0.0001	0.000001	3	0.23	-173.2
D-45	0.0001	0.000001	4	0.23	-74.5
D-46	0.0001	0.00001	5	0.15	-1380.0
D-47	0.0001	0.00000075	1.7	0.4	-279.1
D-48	0.0001	0.00000075	3.5	0.4	-47.9
D-49	0.0001	0.0000009	4	0.23	54.4
D-50	0.0001	0.0000005	4	0.23	25.7
D-51	0.00001	0.00000025	0.9	0.13	-94.4
D-52	0.0001	0.0000009	4	0.23	-54.5
D-53	0.0001	0.000001	4	0.3	-71.3
D-54	0.0001	0.0000009	3	0.33	-138.9
D-55	0.0001	0.0000008	4	0.33	-30.3
D-56	0.0001	0.0000001	0.9	0.33	42.2
D-57	0.0001	0.0000002	1.5	0.23	2.5
D-58	0.0001	0.000001	4	0.4	-47.0
D-59	0.0001	0.0000009	4	0.4	-46.8
D-60	0.0001	0.0000009	5	0.5	9.5
D-61	0.0001	0.0000009	4	0.6	39.0
D-62	0.0001	0.00000075	3	0.55	-80.9
D-63	0.0001	0.00000075	3	1	-66.6
D-64	0.0001	0.00000075	5	1	47.7
D-65	0.0001	0.00000075	2	2	-156.4
D-66	0.0001	0.00000075	3	2	-33.3
D-67	0.0001	0.00000075	2.5	2.5	-66.6
D-68	0.0001	0.0000007	3	2	-18.7
D-69	0.0001	0.0000006	2.5	2.5	15.0
D-70	0.0001	0.000001	4	3	17.5
D-71	0.0001	0.00000075	3	3	2.3
D-72	0.0001	0.0000008	3	3	-16.7
D-73	0.0001	0.000001	2.5	2.5	-159.7
D-74	0.0001	0.000001	3	3	-74.8
D-75	0.0001	0.0000012	3.5	3.5	-55.9
D-76	0.0001	0.0000013	4	3	-41.4
D-77	0.0001	0.0000015	4	3	-80.8

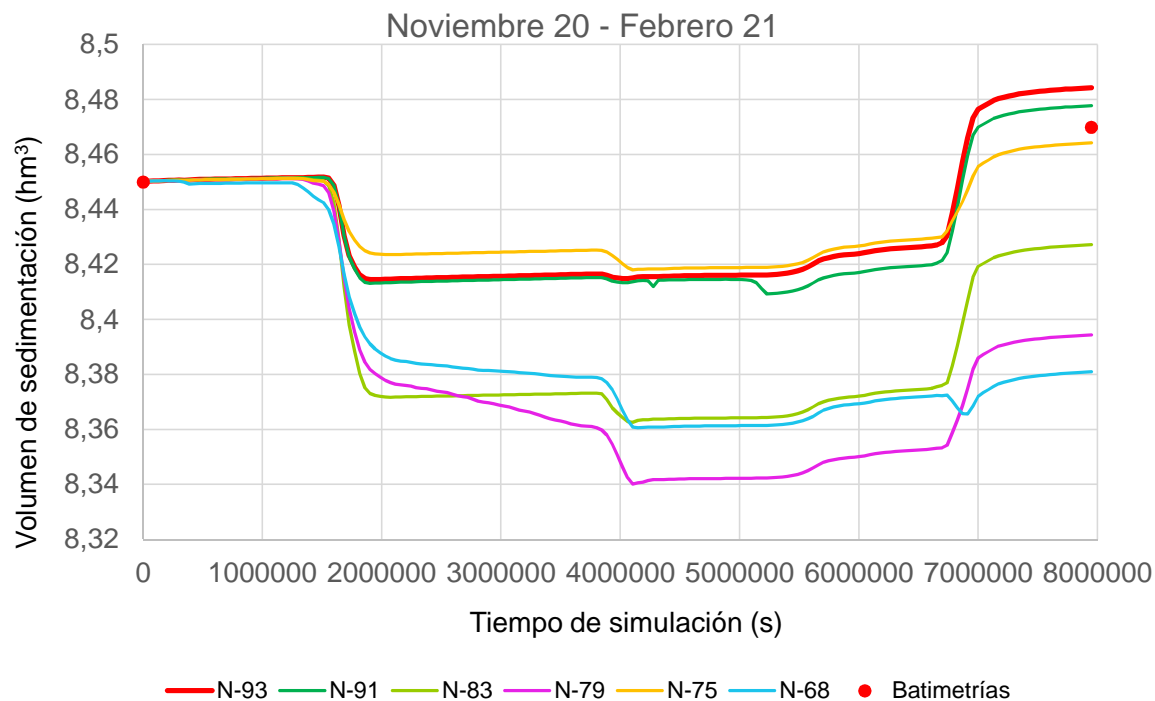
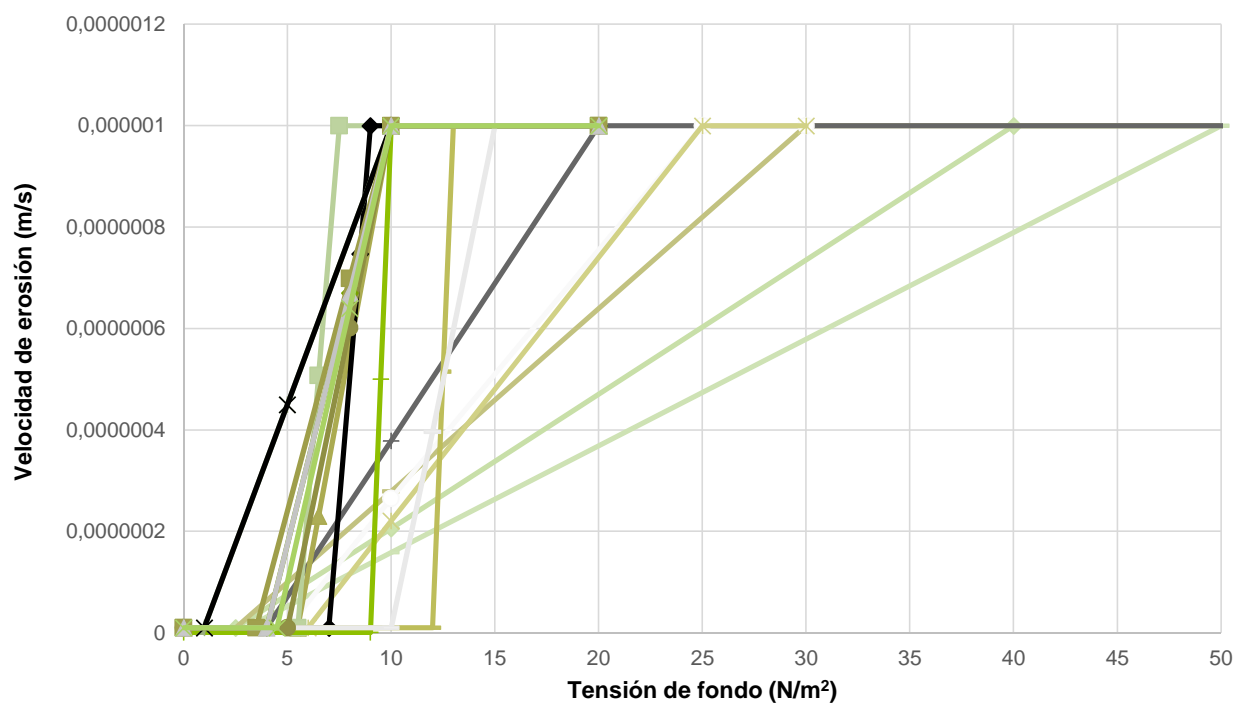


Tabla 3. Período: 24/11/2020 - 24/02/2021.

Ensayo	Viscosidad laminar (m ² /s)	M (m/s)	τ_{ce} (m ² /s)	τ_{cd} (m ² /s)	% Error sedimentación
N-01	0.0001	0.000001	1,2	0,13	1186,0
N-02	0.0001	0.000001	0,9	0,13	2336,7
N-03	0.0001	0.000001	0,9	0,13	2326,9
N-04	0.0001	0.000001	0,9	0,13	114,3
N-05	0.0001	0.000001	0,65	0,18	188,3
N-06	0.0001	0.000001	0,9	0,18	110,9
N-07	0.0001	0.000001	0,9	0,38	100,1
N-08	0.0001	0.000001	0,9	0,5	97,0
N-09	0.0001	0.000001	0,7	0,5	100,9
N-10	0.0001	0.000001	1,1	0,4	96,6
N-11	0.0001	0.000001	1,1	0,4	96,6
N-12	0.0001	0.000001	1,1	0,4	173,4
N-13	0.0001	0.00000001	1,1	0,4	88,7
N-14	0.0001	0.00000001	1,1	0,4	87,9
N-15	0.0001	0.00000001	1,1	0,1	96,8
N-16	0.0001	0.00000001	1,1	0,5	80,8
N-17	0.0001	0.0000000001	1,1	0,5	86,7
N-18	0,01	0.0000000001	1,1	0,5	83,6
N-19	0,01	0.0000000001	1,1	0,13	63,0
N-20	0,01	0.0000000001	0,9	0,13	62,9
N-21	0,001	0.0000000001	0,9	0,13	94,7
N-22	0.0005	0.0000000001	0,9	0,13	94,8
N-23	0.0005	0.0000000001	0,8	0,15	94,1
N-24	0.0005	0.0000000001	0,6	0,1	95,6
N-25	0.0005	0.0000000001	0,8	0,1	95,6
N-26	0.0001	0.0000000001	0,9	0,13	95,0
N-27	0.0001	0.00000001	0,9	0,13	96,7
N-28	0.0001	0.0000005	0,9	0,13	191,2
N-29	0.0001	0.00000075	0,9	0,13	227,4
N-30	0.0001	0.0000025	0,9	0,13	143,4
N-31	0.0001	0.0000002	1,2	0,13	119,8
N-32	0.0001	0.0000002	1,5	0,13	111,7
N-33	0.0001	0.0000015	1,5	0,13	107,5
N-34	0.0001	0.0000005	1,5	0,13	99,1
N-35	0.0001	0.0000005	0,9	0,13	104,6
N-36	0.0001	0.0000002	0,9	0,13	96,7
N-37	0.0001	0.0000007	0,9	0,13	106,4
N-38	0.0001	0.0000002	0,9	0,13	96,7
N-39	0.0001	0.0000008	0,9	0,13	110,4
N-40	0.0001	0.0000001	0,9	0,13	114,3
N-41	0.0001	0.0000009	0,9	0,13	112,3
N-42	0.0001	0.00000075	0,9	0,13	109,4
N-43	0.0001	0.0000006	0,9	0,13	106,5
N-44	0.0001	0.0000004	0,9	0,13	102,6
N-45	0.0001	0.0000003	0,9	0,13	100,6
N-46	0.0001	0.0000002	0,9	0,13	100,4
N-47	0.0001	0.0000008	1,2	0,13	104,8
N-48	0.0001	0.0000004	1,2	0,13	99,8
N-49	0.0001	0.0000003	1,5	0,11	98,0
N-50	0.0001	0.00000075	1,5	0,1	109,4
N-51	0.0001	0.00000075	1,7	0,2	136,6
N-52	0.0001	0.00000075	2	0,23	120,7
N-53	0.0001	0.00000075	2,5	0,23	108,8
N-54	0.0001	0.00000075	3	0,23	102,2
N-55	0.0001	0.0000007	3	0,23	101,9
N-56	0.0001	0.0000006	3	0,23	100,2
N-57	0.0001	0.0000001	3	0,23	105,4
N-58	0.0001	0.0000001	4	0,23	97,8
N-59	0.0001	0.0000001	5	0,15	114,9
N-60	0.0001	0.0000001	6	0,18	103,3
N-61	0.0001	0.00000075	1,7	0,4	118,6
N-62	0.0001	0.00000075	3,5	0,4	93,1
N-63	0.0001	0.0000009	4	0,23	97,2
N-64	0.0001	0.0000005	4	0,23	94,9
N-65	0.0001	0.0000005	0,9	0,13	143,4
N-66	0.0001	0.0000009	4	0,23	97,2
N-67	0.0001	0.0000001	4	0,3	-113,9
N-68	0.0001	0.0000009	3	0,33	99,6
N-69	0.0001	0.0000008	4	0,33	-300,2
N-70	0.0001	0.0000008	4	0,33	93,2
N-71	0.0001	0.0000001	0,9	0,33	102,0
N-72	0.0001	0.0000002	1,5	0,23	-125,2
N-73	0.0001	0.0000001	4	0,4	92,4
N-74	0.0001	0.0000009	4	0,4	92,0
N-75	0.0001	0.0000008	5	0,5	26,4
N-76	0.0001	0.0000006	3	0,5	94,6
N-77	0.0001	0.0000009	4	0,6	89,4
N-78	0.0001	0.00000075	3	0,6	92,8
N-79	0.0001	0.00000075	3	1	377,8
N-80	0.0001	0.00000075	3	1	85,5
N-81	0.0001	0.00000075	2	2	94,4
N-82	0.0001	0.00000075	3	2	86,6
N-83	0.0001	0.00000075	2,5	2,5	-142,1
N-84	0.0001	0.0000007	3	2	-3,9
N-85	0.0001	0.0000006	2,5	2,5	86,5
N-86	0.0001	0.0000001	4	3	82,0
N-87	0.0001	0.00000075	3	3	83,8
N-88	0.0001	0.0000008	3	3	84,0
N-89	0.0001	0.0000001	2,5	2,5	90,0
N-90	0.0001	0.0000001	3	3	85,0
N-91	0.0001	0.0000012	3,5	3,5	21,1
N-92	0.0001	0.0000013	4	3	82,5
N-93	0.0001	0.0000016	4	3	82,9
N-94	0.0001	0.0000015	3,5	3,5	172,4



Ley de variación de la velocidad de erosión



- ◆ M27
- ◆ M26
- ◆ M25
- ◆ M24
- M23
- ✱ M22
- ▲ M12
- M11
- ◆ M10
- ◆ M9
- ◆ M8
- M7
- M6
- ✱ M5
- ✱ M4
- ◆ M21
- M20
- ▲ M21
- ✱ M18

Ley	τ_{ce} (N/m ²)	$\tau_{bm\acute{a}x}$ (N/m ²)	M_{min}	$M_{m\acute{a}x}$
1	0	50	0	1E-06
2	1	30	1E-08	1E-06
3	1	70	1E-08	1E-06
4	1	10	1E-08	1E-06
5	0.5	10	1E-08	1E-06
6	5	10	1E-08	1E-06
7	10	15	1E-08	1E-06
8	12	13	1E-08	1E-06
9	9	10	1E-09	1E-06
10	7	9	1E-08	1E-06
11	5.5	7.5	1E-08	1E-06
12	5.5	10	1E-08	1E-06
13	6.5	10	1E-08	1E-06
14	6	10	1E-08	1E-06
15	5.8	10	1E-08	1E-06
16	5.5	10	1E-08	1E-06
17	5	10	1E-08	1E-06
18	4.5	10	1E-08	1E-06
19	3	10	1E-08	1E-06
20	3.5	10	1E-08	1E-06
21	4	10	1E-08	1E-06
22	6	25	1E-08	1E-06
23	5	25	1E-08	1E-06
24	4	20	1E-08	1E-06
25	3	50	1E-08	1E-06
26	2.5	30	1E-08	1E-06
27	2.5	40	1E-08	1E-06

Data

Time Parameters | General | Results | Encroachment | Lids | Turbulence | Sediment transport

Suspended Transport: On

Method: Ariathurai-Lopez

Max Erosion Rate [m/s]:

Min Erosion Rate [m/s]:

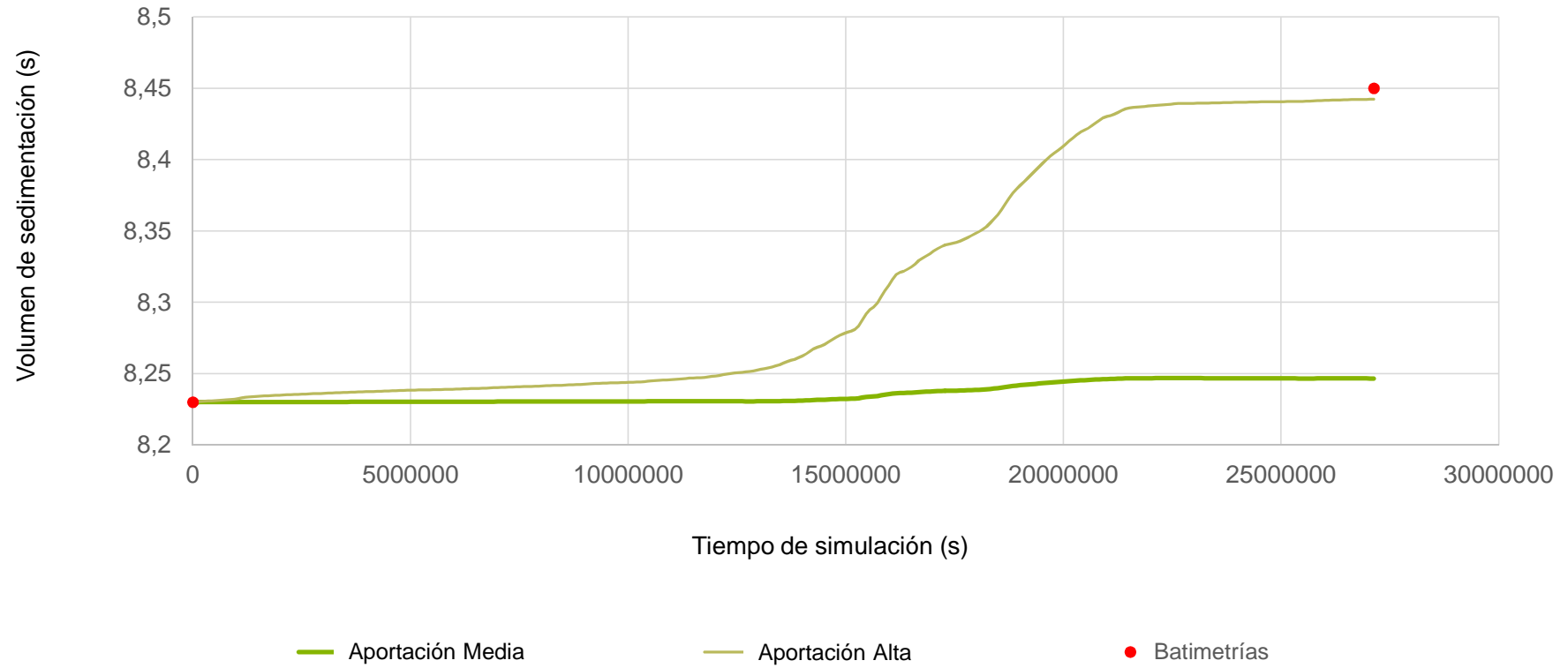
Max Erosion Stress [N/m²]:

Min Erosion Stress [N/m²]:

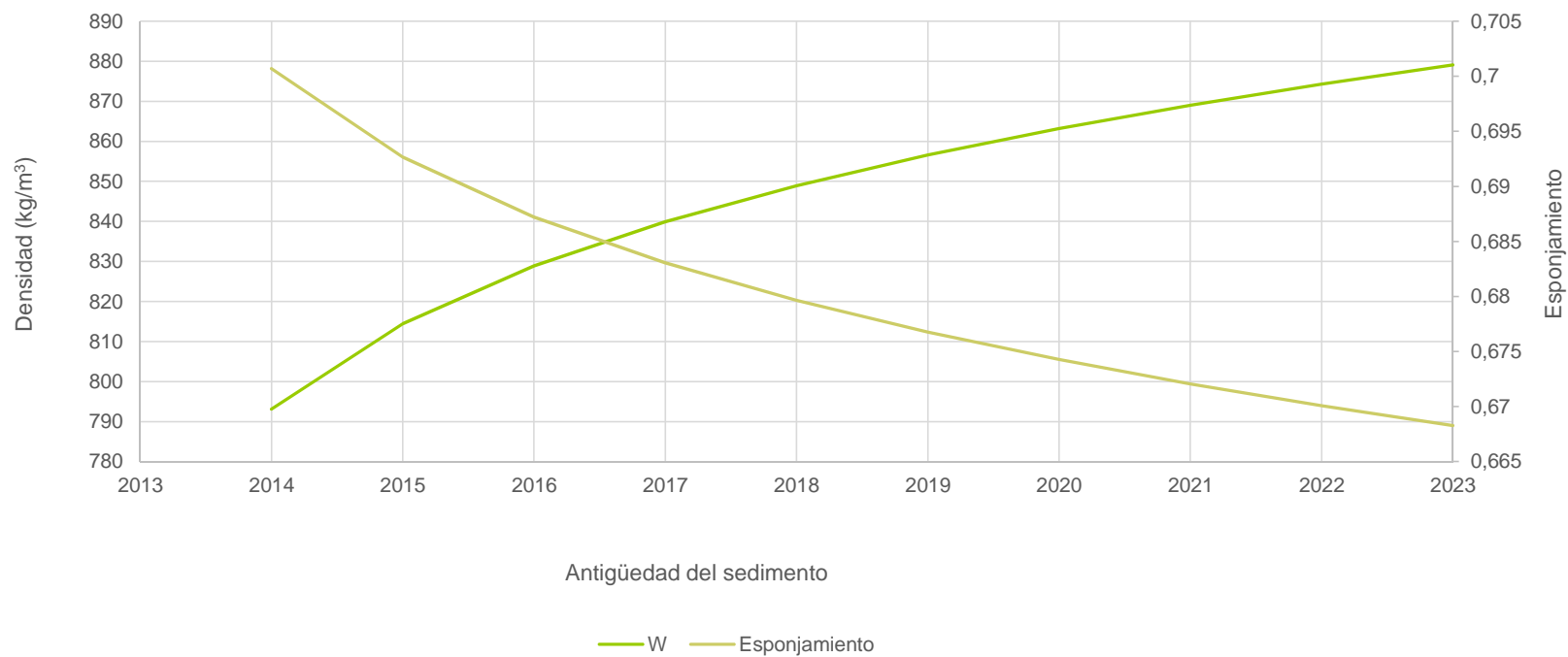
Critical Deposition Stress [N/m²]:



Enero 20 - Noviembre 20



Compactación del sedimento



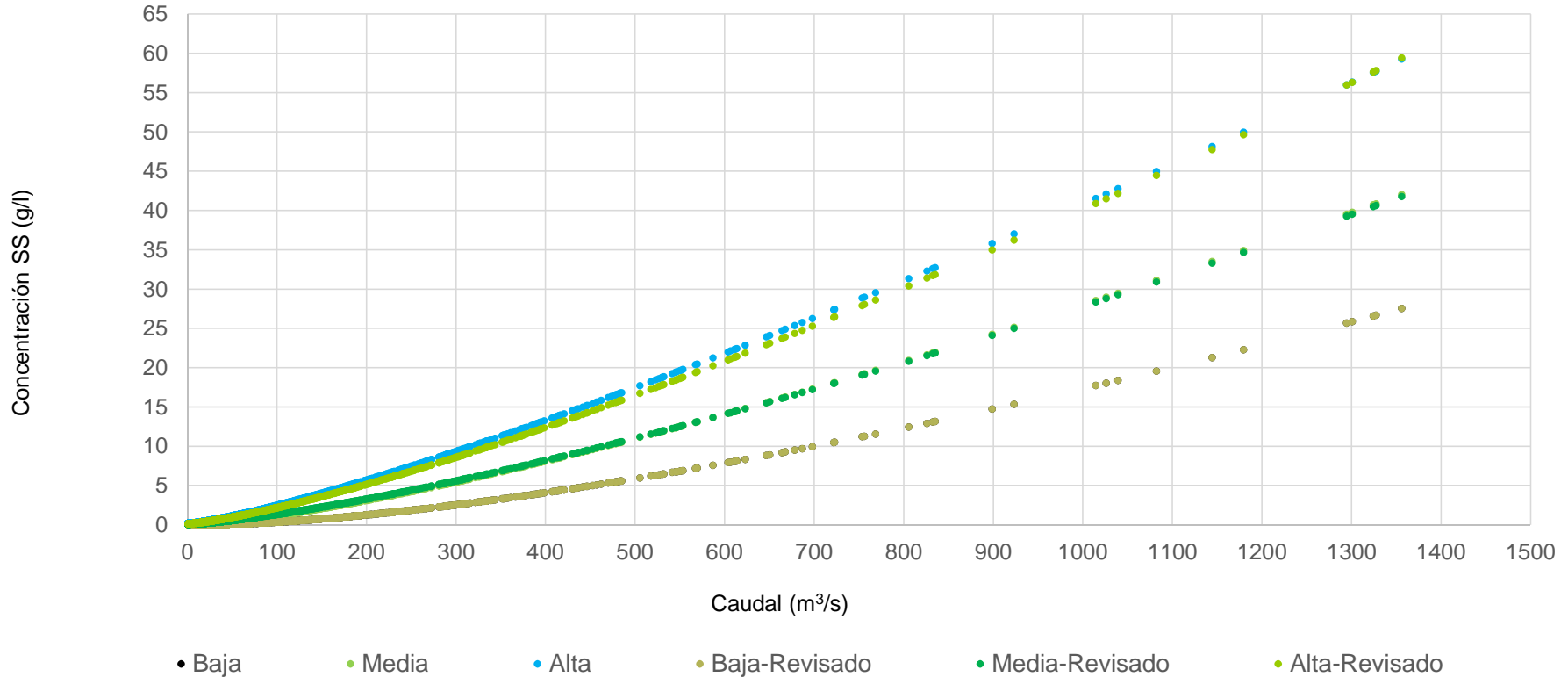
Formulación de Miller
$$W = W_i + 0.4343 K \left[\frac{T}{T-1} (\ln T) - 1 \right]$$



	Rango superior	Rango medio	Rango inferior
C_o	50	100	150
C_c	1	2.65	5.4
a	1.43	1.34	1.29
b	12	0.05	0.02

$$CSS(mg/l) = C_o + C_c Q \frac{a(Q-b)}{Q}$$

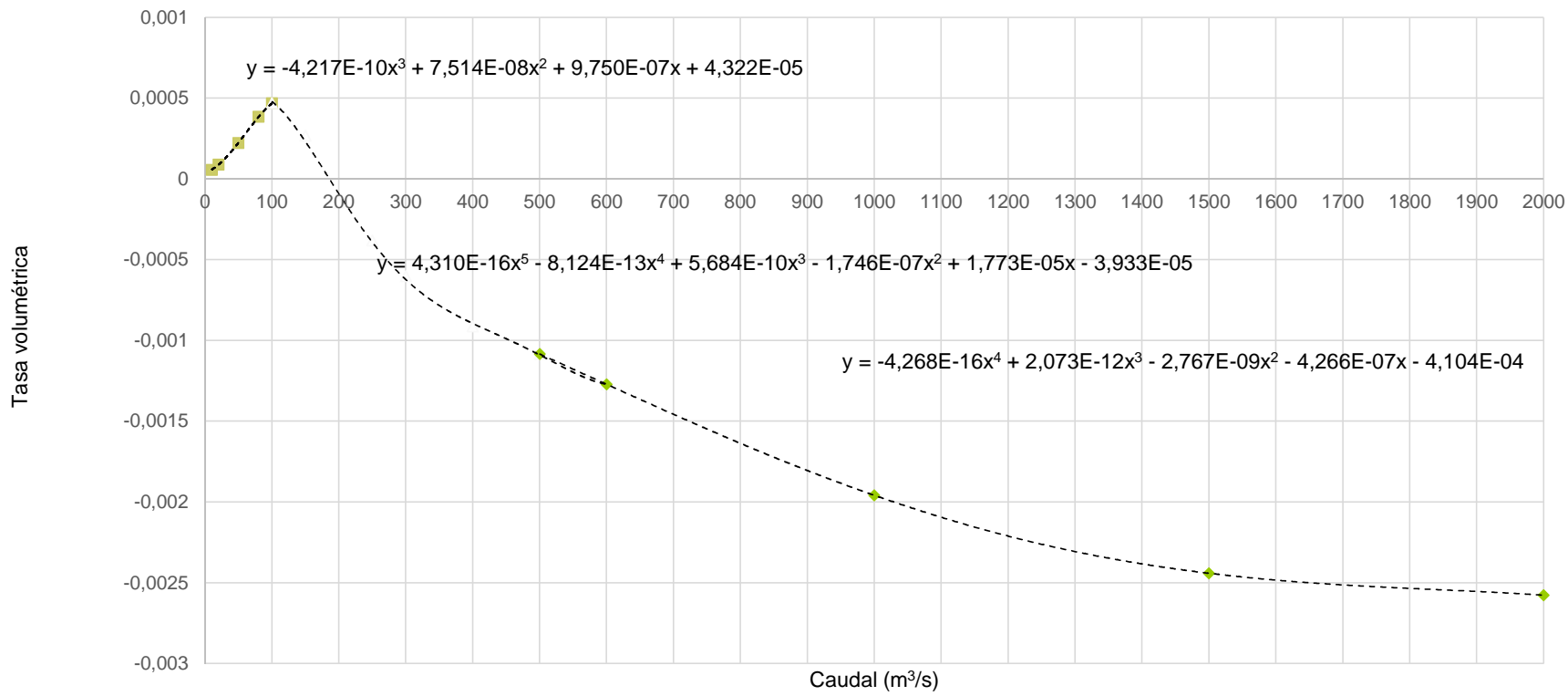
Reajuste de las leyes de aportación de sedimento AR-4





Machine Learning

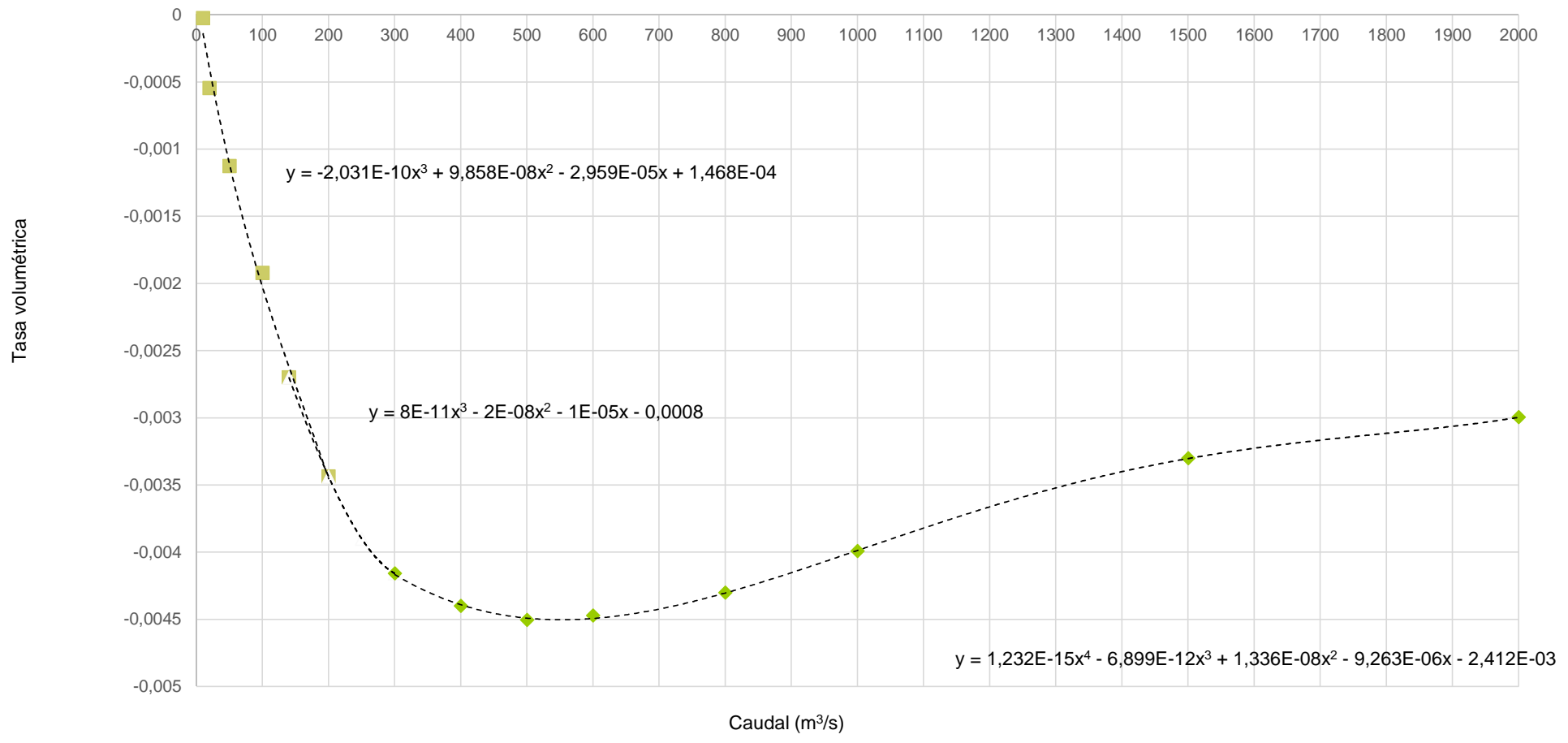
Compuertas cerradas: Tasa de sedimentación (Q_s/Q_i)

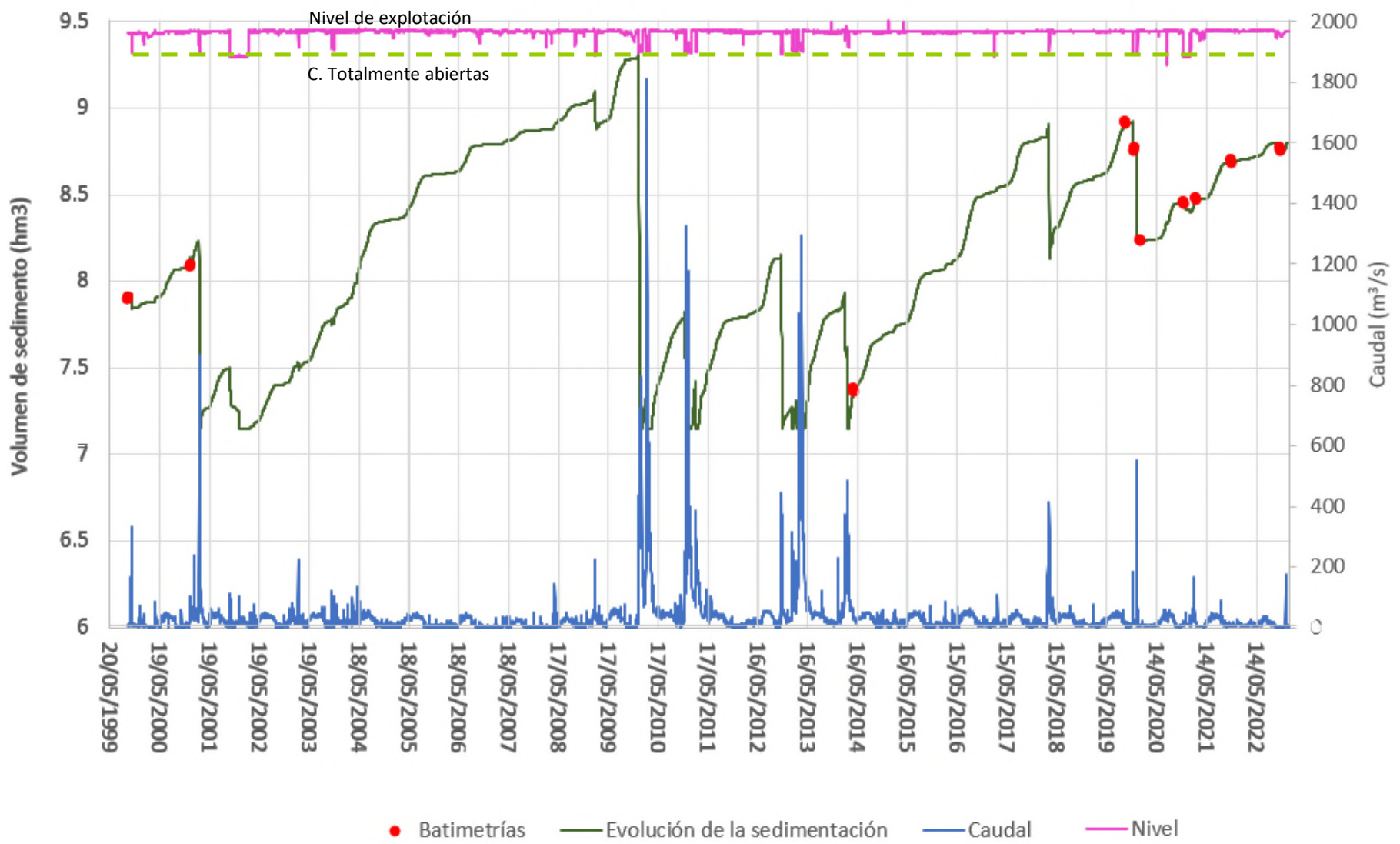




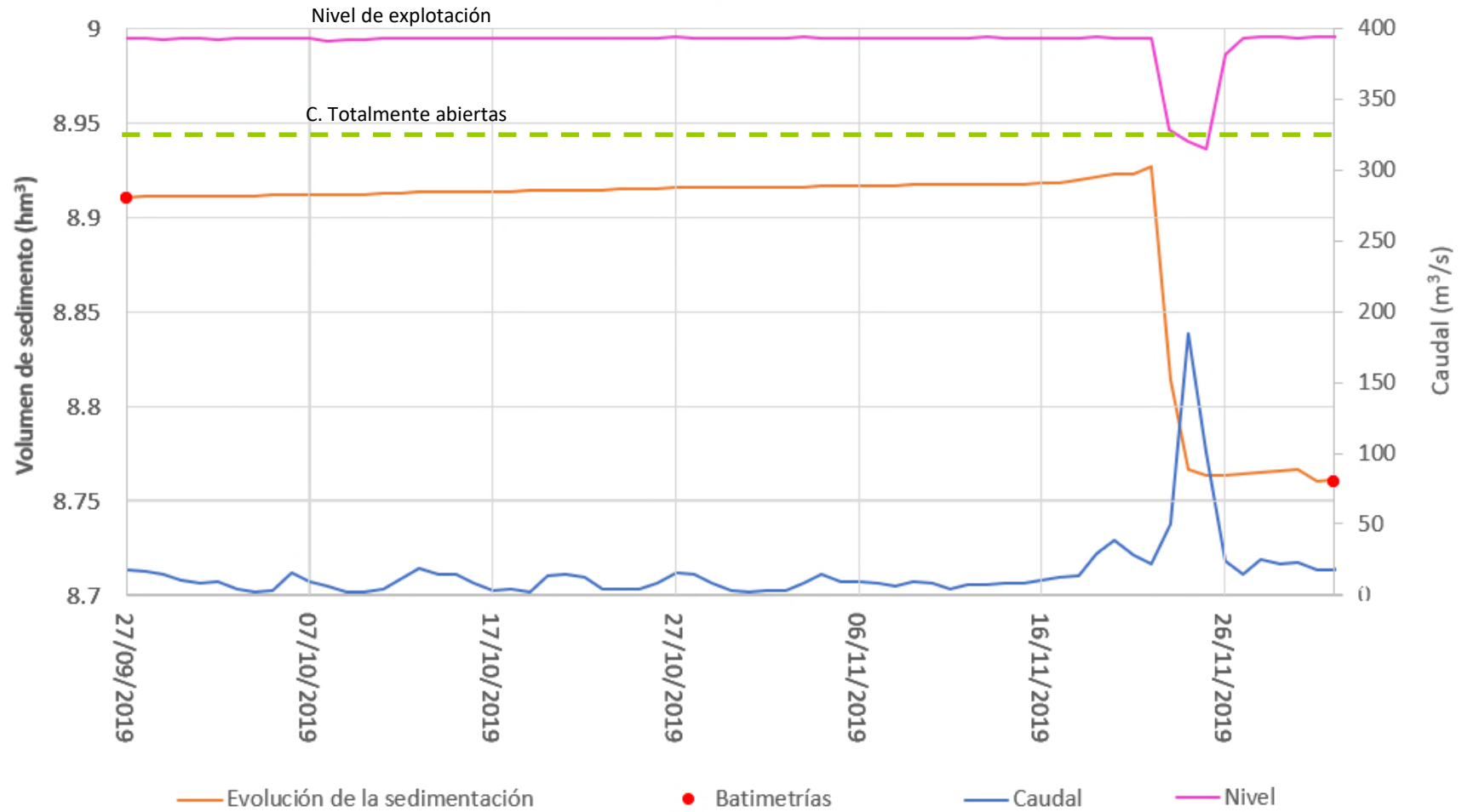
Machine Learning

Compuertas abiertas: Tasa de sedimentación (Q_s/Q_l)

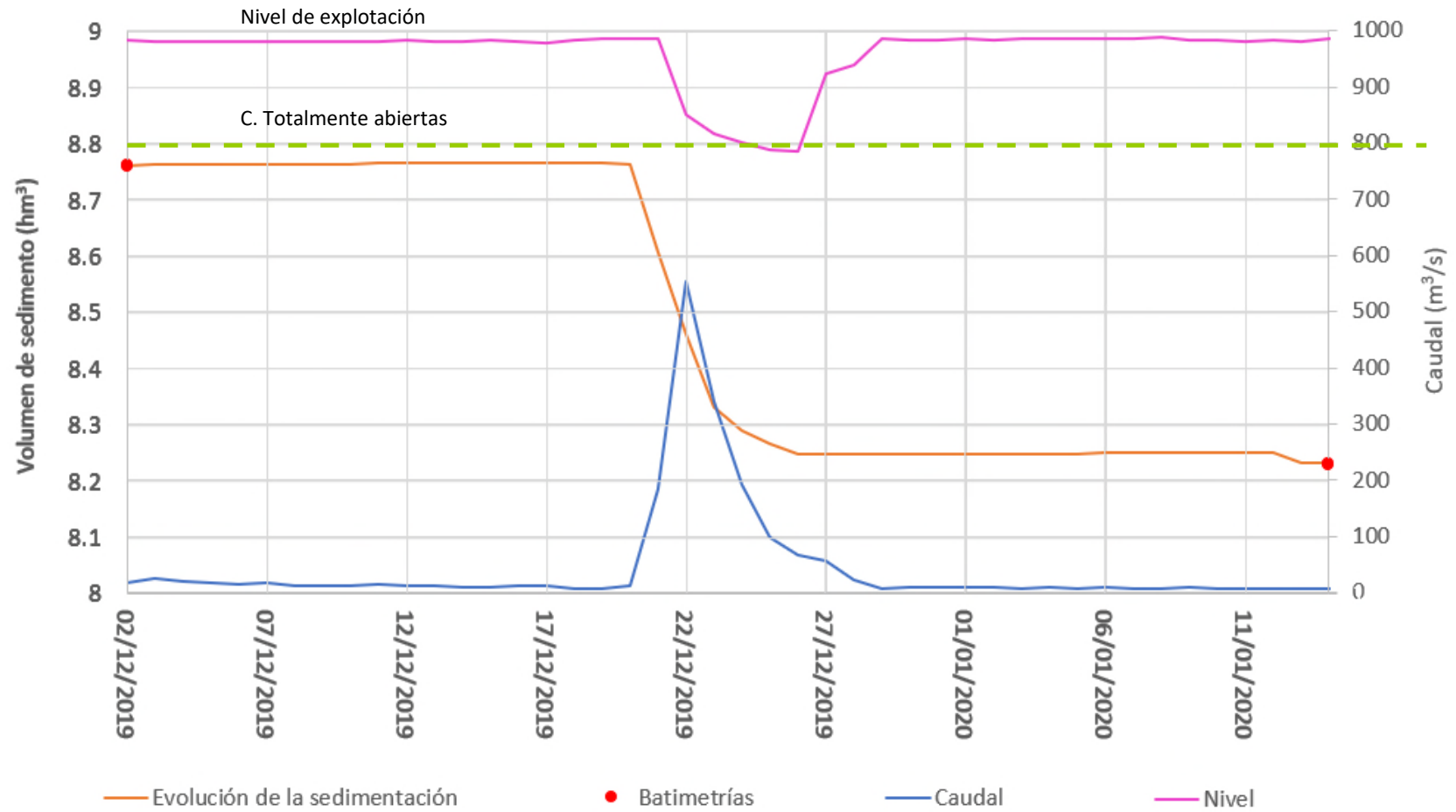




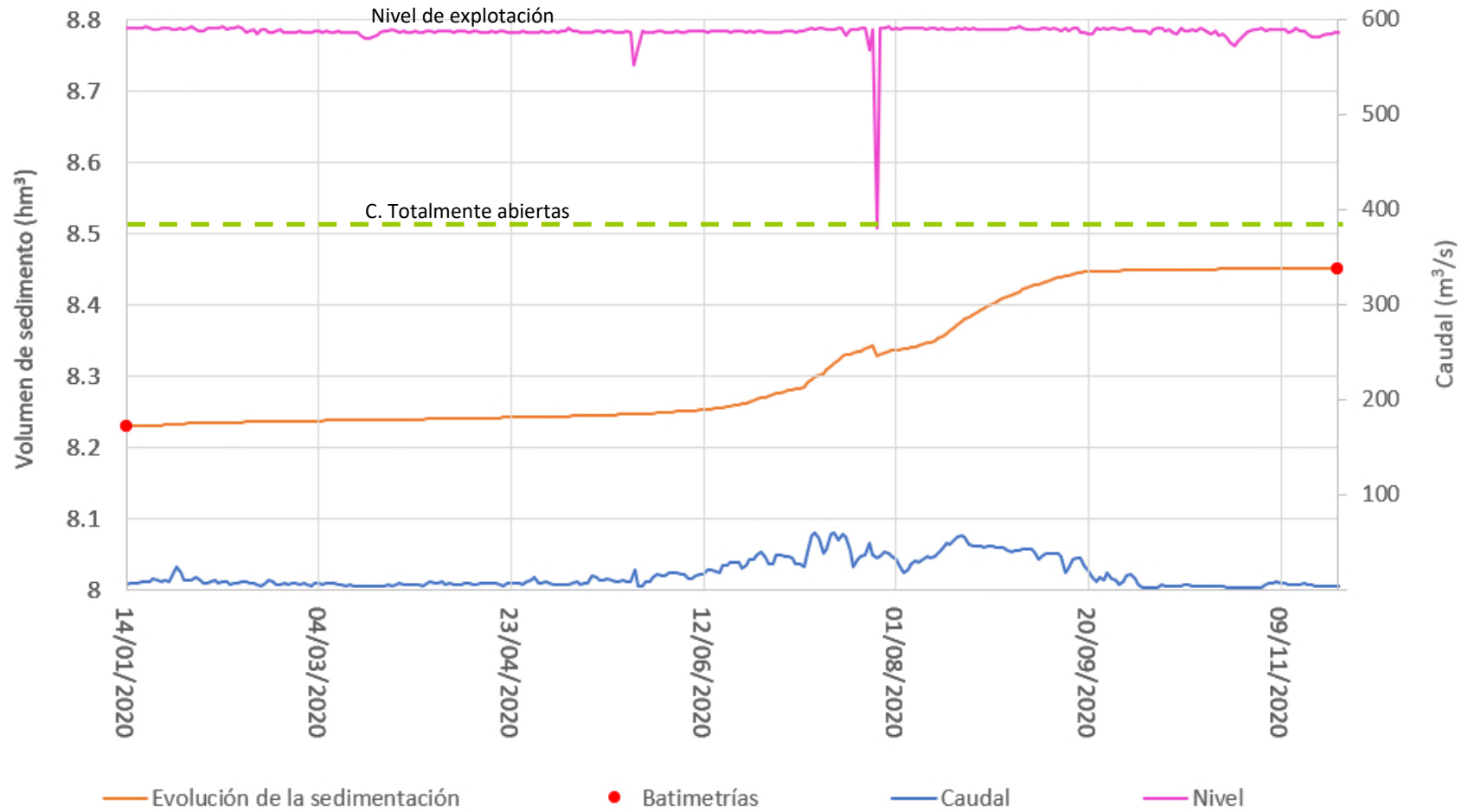
Septiembre 19 - Noviembre 19



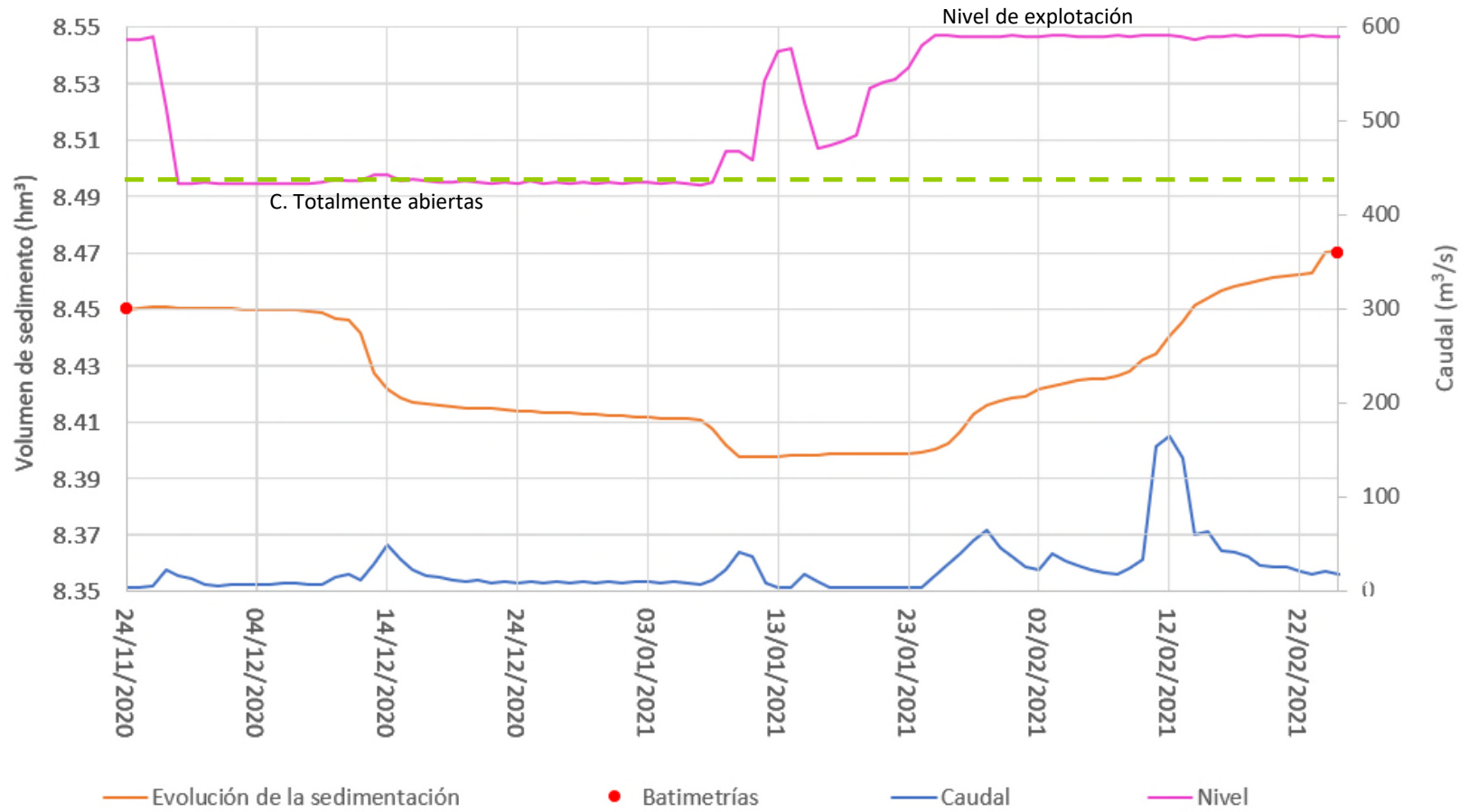
Diciembre 19 - Enero 20



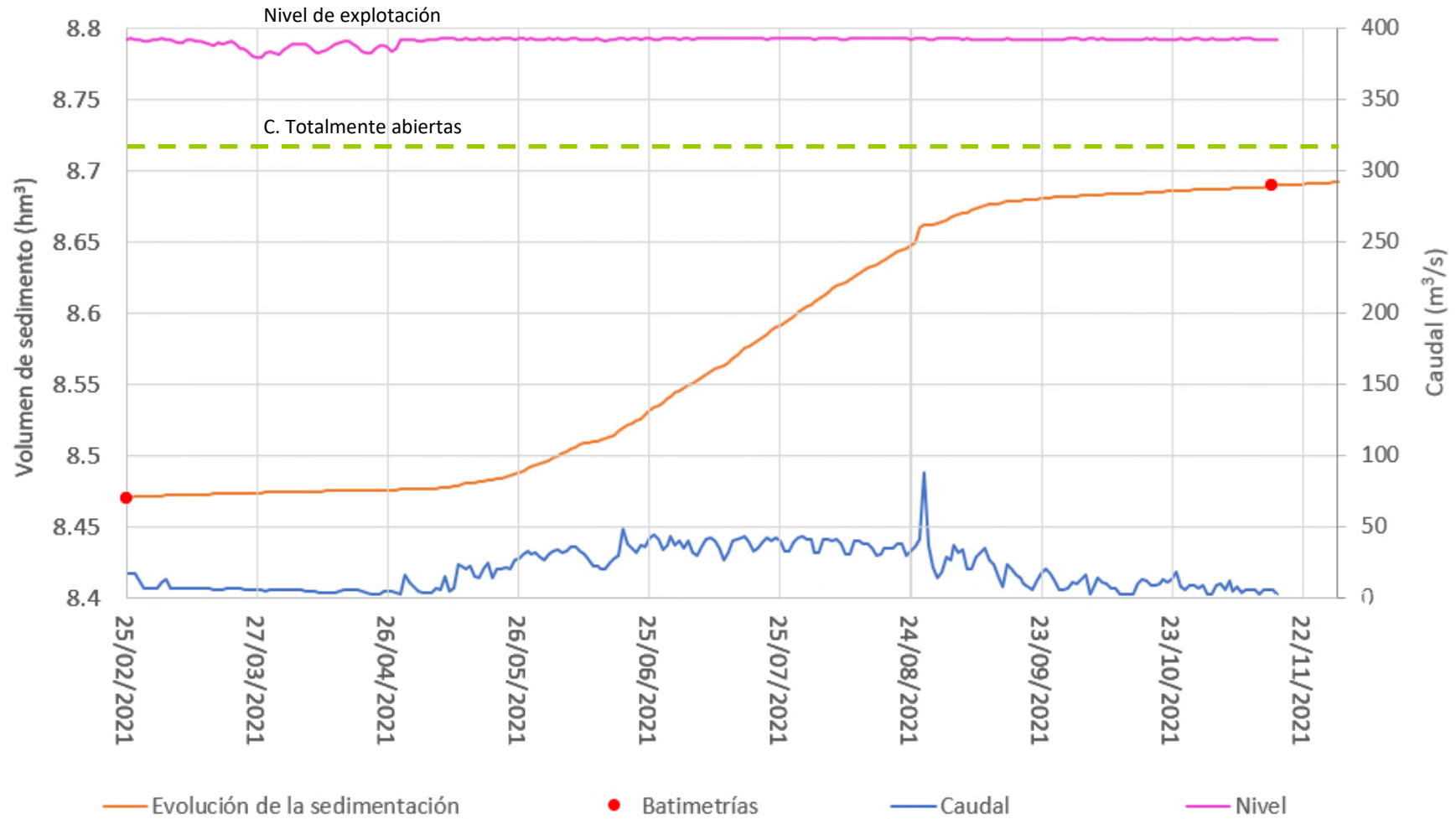
Enero 20 - Noviembre 20



Noviembre 20 - Febero 21



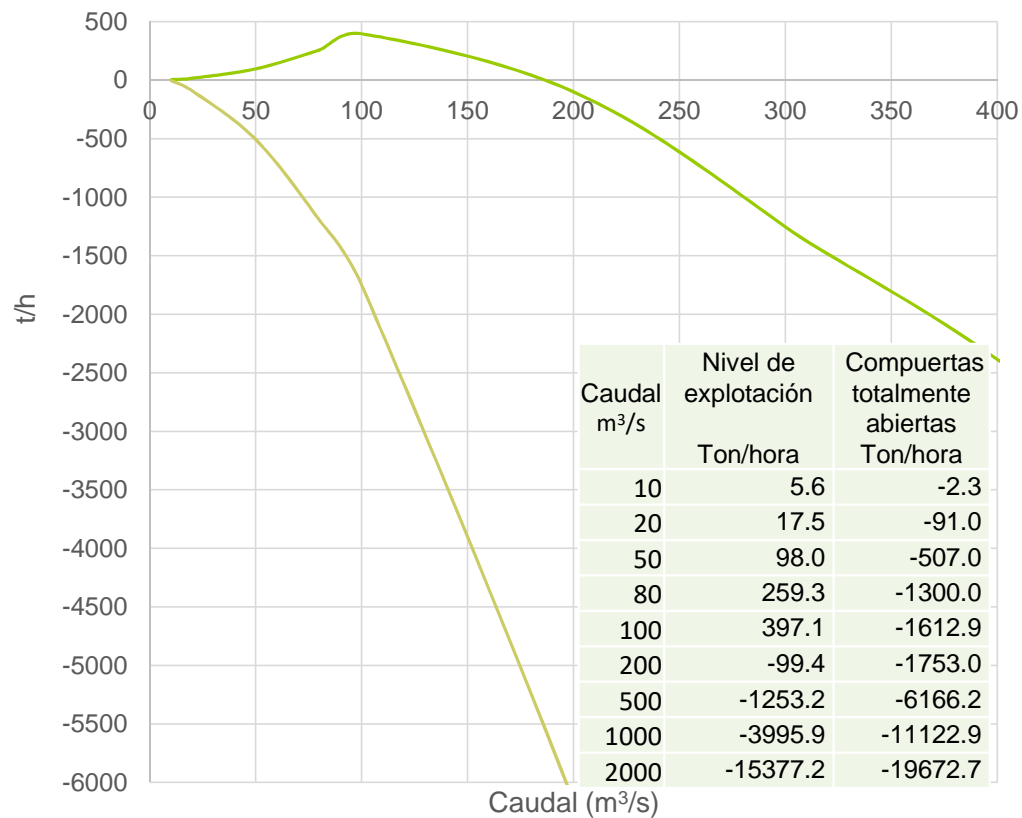
Febrero 21- Noviembre 2021





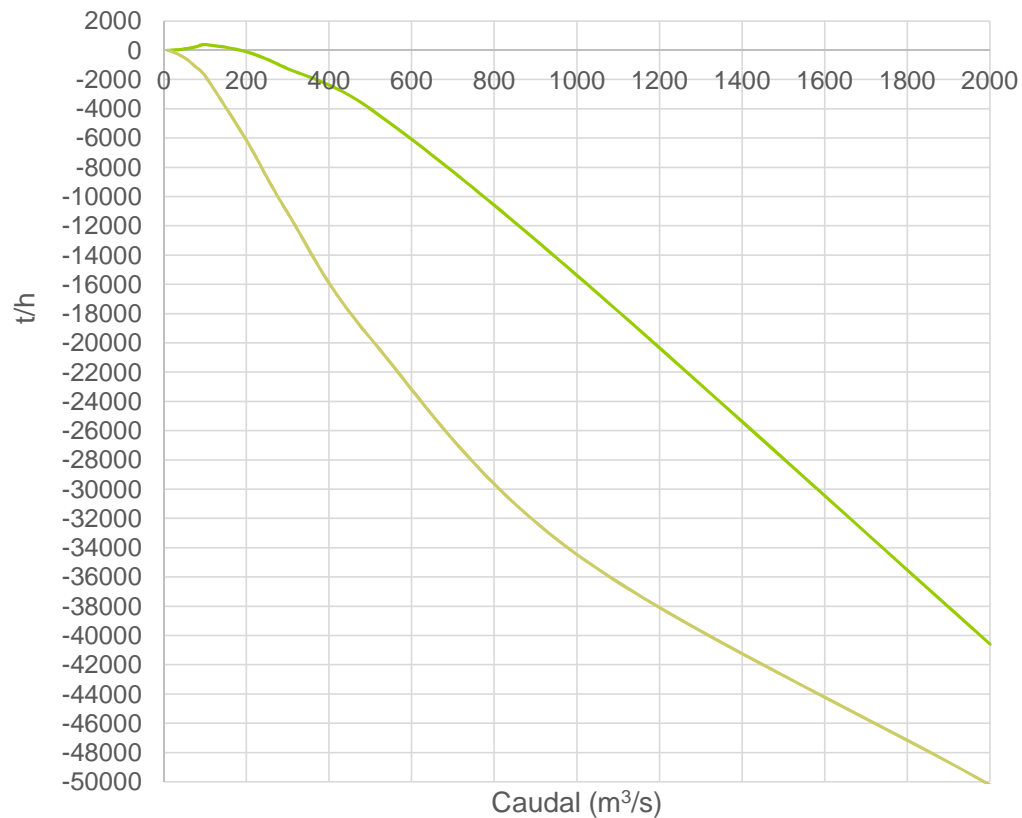
Influencia de apertura total de compuertas

Tasas de erosión/sedimentación



— Compuertas cerradas — Compuertas abiertas

Tasas de erosión/sedimentación

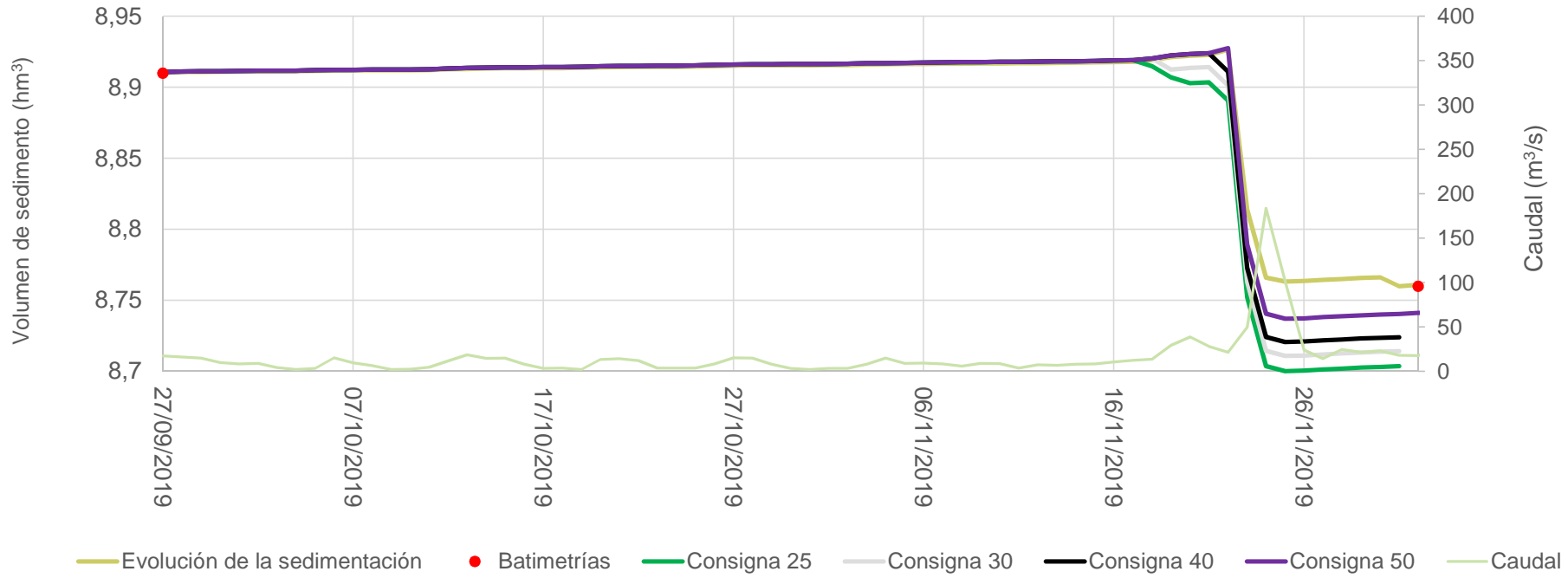


— Compuertas cerradas — Compuertas abiertas



Optimización de la erosión con la consigna de explotación

Septiembre 19 - Noviembre 19

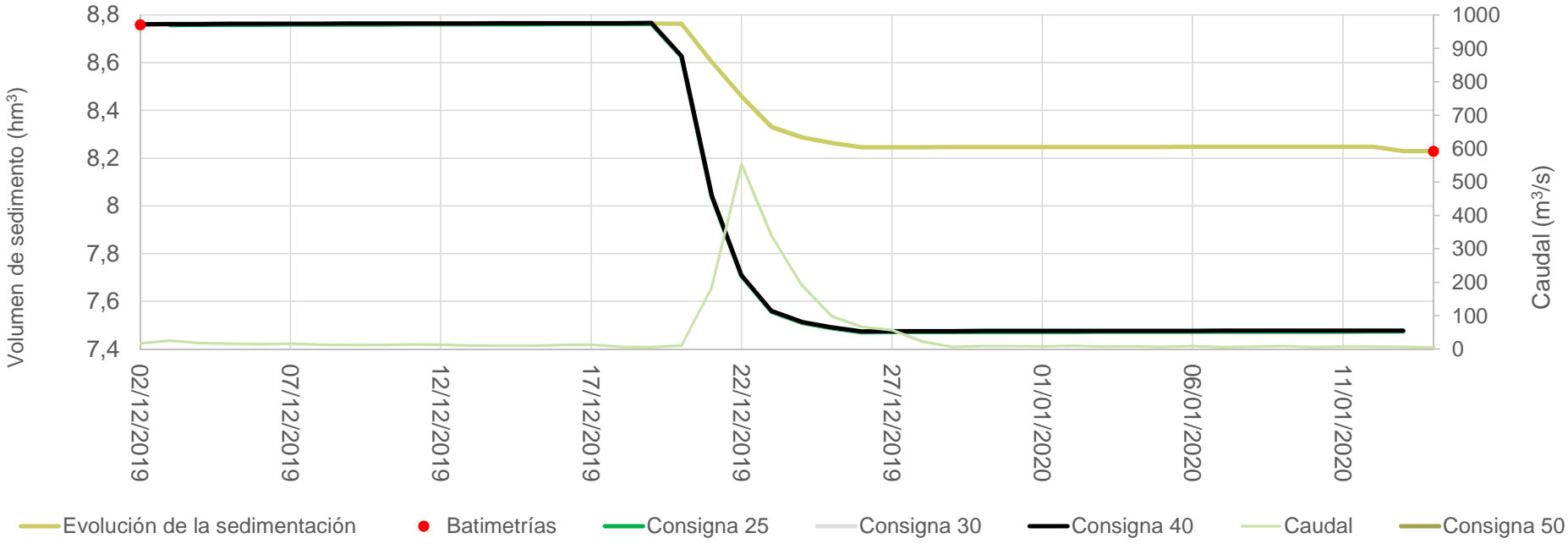


Caudal de consigna (m³/s)	N.º de días con compuertas totalmente abiertas	Volumen final (hm³)	Volumen adicional erosionado (hm³)
Actual	2	8.760	0.0000
50	3	8.740	-0.0196
40	4	8.724	-0.0360
30	5	8.714	-0.0458
25	8	8.704	-0.0564



Optimización de la erosión con la consigna de explotación

Diciembre 19 - Enero 20

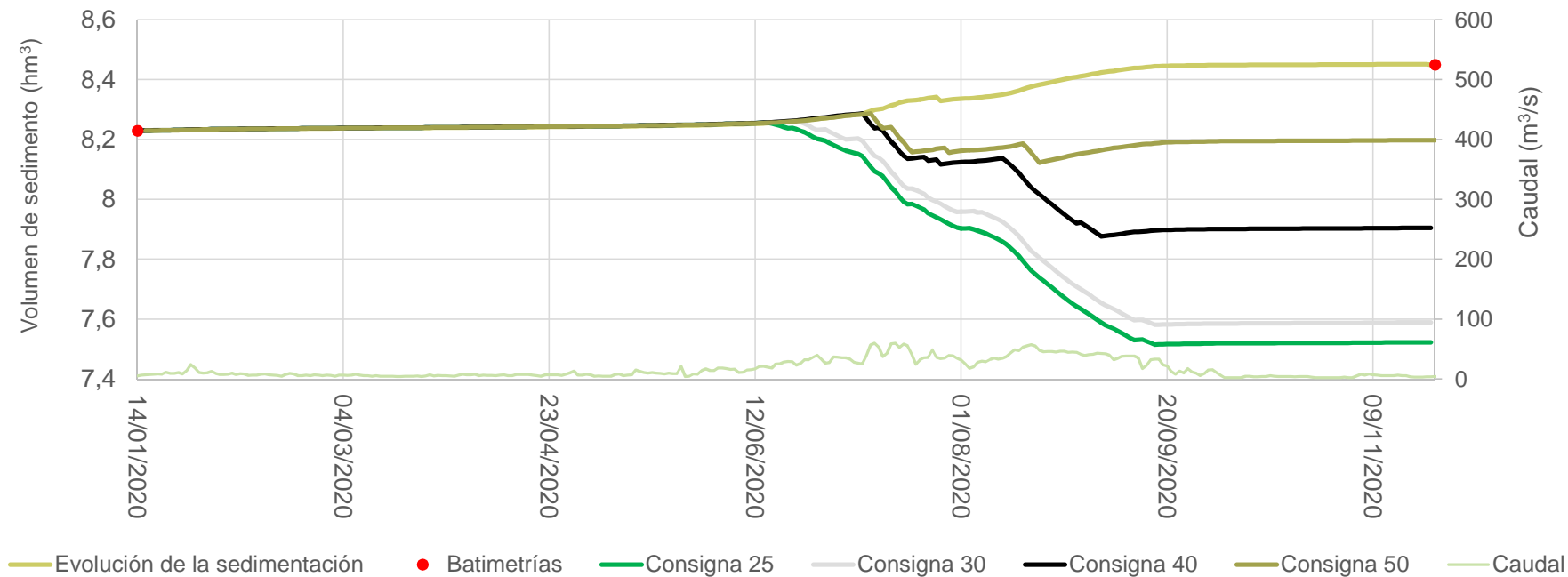


Caudal de consigna (m³/s)	N.º de días con compuertas totalmente abiertas	Volumen final (hm³)	Volumen adicional erosionado (hm³)
Actual	5	8.230	0.0000
50	7	7.478	-0.7521
40	7	7.478	-0.7521
30	7	7.478	-0.7521
25	7	7.474	-0.7561



Optimización de la erosión con la consigna de explotación

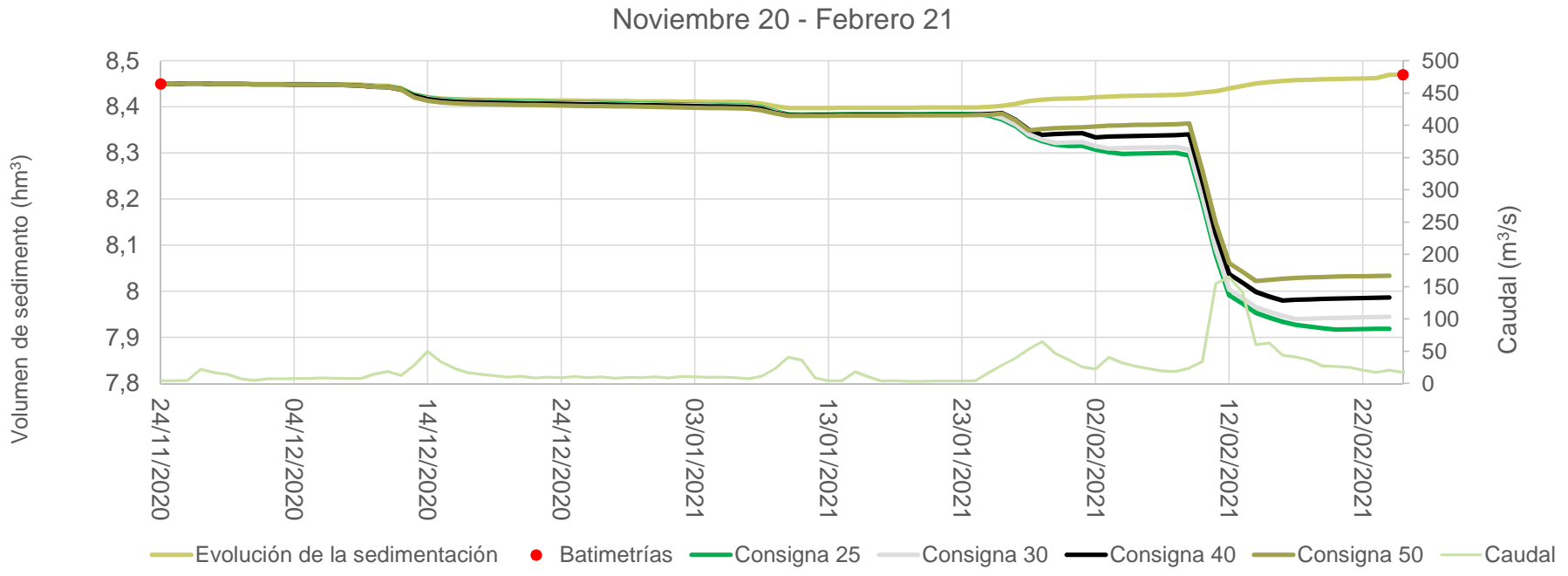
Enero 20 - Noviembre 20



Caudal de consigna (m³/s)	N.º de días con compuertas totalmente abiertas	Volumen final (hm³)	Volumen adicional erosionado (hm³)
Actual	1	8.450	0.000
50	12	8.198	-0.252
40	34	7.905	-0.545
30	74	7.695	-0.755
25	88	7.589	-0.861



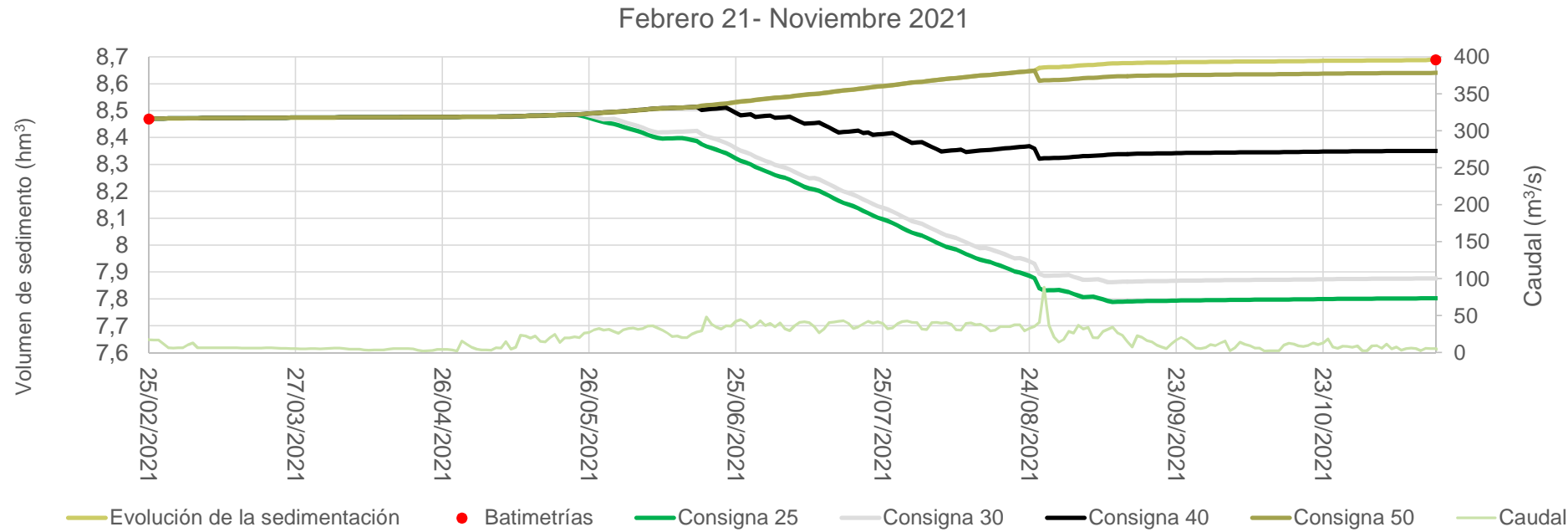
Optimización de la erosión con la consigna de explotación



Caudal de consigna (m³/s)	N.º de días con compuertas totalmente abiertas	Volumen final (hm³)	Volumen adicional erosionado (hm³)
Actual	50	8.470	0.0000
50	52	8.034	-0.4358
40	58	7.987	-0.4834
30	65	7.979	-0.4910
25	72	7.919	-0.5509



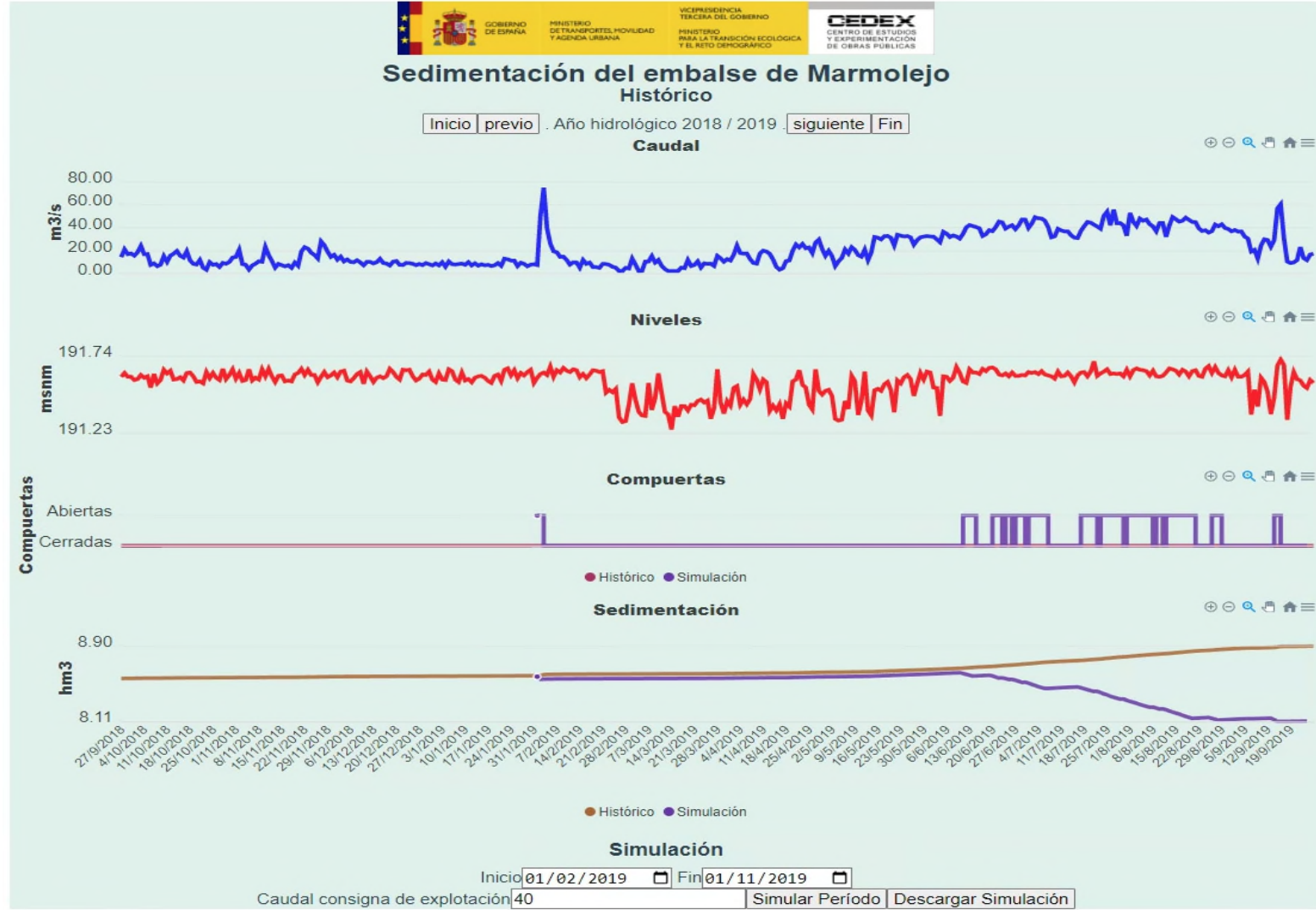
Optimización de la erosión con la consigna de explotación



Caudal de consigna (m³/s)	N.º de días con compuertas totalmente abiertas	Volumen final (hm³)	Volumen adicional erosionado (hm³)
Actual	0	8.690	0.0000
50	4	8.556	-0.1337
40	29	8.266	-0.4238
30	108	7.641	-1.0492
25	141	7.480	-1.2101



Aplicación web





Conclusiones

- Adaptar las consignas de explotación para mantener el embalse por debajo de los 7.5 hm³ de sedimentación.
- En situaciones de avenida abrir las compuertas con antelación para maximizar el arrastre y mantener abiertas hasta recuperar caudales medios.
- Con niveles de sedimentación altos como los actuales se pueden aprovechar las campañas de riego para reducir la sedimentación.
- Se ha construido una web, para analizar la influencia de las diferentes estrategias de explotación.



Gracias por vuestra atención