

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR DE GANDIA

GRADO EN CIENCIAS AMBIENTALES



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA POLITÈCNICA
SUPERIOR DE GANDIA

“Indicadores de contaminación fecal en la desembocadura y zona costera del río Serpis ”

TRABAJO FINAL DE GRADO

Autor/a:

Sandra Àlvarez Santonja

Tutor/a:

Silvia Laura Falco Giaccaglia

GANDIA, 2021

RESUMEN

En este estudio se realizó un análisis de la calidad microbiológica presente en las aguas de baño y transición sobre la desembocadura y zona costera del río Serpis. Concretamente, se analizaron seis puntos de muestreo (actual salida del emisario, a 1 km dirección sur de la actual salida del emisario, en las inmediaciones del aliviadero, playa de Marenys de Rafalcaid y Playa de Venecia). Se determinó la presencia de contaminación fecal a través de los parámetros establecidos en el Real Decreto 1341/2007, de 11 de octubre, sobre la gestión de la calidad de las aguas de baño. Se determinó la presencia de contaminación fecal mediante el recuento de las unidades formadoras de tres medios de cultivos, con los indicadores *Escherichia coli* y *Enterococcus faecalis*. Teniendo en cuenta la población y las condiciones meteorológicas, se obtuvo una alta presencia de contaminación fecal en la actual salida del emisario y en las inmediaciones del aliviadero. Mientras que, a 1 km al sur de la actual salida del emisario, la playa de Marenys de Rafalcaid y la playa de Venecia no presentaron contaminación fecal con una calidad de las aguas excelente.

ABSTRACT

In this study, an analysis of the microbiological quality present in the bathing and transitional waters of the mouth and coastal area of the river Serpis was carried out. Specifically, six sampling points were analysed (current outfall outlet, 1 km south of the current outfall outlet, in the vicinity of the spillway, Marenys de Rafalcaid beach and Venecia beach). The presence of faecal contamination was determined by means of the parameters established in Royal Decree 1341/2007, of 11 October, on the management of bathing water quality. The presence of faecal contamination was determined by counting the forming units of three culture media, with the indicators *Escherichia coli* and *Enterococcus faecalis*. Considering the population and meteorological conditions, a high presence of faecal contamination was found at the current outfall outlet and in the vicinity of the spillway. Whereas, 1 km south of the current outfall, the Marenys de Rafalcaid beach and the Venecia beach did not show faecal contamination with excellent water quality.

PALABRAS CLAVE

- Calidad microbiológica
- Contaminación fecal
- Aguas de baño

KEYWORDS

- Microbiological quality
- Faecal contamination
- Bath Water

Tabla de contenido

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	MATERIAL Y MÉTODOS.....	4
2.1.	Zona de estudio y muestreo.....	4
2.1.1.	Desembocadura del Serpis y zona costera	4
2.1.2.	Depuradoras en la zona del Serpis.....	6
2.1.3.	Características del muestreo	7
2.2.	Análisis de laboratorio.....	9
2.3.	Obtención de datos.....	11
3.	RESULTADOS.....	13
3.1.	Primer muestreo	13
3.2.	Segundo muestreo	13
3.3.	Tercer muestreo.....	14
3.4.	Cuarto muestreo	14
3.5.	Precipitaciones y caudal en el río Serpis	15
4.	DISCUSIÓN	18
5.	CONCLUSIÓN.....	24
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	25

1. INTRODUCCIÓN

La evaluación de la calidad microbiológica del agua se debe llevar a cabo con un análisis de bacterias, virus y parásitos (Venegas et al, 2014); sin embargo, en cada país existen distintas normativas, en el caso de España nos regimos por el Anexo V del Real Decreto 1341/2007, de 11 de octubre, sobre la gestión de la calidad de las aguas de baño (España, Real Decreto 1341/2007).

“Las aguas de baño se definen como cualquier elemento de aguas superficiales donde se prevea que pueden bañarse un número importante de personas o exista una actividad cercana relacionada directamente con el baño y en el que no exista una prohibición permanente de baño ni se haya formulado una recomendación permanente de abstenerse del mismo y donde no exista peligro objetivo para el público.” (Ministerio de Sanidad, 2020). Sin embargo, el baño en las playas costeras puede representar riesgos para la salud de las personas, debido a que las aguas pueden estar contaminadas con evacuaciones humanas, las cuales pueden contener agentes patógenos causantes de infecciones, enfermedades como la gastroenteritis o en el peor de los episodios la muerte, tales como el cólera, la amebiasis, la hepatitis, la fiebre tifoidea y paratifoidea.

Las zonas de costa con la llegada del verano aumentan su población y con ello las actividades recreativas que se realizan en la mar. Las playas de Venecia y Marenys de Rafalcaid han sufrido en diversos casos problemas de contaminación fecal (López, 2019) como consecuencia de circunstancias excepcionales como el colapso del emisario submarino y necesidad de expulsar estas aguas residuales por un aliviadero. La contaminación fecal ingresa en el agua principalmente a través de dos vías: fuentes puntuales discretas y fuentes difusas no puntuales.

Las fuentes puntuales discretas son entradas únicas e identificables de agua contaminada las cuales generalmente son monitoreadas o controladas. Algunos ejemplos son roturas de tuberías o desagües domésticos que vierten directamente al mar. Las fuentes difusas no puntuales son más difíciles de detectar, monitorear y controlar, algunos ejemplos son el uso recreacional o descargas de ríos y otros cursos de agua (Institución Oceanográfica Woods Hole, 2021).

El control de la calidad de las aguas de baño puede llevarse a cabo mediante el recuento de bacterias o colonias indicadoras de contaminación fecal.

Los indicadores de contaminación fecal más apropiados para masas de agua son *Escherichia coli* y *Enterococcus faecalis* ya que pueden persistir en el agua grandes periodos de tiempo si las condiciones del agua son adecuadas y se mantienen alrededor de 10 a 45 °C (Vergaray et al, 2007).

Escherichia coli “es miembro de la familia Enterobacteriaceae. Es una bacteria gram-negativo, anaerobia facultativa que forma parte de la microbiota normal del intestino del ser humano y los animales homeotermos, siendo la más abundante de las bacterias anaerobias facultativas intestinales. Se excreta diariamente con las heces (entre 10⁸ - 10⁹ Unidades Formadoras de Colonias (UFC). g⁻¹ de heces) y por sus características, es

uno de los indicadores de contaminación fecal más utilizados últimamente.” (Larrea-Murrell et al, 2013). Los *E. coli* tras un análisis de laboratorio se pueden llegar a ver y contar las colonias formadoras en medios de agar en condiciones especiales. Los coliformes fecales una vez son expulsados de su medio primario, suelen tener un promedio de vida de 1 día, la presencia de estos coliformes fecales se debe a que hay una aportación de ellos constantemente. La mayoría de las cepas de *E. coli* son inofensivas, pero si una persona contrae una enfermedad causada por *E. coli*, los principales síntomas pueden ser náusea, vómito, diarrea y fiebre.

La presencia de *E. coli* en las aguas de baño se debe a una contaminación de aguas residuales producida recientemente, pero también debemos tener en cuenta que la presencia de *E. coli* puede deberse a otros factores. Las fuentes de contaminación fecal conllevan un alto riesgo para la población, ya que puede afectar a la salud de las personas por la alta probabilidad de la existencia de agentes patógenos en las excretas residuales. “Un patógeno es un microorganismo que puede causar enfermedades y causar enfermedades en las personas. Además de las enfermedades gastrointestinales (GI), infecciones de los ojos, irritaciones de la piel, oído, nariz, infecciones de garganta, y enfermedades de las vías respiratorias, son comunes en las personas que han estado en contacto con agua contaminada con heces fecales.” (Rock y Rivera, 2014).

“Los enterococos son células esféricas u ovoides, de tamaño 0,6 - 2,0 μm de ancho por 0,6 - 2,5 μm de largo. Se presentan en forma de pares o de cadenas cortas. Son cocos Gram positivos, no formadores de endosporas y no móviles. Son microorganismos anaerobios facultativos, quimiorganotrofos, con metabolismo fermentativo. Su crecimiento óptimo es a 37 $^{\circ}\text{C}$. Tienen la habilidad de crecer en presencia de 6,5 % de NaCl, a 10 y 45 $^{\circ}\text{C}$ y pH 9,6.” (Larrea-Murrell et al, 2013).

Los enterococos también pueden estar presentes en suelo, alimentos, agua, plantas, animales e insectos y suelen considerarse buenos indicadores de contaminación fecal debido a que son muy resistentes a condiciones adversas como la congelación y la desecación, en concreto, el género *Enterococcus faecalis* está considerado como el indicador bacteriológico más eficiente para evaluar la calidad de agua de mar para uso recreativo, debido a que es muy resistente a las condiciones salinas de este medio y además, está relacionado directamente con gastroenteritis, enfermedades respiratorias, conjuntivitis y dermatitis, entre otras (Larrea-Murrell et al, 2013).

La comarca de la Safor cuenta con una población de 180.000 habitantes, la cual llega a duplicarse o casi triplicarse ese número de habitantes durante el verano a causa de la actividad turística basada en el desarrollo residencial, una de las localidades más afectadas es Gandía (Perez, 2019) En el agosto de 2007, 2014 y 2019 se produjo el cierre de las playas de Venecia y Marenys de Rafalcaid a causa de la contaminación fecal y sus altos niveles de bacterias (López, 2019) (t.á.c, 2014) (País, 2007). Estas dos playas solo forman una pequeña parte del litoral de Gandía, sin embargo, las noticias de la televisión nacional informaron de este suceso y afecto negativamente a la actividad turística.

Los objetivos del presente estudio fueron evaluar y analizar la contaminación fecal en la desembocadura y zona costera del río Serpis a través de la metodología regida por el

Anexo V del Real Decreto 1341/2007, de 11 de octubre, sobre la gestión de la calidad de las aguas de baño (España, Real Decreto 1341/2007). Además, como objetivos secundarios, se planteó determinar los periodos más problemáticos e identificar las zonas más preocupantes donde se dio la mayor contaminación fecal en los muestreos.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Zona de estudio y muestreo

2.1.1. Desembocadura del Serpis y zona costera

La zona de estudio se ubica al este de la Península Ibérica, localizada en la comarca de la Safor, en concreto en el Municipio de Gandía, el cual es bañada por el Mar Mediterráneo Occidental. Esta presenta un “clima mediterráneo subtropical (Csa) según la clasificación de Köppen” (Tecles, 2017), se caracteriza por tener unos veranos secos y calurosos, con temperatura medias que suele llegar a superar los 22°C, en cambio, los inviernos se presentan húmedos y lluviosos, con unas temperaturas suaves, las mayores lluvias se presentan en los meses de otoño e invierno, dando así episodios de lluvias torrenciales que pueden llegar a superar los 800 mm de los 600 mm estimados como precipitación promedio anual.

El principal río que drena esta zona es el río Serpis, el cual “tiene una cuenca de 752,8 km² y una longitud de 74,5 km, el caudal medio que presenta este río es de 2,5 m³/s.” (Sebatia et al, 2013). El río Serpis tiene su nacimiento a los pies del Carrascal de la Fuente Roja, pero también recibe agua dulce de los afluentes del río Agres, río de Penáguila y finalmente el río Vernissa. El río Serpis está regulado artificialmente por un complejo sistema de embalses y canales de irrigación que permiten el regadío en la huerta de la comarca de la Safor, donde el embalse de Beniarrés, que cuenta con una capacidad de 30 hm³, y tiene un papel fundamental.

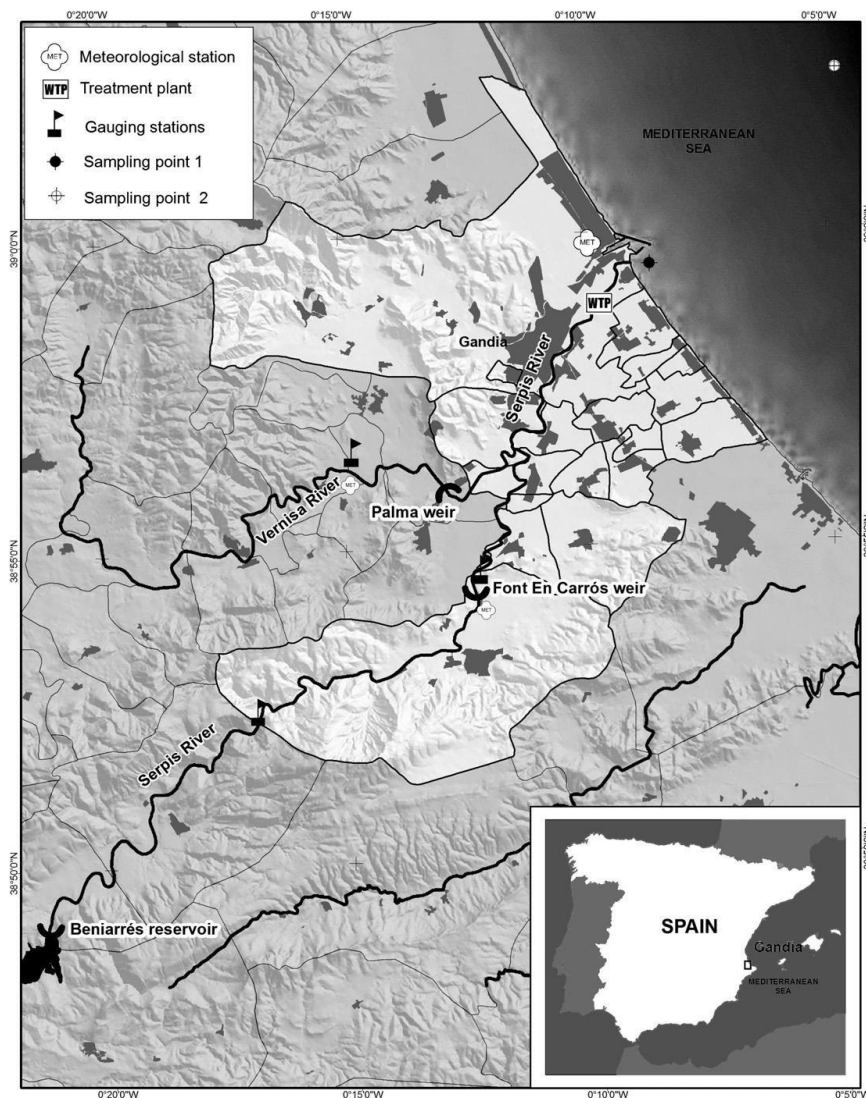


Figura 2.1. Río Serpis y zona costera con los puntos de aforo del río Vernissa y la Font d'en Carrós. Fuente (Sebastiá et al, 2013).

El régimen fluvial que presenta es del tipo mediterráneo, presentando así su máximo en enero y su mínimo en agosto, este presenta unas fuertes crecidas en otoño como consecuencia de las lluvias torrenciales conocidas como gota fría. Así ha ocurrido, por ejemplo, durante las fuertes crecidas producidas por el temporal Gloria es enero del 2020.

La zona costera que se encuentra cercana a la desembocadura del río Serpis (figura 2.1) presenta una configuración principal del litoral valenciano, la cual viene “determinada por el trazo de las principales estructuras geológicas del relieve en el este de la Península Ibérica. Los relieves ibéricos llegan al Mediterráneo a través de una serie de bloques con fallas que se están hundiendo cerca de la costa.” (Morales, 2019).

La zona costera conforma playas muy largas que solo son interrumpidas por estructuras artificiales (puertos, embarcaderos, etc..) o por la presencia de desembocadura de ríos como es nuestro caso.

Las playas de esta zona costera están suministradas por sedimentos que fueron aportados por el emisario fluvial (río Serpis), los cuales han sido redistribuidos por la deriva litoral (Escrivá et al, 2020).

2.1.2. Depuradoras en la zona del Serpis

En la cuenca del Serpis existen alrededor de unas 30 Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP) que reciben aguas residuales de las principales áreas urbanas e industriales, tratando alrededor de 31Mm³. En total, 24 de las 30 plantas vierten agua tratada al río Serpis, mientras que las seis restantes plantas descargan agua tratada al mar. Aguas abajo del embalse de Beniarrés, el más importante es la Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR) de Gandía situada en las coordenadas UTM (ETRS 89 huso 30) X: 745737, Y: 4318394, Z: 8, (figura 2.2) que da servicio a una población de 98.746he repartido en un total de 17 poblaciones de la comarca de la Safor (Almoines, Alqueria de la Comtessa, Bellreguard, Beniarjo, Benifla, Benirredra, Daimus, Font d'en Carros, Gandía, Guardamar de la Safor, Miramar, Palmera, Piles, Potries, Rafelcofer, Real de Gandia i Villalonga). Esta planta descarga 17 millones de m³ de aguas residuales tratadas por año al mar a través de un emisario submarino y también cuenta con dos aliviaderos que descargan directamente en el río. El primer aliviadero está situado al lado de la planta, y el segundo, está situado cerca de la desembocadura del río. Estos aliviaderos se utilizan cuando la capacidad de la planta es excedida debido a episodios de lluvia intensa o a la sobrecarga del agua residual a causa de la gran masificación de población que se produce en los meses de verano a causa del turismo de costa (Sebastiá et al, 2013).

El emisario submarino se extendía hasta aproximadamente 1.900 m desde la desembocadura del río Serpis, sin embargo, en los últimos años se han producido múltiples roturas (SAFORguia, 2019), y que a pesar de las obras de reparación realizadas en el 2020 (Dueña, 2020), la salida de este se produce actualmente a escasos 1.000 m, aproximadamente a 950 m de la desembocadura del río Serpis.

La planta tiene un caudal de proyecto 60.000 m³/día, con una potencia total instalada de 1.305 kW, el caudal medio de esta planta es de 39.249 m³/día, la cual tiene un rendimiento del 94% (Valenciana E. P., 2019).



Figura2.2. Depuradora de Gandía. Fuente (<https://www.epsar.gva.es/sites/default/files/2018-04/418.jpg>).

2.1.3. Características del muestreo

PUNTOS DE MUESTREO

Concretamente, este estudio se ha realizado en la desembocadura del río Serpis, abarcando un total de 6 puntos a lo largo de la zona de estudio (figura 2.3) (tabla 2.1). Éstos se encuentran repartidos entre la desembocadura del río Serpis y las playas más cercanas. El tramo de estudio seleccionado comienza a escasos metros del aliviadero para tomar de referencia los valores presentes de contaminación fecal en el río Serpis antes de tener cuenta el aliviadero (muestra 3), a partir de este punto, también se prosigue a analizar el siguiente punto a escasos metros después de este aliviadero (muestra 4) mencionado anteriormente, otros dos puntos de muestreo son las playas de Venecia (muestra 6) y Marenys de Rafalcaid (muestra 5) para saber la calidad de estas aguas y saber su calidad de baño, los últimos dos puntos se ven afectados por el emisario submarino, estos puntos se sitúan uno justo en la actual salida de agua del emisario (muestra1) y el otro a 1 km dirección sur de la salida del emisario (muestra 2).



Figura 2.3. Puntos de muestreo de la zona de estudio. Fuente (Google Earth, 2021).

Tabla 2.1. Coordenadas de los puntos de muestreo y su situación dentro de la zona de estudio. Fuente (Elaboración propia).

Puntos	Coordenadas geográficas	Descripción
Punto 1	38°59'23,35"N/0°8'28,1"O	Actual salida del emisario submarino
Punto 2	38°58'52,57"N/0°88'9,28"O	1 km 8sur de la actual salida del emisario submarino
Punto 3	38°59'26,65"N/0°9'15,11"O	Antes del aliviadero
Punto 4	38°59'26,67"N/0°9'9,32"O	Después del aliviadero
Punto 5	38°59'20,87"N/0°9'1,60"O	Playa de Marenys de Rafalcaid
Punto 6	38°59'28,57"N/0°9'3,62"O	Playa de Venecia

FECHAS DE MUESTREO

Para el estudio de estos puntos se propusieron distintas fechas (tabla 2.2) donde intervinieran distintos factores tanto ambientales, como sociales para obtener distintos resultados. Los factores ambientales que intervinieron en este estudio fueron las precipitaciones que se produjeron a lo largo de los meses de estudio, y los factores sociales fueron el aumento de población causado por festividades como Semana Santa o el aumento producido por las vacaciones de verano.

Tabla 2.2. Fecha de los muestreos. Fuente (Elaboración propia).

Muestreos	Fecha	Características
1	5 de abril	Fin de Semana Santa (presumible aumento de la población)
2	30 de abril	Periodo de lluvias con población habitual
3	8 de junio	Sin lluvias y población habitual
4	4 de agosto	Sin lluvias y aumento de población

CÓMO SE MUESTREA

La metodología empleada en el muestreo de la contaminación fecal en la zona de estudio, es la regida por el Anexo V del Real Decreto 1341/2007, de 11 de octubre, sobre la gestión de la calidad de las aguas de baño (España, Real Decreto 1341/2007).

La toma de las muestras se realizó en medida de lo posible a 30 centímetros por debajo de la superficie de las aguas, las cuales tenían una profundidad mayor a 1 metro.

Los recipientes utilizados para el muestreo tenían una capacidad de 500 mL, ya que necesitábamos una cantidad superior a los 300 mL para poder analizar todas las muestras correctamente. Estos botes eran de vidrio, transparentes e incoloros, con el fin de evitar la contaminación de las muestras, la persona que realizó el muestreo empleo técnicas asépticas para mantener la esterilidad de los recipientes. En cuanto a la esterilización de los botes utilizados para el muestreo hay diferentes procedimientos como la esterilización en seco durante al menos 1 hora con una temperatura de 160°C a 170°C, o una irradiación directa por el fabricante, en nuestro caso escogimos la esterilización en autoclave durante al menos 15 minutos a 121°C.

En cuanto al almacenamiento y el transporte de las muestras antes de su análisis se siguieron las pautas estipuladas como la protección de las muestras de la exposición a la luz, en especial a la luz solar directa. Estas muestras también se conservaron a una temperatura de aproximadamente 4°C en una nevera hasta la llegada al laboratorio. El tiempo que transcurrido desde la toma de las muestras y su análisis fue el menor posible y el análisis se realizó el mismo día en un plazo inferior a 24 horas.

En el tercer y cuarto muestreo se realizó una toma de datos de salinidad (sal.) y temperatura (°C) *in situ* en cada punto de muestreo con una sonda WTW de modelo Multi 340i.

2.2. Análisis de laboratorio

La metodología empleada en el análisis de la contaminación fecal en la zona de estudio es la regida por el Anexo V del Real Decreto 1341/2007, de 11 de octubre, sobre la gestión de la calidad de las aguas de baño (España, Real Decreto 1341/2007).

El análisis se dividió en tres partes las cuales fueron dilución, filtración e incubación y recuento de las bacterias.

Si se prevenía que las muestras tenían una elevada concentración de indicadores fecales se realizó una dilución de dicha muestra con agua de dilución, para la preparación de esta agua de dilución se siguió el siguiente procedimiento:

- a) Mezclamos 1,25 mL de $\text{PO}_4\text{H}_2\text{K}$, 5 mL de Cl_2Mg i rellenamos hasta 1 litro con agua destilada.
- b) Medimos el pH porque suele ser de 7,2 y había que conseguir un pH mayor con una solución de NaOH.
- c) Repartimos el agua en matraces Erlenmeyer colocando para ello 90 mL y 99 mL de agua de dilución en cada uno de ellos.
- d) Tapamos con algodón y papel de plata la boca del Erlenmeyer y autoclavamos durante 30 minutos a 121°C.

Para aquellos puntos que se necesitó realizar una dilución o dos diluciones previas se realizaron los siguientes cálculos:

$$\text{Primera dilución} = n^{\circ} \text{ de UFC} \times 100 \text{ mL} \quad \text{ecuación 1 (ec.1)}$$

$$\text{Segunda dilución} = n^{\circ} \text{ de UFC} \times 100 \text{ mL} \quad \text{ecuación 2 (ec.2)}$$

Los medios de cultivo se realizaron según los procedimientos siguientes:

- Enterococos 1
En el matraz Erlenmeyer de 250 mL colocamos 10,85 gramos de AGAR BASE SLANETZ & BARTLEY en 250 mL de agua destilada. Tapamos la boca del Erlenmeyer con algodón y papel de aluminio. Llevamos a ebullición y cuando empezó a subir retiramos el Erlenmeyer del calor. Esterilizamos en el autoclave durante 15 minutos a 121°C. Dejamos enfriar a 50°C (más o menos) y añadimos 10 mL/L de una solución estéril de TTC. Mezclamos bien. Posteriormente, encendimos el mechero y dimos calor a la boca del Erlenmeyer y fuimos repartiendo la solución en placas estériles. Dejamos condensar y le dimos la vuelta para meter en la nevera.
- Enterococos 2
En el matraz Erlenmeyer de 250 mL colocamos 12 gramos de AGAE KAA CONFIRMATIVO en 250 mL de agua destilada. Tapamos la boca del Erlenmeyer con algodón y papel de aluminio. Llevamos a ebullición y cuando empezó a subir retiramos el Erlenmeyer del calor. Esterilizamos en el autoclave durante 15 minutos a 121°C. Posteriormente, encendimos el mechero y dimos calor a la boca del Erlenmeyer y fuimos repartiendo la solución en placas estériles. Dejamos condensar y le dimos la vuelta para meter en la nevera.
- Coliformes fecales
En el Erlenmeyer de 250 mL colocamos 7,36 gramos de CHROMagar TM ECC en 250 mL de agua destilada. Tapamos la boca del Erlenmeyer con algodón y papel de aluminio. Llevamos a ebullición y cuando empezó a subir retiramos el Erlenmeyer del calor. Posteriormente, encendimos el mechero y dimos calor a

la boca del Erlenmeyer y fuimos repartiendo la solución en placas estériles. Dejamos condensar y le dimos la vuelta para meter en la nevera.

Para la filtración de las muestras se siguió el siguiente procedimiento:

- a) Limpiamos bien la mesa donde se realizó el filtrado de las muestras con alcohol, en nuestro caso con etanol.
- b) Cogemos la bomba de vacío y colocamos junto a la rampa de filtrado.
- c) Para cada muestra se filtró una alícuota para coliformes fecales y otra para enterococos con sus diluciones correspondientes.
- d) Antes de coger el filtro con las pinzas había que quemar la punta de las pinzas con el mechero para limpiarlas bien y las bañamos en un poco de alcohol para su enfriado más rápido.
- e) Colocamos los filtros en el Milipore, colocamos los embudos y llenamos de muestra a analizar, en este caso añadimos 100 mL de la muestra.
- f) Giramos la llave de cada filtrador y encendimos la bomba para empezar.
- g) Cuando se filtraron los 100 mL cogimos el filtro con las pinzas (limpias previamente) y colocamos en la placa Petri. Giramos la placa y colocamos en la estufa a la temperatura correspondiente.
- h) Para aquellas muestras que necesitaban una dilución, había que coger el agua de dilución que se había preparado previamente y añadimos 10 mL o 1 mL de la muestra en los matraces Erlenmeyer más 90 mL de agua de dilución.

El procedimiento que se siguió para la incubación y el recuento de las bacterias fue el siguiente:

- a) Colocamos los coliformes fecales en la placa Petri con el medio de cultivo en la estufa de 44°C.
- b) Colocamos los enterococos en la placa Petri con el medio de cultivo 1 en la estufa de 37°C.
- c) Transcurridas las 24 horas se contaron las UFC de coliformes fecales. Para ello había que contar los puntos que observamos que eran de color azul en la placa Petri.
- d) 48 hora después del procedimiento había que cambiar el filtro de los enterococos de la placa 1 a la placa Petri 2. Luego había que dejar estas placas en la estufa a 44°C. Transcurridas 3 o 4 horas había que contar las UFC enterococos. Para ello contábamos los puntos negros que se observaban en la placa Petri.

2.3. Obtención de datos

Los datos de precipitaciones y caudales de los ríos del período estudiado se obtuvieron de las estaciones meteorológicas y de aforo en Vernissa y la Font d'en Carrós (figura 2.1) de la Confederación Hidrográfica del Júcar (CHJ). La estación de aforo Vernissa mide el caudal del río Vernissa, mientras que en la estación de aforo de la Font d'en Carrós se mide el caudal del río Serpis antes de recibir la entrada del río Vernissa. Las precipitaciones en este estudio se presentan como datos diarios.

La obtención de datos de población de este 2021 no fue posible obtenerla, así que para obtener unos datos estimados nos basamos en los datos del 2019, ya que con la situación de la COVID-19 los datos de población del 2020 no serían representativos por el confinamiento que esta situación llevó a cabo. En este 2021 la Semana Santa se realizó entre el 28 de marzo y el 4 de abril, pero en el 2019 cayó entre el 14 y el 22 de abril, así que nos tendremos que remontar a los datos de esas fechas.

Según el Instituto Nacional de Estadística (INE) el grado de ocupación por plazas por puntos turísticos y meses, en una encuesta hotelera realizada el 2019, el grado de esta ocupación en Gandía durante el año rondó entre un 50%, pero en el mes de abril coincidiendo con la Semana Santa se llegó a producir un aumento del 10% dando así como resultado un 61,71% de grado de ocupación; en cuanto a los meses de verano este grado incrementó en hasta casi un 20% más, dando como dato que el mes de junio se registró 72,05%, en el mes de julio 75,71% y en el mes de agosto 78,76% (INE, 2019). En cuanto a los datos obtenidos pueden haber diversas variaciones ya que en este 2021 también se dio una situación especial por la COVID-19 ya que habían restricciones perimetrales y de horario en la localidad de Gandia durante los meses de muestreo.

3. RESULTADOS

El recuento de las UFC de coliformes fecales y de enterococos se llevaron a cabo transcurridas las 24 y las 48 horas respectivamente para cada uno de los puntos seleccionados previamente y para cada una de las placas utilizadas para detallar la calidad de estas aguas de baño. En general, se trabajó con las muestras sin diluir y con una dilución. En aquellos puntos donde se podían contar claramente las unidades formadoras de enterococos y coliformes fecales, se utilizó el valor de la muestra sin diluir para evitar errores causados por la dilución, en cambio, cuando el número de colonias era difícil de contar debido a que se superponían unas a otras, se recurrió al resultado de la dilución que fue posteriormente corregido.

3.1. Primer muestreo

Este primer muestreo se llevó a cabo el día 5 de abril del 2021, en relación con la festividad de Semana Santa que este año tenían comienzo el 28 de marzo y finalizó el 4 de abril, tras seguir la metodología mencionada anteriormente se obtuvieron los siguientes resultados expresados en la siguiente tabla 3.1. Al realizar la muestra 1 observamos que no contamos con datos de coliformes fecales ya que no se podían contar bien las UFC, pero se estima que había más de 500 UFC/100mL.

Tabla 3.1. Recuento de las colonias formadoras del primer muestreo. Fuente (Elaboración propia).

	E-COLI (UFC/100mL)	ENTEROCOCOS (UFC/100mL)
MUESTRA 1_ Salida emisario	No se pueden contar	43
MUESTRA 2_ A 1km sur del emisario	10	2
MUESTRA 3_ Antes aliviadero	51	15
MUESTRA 4_ Después aliviadero	65	22
MUESTRA 5_ Playa Marenys	14	10
MUESTRA 6_ Playa Venecia	51	11

3.2. Segundo muestreo

El mes de abril ofreció distintos episodios de lluvias, el segundo muestreo se realizó el día 30 de abril; siguiendo la metodología mencionada anteriormente se obtuvieron los siguientes resultados expresados en la siguiente tabla 3.2.

Tabla 3.2. Recuento de las colonias formadoras del segundo muestreo. Fuente (Elaboración propia).

	E-COLI (UFC/100mL)	ENTEROCOCOS (UFC/100mL)
MUESTRA 1_ Salida emisario	3200	1500
MUESTRA 2_ A 1km sur del emisario	1	0
MUESTRA 3_ Antes aliviadero	120	290

MUESTRA 4_Después aliviadero	160	120
MUESTRA 5_Playa Marenys	6	10
MUESTRA 6_Playa Venecia	3	6

3.3. Tercer muestreo

El muestreo realizado en condiciones sin lluvia y población habitual se llevó a cabo el 8 de junio de 2021. Así pues, tras seguir la metodología mencionada anteriormente se obtuvieron los siguientes resultados expresados en la siguiente tabla 3.3.

Tabla 3.3. Recuento de las colonias formadoras del tercer muestreo. Fuente (Elaboración propia).

	E-COLI (UFC/100mL)	ENTEROCOCOS (UFC/100mL)	TEMPERATURA (°C)	SALINIDAD (sal.)
MUESTRA 1_ Salida emisario	3	3	23	25,4
MUESTRA 2_ A 1km sur del emisario	0	0	23	37,6
MUESTRA 3_Antes aliviadero	25	43	23,1	25,6
MUESTRA 4_Después aliviadero	22	21	23,5	35,6
MUESTRA 5_Playa Marenys	0	3	22,6	35,9
MUESTRA 6_Playa Venecia	3	8	23,3	33,9

3.4. Cuarto muestreo

Con la llegada de los turistas a las localidades de la Safor, la carga de aguas residuales en la depuradora de Gandía se ve en aumento. Por esa razón, el último muestreo se realizó el 4 de agosto de 2021, tras seguir la metodología mencionada anteriormente y el uso de las ecuaciones 1 y 2 se obtuvieron los siguientes resultados expresados en la siguiente tabla 3.4.

Tabla 3.4. Recuento de las colonias formadoras del cuarto muestreo. Fuente (Elaboración propia).

	E-COLI (UFC/100mL)	ENTEROCOCOS (UFC/100mL)	TEMPERATURA (°C)	SALINIDAD (sal.)
MUESTRA 1_ Salida emisario	0	36	26,9	25,5
MUESTRA 2_ A 1km sur del emisario	0	0	26,9	37,8
MUESTRA 3_Antes aliviadero	2	23	30,8	28,4
MUESTRA 4_Después aliviadero	1	30	28	33,9

MUESTRA Marenys	5_Playa	0	5	27,8	35,6
MUESTRA Venecia	6_Playa	0	10	27,9	34

3.5. Precipitaciones y caudal en el río Serpis

Gracias a los datos obtenidos de la (Confederación Hidrogràfica del Júcar, 2020-2021) pudimos obtener unos gráficos sobre datos de pluviometría y el caudal que contienen información desde septiembre de 2020 hasta agosto del 2021, como observamos en las figuras (figura 3.5.1.) (figura 3.5.2.) (figura 3.5.3.) (figura 3.5.4.) también se pueden observar las fechas de la realización de los muestreos para poder tener una información más clara y precisa y así poder comparar y contrastar los resultados.

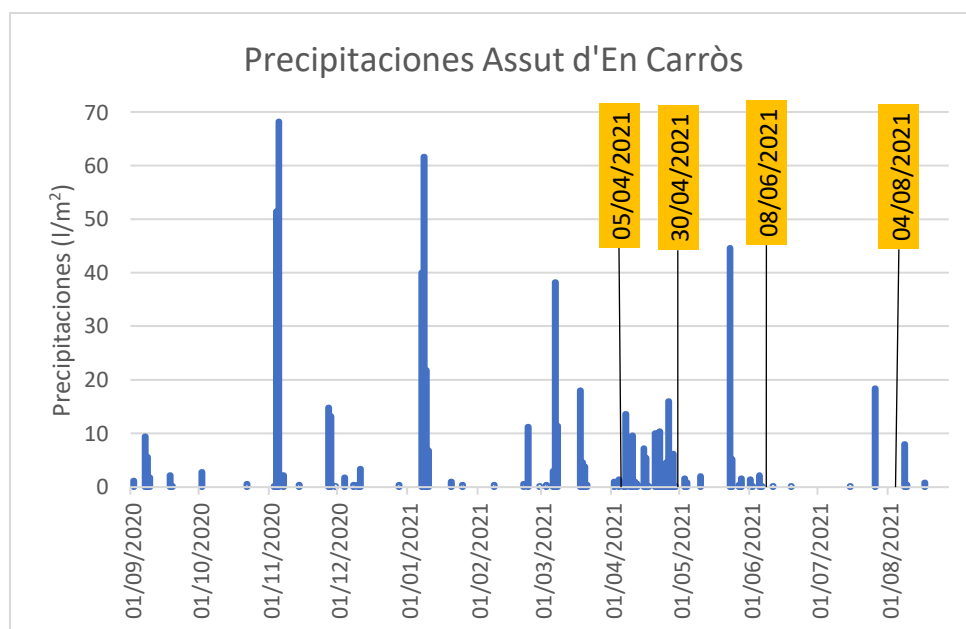


Figura 3.5.1. Precipitaciones Assut d'En Carròs. Fuente (Confederación Hidrogràfica del Júcar, 2020-2021).

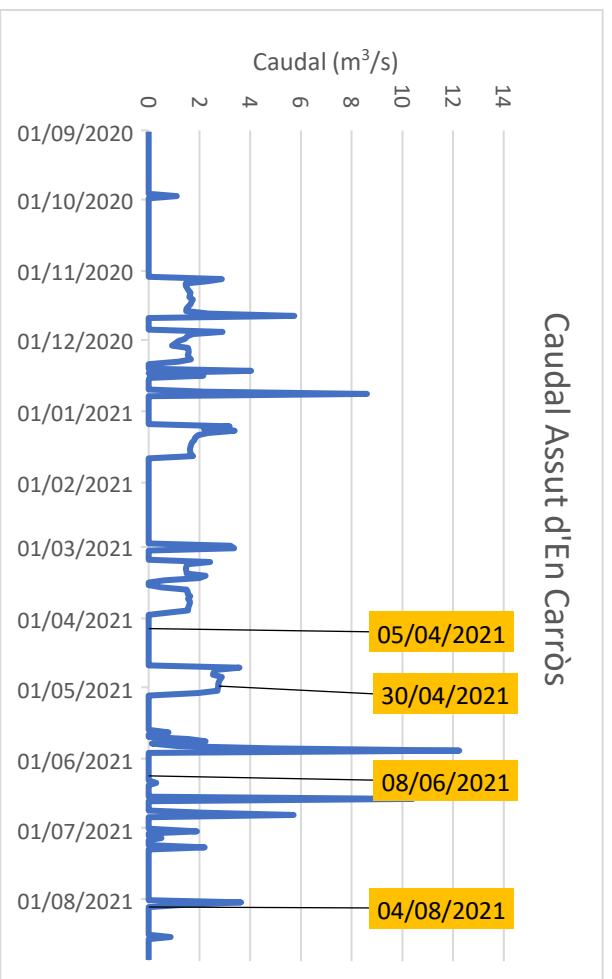


Figura 3.5.2. Caudal Assut d' En Carròs. Fuente (Confederación Hidrogràfica del Júcar, 2020-2021).

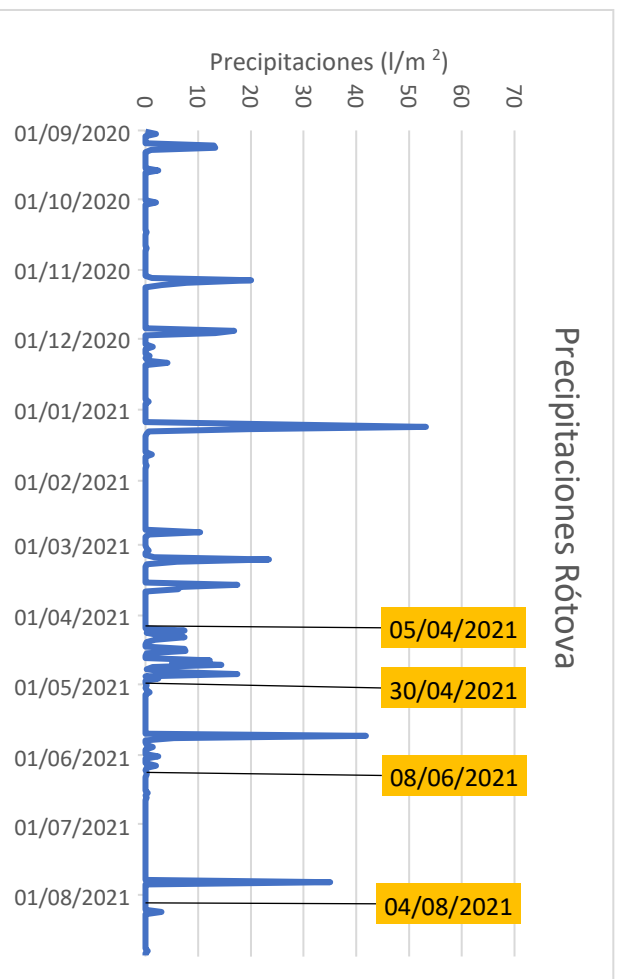


Figura 3.5.3. Precipitaciones Rótova, río Vernissa. Fuente (Confederación Hidrogràfica del Júcar, 2020-2021).

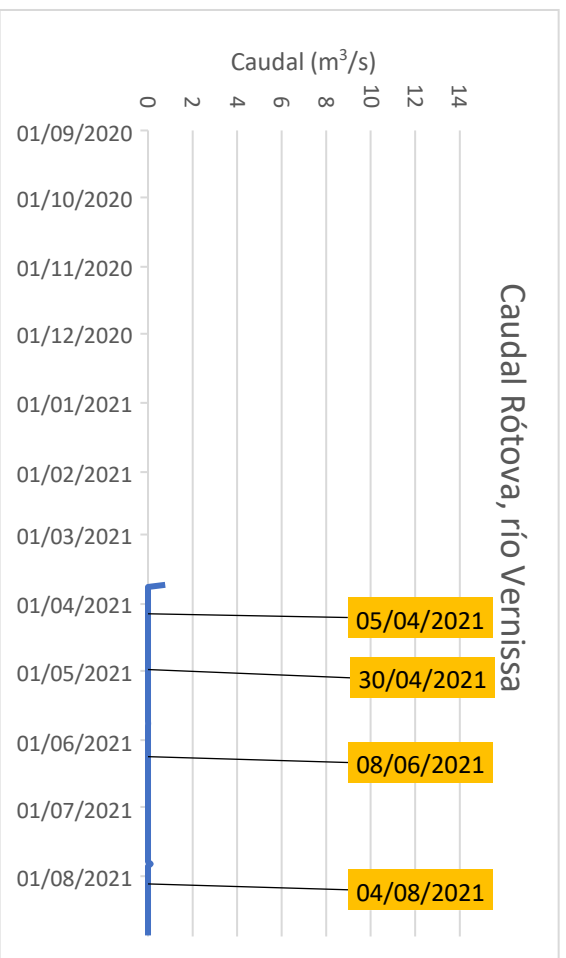


Figura 3.5.4. Caudal Rótova, río Vernissa. Fuente (Confederación Hidrográfica del Júcar, 2020-2021).

4. DISCUSIÓN

Tras el estudio realizado sobre la evaluación microbiana del agua de los 6 puntos de muestreo realizada en la temporada contenida entre los meses de marzo y agosto en la desembocadura y zona costera del río Serpis, debemos comparar los resultados obtenidos con los valores de calidad de las aguas costeras y de transición presentes en el Real Decreto 1341/2007, de 11 de octubre, sobre la gestión de la calidad de las aguas de baño (España, Real Decreto 1341/2007).

Los resultados obtenidos del recuento de las UFC tanto de coliformes fecales como de enterococos, se compararon con la siguiente tabla 4.1. Una vez comparados estos resultados se pudo determinar la calidad de las aguas de baño de cada zona de muestreo en las distintas fechas seleccionadas (tabla 4.2).

Tabla 4.1. Calidad de las aguas costeras y de transición en relación con las unidades formadoras de colonias. Fuente (España, Real Decreto 1341/2007).

Agua costera y de transición

		Calidad			Unidad
		Suficiente **	Buena *	Excelente *	
01	Enterococos intestinales.	185	200	100	UFC o NMP/100 ml.
02	Escherichia coli.	500	500	250	UFC o NMP/100 ml.

* Con arreglo a la evaluación del percentil 95. Véase el anexo II.

** Con arreglo a la evaluación del percentil 90. Véase el anexo II.

Tabla 4.2. Calidad de las aguas de baño en cada punto de muestreo. Fuente (Elaboración propia).

Ubicación	Fecha	Enterococos (UFC/100mL)	Coliformes fecales (UFC/100mL)	Calidad
MUESTRA 1_ Salida emisario	05/04/2021	43	No se pueden contar	Insuficiente
MUESTRA 2_ A 1km sur del emisario	05/04/2021	2	10	Excelente
MUESTRA 3_ Antes aliviadero	05/04/2021	15	51	Excelente
MUESTRA 4_ Después aliviadero	05/04/2021	22	65	Excelente
MUESTRA 5_ Playa Marenys	05/04/2021	10	14	Excelente
MUESTRA 6_ Playa Venecia	05/04/2021	11	51	Excelente
MUESTRA 1_ Salida emisario	30/04/2021	1500	3200	Insuficiente
MUESTRA 2_ A 1km sur del emisario	30/04/2021	0	1	Excelente

MUESTRA aliviadero	3_Antes	30/04/2021	290	120	Insuficiente
MUESTRA aliviadero	4_Despues	30/04/2021	120	160	Buena
MUESTRA Marenys	5_Playa	30/04/2021	10	6	Excelente
MUESTRA Venecia	6_Playa	30/04/2021	6	3	Excelente
MUESTRA emisario	1_ Salida	08/06/2021	3	3	Excelente
MUESTRA 2_ A 1km sur del emisario		08/06/2021	0	0	Excelente
MUESTRA aliviadero	3_Antes	08/06/2021	43	25	Excelente
MUESTRA aliviadero	4_Despues	08/06/2021	21	22	Excelente
MUESTRA Marenys	5_Playa	08/06/2021	3	0	Excelente
MUESTRA Venecia	6_Playa	08/06/2021	8	3	Excelente
MUESTRA emisario	1_ Salida	04/08/2021	36	0	Excelente
MUESTRA 2_ A 1km sur del emisario		04/08/2021	0	0	Excelente
MUESTRA aliviadero	3_Antes	04/08/2021	23	2	Excelente
MUESTRA aliviadero	4_Despues	04/08/2021	30	1	Excelente
MUESTRA Marenys	5_Playa	04/08/2021	5	0	Excelente
MUESTRA Venecia	6_Playa	04/08/2021	10	0	Excelente

Se demostró que en el primer muestreo realizado el día 5 de abril de 2021 tanto para enterococos, como para coliformes fecales, la calidad de agua en todos los puntos a excepción del punto localizado en la actual salida del emisario submarino, es excelente, ya que observamos que en ningún punto los enterococos fueron superior a 100 UFC/100mL, y lo mismo ocurre con los coliformes fecales, ya que en ningún punto supera las 250 UFC/100mL, es por eso por lo que en la realización del primer muestreo la calidad de las aguas de baño determino que era excelente.

En la tabla 4.2 observamos que en referencia a los coliformes fecales en el punto de muestreo en la salida del emisario no contamos con información, esto se debe a que en la muestra sin diluir era imposible contar los puntos, y a la hora de la dilución hubo un problema que tras mucha meditación se llevó a la conclusión que al hacer el agua de dilución no nos esperamos bastante tiempo y aún estaba muy caliente y al poner los 10mL de la muestra, está se dañó, y no nos dio ningún resultado. Aún así se puede estimar que las UFC son aproximadamente superiores a 500 UFC/100mL, es por eso por lo que si comparamos dicho resultado con la tabla 4.1 la muestra 1 cuenta con una calidad de las aguas continentales insuficiente.

Si toda esta información la contemplamos con los datos obtenidos en las figuras (figura 3.5.1.) (figura 3.5.2.) (figura 3.5.3.) (figura 3.5.4.) observamos que las condiciones de

pluviometría y caudal eran bajas, no se registraron lluvias en los días previos al muestreo, por lo tanto, estos datos y resultados no se vieron alterados por la lluvia. Si asumimos el mismo nivel de grado de ocupación que en semana santa del 2019 (Instituto Nacional de Estadística (INE), 2019) donde se sufrió una subida de la población a causa de la festividad de Semana Santa, este muestreo coincidiría con una época en la que la población aumenta y el caudal del río es bajo.

El muestreo realizado el 30 de abril de 2021, se observa claramente un aumento de las UFC en todos los puntos. Si observamos los puntos dispuestos en la playa de Marenys y Venecia y el punto de muestreo situado a 1 km sur del emisario tanto para los enterococos, como para los coliformes fecales se observan pocas UFC y tras compararlo con la tabla 4.1 las UFC/100mL de los enterococos no es superior a 100 UFC/100mL, y lo mismo ocurre con los coliformes fecales, ya que las UFC/100mL no supera las 250 UFC/100mL, con estos valores se pueden determinar que la calidad del agua de baño en estos puntos fue excelente. No obstante, en referencia a los puntos situados antes y después del aliviadero, se observó que, en comparación al muestreo 1 un aumento notable dando así resultados superiores a 200 UFC/100mL en el caso de los enterococos, y en el caso de los coliformes fecales no se superaron los 250 UFC/100mL, pero se llegaron a alcanzar valores elevados. Si hablamos de los enterococos la calidad del agua es insuficiente en la muestra 3 y buena en la muestra 4, pero si hablamos de los coliformes fecales la calidad de las aguas de baño es excelente, por lo que se calificó que la calidad del agua de baño en la muestra 3 era insuficiente y la calidad del agua de baño en la muestra 4 era buena a causa de los valores tan altos de enterococos. Para hablar de la calidad del agua donde actualmente está la salida del agua del emisario observamos que los valores son muy elevados, llegando a alcanzar valores de 1.500 UFC/100mL en los enterococos y 3.200 UFC/100mL en los coliformes fecales. En la tabla 4.2 se superan los valores de las aguas de calidad suficiente y buena, dando así un resultado de que la calidad de estas aguas es insuficiente por superarse dichos valores. Si toda esta información la contemplamos con los datos obtenidos en las figuras (figura 3.5.1.) (figura 3.5.2.) (figura 3.5.3.) (figura 3.5.4.) observamos que las condiciones de pluviometría y caudal fueron elevadas, tanto los días previos, como el mismo día del muestreo.

El aumento de las UFC antes del aliviadero se podría decir que dada la salinidad del punto 3, de 25,6, en el muestreo del 8 junio y de 28,4, en el de agosto, las aguas del punto 3 no son representativas de lo que trae el río, sino que ya nos encontramos en una zona estuarina donde el agua se mueve tanto aguas abajo en dirección hacia el mar, como aguas arriba consecuencia de las mareas, viento y bajo caudal del río. En el caso de la muestra 4 este aumento se debe a que, en episodios de fuertes lluvias, los alcantarillados de agua residual y lluvias están conectados, así pues, llega una gran cantidad de agua a la EDAR de Gandia que no se puede llegar a tratar, y se lleva a cabo una liberación de agua residual sin tratar en el aliviadero dispuesto al lado de la depuradora, y los valores de las UFC se elevan a causa de esta liberación indebida.

En el tercer muestreo se observaron valores muy bajos en distintos puntos, uno de esos puntos clave fue la actual salida del emisario, donde se observó que prácticamente no

había ninguna colonia tanto de enterococos como de coliformes fecales, dando así una calidad de baño excelente.

En cambio, hubo dos puntos que presentaron valores más elevados, los situados antes y después del aliviadero, con valores de 43 UFC/100mL de enterococos y 25 UFC/100 mL de coliformes fecales antes del aliviadero y 21 UFC/100mL de enterococos y 22 UFC/100mL de coliformes fecales, aun así la calidad de estas aguas es excelente por no superarse los valores de calidad de agua de baño excelentes que se muestran en la tabla 4.1, estos resultados se pueden deber a que estas aguas aun contenían restos de contaminación fecal de vertidos anteriores realizados por los aliviaderos o era proveniente de otros vertidos acarreados por el río Serpis.

Los datos de precipitación y caudal obtenidos de la (Confederación Hidrogràfica del Júcar, 2020-2021) y representados en las figuras (figura 3.5.1.) (figura 3.5.2.) (figura 3.5.3.) (figura 3.5.4.) nos indican que se produjo un periodo sin lluvias las cuales no alteraron los resultados obtenidos.

Para hablar de los datos obtenidos del (Instituto Nacional de Estadística (INE), 2019) nos remontamos a los datos obtenidos en mayo del 2019, ya que no se puede decir que el grado de ocupación en junio del 2021 sea el mismo que en junio del 2019, esto se debe a la situación especial causada por la COVID-19. Como el muestreo se realizó a principios de junio y el curso escolar aún seguía en marcha a causa de que el curso 2020/2021 comenzó con retraso por la pandemia la población aún no se había desplazado a estos municipios para sus vacaciones de verano. El grado de ocupación hotelera en mayo del 2019 fue de 57,81% por lo que se puede decir que no hubo un aumento significativo de la población en este mes y por tanto el 8 de junio de 2021 tuvo unos valores aproximados a estos. Al finalizar el análisis de los resultados, nos dimos cuenta de que las aguas residuales ya estaban siendo tratadas de otro modo, estas aguas ya estaban siendo cloradas para evitar una contaminación fecal.

Los municipios que cuentan con costa en la comarca de la Safor sufren un aumento de la población en los meses comprendidos entre julio y agosto referentes a la estación de verano, así pues este incremento es altamente notable en la carga de agua residual que llega a la EDAR de Gandia que sobrepasa la cantidad de agua que ellos pueden llegar a tratar, y es por eso que utilizan los aliviaderos para soltar esa agua en muchas ocasiones sin ser tratadas o en otras ocasiones tratadas por una cloración previa a ser expulsadas. Estos casos mencionados eramos los que quisimos observar con el muestreo realizado el 4 de agosto de 2021, ya que en muchas ocasiones en el mes de agosto se han dado problemas de contaminación fecal en esta zona de estudio que ha causado el cierre de las playas colindantes. (López, 2019) (t.á.c, 2014) (País, 2007) Tras el muestreo realizado, en todos los puntos la presencia de colonias de coliformes fecales era mínima, esto nos llevo a suponer que las aguas residuales de la EDAR de Gandia estaban siendo previamente cloradas antes de ser expulsadas tanto por el emisario submarino como por los aliviaderos, dando así como resultado que la calidad de las aguas de baño eran excelentes. En cambio, se observó que la presencia de enterococos en los puntos de muestreo de la actual salida del emisario y los localizados antes y después del aliviadero, dando los siguientes resultados 36 UFC/100mL, 23 UFC/100mL y 30 UFC/100mL respectivamente, esto se debe a que los enterococos persisten mucho más tiempo en

las aguas siempre y cuando las condiciones sean optimas 6,5 % de NaCl, a 10 y 45 °C y pH 9,6 (Larrea-Murrell et al, 2013).Tras observar los datos obtenidos en las figuras (figura 3.5.1.) (figura 3.5.2.) (figura 3.5.3.) (figura 3.5.4.) vemos que unos días previos al muestreo en concreto el 2 y 3 de agosto se produjo una subida en el caudal situado en la estación del Assut d'En carròs, pero no se puede apreciar dicha información con los datos obtenidos sobre el muestreo realizado. Se podría decir que los datos no son concluyentes ya que existió una cloración previa a la expulsión de las aguas residuales.

Como hemos observado durante los muestreos, donde mayor presencia de contaminación fecal encontramos es tanto en la actual salida del emisario y los puntos situados antes y despues del aliviadero, esto se debe a que estos puntos son los más localizados a las salidas de esta agua residual y aun no se han podido diluir con el resto del agua marina, tan pronto se diluya y se mezclan esta agua residual y el agua de mar, esta contaminación fecal se vuelve mínima y en ocasiones inexistente como hemos podido observar en el punto de muestreo situado a 1km dirección sur de la salida del emisario y en los puntos situados en la Playa de Venecia y la Playa de Marenys de Rafalcaid.

Con los datos obtenidos de los 4 muestreos realizamos el cálculo de las UFC de enterococos y coliformes fecales con arreglo a la evaluación del percentil 90 (tabla 4.3) y 95 (tabla 4.4).

Tabla 4.3. *Percentil 90 de enterococos y coliformes fecales de los puntos de muestreo. Fuente (Elaboración propia).*

Ubicación	Enterococos (UFC/100mL)	Coliformes fecales (UFC/100mL)
MUESTRA 1_ Salida emisario	1062,9	2560,6
MUESTRA 2_ A 1km sur del emisario	1,4	7,3
MUESTRA 3_ Antes aliviadero	215,9	99,3
MUESTRA 4_ Después aliviadero	93	131,5
MUESTRA 5_ Playa Marenys	10	11,6
MUESTRA 6_ Playa Venecia	10,7	36,6

Tabla 4.4. *Percentil 95 de enterococos y coliformes fecales de los puntos de muestreo. Fuente (Elaboración propia).*

Ubicación	Enterococos (UFC/100mL)	Coliformes fecales (UFC/100mL)
MUESTRA 1_ Salida emisario	1281,45	2880,3
MUESTRA 2_ A 1km sur del emisario	1,7	8,65
MUESTRA 3_ Antes aliviadero	252,95	109,65
MUESTRA 4_ Después aliviadero	106,5	145,75
MUESTRA 5_ Playa Marenys	10	12,8
MUESTRA 6_ Playa Venecia	10,85	43,8

Con los datos de la tabla 4.1 y los resultados de las tablas 4.3 y 4.4, obtuvimos que la muestra 2, la muestra 5 y la muestra 6 presentan una calidad de las aguas de costa y de transición excelentes ya que la serie de datos sobre calidad de las aguas de baño correspondientes a este período de evaluación, los valores del percentil 95 de las enumeraciones microbiológicas fueron iguales o mejores que los valores de calidad excelente que figuran en el anexo I (España, Real Decreto 1341/2007).

La muestra 4 localizada después del aliviadero tiene una calidad del agua de baño buena, esto ocurre cuando, en la serie de datos sobre la calidad de las aguas de baño correspondientes al último período de evaluación, los valores del percentil 95 de las enumeraciones microbiológicas fueron iguales o mejores que los valores de calidad buena que figuran en el anexo I (España, Real Decreto 1341/2007).

La muestra 1 situada en la actual salida del emisario y la muestra 3 situada antes del aliviadero presentan una calidad del agua insuficientes, ya que la serie de datos sobre calidad de las aguas de baño correspondientes a este período de evaluación, los valores del percentil 90 de las enumeraciones microbiológicas fueron peores que los valores de calidad suficiente con arreglo al anexo I (España, Real Decreto 1341/2007).

La playa de Marenys de Rafalcaid es uno de los puntos de muestreo seleccionado por la Generalitat Valenciana para llevar a cabo un control sobre la contaminación fecal. Este punto fue elegido ya que cumplía una serie de criterios: alta densidad de bañistas, tiene fáciles accesos y es representativa de un entorno (la desembocadura del río Serpis).

En este punto de muestreo se realiza un análisis microbiológico del agua, que permite la identificación de contaminación fecal, y un análisis fisicoquímico que informan sobre las variaciones en la calidad del agua. La toma de muestras y métodos de análisis se realizan de acuerdo con la legislación vigente. También se realiza una inspección visual de la zona de baño, donde se observa el aspecto del agua, aspecto arena, estado de los accesos a la playa, servicios a disposición de los usuarios, presencia de vertidos en la playa y limpieza de la arena y recogida de residuos (GVA).

Tras este control se determina la calidad de las aguas de baño, y contamos con la información de los últimos 4 años (2020, 2019, 2018, 2017) donde se puede observar en el anexo 10.

En los últimos 3 años (2020, 2019 y 2018) la playa de Marenys de Rafalcaid cuenta con una calidad de agua de baño excelente. Todo y que, tras una investigación encontramos que el agosto del 2019 se produjo un cierre de esta playa por causas de contaminación fecal a raíz de las aguas residuales (López, 2019).

En cambio, en el 2017 la playa de Marenys de Rafalcaid cuenta con una calidad de aguas de baño buena, esto se debe a que en los muestreos realizados existía presencia de contaminación fecal en la zona, pero llegando así a no causar problemas graves (Conselleria de Agricultura, 2020).

5. CONCLUSIÓN

El desarrollo de este estudio pretendió realizar una aproximación del estado actual en la desembocadura y zona costera del río Serpis sobre el análisis de la calidad microbiológica de las aguas de baño costeras y de transición.

Los datos obtenidos sobre este estudio demuestran que existe una problemática asociada a la calidad microbiológica. Estos valores reflejan que existe una contaminación fecal en las inmediaciones del aliviadero, al igual que en la actual salida del emisario.

También muestran que, una vez diluida esta contaminación fecal, no se dan problemas con la calidad microbiológica en las playas de Venecia y Marenys de Rafalcaid. Nos encontramos con la misma situación una vez nos alejamos de la actual salida del emisario, que a 1km dirección sur no existe prácticamente ningún problema asociado con la calidad microbiológica de las aguas.

Se constató la gran influencia que tienen las precipitaciones ocasionadas y el aumento de la población marcado por las festividades fuera del periodo estival. Reflejando así, resultados muy elevados de contaminación fecal cuando estos factores ocurrieron.

Aún así, los datos obtenidos en las fechas de aumento de la población en las vacaciones de verano se vieron afectados, ya que existió una cloración previa a la salida de las aguas residuales provenientes de la EDAR de Gandía.

Con los datos obtenidos sobre el análisis microbiológico de *Escherichia coli* y *Enterococcus faecalis* fue posible conocer que la calidad de las aguas de baños costeras y de transición por lo general presentan una calidad excelente.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Confederación Hidrogràfica del Júcar.* (2020-2021). Obtenido de Confederación Hidrogràfica del Júcar: <http://saih.chj.es/chj/saih/glayer?t=p>
- Conselleria de Agricultura, D. R. (2020). *Agroambient GVA*. Obtenido de Agroambient GVA: <https://agroambient.gva.es/documents/163005665/163005726/2020+-Qualificaci%C3%B3%20zones+de+bany+mar%C3%ADtimes+prov%C3%ADncia+de+Val%C3%A8ncia.pdf/e3239800-029e-44db-976b-9347fd12aeb4>
- Dueña, Ó. d. (1 de 09 de 2020). Gandia culmina la reparación del emisario y acaba con más de una década de fugas en el mar. Gandia, Valencia, España.
- Google Earth.* (2021). Obtenido de Google Earth: <https://earth.google.com>
- Institución Oceanográfica Woods Hole.* (2021). Obtenido de Institución Oceanográfica Woods Hole: <https://www.whoi.edu/know-your-ocean/ocean-topics/pollution/beach-closures/>
- Instituto Nacional de Estadística (INE).* (2019). Obtenido de Instituto Nacional de Estadística (INE): <https://www.ine.es/jaxi/Datos.htm?path=/t11/e162eoh/a2019/l0/&file=04of014.px>
- López, I. (14 de 08 de 2019). Gandia cierra las playas de Venècia y Marenys tras detectarse contaminación fecal. Gandia, Valencia, España.
- Morales, J. A. (2019). *The Spanish coastal Systems*. Huelva: Springer.
- País, E. (18 de 08 de 2007). La playa Venecia de Gandia registra altos niveles de bacterias fecales. Gandia, Valencia, España.
- Pegasus Consultores.* (Marzo de 2004). Obtenido de Pegasus Consultores: <http://www.pegasusconsultores.com/equiposdemonitoreo/multiparametro340i.pdf>
- Peinado, J. (04 de 2021). *Associació Valenciana de Meteorologia*. Obtenido de AVAMET: <https://www.avamet.org/mx-mes.php?id=c25m131e14&data=2021-04-01>
- Perez, M. (30 de 05 de 2019). El CSIF advierte de un SAMU en Gandia para 400.000 personas este verano. Gandia, Valencia, España.
- Rivera, C. R. (2014). *La Calidad del Agua, E. coli y su Salud*. Arizona: Cooperative Extension.
- SAFORguia. (17 de julio de 2019). Expertos de la UPV constatan la rotura del emisario submarino de Gandia. Gandia, Valencia, España.
- Mediterranean river basin: consequences for coastal waters and its quality management.* Gandia: Elsevier.
- t.á.c. (07 de 08 de 2014). Gandia cierra de nuevo la playa de Venècia por «contaminación fecal». Gandia, Valencia, España.
- Valenciana, E. P. (2019). *EPSAR*. Obtenido de EPSAR: <https://www.epsar.gva.es/gandia-la-safor>

Valenciana, P. d. (s.f.). *Generalitat Valenciana (GVA)*. Obtenido de Generalitat Valenciana (GVA): http://www.cma.gva.es/areas/estado/agua/est/playas/calidadaguas_05.htm

Escrivá, J., Rodilla, M., Martín-Díaz, J. P., Estruch, V. D., Sebastiá-Frasquet, M. T., Llarío, F., & Falco, S. (2020). Driving forces that structure sublittoral macrobenthic communities in sandy beaches along environmental gradients. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 233, 106517.

Sebastiá, M. T., Rodilla, M., Falco, S., & Sanchis, J. A. (2013). Analysis of the effects of wet and dry seasons on a Mediterranean river basin: Consequences for coastal waters and its quality management. *Ocean & coastal management*, 78, 45-55.

Fenollar Tecles, D. (2017). *Análisis de los parámetros del suelo utilizando sensores aplicado a una parcela experimental* (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València).

Vergaray, G., Méndez, C., Morante, H., Heredia, V., & Béjar, V. (2007). Enterococcus y Escherichia coli como indicadores de contaminación fecal en playas costeras de Lima. *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica*, 10(20), 82-86.

Larrea-Murrell, J. A., Rojas-Badía, M. M., Romeu-Álvarez, B., Rojas-Hernández, N. M., & Heydrich-Pérez, M. (2013). Bacterias indicadoras de contaminación fecal en la evaluación de la calidad de las aguas: revisión de la literatura. *Revista CENIC. Ciencias Biológicas*, 44(3), 24-34.

Venegas, C., Mercado, M., & Campos, M. C. (2014). Evaluación de la calidad microbiológica del agua para consumo y del agua residual en una población de Bogotá (Colombia). *Rev Biosalud*, 13(2), 24-35.

España. Real Decreto 1341/2007, de 11 de octubre, sobre la gestión de la calidad de las aguas de baño. BOE, 26 de octubre de 2007, núm. 257, p. 43620- 43629

Ministerio de Sanidad (2020). CALIDAD DE LAS AGUAS DE BAÑO EN ESPAÑA. INFORME TÉCNICO. 2019. Colección Estudios, Informes e Investigación.