

## Informe de ejecución brIHne\_JET (Versión 1.0) - Proyecto 'Planta Ósmosis Inversa APPM-ALUAR - Delimitación de la Zona de Mezcla'

Q salmuera 2020 m<sup>3</sup>/día - Vchorro 1 m/s - Diam Boq 19 cm - Vcorr 2 cm/s - Ángulos 45°

### Parámetros de entrada

Condiciones del medio receptor	Profundidad media en la zona de vertido [Ha (m)]	3.6
	Salinidad [Ca (psu)]	33.75
	Densidad [rho_a (Kg/m <sup>3</sup> )]	1025
	Velocidad de la corriente [Ua (m/s)]	0.02
Características del efluente	Concentración salina [Co (psu)]	58.73
	Densidad [rho_o (Kg/m <sup>3</sup> )]	1044
	Velocidad de salida del chorro [Uo (m/s)]	1
Características del dispositivo de vertido	Diámetro boquilla [do (m)]	0.19
	Altura de la boquilla con respecto al fondo [ho (m)]	0.5
	Ángulo de inclinación del chorro [thettag_o (sexaseg)]	45
	Ángulo horizontal entre el chorro y la corriente [sigmag_o (sexaseg)]	45

### Flujos iniciales y escalas de longitud

Qo, flujo de caudal	0.03 m <sup>3</sup> /s
Mo, flujo de cantidad de movimiento	0.03 m <sup>4</sup> /s <sup>2</sup>
Jo, flujo de flotabilidad	-0.01 m <sup>4</sup> /s <sup>3</sup>
Qco, flujo de masa de contaminante	0.71 psu*m <sup>3</sup> /s
LQ, escala de longitud de flujo - caudal	0.17 m
LM, escala de longitud de cantidad de movimiento - flotabilidad	-0.96 m
Lm, escala de longitud de cantidad de movimiento - corriente en medio receptor	8.42 m
Lb, escala de longitud de cantidad de flotabilidad - corriente en medio receptor	-644.47 m
Número de Froude densimétrico, Fo	5.4

### Zona de desarrollo de los perfiles autosemejantes

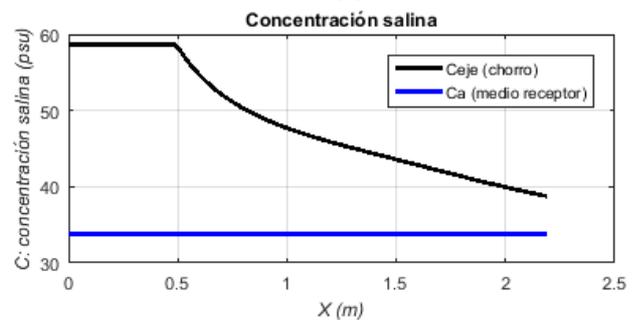
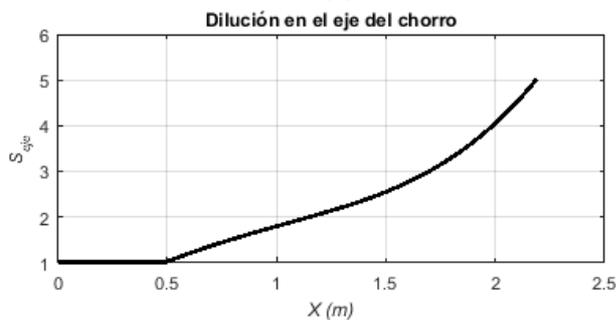
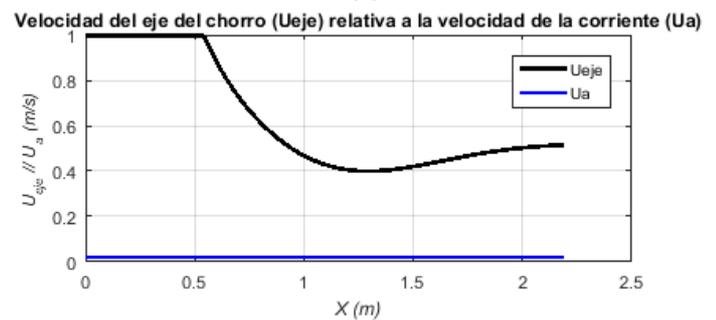
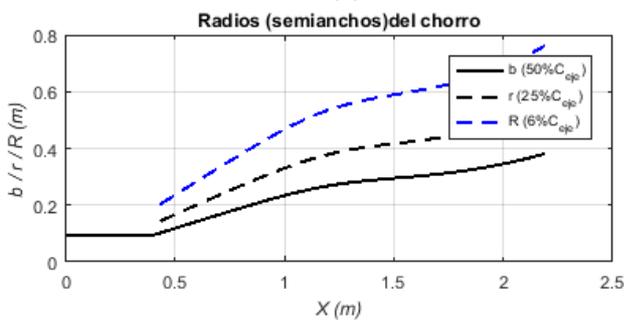
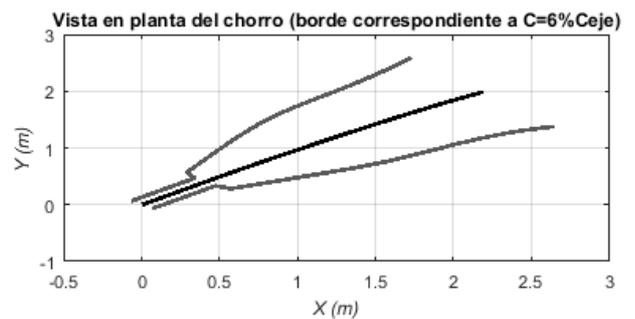
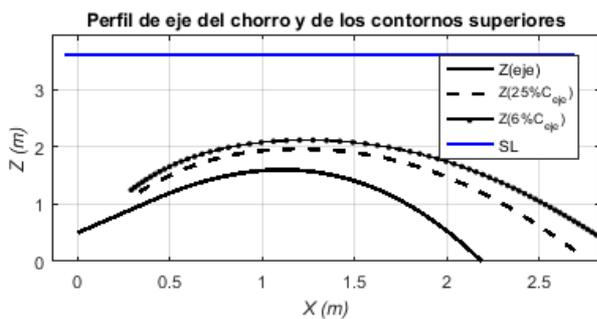
Le, longitud del eje al final de la zona de desarrollo de perfiles autosemejantes (ZOFÉ)	0.81 m
xe, coordenada horizontal al final de la ZOFÉ	0.41 m
ye, coordenada lateral al final de la ZOFÉ	0.40 m
ze, coordenada vertical al final de la ZOFÉ	1.07 m
thetae, ángulo del eje del chorro con la horizontal al final de la ZOFÉ	44.76 sexag
sigmae, ángulo del eje del chorro con dirección de la corriente en el medio receptor al final de la ZOFÉ	44.53 sexag
gammae	59.59 sexag

### Principales características del chorro

Zm, máxima altura del eje del chorro	1.60 m
Zt, máxima altura del borde superior del chorro, correspondiente al 6% de la concentración en el eje (C=6%Ceje)	2.12 m

Xm, posición horizontal del eje (distancia desde la boquilla) en el punto de máxima altura del chorro	1.12 m
Sm, dilución en el eje (mínima) en el punto de máxima altura	2.0
Cm, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de máxima altura	46.5 psu
Xr, posición horizontal del eje del chorro en el punto de retorno (donde el eje alcanza el nivel de la boquilla)	2.00 m
Sr, dilución en el eje (mínima) en el punto de retorno	4.0
Sr_ave, dilución media en el punto de retorno	6.8
Cr, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de retorno	39.9 psu
b_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=50%Ceje)	0.34 m
r_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=25%Ceje)	0.49 m
R_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=6%Ceje)	0.69 m
Xi, posición horizontal del eje en el punto de impacto del chorro con el fondo	2.18 m
Si, dilución en el eje (mínima) en el punto de impacto con el fondo	4.9
Si_ave, dilución media en el punto de impacto con el fondo	8.3
Ci, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de impacto con el fondo	38.8 psu

### Gráficas de evolución de variables



## Tabla de resultados numéricos

Xeje	Yeje	Zeje	Seje	Ceje-Ca	Ceje	Save	b	Gp_eje	F_eje	Ueje	theta	sigma
0.00	0.00	0.50	1.00	24.98	58.73	1.00	0.10	-0.18	5.38	1.00	45.00	45.00
0.51	0.50	1.21	1.04	24.11	57.86	1.75	0.12	-0.18	7.37	1.00	41.62	44.36
0.65	0.64	1.36	1.28	19.52	53.27	2.15	0.15	-0.14	5.40	0.80	35.67	43.87
0.80	0.79	1.49	1.52	16.46	50.21	2.55	0.19	-0.12	4.05	0.61	26.60	43.39
0.97	0.95	1.58	1.76	14.20	47.95	2.94	0.23	-0.10	3.13	0.48	13.03	42.91
1.16	1.12	1.60	2.01	12.45	46.20	3.35	0.26	-0.09	2.68	0.41	-4.93	42.42
1.34	1.28	1.54	2.26	11.04	44.79	3.78	0.28	-0.08	2.66	0.40	-23.09	41.91
1.50	1.42	1.41	2.54	9.84	43.59	4.25	0.29	-0.07	2.89	0.42	-37.14	41.36
1.64	1.54	1.24	2.84	8.79	42.54	4.77	0.30	-0.06	3.19	0.45	-46.85	40.76
1.76	1.65	1.05	3.17	7.89	41.64	5.32	0.31	-0.06	3.48	0.47	-53.54	40.14
1.86	1.73	0.84	3.51	7.11	40.86	5.91	0.33	-0.05	3.74	0.49	-58.33	39.49
1.96	1.81	0.63	3.88	6.44	40.19	6.54	0.34	-0.05	3.95	0.50	-61.90	38.82
2.05	1.88	0.40	4.27	5.85	39.60	7.20	0.35	-0.04	4.13	0.51	-64.65	38.14
2.13	1.95	0.18	4.68	5.34	39.09	7.89	0.37	-0.04	4.28	0.51	-66.84	37.44

### Observaciones:

El modelo ha sido desarrollado por el Instituto de Hidráulica Ambiental.

Para dudas, consultas y más información sobre el modelo: [brIHnesupport@ihcantabria.com](mailto:brIHnesupport@ihcantabria.com)

### Calibración del modelo:

El modelo simula el comportamiento de un vertido en chorro de salmuera resolviendo las ecuaciones de gobierno de acuerdo con la aproximación numérica propuesta en [1]. Esta aproximación consiste en integrar las ecuaciones diferenciales a lo largo de la sección transversal del chorro, resolviendo numéricamente el sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias resultantes.

Por el momento, brIHne-Jet utiliza los coeficientes experimentales propuestos en [1], que son también los que utiliza el modelo CORJET de Cormix, por lo que sus resultados son análogos. Próximamente, brIHne-Jet será recalibrado con datos experimentales obtenidos en el Instituto de Hidráulica Ambiental, mediante técnicas ópticas no intrusivas de anemometría láser, a fin de conseguir un mejor ajuste de sus resultados numéricos con los datos experimentales.

### Sección transversal:

El modelo considera que los perfiles transversales de concentración y velocidad del chorro se ajustan a una curva de tipo Gauss.

### Variables

$X_{eje}, Y_{eje}, Z_{eje}$ : coordenadas cartesianas del eje del chorro.

$S_{eje}$ : dilución en el eje del chorro (dilución mínima en la sección).

$C_{eje} - C_a$ : Exceso de concentración salina en el eje del chorro respecto a la salinidad en el medio receptor

$C_{eje}$ : Concentración salina en el eje de chorro (concentración máxima en la sección).

$b$ : semiancho del chorro. Distancia radial para la cual la velocidad es un 37% y la concentración un 50% de su valor en el eje del chorro.

$S_{ave}$ : dilución media en la sección transversal del chorro.

$Gp_{eje}$ : valor de la gravedad reducida en el eje del chorro.

$F_{eje}$ : número de Froude densimétrico, calculado a partir de valores en el eje del chorro.

$U_{eje}$ : velocidad del eje del chorro (relativa a la velocidad de la corriente en el medio receptor).

Theta ( $\theta$ ): ángulo de descarga del chorro con respecto al fondo.

Sigma ( $\sigma$ ): ángulo (proyección horizontal) del eje del chorro con respecto a la corriente en el medio receptor.

#### **Punto de máxima altura del chorro:**

brIHne-Jet calcula el borde superior del chorro, sumando a las coordenadas del eje en cada punto el correspondiente radio del chorro, proponiendo diferentes valores de radio, a partir de los valores de concentración y velocidad respecto a los valores en el eje. Para obtener el punto de máxima altura del chorro, brIHne-Jet considera para calcular el radio del chorro un valor:  $Radio=2b$ , que corresponde a la distancia radial desde el eje del chorro, para la cual la concentración es un 6% y la velocidad un 2% de las correspondiente al eje del chorro.

#### **Punto de impacto con la superficie:**

brIHne-Jet considera que el chorro impacta con la superficie cuando su borde superior (definido a partir de un radio:  $Radio=2b$ ) impacta en algún punto a la superficie libre del medio receptor.

#### **Punto de impacto con el fondo:**

brIHne-Jet distingue entre el punto de retorno y el punto de impacto del chorro con el fondo. El punto de retorno es la posición en la cual el eje del chorro alcanza en su rama descendente el nivel o altura de la boquilla de vertido, mientras que el punto de impacto es la posición donde el eje del chorro alcanza el fondo.

#### **Referencias**

[1] Jirka, G. H. (2004). "Integral model for turbulent buoyant jets in unbounded stratified flows. Part I: The single round jet." Environmental Fluid Mechanics, volume 4, pp. 1–56.