

# EL PLANCTON DE LOS HUMEDALES COMO BASE DE LA CADENA TRÓFICA. ESTUDIO EN EL PARQUE ECOLÓGICO DE PLAIAUNDI

Leire Iparraguirre Gil y Olatz Iparraguirre Gil. Juan Carlos Lirazazu Hernando\*.  
La Anunciata Ikastetxea. Camino de Lorete, 2. Donostia 20017 (Gipuzkoa).  
[lizarazujc@laanunciataikerketa.com](mailto:lizarazujc@laanunciataikerketa.com)

## 1. RESUMEN.

El estudio a realizar en el Parque Ecológico de Plaiaundi, es fruto del interés despertado por la mejora y protección de pequeños espacios naturales próximos. Comprende, en total, 24 hectáreas de superficie, dos lagunas interiores saladas, San Lorenzo y Txoritegi, conectadas con el río Bidasoa, una de agua dulce, Laguna dulce, una playa intermareal, charcas interiores de menor tamaño así como Lizarregi de formación natural en épocas húmedas. Mediante los análisis tanto físico-químicos como biológicos que se van a llevar a cabo en las mismas así como con la observación del plancton como base de la cadena alimenticia acuática, se pretende demostrar su gran valor paisajístico y riqueza en hábitats así como la importancia del plancton para la fauna acuática.

**Palabras clave:** *espacios naturales, plancton, cadena alimenticia, playa intermareal, fauna acuática.*

## 1. SUMMARY.

(WETLANDS PLANKTON AS THE BASE OF THE FOOD CHAIN. STUDY AT PLAIAUNDI ECOLOGICAL PARK.)

The study carried out at Plaiaundi Ecological Park, it sprang out of the interest woken up by the improvement and protection of near small natural spaces. It covers, in total, 24 hectares of surface, two salty lagoons inside, The St Lorenzo and Txoritegi, connected with the Bidasoa river, one of sweet water, Sweet Lagoon, a intertidal beach, internal pools of minor size as well as Lizarregi naturally formed in damp seasons. By means of the physical, chemical and biological analyses as well as the observation of the plankton as base of the food aquatic chain, this scientific research tries to demonstrate his great landscape value and richness in habitats as well as the importance of the plankton for the aquatic fauna.

**Key words:** *Natural spaces, plankton, food chain, intertidal beach, aquatic fauna.*

## 2. INTRODUCCIÓN.

El Parque Ecológico de Plaiaundi, sobre el que se centra el proyecto de investigación, se encuentra ubicado entre el río Bidasoa, la regata de Jaizubia y el mar Cantábrico, cuyas aguas riegan la bahía de Txingudi.

Esta zona tiene gran valor por ser la desembocadura del río Bidasoa y ser el estuario más oriental del Cantábrico. En él se hallan las marismas de Txingudi así como alisedas, prados e islas que forman un entorno de gran diversidad de hábitat, que son muy importantes por ser uno de los pocos ejemplos de estas características que podemos encontrar en Gipuzkoa.

Cuenta con siete biotopos distintos, en los que la acción del hombre ha tenido mucha relación puesto que esta rodeado por los municipios de Hendaia, Irún y Hondarribia, y junto con estos ha sufrido grandes lesiones a lo largo de su historia, debido a los efectos de urbanización e infraestructuras que han hecho que parte de las marismas desaparezcan.

Se fomentó su recuperación a través de planes de seguimiento minucioso y conservación, y hoy en día este singular y valioso humedal es un espacio natural de reconocido valor ecológico a nivel internacional protegido por importantes figuras de protección como el Convenio de RAMSAR y la Red Europea de Espacios Naturales Relevantes denominada Natura 2000.

Se llevó a cabo la apertura del Parque Ecológico de Plaiaundi en el año 1998 para continuar posteriormente con su mejora y regeneración del paisaje marismeño de Jaizubia. Así las marismas han sufrido un continuo cambio para llegar a ser un ecosistema perfectamente acondicionado actualmente compuesto por dos lagunas interiores saladas, una de agua dulce y una playa intermareal.

## 3. MATERIALES Y MÉTODOS.

El trabajo lo elaboran dos alumnas de 2º de Bachillerato de La Anunciata Ikastetxea impulsadas por la propuesta del coordinador de biología Juan Carlos Lizarazu, un estudio del parque ecológico de Plaiaundi (Bahía de Txingudi) que trata tanto la historia del mismo como el estudio microbiológico y físico químico de sus aguas.

El tema surge a fin de tener la oportunidad de valorar la importancia que este tipo de parques tienen no solo a nivel turístico y visual sino su importancia en cuanto a la repercusión que tienen en la fauna y el medio ambiente.

Por tanto el primer paso dado fue introducirnos en el ambiente de este

parque y buscar información de ayuda para conocer más profundamente el entorno a investigar a través de diferentes fuentes como páginas webs, libros etc. así como folletos obtenidos del mismo punto de información del parque.



**Figura 1.- Vista de Itzaberri, Parque Ecológico Paiaundi.**

Una vez centrado el tema y de conocer la teoría de los microorganismos que se pueden encontrar en las aguas de las lagunas dulces y saladas también nos informamos sobre el plancton y se estableció una clasificación a utilizar más tarde en el trabajo de laboratorio. Después se estableció el planteamiento del método de análisis de las aguas en busca de resultados más específicos.



**Figura 2.- Prueba del oxígeno disuelto.**

Para ello se prepararon fichas de campo sobre las que recoger los datos. La recogida de agua se llevó a cabo en cuatro diferentes puntos del parque procurando hacerlo

de manera que queden analizadas todas las charcas del mismo, teniendo de esta forma tanto un análisis del agua dulce como de la marina (Itzaberri, Txoritokieta y San Lorenzo) dando pie a un estudio comparativo.

El mecanismo del trabajo fue el siguiente:

Fieles a las fichas de campo se hicieron unas anotaciones previas sobre la meteorología, la temperatura ambiental y la hora de las pleamares y bajamares a modo de dato intuitivo sobre el estado de la marea a la hora del análisis.

Una vez determinados los cuatro puntos de muestreo se recogió una cantidad determinada de agua de cada uno de ellos y en el mismo entorno se realizaron varias pruebas físico-químicas simultáneas como pH, temperatura, concentración de oxígeno, nitritos, nitratos, dureza de GH, dureza de KH, azul de metileno y el análisis del color, turbidez, olor, aceites y espumas de las aguas.

Posteriormente se llevaron las muestras al laboratorio para un análisis más específico tanto a nivel físico químico como también biológico. En lo que al biológico respecta se escogieron cinco diferentes medios de cultivo, cuatro para cada tipo de agua procurando seleccionar medios desde más a menos específicos. Dichos medios se sembraron con dos mililitros de agua para después incubarse durante 24 horas a 37 °C a fin de obtener una idea de qué ocurriría a la temperatura interna del cuerpo humano. También se incubaron a la misma temperatura y durante el mismo período de tiempo las muestras utilizadas para la prueba llevaba a cabo a fin de identificar la presencia de coliformes y en tal caso determinar si hay o no *Escherichia coli*.

Dentro también del campo de lo biológico se observaron muestras de agua con el microscopio para clasificar el zooplancton y fitoplancton de las mismas. Para concretar el análisis físico químico se repitieron en el laboratorio varias de las pruebas ya antes echas *in situ* como las de nitratos y nitritos y se ampliaron los resultados analizando también los valores de fosfatos, amonio, salinidad además de las pruebas del permanganato y el azul de metileno para determinar la cantidad de materia orgánica.



**Figura 3.- Valoración de la salinidad.**

Este mismo proceso se repitió a lo largo de cinco diferentes días para valorar las diferencias y establecer medias que nos ofrecieran resultados objetivos indistintamente de las situaciones concretas de los diferentes días.

Una vez acabado el proceso de recopilador de datos se procedió a contar y analizar los resultados obtenidos para poder llegar a sacar conclusiones de estos de tal modo que se llegue a ver de qué forma afecta la microbiología del agua a la fauna y la diferencia de las aguas de las diferentes lagunas.

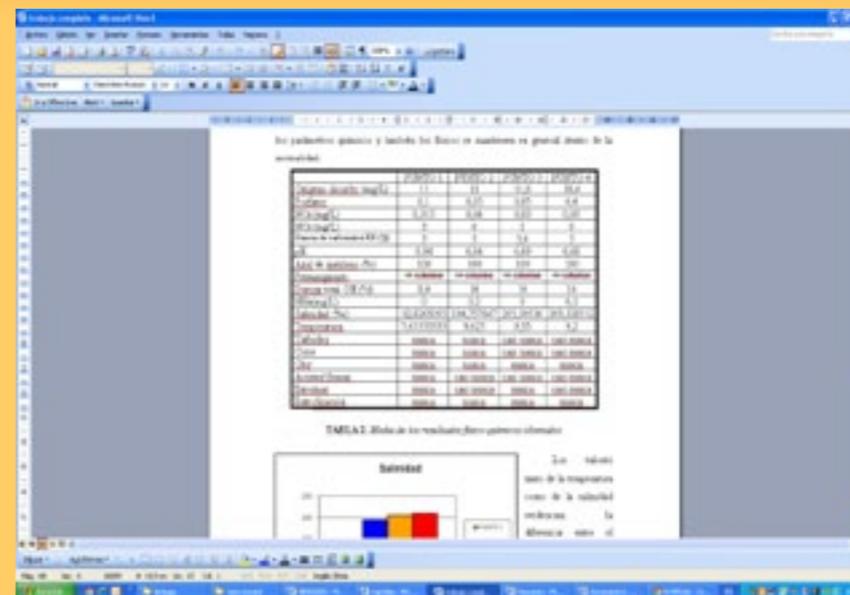
Todos estos datos se recopilados mediante tablas y gráficos para el posterior análisis y comentario de los mismos, que por último, y teniendo en cuenta ciertos parámetros, nos llevó a sacar las conclusiones generales sobre la información recopilada del tema tratado y también conclusiones particulares a raíz de lo descubierto en el proceso experimental específico de la bahía de Txingudi.

También se llevó a cabo la redacción del informe de investigación tanto en formato escrito como digital para el desarrollo de pautas y una presentación de Power Point de tal modo que posteriormente se publiquen los resultados y así darlos a conocer a los gestores del Parque.

#### **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.**

##### **1. Parámetros físico-químicos.**

Tras los diferentes días de muestreo los resultados obtenidos en lo que respecta a los parámetros químicos y también los físicos se mantienen en general dentro de la normalidad.



**Figura 4.- Media de los resultados físico-químicos obtenidos.**

Los valores tanto de la temperatura como de la salinidad evidencian la diferencia entre el primer punto de agua dulce y los tres restantes cuya agua es marina y por tanto salada. Se observa que el agua de mar es unas veinte veces más salada que la dulce en la que aun así hay una mínima concentración de sales disueltas. A su vez esta condición de salinidad establece la diferencia de temperatura entre las aguas pues la concentración salina dificulta el cambio de temperatura, mejor dicho actúa de amortiguador del cambio de temperatura, por lo que se comprueba como el agua de la laguna dulce está más fría en consonancia con la temperatura ambiental de los días de muestreo que normalmente rondaba los 0-4° C a excepción de algún día en el que se alcanzaron los 10° C.

Otra de las características de la Bahía de Txingudi es la composición granítica del macizo de Peñas de Aia que son resultado del enfriamiento del magma incandescente que ascendió hacia la corteza terrestre hace más de 250 millones de años y las areniscas en el monte Jazikibel. Por ello a pesar de que la dureza total es de 16 en el caso del agua marina puesto que las sales disueltas contribuyen a esta dureza y de 8,4 en la dulce, la dureza de carbonatos es mucho menor en toda la comarca estudiada al existir ausencia de suelos calizos carbonatos.

Por lo general los valores que toman los nitratos, nitritos, y el amonio son aceptables, no muestran ningún signo de contaminantes, en cambio sí que se percibe una cantidad anómala de fosfatos en el 4º punto, San Lorenzo, que podría ser debida a la presencia de detergentes o fertilizantes de origen agrícola. De todos modos sigue siendo un bajo nivel de fosfatos por lo que a pesar de que al

igual que los nitratos, son nutrientes para las plantas y algas en ningún momento aparecen señales de eutrofización de manera que los niveles de oxígeno disuelto también son muy buenos.

De todos modos es posible que pudieran aparecer indicios de eutrofización en verano con el aumento de horas de luz solar que como base de la fotosíntesis podrían llevar a una proliferación de algas y otros seres fotosintéticos. Para evitar estos casos de eutrofización las lagunas saladas del Parque ecológico de Plaiaundi, San Lorenzo y Txoritegi, están provistas de unas compuertas que las comunican hacia el mar permitiendo la renovación continua del agua. De este modo en ningún momento llegan a darse situaciones de anoxia en el agua.

En resumen la calidad del agua es excelente, son aguas claras y limpias y según muestran las pruebas del permanganato y el azul de metileno no hay rastro de contaminación orgánica por lo que no se ven posibles indicios de vertidos de aguas residuales urbanas en los alrededores del parque que puedan afectar a la calidad de las aguas del mismo por lo que tampoco aparecen agentes que acidifiquen estas aguas manteniéndose el pH alrededor de valores neutros.

## 2. Basuras.

Todas las basuras que se pueden encontrar a lo largo del recorrido por el parque son de origen antropogénico tanto las que aparecen en el sendero como las que flotan en el agua. Es bastante evidente que en las primeras zonas más cercanas a la ciudad de Irún y, por tanto, a las que más gente accede el número de residuos es mayor a pesar de que la zona de picnic de la entrada este provista de papeleras, también es probable que esta primera zona este influenciada por la presencia de la pista de atletismo al ser zona de acceso a ella para los deportistas entre semana y para el público en general los fines de semana. Además también está el campo de rugby que es utilizado por el club de la ciudad y es el estadio oficial de unos partidos.

El primer punto es en el que más basuras se cuentan en su mayoría en la orilla entre las que destacan las bolsas de plástico aunque también aparecen algún escombros y alguna madera. Es de señalar que estos residuos se mantienen a lo largo de todos los días en los que se ha llevado a cabo el análisis puesto que hay ausencia de un sistema de recogida periódica de estas basuras.

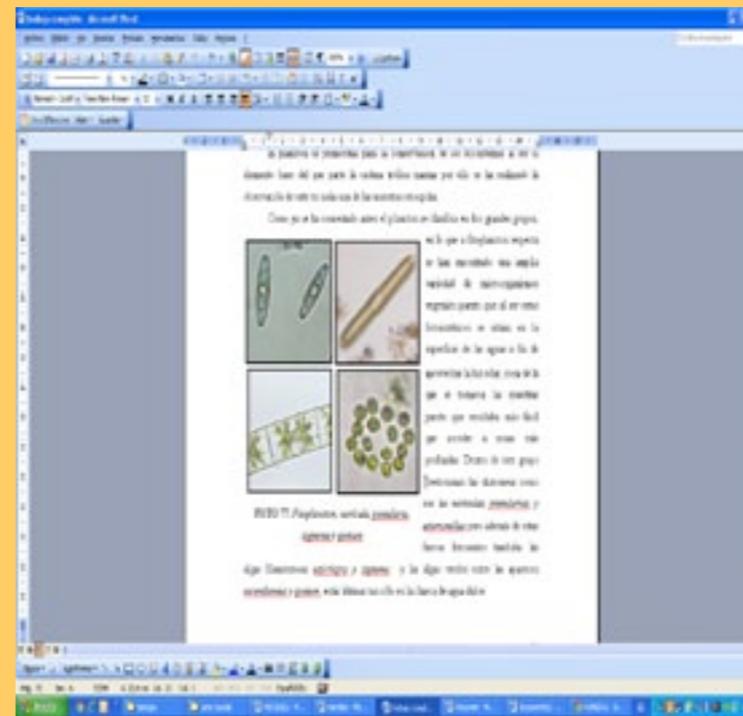
Los residuos más comunes en todo el parque son las bolsas y envases de plástico en su mayoría de alimentos vertidos tal vez por la gente al acudir a la pista o vuelan con el aire desde la misma y comparando la cantidad de estos tipos de

basuras queda patente la diferencia entre puntos.

Del mismo modo es cierto que no se han encontrado restos muy perjudiciales para el medio ambiente. Se clasifican dentro de estos residuos peligrosos los portalatas, que podrían producir la asfixia tanto de peces como de aves, u otros residuos tóxicos como son las pilas o baterías que contienen metales pesados como el plomo, cadmio, manganeso y mercurio. También pueden incluir en su composición sustancias tóxicas los neumáticos, electrodomésticos, muebles o materiales metálicos. Tampoco se encuentran residuos sanitarios, es decir, gasas, tiritas, pañales, jeringas... que al poder contener restos de sangre podrían perjudicar a los animales con la transmisión de enfermedades. La ausencia de todo este tipo de basuras resulta un punto positivo, desde el punto de vista medioambiental, a tener en cuenta por la gran ventaja que supone.

## 3. Placton.

El plancton es primordial para la conservación de los ecosistemas al ser el elemento base del que parte la cadena trófica marina por ello se ha realizado la observación de este en cada una de las muestras recogidas.



**Figura 6.- Fitoplancton, navícula, pinnularia, zignema y gonium.**

Como ya se ha comentado antes el plancton se clasifica en dos grandes grupos, en lo que a fitoplancton respecta se han encontrado una amplia variedad de microorganismos vegetales puesto que al ser estos fotosintéticos se sitúan en la superficie de las aguas a fin de aprovechar la luz solar, zona de la que se tomaron las muestras puesto que resultaba más fácil que acceder a zonas más profundas.

Dentro de este grupo predominan las diatomeas como son las *navículas*, *pinnularias*, y *asterionellas* pero además de estas fueron frecuentes también las algas filamentosas *Espirógira* y *Zignema* y las algas verdes entre las aparecen *Escendesmus* y *Gonium*, éstas últimas tan sólo en la charca de agua dulce.

Resulta curiosa la comparación de los valores de fosfatos, nitratos y amonio en relación a la cantidad de fitoplancton observada. Tanto el fósforo como el nitrógeno son nutrientes básicos para el fitoplancton y los niveles de estos en las lagunas son bastante reducidos pero aun así es viable la existencia de fitoplancton puesto que tan solo son esenciales en una reducida cantidad. Es significativo el dato de que por cada 106 átomos de carbono que se convierten en materia orgánica, se necesitan 16 átomos de nitrógeno y un átomo de fósforo.

El plancton animal observado en cambio ha sido más reducido por un lado porque varias de las especies viven exclusivamente en aguas dulces y por otro puesto que las muestras se han tomado a lo largo del día en el que el zooplancton aparece a mayores profundidades para alejarse de la luz solar. De todos modos se ha podido observar plancton puesto que durante periodos de calentamiento o enfriamiento como son el día y la noche se desarrollan corrientes de intercambio entre las zonas superficiales y las más profundas. Las zonas del agua más superficial se calientan más rápidamente, el agua más cálida queda sobre el agua más fría y se va produciendo una circulación que permite el movimiento de zooplancton de escasa movilidad hacia la superficie.

Otro motivo para la poca cantidad de zooplancton a pesar del buen estado del agua puede ser la presencia de peces situados en el siguiente escalón de la cadena trófica.

Según los datos obtenidos los más frecuentes tanto en aguas saladas como dulces son los cladóceros o pulgas de agua, se han podido observar entre ellas principalmente *Dafnias* y *Ceriodafnias*. También han aparecido algunos copépodos parásitos, *Argulus* y se puede confirmar la presencia de rotíferos pues también se han observado caparzones aunque no animales.

En la Laguna dulce se encuentran a menudo flagelados como las *Euglenas* y *Clamidomonas* y aparecen además en las zonas saladas también *Estrobidium* o *Euplotes*. Las que aparecen tan sólo en el agua dulce son las amebas *Heleopera*, *Gromia* y *Difulgia*.

#### 4. Medios de cultivo.

Una vez sembradas y cultivadas las placas fueron contadas las colonias para acabar reflejando los datos en estos gráficos que muestran las unidades formadoras de colonias por cada mililitro de agua (Ufc/ml) de cada tipo de placa en cada punto de muestreo para poder compararlas.

##### *Punto 1. Laguna dulce.*

En este primer punto, siendo su composición de agua dulce se han seleccionado cuatro de los cinco medios de cultivo habiendo descartado ya del de Agar marino por su valor específico para microorganismos marinos que obviamente no aparecen en este tipo de aguas.

La primera impresión es la de una clara mayoría de colonias en la placa TSA (Tryptisoy-Agar) que en las demás, 357 Ufc/ml. Dato de esperar puesto que este medio tiene una composición en nutrientes ideal para el crecimiento de microorganismos aerobios tanto exigentes como no exigentes, es decir, es un medio general. Por tanto, con este medio se han conseguido detectar los microorganismos más frecuentes en esta laguna como (*Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermis*, *Streptococcus pneumoniade*, *Streptococcus pyogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus subtilis*, *Candida albicans* y *Aspergillus níger* todos ellos de riesgo 1 y 2 según la ley vigente).

En el extremo opuesto está el medio de TCBS, con tan solo 8,4 Ufc/ml, que es un medio de cultivo enriquecido con un componente específico para el desarrollo concreto de un tipo de microorganismo, en este caso los vibrios patógenos como *Vibrio cholerae* que forman colonias de color amarillo por acidificación del medio y son en su mayoría los que han crecido y por otro lado los *Vibrios parahaemolyticus* que forman colonias de tonalidad azulada que apenas se han contado. Según esto está clara la ausencia de estos microorganismos patógenos con cierta peligrosidad para la salud humana por contacto con el agua o con algún objeto que haya estado en contacto con él.

Las dos restantes placas, selectivas pero no tan concretas, presentan una cifra que ronda las 150 Ufc/ml sin llegar a alcanzarlas. El medio de Mac Conkey determina la presencia y la concentración de *Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis* y *Pseudomonas aeruginosa*. Las colonias contadas son en su mayoría incoloras lo que determina una mayor presencia de *Salmonella* que de *E. coli* (la presencia de esta última se analizó más concretamente mediante otra prueba) que por lo general no tiene una patología grave.

El medio de VRBG también se emplea fundamentalmente como medio selectivo para el recuento de enterobacterias y coliformes por lo cual el resultado es muy similar al de Mac Conkey que por lo general es una cifra razonable que no muestra presencia de aguas fecales y también se observa una peligrosidad para el ser humano en el caso de producirse contacto directo o indirecto con las aguas.  
*Punto 2. Txoritegi.*

El segundo punto muestreado es la laguna de Txoritegi y al igual que los dos restantes, es decir, el 3 y el 4 está comunicado con el mar, por tanto su agua es salobre y se emplea el medio de cultivo de Agar marino en vez del de TSA que pierde sus propiedades al contacto con la sal.

En este caso es el Agar marino el medio más amplio preparado para el crecimiento de bacterias marinas totales por lo que la cifra de 220 Ufc/ml supera con creces el resto de cifras. Las posibles bacterias localizadas son *Vibrio fischeri* y *Vibrio harveyi*.)

La cantidad de enterobacterias y coliformes que demuestran las placas de VRBG y Mac Conkey es algo menor que la del punto 1 posiblemente como consecuencia del continuo intercambio de agua con el mar que ocurre con los cambios de mareas. De todos modos en este caso también se cumple que los valores son mínimamente similares y la pequeña diferencia podría venir determinada por la *Sallmonella enteritidis* que tan sólo crece en Mac Conkey. De todos modos cabe comentar que en este punto la diferencia entre la cantidad de colonias incoloras y colonias rosas es menor, es decir, aparecen más enterobacterias diferentes a la *Salmonella enteritidis* como *Enterobacter aerogenes* o *Escherichia coli*. El medio en el que menos microorganismos se desarrollan vuelve a ser el de TCBS aunque esta vez el número de vibrios respecto al primer punto es algo más alto (25,31 Ufc/ml) perfectamente achacable a que el medio natural de estos vibrios es el marino. Ahora bien esta presencia hace que se deban tomar medidas preventivas a la hora de estar en contacto con el agua.

#### *Punto 3. Itzaberri.*

Nuevamente se trata de un punto de agua salina, en este caso la playa de Itzaberri que las aguas del mar cubren y descubren a su merced debido a que es la zona intermareal del Parque, es decir, la zona que sufre la acción de las mareas al ser un área en mar abierto, es decir, no es una charca. En Agar marino las colonias que han crecido superan el número de 250 ufc/ml siendo el punto en el que más aparecen a pesar de que la diferencia no es significativa pues al fin y al cabo el agua tanto de San Lorenzo como de Txoritegi e Itzaberri es la misma.

En lo que a enterobacterias respecta el número se mantiene constante, no hay variaciones entre el agua salada y la dulce del primer punto. Siguen formándose alrededor de 100 y 120 Ufc/ml divididas prácticamente equitativamente entre *Escherichia coli* y *Salmonella enteritidis* atendiendo a los colores de las colonias de la placa de Mac Conkey.

El medio de cultivo de VRBG corrobora estos datos. La presencia de estas enterobacterias además es perceptible por el olor a metano que desprenden con su actividad anaerobia durante los periodos de bajamar. Por segunda vez las 38 ufc/ml de la placa de TCBS en comparación con las 8 ufc/ml del recuento del primer punto dejan patente cual es el medio natural de los *Vibrio cholerae*, más frecuentes en los medios marinos y por tanto en los animales marinos. Nuevamente se debe llamar la atención si es que se debe manipular o establecer contacto con estos tipos de agua por el leve riesgo que pueden tener para la salud humana.  
*Punto 4. San Lorenzo.*

Los resultados obtenidos en la cuarta zona analizada, la laguna de San Lorenzo son muy similares a los de la de Txoritegi como cabe esperar pues además de compartir la característica del agua salobre que se renueva dos veces por día esta última también es una laguna.

Como en todas las anteriores la placa en la que más microorganismos crecen es la de Agar marino con 240 ufc/ml dentro de las que aparecen todo tipo de bacterias marinas heterotróficas.

Atendiendo a la comparación de entre las placas de Mac Conkey y VRBG se percibe que la diferencia en este último caso es de tan solo 5 ufc/ml y de este modo se deduce que el número de bacterias de *Salmonella enteritidis* es bastante menor que el de *Escherichia coli* y por ello se reduce tanto la diferencia. Esta conclusión se comprueba al observar que en Mac Conkey son mucho más frecuentes las colonias de color rosa que las incoloras.

El número de *Vibrio cholerae* sigue manteniéndose por debajo de los 50 ufc/ml, un valor seguro para la salud pero que no evita el tomar precauciones al tener contacto con el agua por el riesgo para la salud humana.

#### 5. Coliformes.

Es el procarionte más estudiado de todos por el ser humano desde que fue descrita por primera vez en 1885 por Theodore Von Escherich. Es una bacteria

unicelular que reside en el intestino de los animales y por ello puede aparecer en aguas negras y con restos fecales.

La prueba realizada constataba primeramente la presencia de coliformes mediante el cambio de color del agua. Después mediante el uso de la lámpara UV de 366nm al comprobar si el agua era o no fluorescente se determinó la presencia de *E. coli* entre dichos coliformes y a fin de verificarlo se hizo la prueba del Indol para lo que se añadieron 2,5 ml del reactivo KOVAC, todas las muestras que habían tornado su color presentaron tras esta prueba un anillo de tono rojo.

Todas las zonas han presentado alguno de los días *E. coli* de manera destacable en la zona 4, San Lorenzo en la que el 100% de las veces han aparecido bacterias de *E. coli*. Esta presencia puede deberse a algún posible vertido, descartado por la ausencia de desagües o colectores de aguas residuales urbanas en el interior del Parque, o lo que es más probable, debido a los desechos de los animales tanto acuáticos como terrestres, que habita en las lagunas del Parque como hábitat habitual o de paso.

### CONCLUSIONES.

Tras el análisis exhaustivo de los resultados se plantearon varias conclusiones generales a partir de estos en los campos analizados.

- × La concentración salina es 20 veces mayor en los puntos con agua marina que en las de agua dulce.
- × La sal funciona como regulador de la temperatura.
- × La temperatura del agua permite la vida piscícola siempre que los demás valores lo permitan.
- × Las aguas de Plaiaundi son limpias y claras.
- × En lo que al análisis químico respecta los parámetros recogidos se bareman dentro de lo normal.
- × No hay alteraciones anómalas producidas por contaminantes que modifiquen los valores de nitritos, nitratos amonio y fosfatos.
- × Aparece un valor alto puntual de fosfatos en el punto 4, Laguna San Lorenzo, cuyo origen no está claro tal vez los fertilizantes de origen agrícola utilizados en

las zonas de huertas próximas a esta Laguna.

- × Ausencia de muestras de eutrofización a raíz de los bajos niveles de nitratos y fosfatos por lo que los niveles de oxígeno disuelto son óptimos.
- × Ausencia de vertidos de aguas residuales urbanas, por tanto ausencia de contaminación orgánica en el agua.
- × El origen de las basuras es claramente antropogénico.
- × Las zonas más afectadas son las primeras ya que son áreas de acceso a las instalaciones deportivas (pista de atletismo y campo de rugby).
- × La presencia de la pista de atletismo influye negativamente sobre el parque, desde el punto de vista medioambiental.
- × No existe un sistema de recogida periódica de basuras o si existiera no es eficiente.
- × Las basuras se mantendrán en el terreno hasta su completa biodegradación si no se toman medidas, para una recogida periódica.
- × Los residuos más frecuentes son materiales plásticos que tardan entre 100 y 1000 años en biodegradarse.
  - Botella de plástico: de 100 a 1000 años.
  - Bolsa de plástico: 150 años.
  - Vaso de plástico desechable: 1000 años.
- × La ausencia de residuos altamente peligrosos y/o tóxicos supone una ventaja medioambiental por la toxicidad de los mismos.
- × La presencia de plancton es primordial para los ecosistemas y todos los seres vivos de la cadena trófica.
- × El fitoplancton es capaz de desarrollarse con la luz solar pese a los bajos niveles de nitrógeno y fósforo.
- × El fitoplancton de las lagunas del Parque Ecológico de Plaiaundi es muy variado.

× La presencia de zooplancton varía en función de la profundidad y la cantidad de peces ictiófagos.

× Hay especies como los flagelados y las amebas que sólo se desarrollan en aguas dulces pues son incapaces de hacerlo en aguas con mayor concentración salina.

× Las más comunes de encontrar a las condiciones de muestreo (temperatura y profundidad) son las *Dafnias* y *Ceriodafnias*.

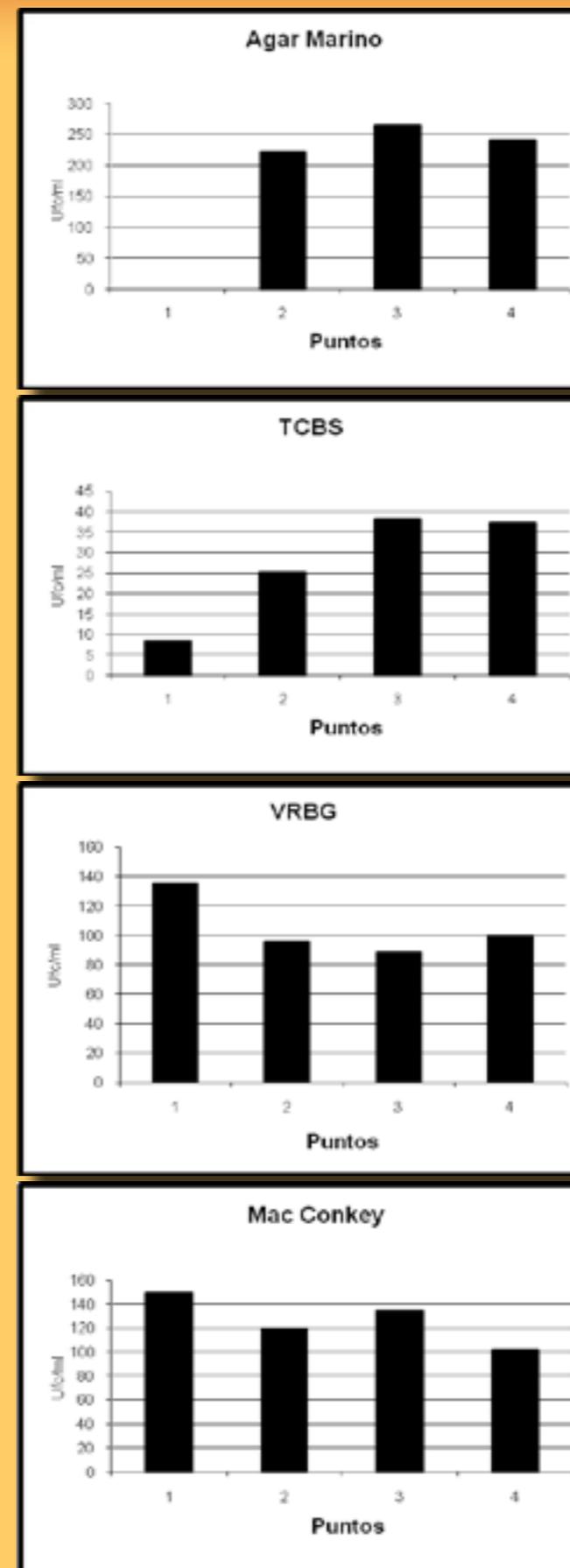
× Ninguno de los microorganismos hallados en cualquiera de las zonas analizadas superan el riesgo 2 según la ley vigente. Por tanto los datos hallados no son alarmantes sino previsores.

× En la Laguna dulce se aprecian bacterias aerobias de todo tipo como *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermis*, *Streptococcus pneumoniae*, *Streptococcus pyogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus subtilis*, *Candida albicans* y *Aspergillus níger*. Dichas bacterias mediante el contacto directo y/o indirecto podrían producir desde afecciones en la piel o infecciones, como la dermatitis, hasta infecciones del trato pulmonar y otros tipos de enfermedades respiratorias.

× Mac Conkey y VRBG son ambas placas para un estudio específico de enterobacterias, a pesar de no ser exactamente específicas para las mismas especies, por lo cual sus resultados son muy similares.

× Se contabilizan enterobacterias en todos los puntos analizados (algo más en la Laguna dulce) aunque no toman valores exagerados, se mantienen entre 100 y 140 ufc/ml.

× La presencia de estas enterobacterias podría causar problemas intestinales del tipo de diarreas, gastroenteritis, fiebre tifoidea...si hubiera contacto con esa agua.



**Figura 7.- Resultados de los medios de cultivo.**

Entre las enterobacterias aparecen también *Escherichia coli* en todos los puntos en alguna ocasión especialmente en San Lorenzo que aparece durante todos los días de muestreo.

× Se observan *Vibrios cholerae* en todos los puntos sin embargo no superan, en ningún momento, las 40 Ufc/ml aunque la menor concentración es en el agua dulce. Este hecho verifica que el medio natural de dichos vibrios es el marino.

× La presencia de *Vibrios cholerae* podría transmitir al contacto con el agua o mediante la cadena alimenticia la enfermedad del cólera (enfermedad diarreica aguda) pero siendo las cantidades de estos microorganismos tan bajas no hay un gran riesgo.

× Las zonas 2, 3 y 4 contienen bacterias heterótrofas marinas en una cantidad similar y bastante alta debida a la baja especificidad de este medio de cultivo.

### **SOLUCIONES.**

Se ha concluido esta investigación conociendo que la calidad del agua es buena o muy buena pues no hay claras presencias de contaminantes en ninguno de los puntos y a su vez los microorganismos que habitan el agua son todos de riesgo 2 y no se presentan valores desmedidos de éstos. Por tanto apenas habrían de tomarse medidas en lo que a esto respecta.

En relación a las basuras contadas a lo largo del parque en cambio si se pueden plantear varias soluciones tanto al alcance de los usuarios del parque como a los responsables del Parque Ecológico en sí mismo y generales:

- Uso de las papeleras de las que está provisto el parque.
- Limpieza de las basuras que ya aparecen en el parque para evitar que el agua o el terreno se contaminen durante la biodegradación de éstas.
- Establecer un sistema de recogida periódica de basuras, por diferentes áreas del parque y con una mayor frecuencia las zonas de acceso al propio parque a la pista de atletismo y campo de rugby.
- Reducción del consumo excesivo de bolsas de plástico mediante la reducción de su producción y distribución comercial.
- Desarrollo de campañas de sensibilización y concienciación entre la población

de Irún y alrededores, y más concretamente de los usuarios de las instalaciones deportivas por ser visitantes habituales, para el óptimo mantenimiento del Parque Ecológico en buenas condiciones. Estas campañas deben ir dirigidas a todos los grupos de la población, desde los más pequeños a los más mayores pero siempre con el mismo objetivo.

- Retirada inmediata de las instalaciones deportivas del ámbito del parque a una zona en la que su impacto tanto visual como medioambiental sea menor, al actual, ya que es un área con una especial protección medioambiental oficial que es necesario conservar en el presente y en el futuro.

### **AGRADECIMIENTOS.**

Agradecer al coordinador del proyecto, Juan Carlos Lizarazu, por su entusiasmo para que este saliera adelante así como por la motivación y el apoyo transmitido durante la elaboración del proyecto. Destacar también su implicación para que además de los conocimientos biológicos básicos conociéramos las pautas metodológicas a seguir por un verdadero científico.

### **BIBLIOGRAFIA.**

[www.ingurumena.ejgv.euskadi.net/r49-3036/es/contenidos/informacion/txingudi/es\\_1099/presentacion.html](http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.net/r49-3036/es/contenidos/informacion/txingudi/es_1099/presentacion.html)

[www.revistaecosistemas.net/pdfs/8.pdf](http://www.revistaecosistemas.net/pdfs/8.pdf)

[www.csi-csif.es/andalucia/modules/mod\\_ense/revista/pdf/Numero\\_16/](http://www.csi-csif.es/andalucia/modules/mod_ense/revista/pdf/Numero_16/)  
[www.cienciaybiologia.com/bmarina/fitoplancton.htm](http://www.cienciaybiologia.com/bmarina/fitoplancton.htm)

[www.ecologistasenaccion.org/article13451.html](http://www.ecologistasenaccion.org/article13451.html)

[www.fundacion-biodiversidad.es/inicio/centros-redes/cehum](http://www.fundacion-biodiversidad.es/inicio/centros-redes/cehum)

[www.biotech.bioetica.org/ap2.htm](http://www.biotech.bioetica.org/ap2.htm)

[pacrc.uhh.hawaii.edu/mexico/files/3.pdf](http://pacrc.uhh.hawaii.edu/mexico/files/3.pdf)

[bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/35/htm/sec\\_7.html](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/35/htm/sec_7.html)