

Objetivo 5

Actividad 13 - Evaluación del efecto de los efluentes procedentes de la escorrentía superficial, del tratamiento de aguas residuales y de la desalación, sobre la calidad de las aguas costeras..

Ponentes: Pedro Delgado Melián y Óscar Campo González - CIATF
13 de diciembre de 2012, Las Palmas de Gran Canaria
14 de diciembre de 2012, Santa Cruz de Tenerife

Jefe de Fila:



ÍNDICE

1. Descripción de la actividad

1.1 Objetivos

1.2 Ámbito del estudio

1.3 Líneas de trabajo

2. Trabajos desarrollados

2.1 Red de control y toma de muestras de salmueras y efluentes de tratamiento de aguas residuales

2.2 Caracterización física, química y biológica de efluentes y aguas receptoras

2.3 Estudio de corrientes marinas

2.4 Análisis del comportamiento de la mezcla de efluentes (agua depurada y salmuera) en la conducción de vertido

2.5 Aplicación de un modelo de simulación de vertidos en el medio marino

3. Conclusiones

1. Descripción de la actividad

1.1. Objetivos

Determinar los beneficios medioambientales para las masas de aguas costeras derivados de la mezcla de salmueras resultantes de procesos de desalinización con aguas residuales urbanas tratadas, tanto por su **acción bactericida** sobre el efluente residual como por la **reducción en las concentraciones de sales** vertidas debido al propio efecto de dilución.

Analizar la interacción del vertido de la mezcla de aguas en el medio marino y evaluar sus posibles impactos, mediante la **aplicación de modelos de simulación de dispersión** del vertido para determinadas condiciones de mezcla (salmueras de EDAM, salmueras de EDAS, salmueras de Terciario, aguas residuales con tratamiento adecuado y aguas residuales con tratamiento secundario).

1. Objetivo de la actividad

1.2. Ámbito del estudio

- **Sistema ADEJE – ARONA**, sistema integrado de desalación de agua de mar, saneamiento, depuración y reutilización



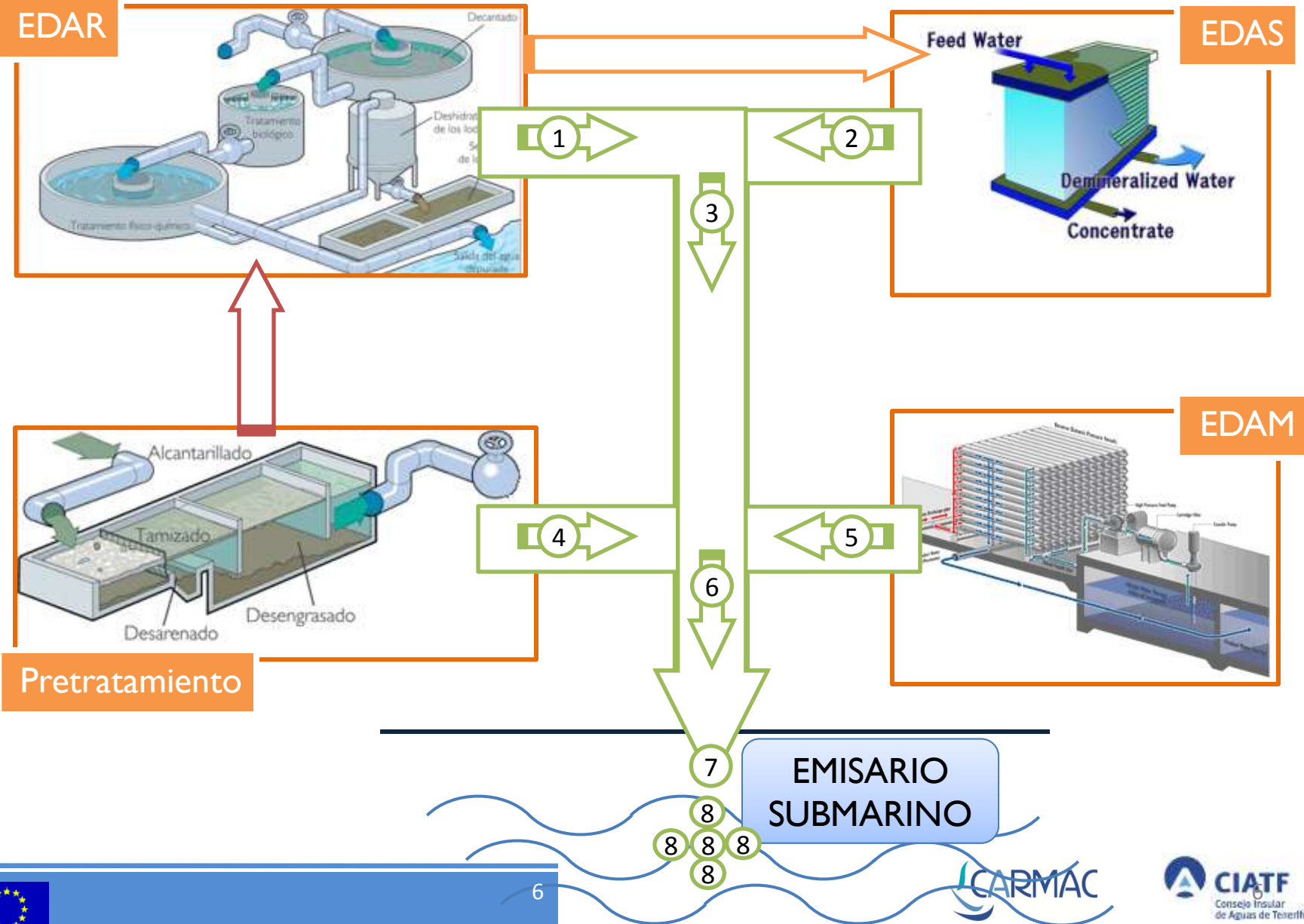
1. Descripción de la actividad

1.3. Líneas de trabajo

1. **Red de control y toma de muestras** de salmueras y efluentes de tratamiento de aguas residuales
2. **Caracterización física, química y biológica de efluentes y aguas receptoras**
3. **Estudio de corrientes marinas**
4. Análisis del comportamiento de la **mezcla de efluentes** (agua depurada y salmuera) en la **conducción de vertido**
5. Aplicación de un **modelo de simulación de vertidos** en el medio marino

2. Trabajo Desarrollado

2.1. Red de control y toma de muestras:



2. Trabajo Desarrollado

2.2. Caracterización física, química y biológica de efluentes y aguas receptoras:



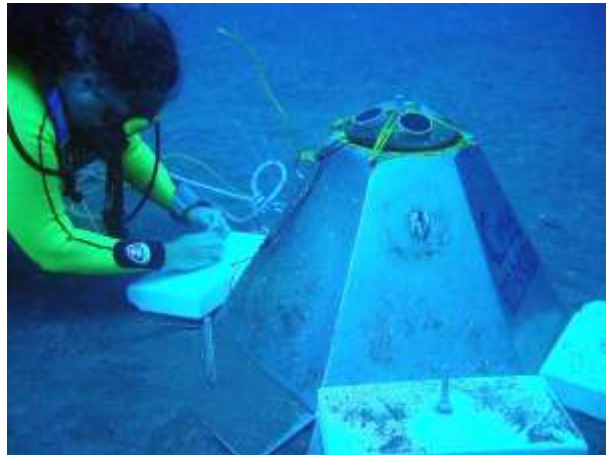
PARAMETROS ANALIZADOS												
ESTACION	CCAA1706	CCAA1706	CCAA1706	CCAA1706	CCAA1706	CCAA1706	CCAA1706	CCAA1706	CCAA1706	CCAA1706	CCAA1706	CCAA1706
VF-1	VF-2	VF-3	VF-4	VF-5	VF-6	VF-7	VF-8	VF-9	VF-10	VF-11	VF-12	VF-13
180012010 a las 08:00h	7,70	7,57	7,52	7,55	7,55	7,56	7,56	7,56	7,56	7,56	7,56	7,56
180012010 a las 09:00h	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53
180012010 a las 10:00h	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53
180012010 a las 11:00h	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53
180012010 a las 12:00h	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53
180012010 a las 13:00h	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53
180012010 a las 14:00h	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53
180012010 a las 15:00h	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53
180012010 a las 16:00h	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53
180012010 a las 17:00h	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53
180012010 a las 18:00h	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53
180012010 a las 19:00h	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53
180012010 a las 20:00h	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53
180012010 a las 21:00h	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53
180012010 a las 22:00h	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53
180012010 a las 23:00h	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53

- Parámetros analizados
- pH
- DBO₅ (mg/L)
- Conductividad (mS/cm)
- Sólidos Suspensión (mg/L)
- Sólidos Suspensión Volátiles(mg/L)
- COT (mg/L)
- Nitrógeno oxidado (mg/L)
- Nitrógeno total (mg/L)
- Fósforo total (mg/L)
- Escherichia coli (Ufc/I00ml)

2. Trabajo Desarrollado

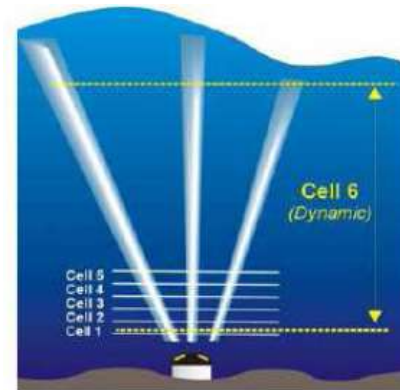
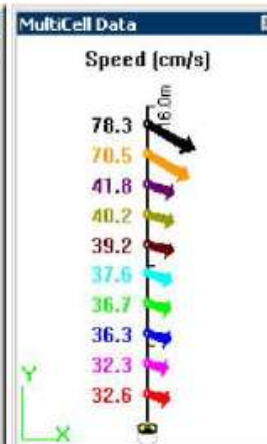
2.3. Estudio de corrientes marinas

- **Ejecución simultánea a la campaña de muestreo y analítica de aguas.**
Período Junio de 2010 a Mayo de 2011.
- **Tareas programadas:**
 - Colocación de un corrientímetro durante 12 meses.
 - Extracción y mantenimiento mensual del corrientímetro.
 - Envío de los datos obtenidos con una frecuencia mensual.



MultiCell Data		
Multi-Cell Data:		
Cell	Spd(cm/s)	Dir (deg)
1	32.56	106.6
2	32.26	104.7
3	36.33	106.1
4	36.70	106.5
5	37.57	107.7
6	39.16	105.7
7	40.17	107.1
8	41.78	109.4
9	70.54	120.8
10	78.34	119.0

MultiCell Data		
Multi-Cell Data:		
Cell	Vx(cm/s)	Vy(cm/s)
1	31.20	-9.30
2	31.20	-8.20
3	34.90	-10.10
4	35.20	-10.40
5	35.80	-11.40
6	37.70	-10.60
7	38.40	-11.80
8	39.40	-13.90
9	60.60	-36.10
10	68.00	-38.90

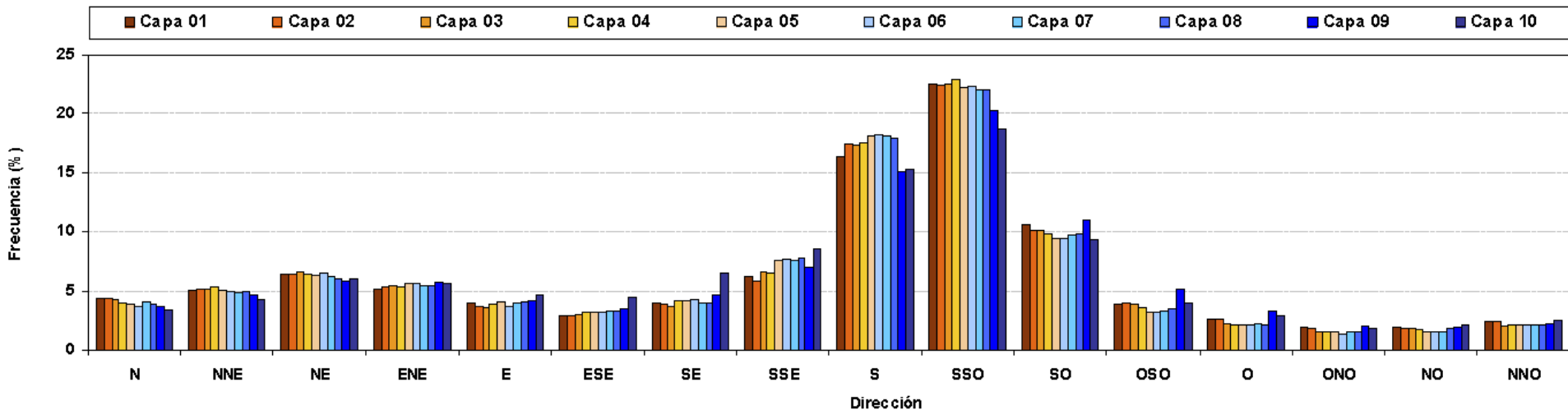
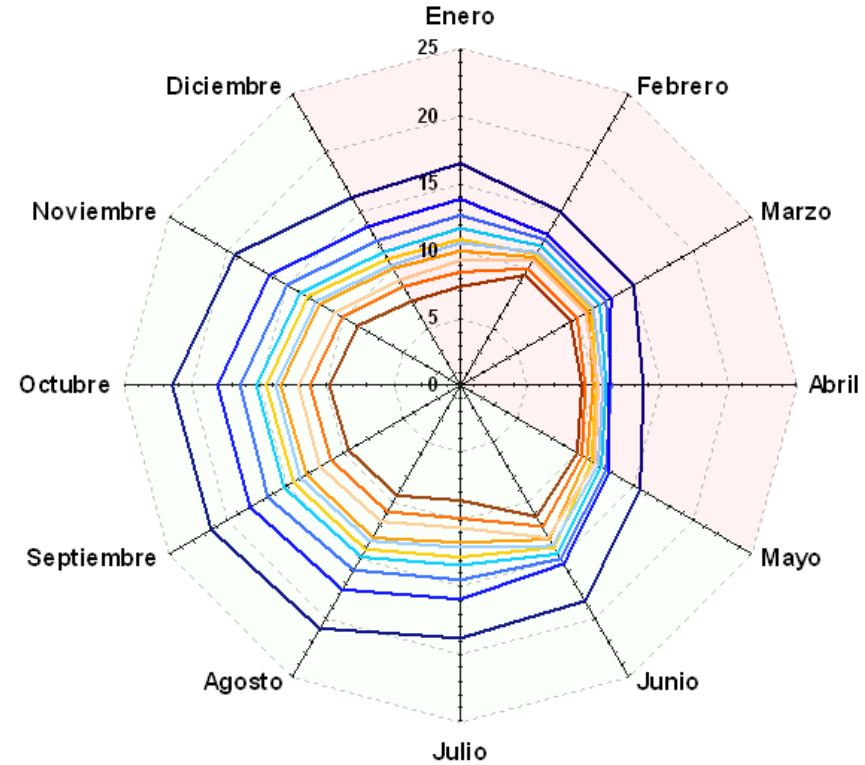


2. Trabajo Desarrollado

2.3. Estudio de corrientes marinas:

Resultados:

- Frecuencia de corrientes para distintos meses.
- Frecuencia de corrientes para distintas direcciones.

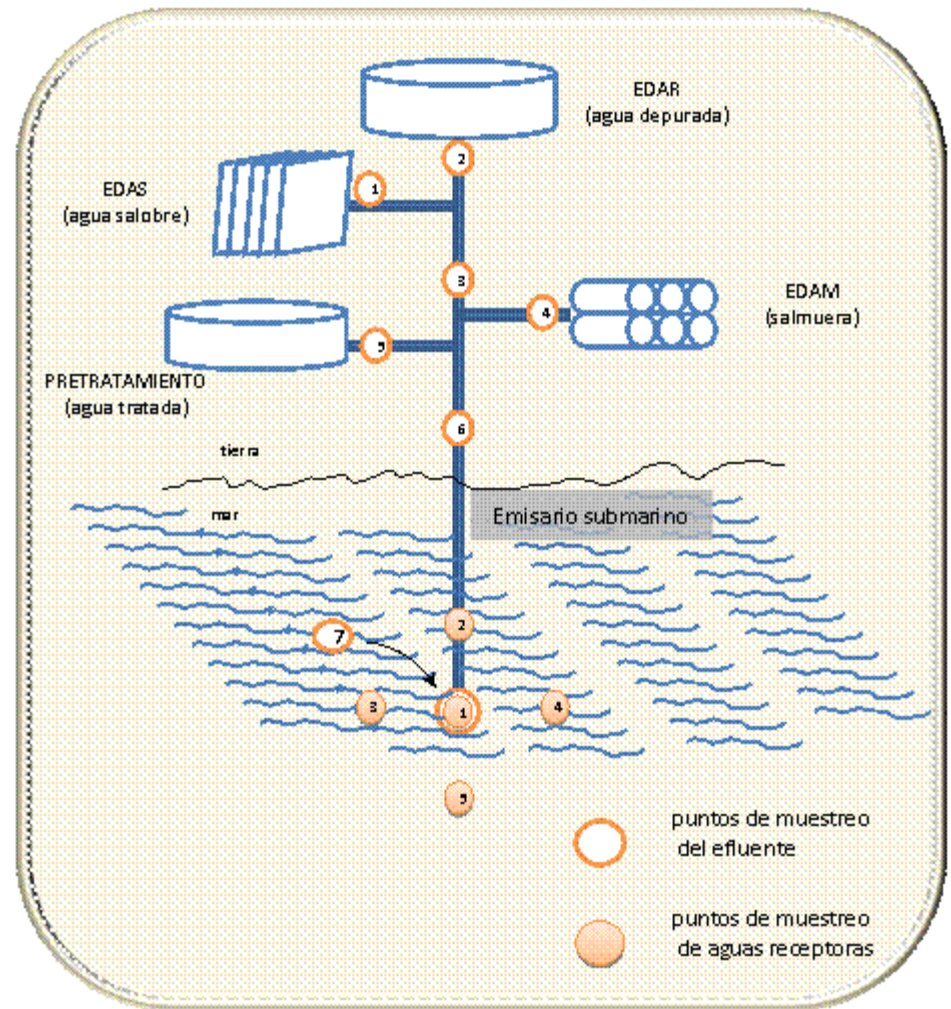


2. Trabajo Desarrollado

2.4. Análisis mezcla de efluentes en la conducción de vertido

A) Recopilación de la Información

- 1) Analíticas de efluentes y aguas receptoras.
- 2) Mediciones de corrientes marinas
- 3) Datos batimétricos
- 4) Datos meteorológicos
- 5) Datos de los programas de vigilancia y control ambiental
- 6) Datos de operación de las instalaciones

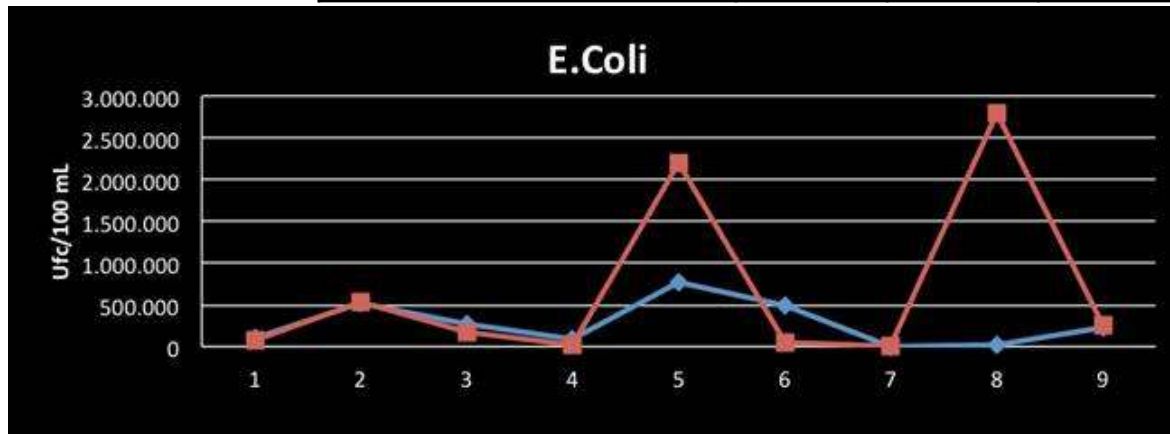


2. Trabajo Desarrollado

2.4. Análisis mezcla de efluentes en la conducción de vertido

B) Tratamiento de datos

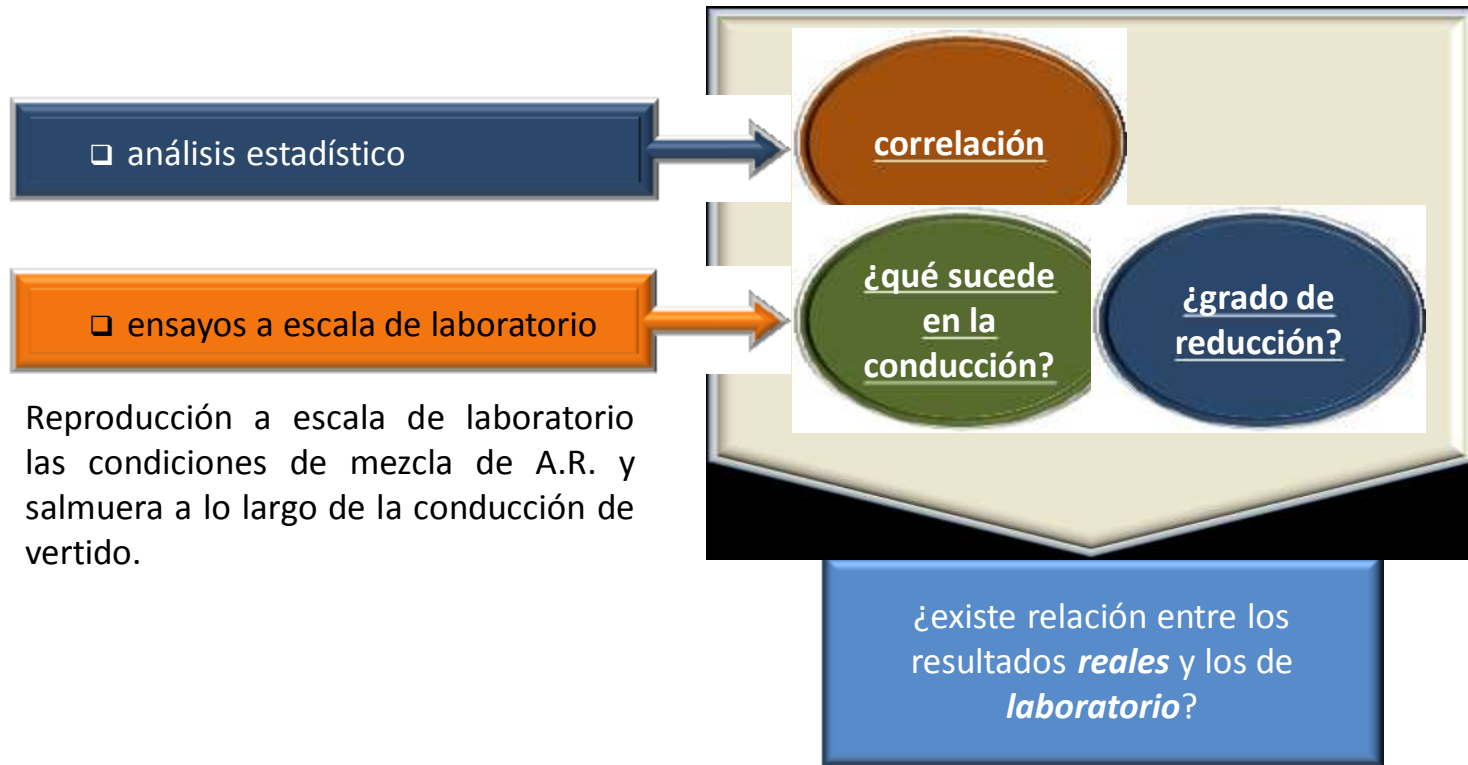
	1	2	3	4	5
pH	7,61	7,81	7,62	7,49	7,21
DBO ₅ (mg/L)	6,5	9,5	102	3,5	496
Conductividad (mS/cm)	16	2,96	7,33	93,9	4,71
Sólidos Suspensión (mg/L)	3,2	8,1	251	7,3	261
Sólidos Suspensión Volátiles(mg/L)	3,3	7,3	275	4,9	244
COT (mg/L)	25,2	8,84	99,3	7,21	193
Nitrógeno oxidado (mg/L)	2,04	0,32	37,4	2,9	0,25
Nitrógeno total (mg/L)	44,3	8,62	32,7	3,38	99,9
Fósforo Total (mg/L)	19,1	5,46	18,7	1,01	10,1
Escherichia coli (Ufc/100ml)	7	2,7 x 10 ⁵	1,8 x 10 ⁵	42	1,2 x 10 ⁷



2. Trabajo Desarrollado

2.4. Análisis mezcla de efluentes en la conducción de vertido

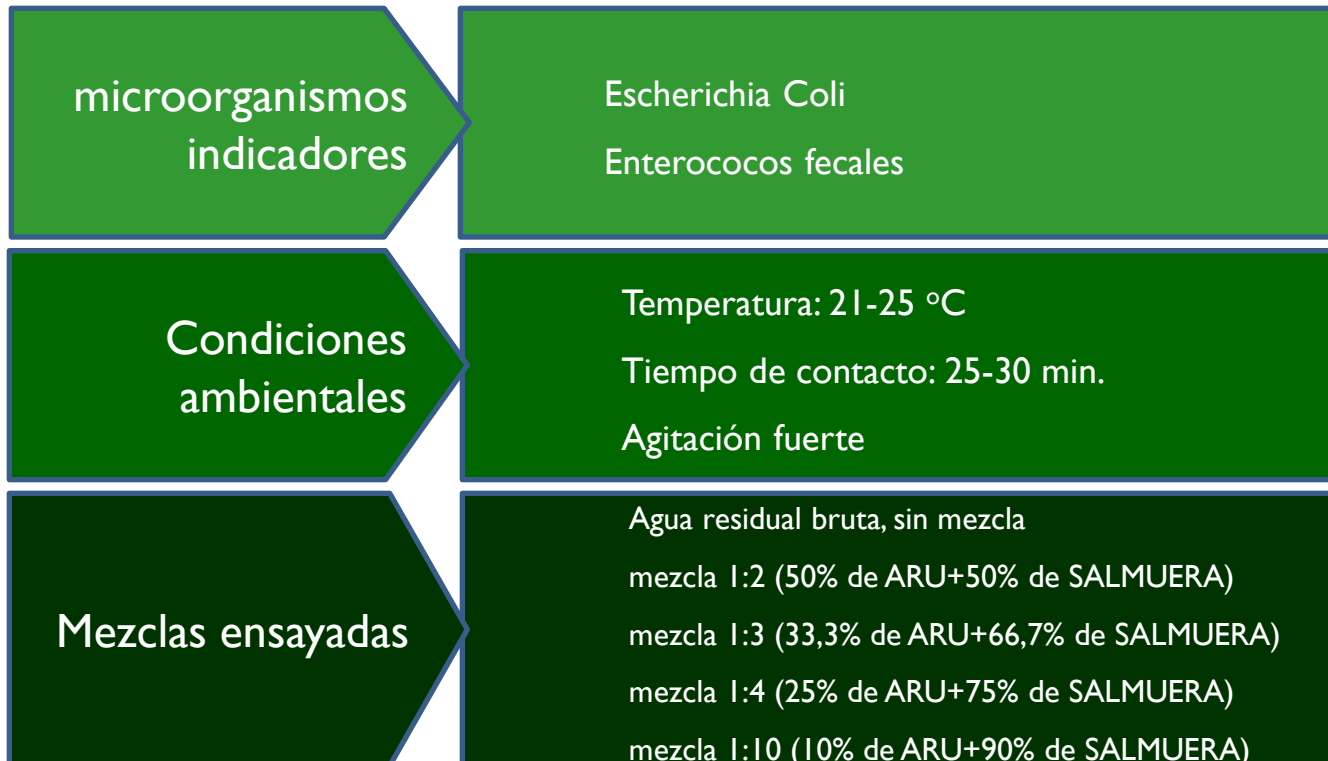
C) Análisis del comportamiento del efluente



2. Trabajo Desarrollado

2.4. Análisis mezcla de efluentes en la conducción de vertido

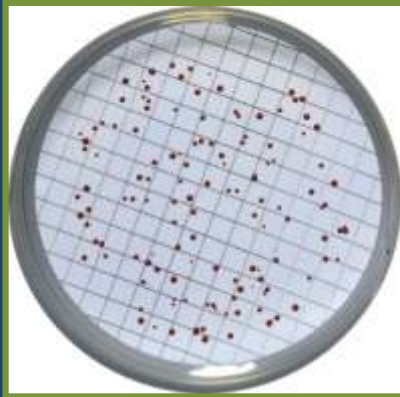
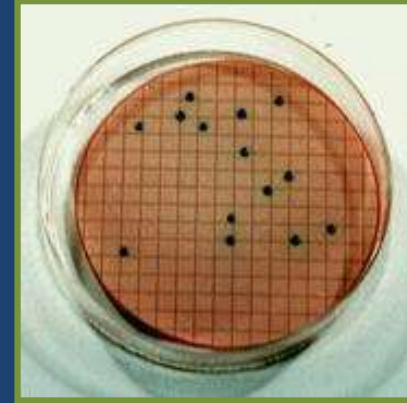
D) Ensayos a escala laboratorio



2. Trabajo Desarrollado

2.4. Análisis mezcla de efluentes en la conducción de vertido



La identificación y recuento de colonias de *E. Coli* se realizó por el método de filtración por membrana (UNE EN ISO 9308-1:2000).



La identificación de las colonias de Enterococos fecales se utilizó el método de filtración por membrana (UNE-EN ISO 7899-2:2001).

2. Trabajo Desarrollado

2.4. Análisis mezcla de efluentes en la conducción de vertido

Objetivo-Act.
Fecha:
Página: 69 de 168

INFORME DE RESULTADOS DE MUESTREO Y ANÁLISIS

Datos del muestreo

Fecha del muestreo	17/10/2011	Hora del muestreo	15:00:00
--------------------	------------	-------------------	----------

Muestra de Agua Residual

Código de la muestra	MU-171011/001	Punto de muestreo	Salida de pretratamiento
----------------------	---------------	-------------------	--------------------------

Muestra de Salmuera

Código de la muestra	MU-171011/002	Punto de muestreo	Rechazo desaladora
----------------------	---------------	-------------------	--------------------



Resultados de los ensayos

Parámetros Generales		pH	Conductividad (mS/cm)
Agua Residual Bruta		7,281	2,72
Salmuera		7,706	90,7

Análisis microbiológico

Código submuestra: MU-171011/001-1

Dilución de la muestra	Dilución de cultivo	Volumen filtrado (mL)	Recuento de colonias (ufc/100mL)
Agua Residual Bruta			
Análisis de E. Coli	1:10E6	100	2,50E+07
Análisis de Enterococos fecales	1:10E3	100	9,10E+03

Objetivo-Act.
Fecha:
Página: 70 de 168

Dilución de la muestra	Dilución de cultivo	Volumen filtrado (mL)	Recuento de colonias (ufc/100mL)
50,00%			
Análisis de E. Coli	1:10E6	100	7,10E+06
Análisis de Enterococos fecales	1:10E3	100	8,00E+03

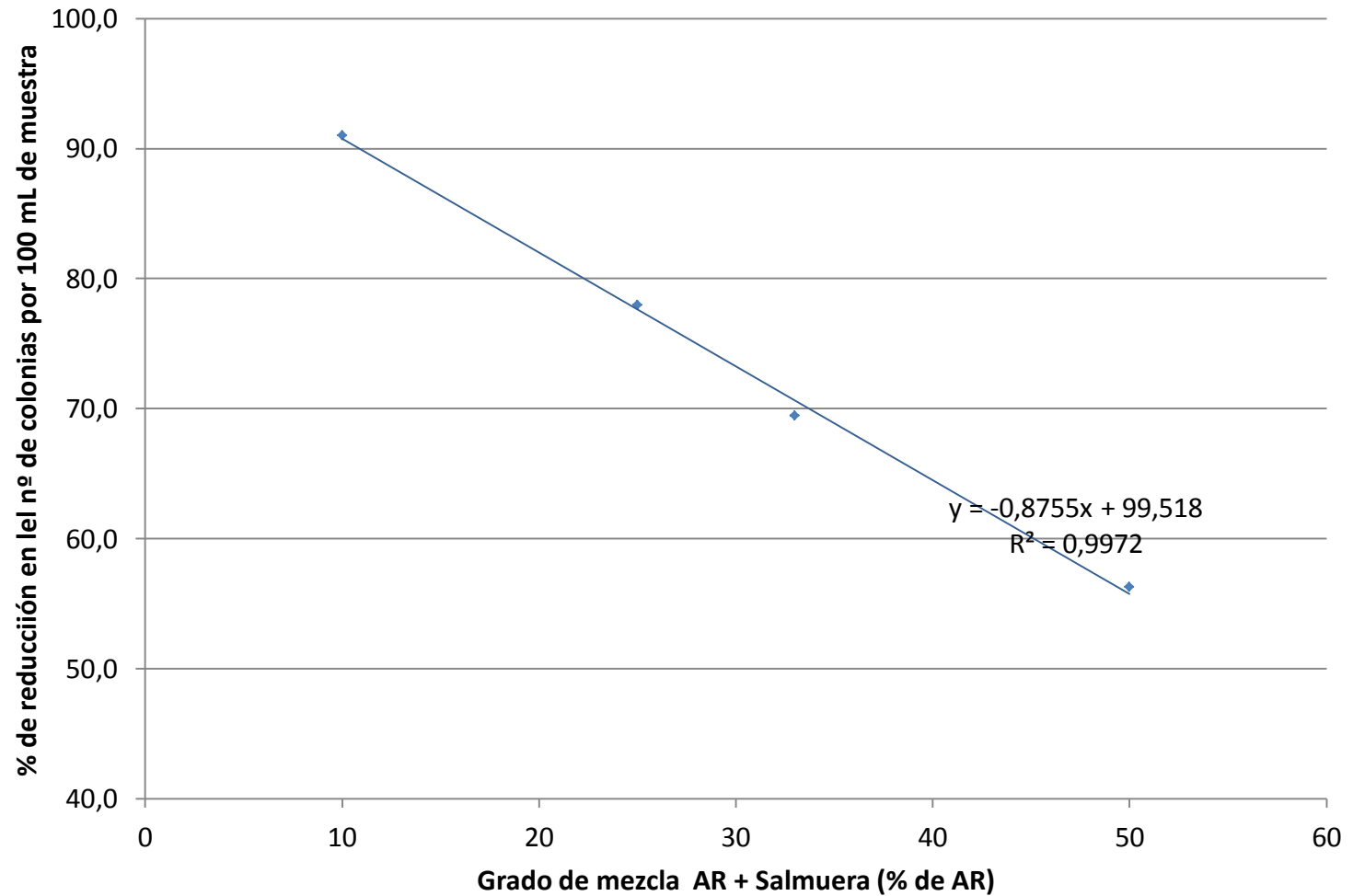
Dilución de la muestra	Dilución de cultivo	Volumen filtrado (mL)	Recuento de colonias (ufc/100mL)
33,00%			
Análisis de E. Coli	1:10E6	100	5,30E+06
Análisis de Enterococos fecales	1:10E3	100	5,50E+03

Dilución de la muestra	Dilución de cultivo	Volumen filtrado (mL)	Recuento de colonias (ufc/100mL)
25,00%			
Análisis de E. Coli	1:10E6	100	4,70E+06
Análisis de Enterococos fecales	1:10E3	100	3,20E+03

Dilución de la muestra	Dilución de cultivo	Volumen filtrado (mL)	Recuento de colonias (ufc/100mL)
10,00%			
Análisis de E. Coli	1:10E6	100	1,80E+06
Análisis de Enterococos fecales	1:10E3	100	1,60E+03

2. Trabajo Desarrollado

2.4. Análisis mezcla de efluentes en la conducción de vertido



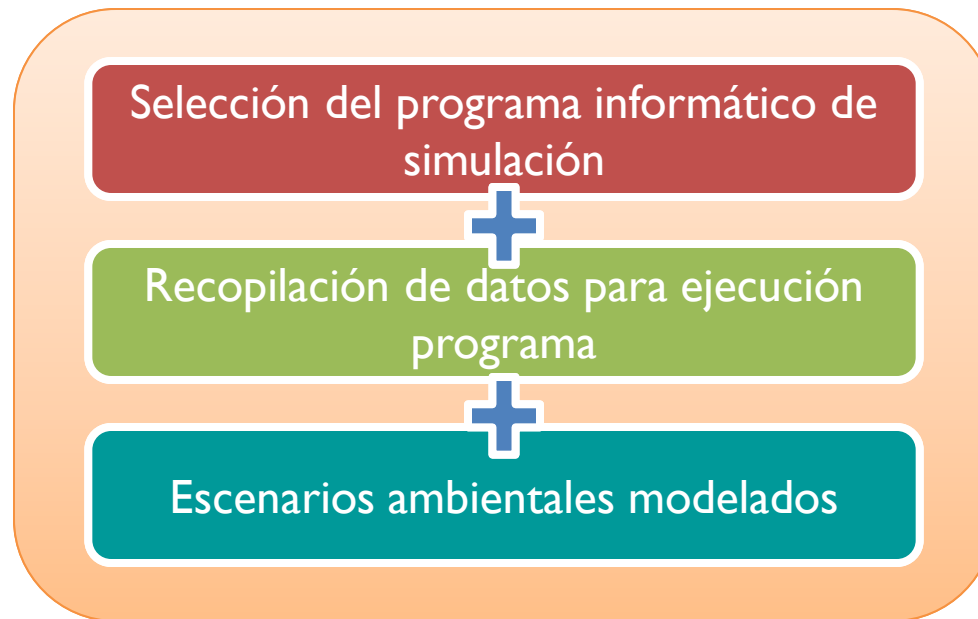
2. Trabajo Desarrollado

2.5. Modelo de simulación

Metodología basada en:

Simular el comportamiento de la pluma de vertido según:

- Características del efluente
- Características del medio receptor
- Características de la conducción de descarga.



2. Trabajo Desarrollado

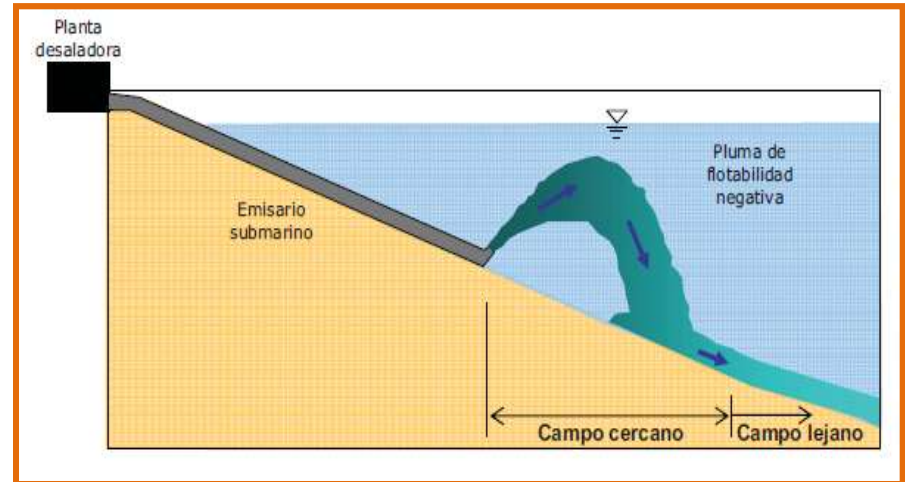
2.5. Modelo de simulación



Módulos: CORMIX 2 y CORJET

CORMIX permite la simulación del fenómeno de vertido bajo:

- Distintos diseños del dispositivo de descarga.
- Tipos de efluentes contaminantes.
- Características en el medio receptor.



El software **CORMIX** incluye distintas herramientas para la simulación:

- del comportamiento en **campo cercano y lejano**,
- de vertidos de **flotabilidad positiva, neutra y negativa**,
- escalas espaciales entre 10^{-2} y 10^4 m,
- escalas temporales entre 10 y 10^5 s (aprox. 3 horas).

2. Trabajo Desarrollado

2.5. Modelo de simulación

Situaciones modelizadas

Escenarios:

- Condiciones *más habituales* de descarga
- Condiciones *excepcionales* de descarga
- Influencia de la velocidad de la corriente
- Influencia de la concentración de contaminante en el efluente
- Influencia del caudal de descarga

2. Trabajo Desarrollado

2.5. Modelo de simulación

Escenario: Condiciones más habituales de descarga.

Características del efluente

Velocidad de descarga (m/s) 0,98

Concentración de E.Coli (ufc/100 mL) $7 \cdot 10^4$

Características del entorno

Velocidad de la corriente (m/s) 0,1

Densidad del agua de mar (kg/m³) 1.025

Características de la descarga

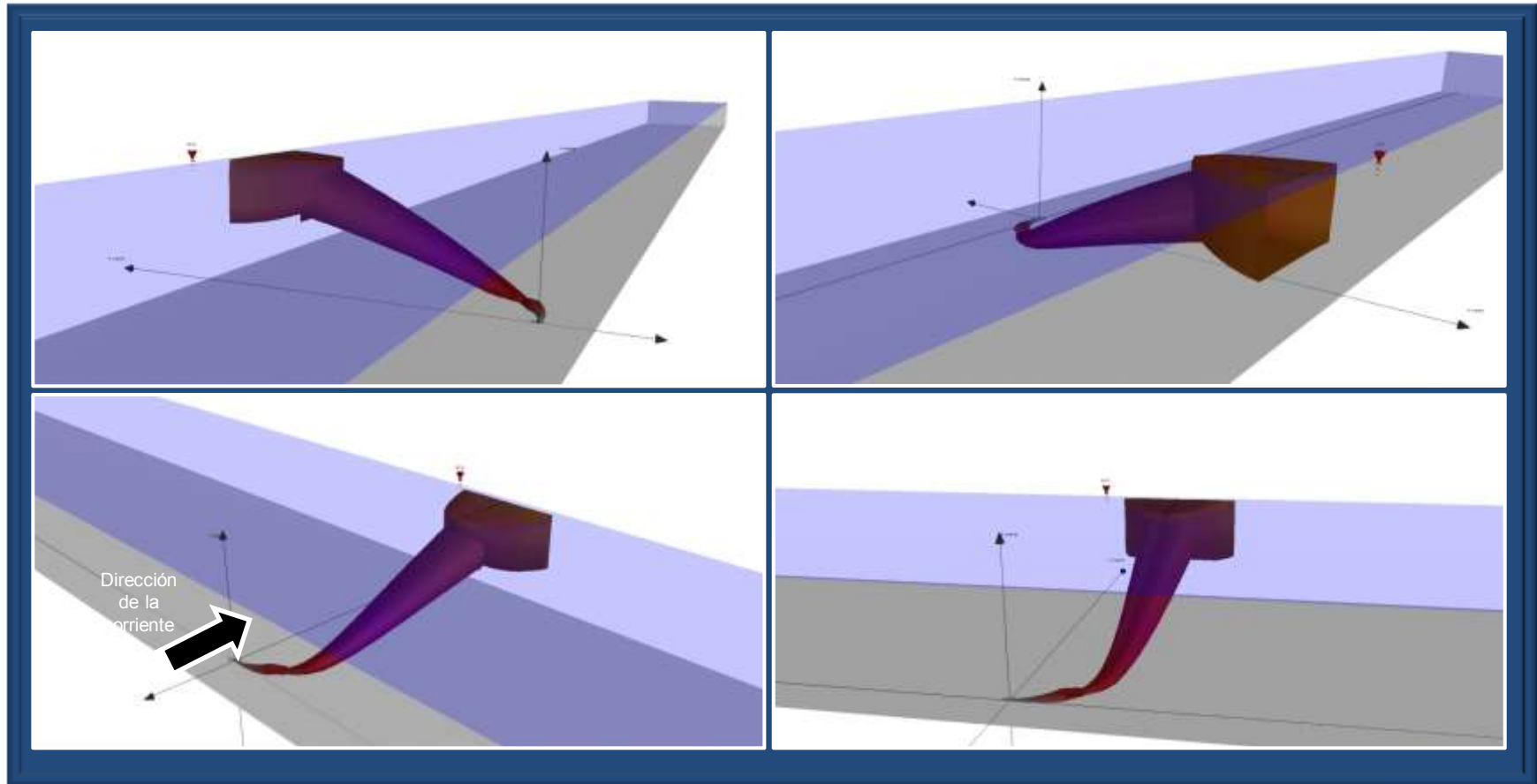
Altura del eje de la boca respecto al fondo (m) 0,5

Ángulo horizontal de descarga 270

2. Trabajo Desarrollado

2.5. Modelo de simulación

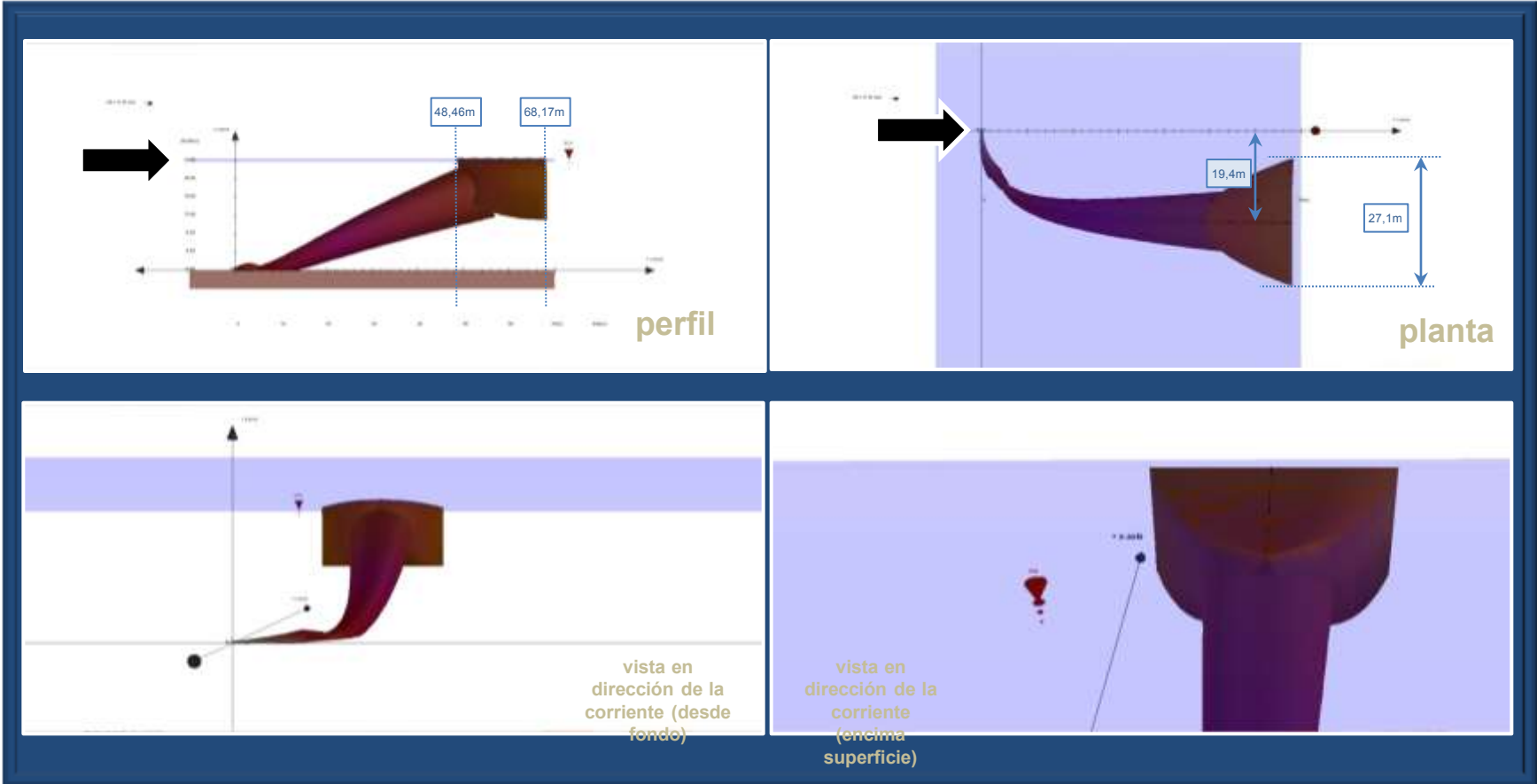
Vista 3D del vertido en la región de Campo Cercano



2. Trabajo Desarrollado

2.5. Modelo de simulación

Perfil, planta y alzados del vertido en la región de Campo Cercano

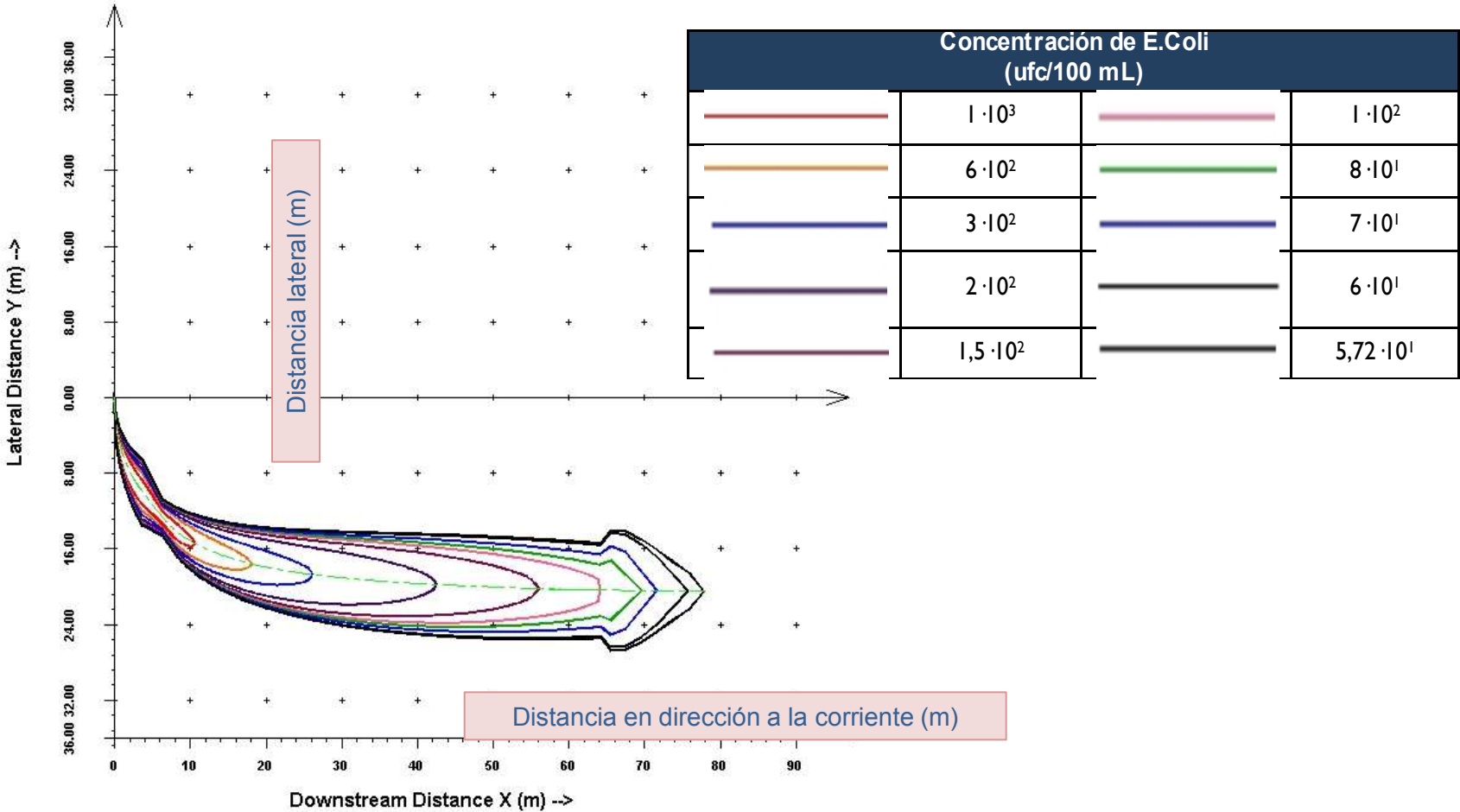


2. Trabajo Desarrollado

2.5. Modelo de simulación

Isolíneas de Concentración (campo cercano)

Excess Concentration (bacteria-counts)



2. Trabajo Desarrollado

2.5. Modelo de simulación

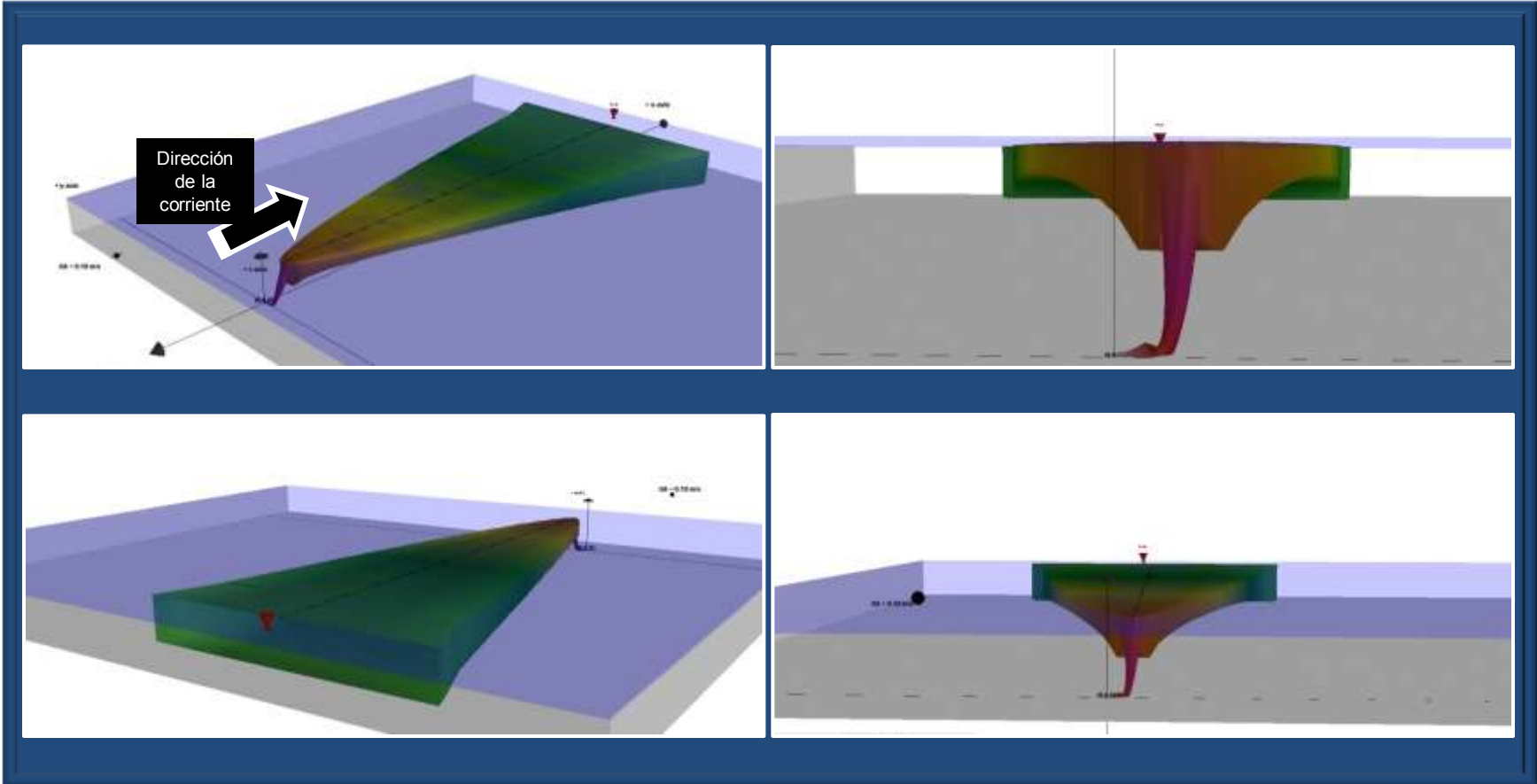
Área de estudio. Zonificación

Campo cercano	
Longitud	0-68,17 m
Punto afloramiento en superficie	
Distancia	48,46 m
Concentración	$8,78 \cdot 10^2$ ufc/100 mL
Factor de dilución	77,6
Tiempo transcurrido	382,6 s.
Límite de región de campo cercano	
Distancia	68,17 m
Concentración	$5,12 \cdot 10^2$ ufc/100 mL
Tiempo transcurrido	513,9 s.
Factor de dilución	131,9
Espesor de la capa (verticalmente)	13,54 m
Ancho de la capa (horizontalmente)	27,08 m
Límite superior de la pluma	0 m
Límite inferior de la pluma	-13,54 m

2. Trabajo Desarrollado

2.5. Modelo de simulación

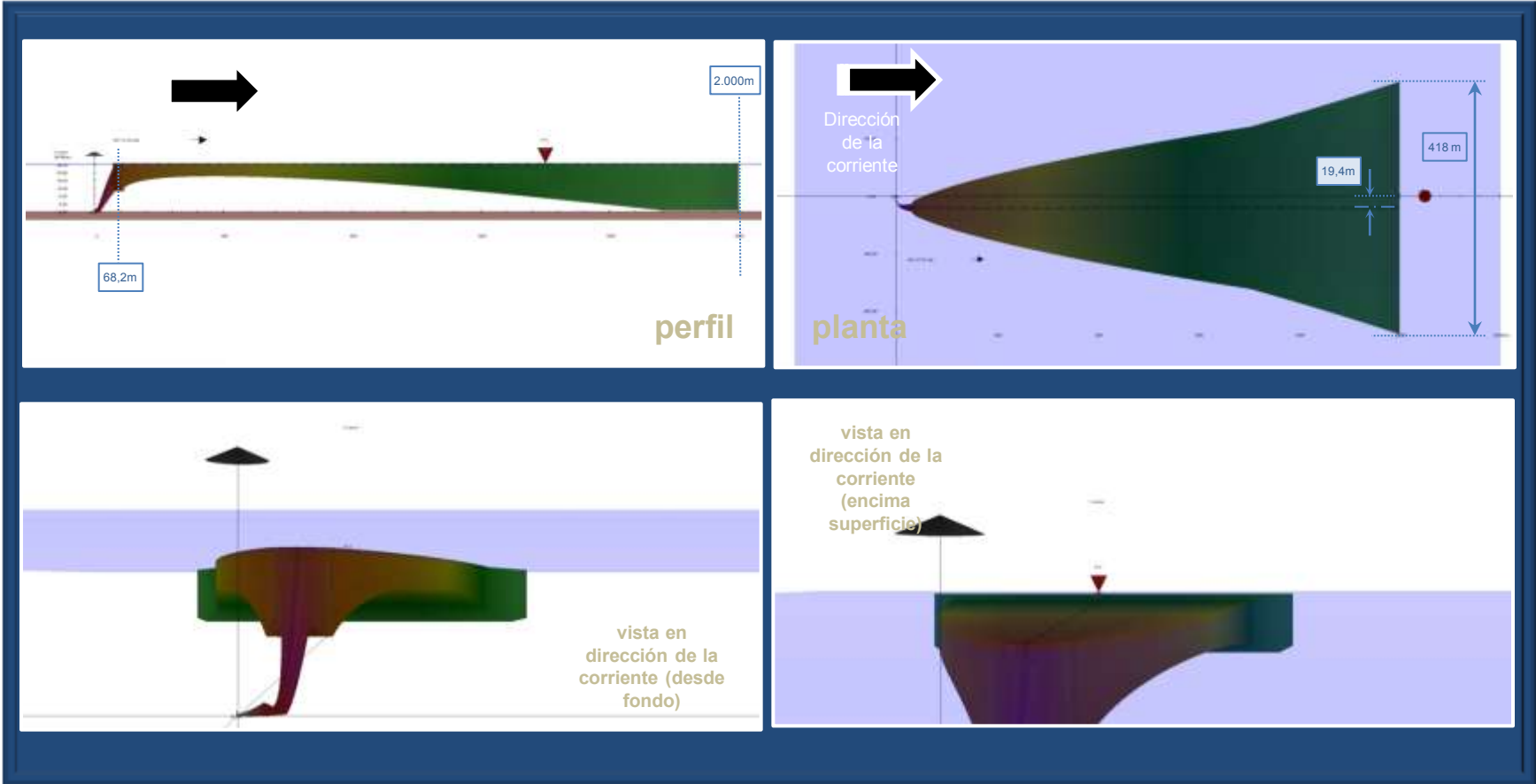
Vista 3D del vertido en la región de Campo Lejano



2. Trabajo Desarrollado

2.5. Modelo de simulación

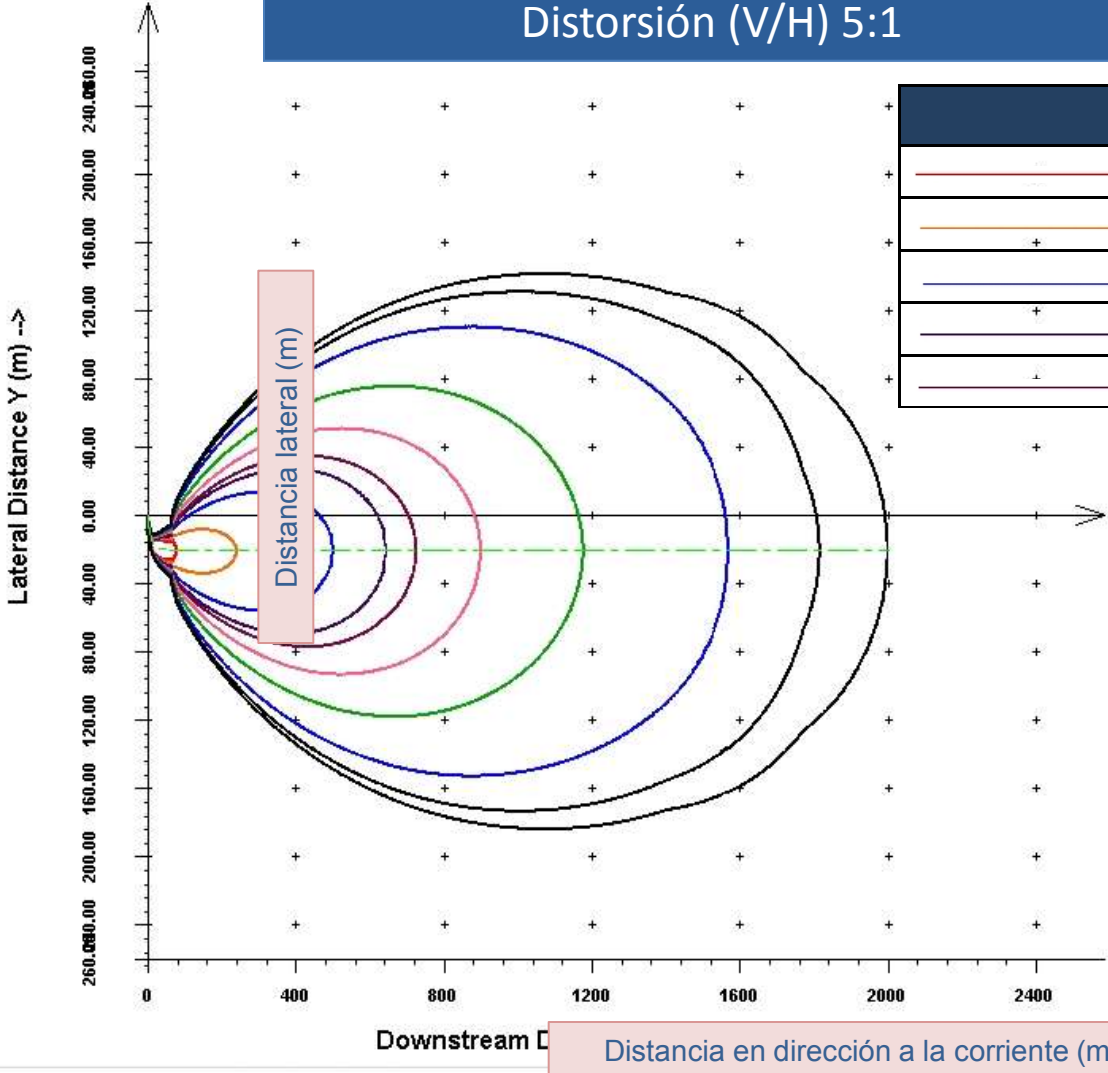
Perfil, planta y alzados del vertido en la región de Campo Lejano



2. Trabajo Desarrollado

2.5. Modelo de simulación

Isolíneas de Concentración (campo lejano)
Distorsión (V/H) 5:1



Concentración de E.Coli (ufc/100 mL)			
	$4 \cdot 10^1$		$5 \cdot 10^0$
	$3 \cdot 10^1$		$3 \cdot 10^0$
	$2,5 \cdot 10^1$		$2 \cdot 10^0$
	$1,5 \cdot 10^1$		$1,54 \cdot 10^0$
	$1 \cdot 10^1$		

2. Trabajo Desarrollado

2.5. Modelo de simulación

Fotosimulación de la pluma de vertido (E. 1:25.000)



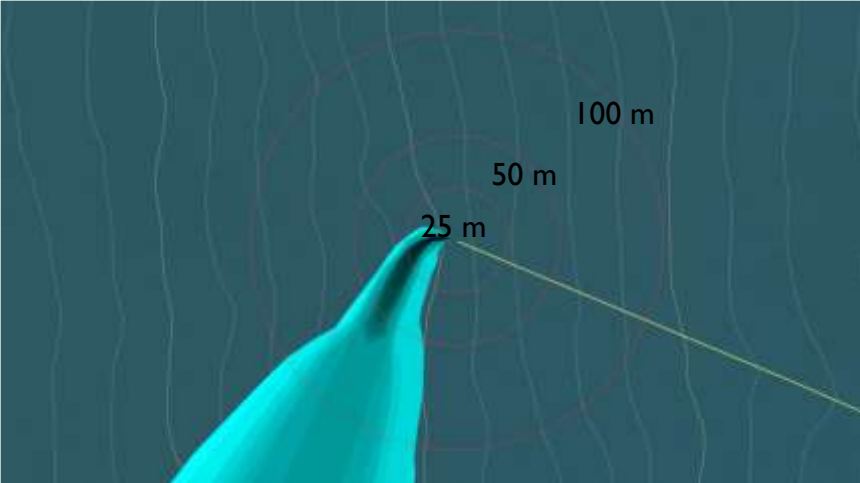
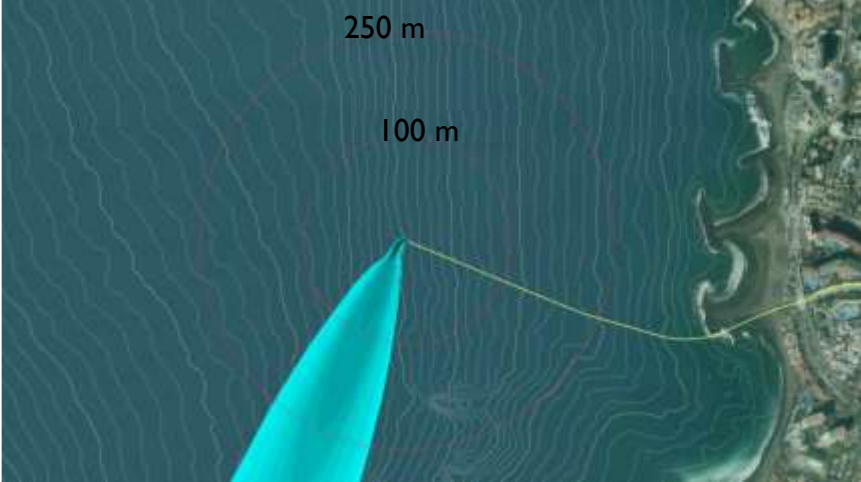
2. Trabajo Desarrollado

2.5. Modelo de simulación

Fotosimulación de la pluma de vertido (E. 1:10.000)



Fotosimulación de la pluma de vertido (E. 1:5.000)



Fotosimulación de la pluma de vertido (E. 1:1.000)

Concentración de E. Coli (ufc/100 mL)					
	$1 \cdot 10^4$		$7 \cdot 10^2$		$1 \cdot 10^2$
	$5 \cdot 10^3$		$6 \cdot 10^2$		$8 \cdot 10^1$
	$3 \cdot 10^3$		$5 \cdot 10^2$		$5 \cdot 10^1$
	$1,5 \cdot 10^3$		$4,78 \cdot 10^2$		$2,5 \cdot 10^1$
	$1 \cdot 10^3$		$3 \cdot 10^2$		$1 \cdot 10^1$
	$8 \cdot 10^2$		$1,5 \cdot 10^2$		$4,66 \cdot 10^0$

2. Trabajo Desarrollado

2.5. Modelo de simulación

Área de estudio. Zonificación

Campo lejano	
Longitud	68,17-2.000 m
Límite inicial de la región de campo lejano	
Distancia	68,17 m
Concentración	$5,12 \cdot 10^2$ ufc/100 mL
Tiempo transcurrido	513,9 s.
Factor de dilución	131,9
Espesor de la capa (verticalmente)	13,54 m
Ancho de la capa (horizontalmente)	27,08 m
Límite superior de la pluma	0 m
Límite inferior de la pluma	-13,54 m
Límite final de la región de campo lejano	
Distancia	2.000 m
Concentración	$4,89 \cdot 10^0$ ufc/100 mL
Tiempo transcurrido	5,51 h.
Factor de dilución	3.610
Espesor de la capa (verticalmente)	24,00 m
Ancho de la capa (horizontalmente)	418 m
Límite superior de la pluma	0 m
Límite inferior de la pluma	-24.00 m

3. CONCLUSIONES

CONCLUSIONES PRELIMINARES:

Estas mezclas de aguas generan un efluente final con una reducción en la concentración de microorganismos y una reducción en la concentración de sales respecto a los vertidos separados. Representando beneficios ecológicos, sociales y económicos.

La reducción en microorganismos como consecuencia de la mezcla de los dos efluentes: oscila entre el 55% (para una dilución 1:2) y el 91% (para una dilución 1:10).

Esta reducción es similar para los dos tipos de microorganismos ensayados, Escherichia Coli y Enterococos fecales.

Existe un aceptable grado de coincidencia entre resultados de la simulación y los obtenidos en campañas de muestreo, lo que ha permitido validar las estimaciones realizadas a partir del programa de simulación.

En este caso concreto las campañas de muestreo realizadas en las aguas de baño avalan el cumplimiento de RD. 1341/2007 por el que se establecen los criterios de calidad.

3. CONCLUSIONES

1.- Con el vertido conjunto de aguas depuradas y salmueras se consigue una reducción significativa de la concentración de sales y de microorganismos en el efluente.

2.- La mezcla de efluentes (aguas depuradas + salmueras) contribuye a mejorar la calidad de las aguas recreativas y costeras .

3.- Este tipo de soluciones son igualmente aplicables a otros emplazamientos donde concurren condiciones de vertido similares.



MUCHAS GRACIAS

