

# **¿RECUPERARÁ MOLINAO ERREKA ALGUN DIA SU ENCANTO?**

**Autores:**

**DEL BARRIO MARTÍN, Elvira.**

**GÓMEZ CALVO, Irene.**

**LA ANUNCIATA IKASTETXEA.**

- 0 -

**DONOSTIA**

**MAYO DEL 2013**

# **I. ÍNDICE**

	<b>PÁGINA</b>
<b>II. PROLOGO</b>	<b>5</b>
<b>III. INTRODUCCION</b>	<b>9</b>
<b>IV. METODOLOGIA</b>	<b>11</b>
<b>V. BREVE HISTORIA DE ALTZA</b>	<b>15</b>
<b>VI. CARACTERÍSTICAS DEL MEDIO FÍSICO</b>	<b>17</b>
1. Geología	
2. Topografía	
3. Clima	
<b>VII. VEGETACION Y FAUNA ACTUAL</b>	<b>19</b>
1. Habitats de los valles atlanticos	
<b>VIII. AREAS DE INTERES NATURALISTICO: MOLINAO</b>	<b>23</b>
<b>IX. CONTAMINACIÓN DEL AGUA</b>	<b>25</b>
1. Alteraciones del agua como medio	
2. Tipos de contaminantes	
3. Origen de la contaminación del agua	
<b>X. CALIDAD DEL AGUA</b>	<b>33</b>
1. Parámetros indicadores de la calidad del agua	
<b>XI. MEDIOS DE CULTIVO</b>	<b>38</b>
1. Tipos de medio de cultivo	
2. Presentación de los medios de cultivo	
3. Preparación y conservación de medios de cultivo	
4. Técnicas microbiológicas	
<b>XII. MICROORGANISMOS DE MEDIO DE CULTIVO</b>	<b>45</b>
1. Salmonella SP.	
2. Shigella Dysentariae	
3. Vibrio Cholerae	
4. Escherichia Coli	
5. Yersinia Enterocolitica	
6. Plesiomonas Shigelloides	
7. Campylobacter Jejuni	
<b>XIII. PARAMETROS FISICOS</b>	<b>62</b>
1. Características organolépticas	
1. Color, olor y sabor	
2. Turbidez	
3. Temperatura	
4. pH	
<b>XIV. PARAMETROS QUIMICOS</b>	<b>66</b>
1. Dureza	
1. Dureza total	
2. Dureza temporal	
3. Dureza permamente	
3. Amonio	
4. Amoniaco	
5. Nitritos	
6. Nitratos	
7. Fosfatos	

<b>XV. PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS</b>	70
1. Bacterias	
2. Virus	
3. Protozoos	
4. Cianobacterias y diatomeas	
1. Cianobacterias	
2. Diatomeas	
<b>XVI. RESULTADOS</b>	77
1. Punto de muestreo 1	
1. Elementos del paisaje	
2. pH	
3. Temperatura	
4. Nitratos	
5. Nitritos	
6. Amoníaco	
7. Oxígeno disuelto	
8. Fosfatos	
2. Punto de muestreo 2	
1. Elementos del paisaje	
2. pH	
3. Temperatura	
4. Nitratos	
5. Nitritos	
6. Amoníaco	
7. Oxígeno disuelto	
8. Fosfatos	
3. Punto de muestreo 3-4	
1. Elementos del paisaje	
2. pH	
3. Temperatura	
4. Nitratos	
5. Nitritos	
6. Amoníaco	
7. Oxígeno disuelto	
8. Fosfatos	
4. Punto de muestreo 5	
1. Elementos del paisaje	
2. pH	
3. Temperatura	
4. Nitratos	
5. Nitritos	
6. Amoníaco	
7. Oxígeno disuelto	
8. Fosfatos	
5. Placas de microorganismos	
1. 18 de Enero de 2013	
2. 2 de Febrero de 2013	
3. 16 de Febrero de 2013	

4. 9 de Marzo del 2013	
<b>XVII. CONCLUSIONES</b>	<b>101</b>
1. Calidad del agua	
1. pH	
2. Temperatura	
3. Nitratos	
4. Nitritos	
5. Amoníaco	
6. Oxígeno disuelto	
7. Fosfatos	
8. Turbidez	
9. Velocidad	
10. Cloro	
11. Salinidad	
12. EMB Levine	
13. MacConkey	
14. VRB Agar	
15. TCBS	
2. Calidad del paisaje	
2.1. Patrimonio socio-cultural	
2.2. Situación ambiental	
<b>XIX. ANEXOS</b>	<b>115</b>
<b>XX. BIBLIOGRAFIA</b>	<b>136</b>
<b>XXI. AUTORES</b>	<b>138</b>

## **II. PRÓLOGO**

## SI NO HUBIESE MOLINAO...

Molinao es una cosa difusa, pues no es una cosa, si lo fuera tendría límites. Sin embargo, el hecho de no tener límites le da un encanto especial, como si fuera algo que buscar entre la niebla: es un sitio mítico de niños y juventud, y aunque no lo parece, puede que se haya convertido también en el de los jubilados.

¿Cuánta distancia habrá entre la iglesia de Antxo y Molinao? ¿Un kilómetro? ¿Diez minutos a paso tranquilo? Algo parecido. Aun así, Molinao es lejanía, es salir de entre las calles, dirigirse hacia el monte aunque ni siquiera vayamos a ir al monte, dejar la civilización, dirigirse hacia San Marcos y poder coger aire. Muchas familias de Antxo huyeron a Bilbao en 1936 por miedo a que los aviones fascistas bombardearan el pueblo entero.



**Foto 1.** Baserri Galantene, en la zona de Molinao.

Las tierras de Antxo deberían haber sido para plantar pero el Duque de Mandas prefirió venderlas para edificar, y por muchos años Antxo ha sido el único pueblo de Guipuzcoa donde no ha habido huertos y jardines. La tierra se la ha dado Molinao. Por eso es mítico también Molinao, porque allí estaba por ejemplo el huerto de Atanasio, en nuestra imaginación, ni aun sin conocer a Atanasio, el hombre era tan malo como Satanás. El agua, la tierra... era de los niños al igual que bañarse en el charco.

Teníamos una relación con la naturaleza: vida y muerte, los ratones de agua, las yeguas atadas, los gitanos y el campo de futbol...

A un lado el puerto, al otro Molinao. Esos son los dos polos de Antxo.

*“Denok dakigu gaskoinez dela  
Molinao Errotaberri  
herri askoren neke isilak  
egin gintuela herri.”*

Entre montes nace el río. No nace allí, pero no importa, Molinao le ha dado nombre al río de Antxo que desemboca en el mar. La marea alta hace un río del arroyo. Eso es mas antiguo que la creación de Antxo obviamente, pero antes se le llamaba Molinao a lo que ahora se le llama Antxo por el río. La estación de topo de Antxo tenía el nombre de Molinao. La estación llamada Antxo estaba entre Buenavista y Oleta, al lado del caserío de Miramarka, donde estuvo el caserío Antxo al lado del mar. Por lo tanto, se podría defender que Molinao es etimología de Antxo. Cuando nos pregunten de donde proviene Antxo, qué quiere decir; podríamos decir que proviene de Molinao tranquilamente. Gracias a éste, Antxo está construido sobre él. Dos líneas perpendiculares se cruzan y sitúan el tercer barrio de Pasaia: las vías del topo y el río Molinao. Antxo, sin el topo, sería vulgar, monótono probablemente. Sin el río Molinao, perdería su elegancia.

Obviamente, este río además de elegancia también le ha dado contaminación a Antxo; tanto que, en alguna época, los antxotarras pidieron que Molinao fuera tapado debido a su olor. Vivíamos en el productivismo, debíamos soportar la contaminación obligatoriamente y la mayor cantidad de contaminación venía de Molinao producida por la fábrica de harina de pescado.

*“Altza azpian Antxo ondoan  
menditartean Molinao  
errekarekin dakar guretzat  
euskara ahorik ah.”*

Papin, Sasotegi, Landarro, Juanatxone, Iparragirre... Molinao siempre ha sido la reserva de caseríos de Antxo. Así que, no es sorprendente que historicamente, Molinao sea la zona más vasca de Antxo. De ahí heredaron el euskera los Antxotarras, de Molinao. No del monte, si no del río: ahí crearon las “Lamias” el euskera.

Antxo le debe mucho a Molinao. Parte de Pasajes, interrumpido por el puerto,



**Foto 2.** Material de muestreo en el punto 3-4.

separado del resto de Pasajes. Sin el, Antxo viviría en soledad.

Antxo, era el pozo. Molinao, el río.

Antxo perdería demasiado, si se llegara a perder ese pequeño barrio. Algunos lugares míticos alimentan la imaginación de cada uno y el recuerdo colectivo. Molinao es uno de ellos, uno de esos lugares que han sido introducidos en la historia, sombrío, humilde, confuso... admirable.

# **III. INTRODUCCIÓN**

Remontando desde Pasai Antxo la erreka de Molinao y dejando atrás Putzuzulo, encontramos un espacio abierto con numerosas errekas que aportan su caudal a Molinao, que da nombre a este espacio. Estas errekas son Sasotegi, Juanotxene, Akular, Artxipi, Ibarburu... por el Oeste y Juandaberri entre otras por el Este.

Este espacio todavía “alegre” de unos 4km<sup>2</sup>, que ríe y salta de municipios pasados y actuales por encima de fronteras administrativas de Donostia-Altza, Pasaia y Errenteria además de Astigarraga, si bien posee un fondo de valle totalmente urbanizado y una infraestructura como la A-8 que por su mitad entra como una cuchilla, todavía alberga un paisaje de campiña. Aquí los robledales y los bosques de vaguada con alisedas, maduros o juveniles, los matorrales, los cultivos y huertas, algunas bajo plástico y sobre todo, los prados diversos, todos ellos, dominan a las zonas urbanizadas, a las infraestructuras, a la vegetación denominada ruderal y a las zonas ajardinadas. (En el caso del espacio denominado Auditiz-Akular-Molinao-Landarro, los primeros ocupan un 92% de su superficie, frente a un 8% de los segundos.)

Dentro de cada uno de los hábitats citados, existe una variada flora y fauna que en el caso de los robledales y bosques de vaguada incluye acebos, fresnos, castaños, arces y abedules, así como algunos ejemplares de plátanos y falsa acacia. En lo faunístico está presente una joya del mundo de los invertebrados, el gran capricornio o kukulunbera, el *Cerambyx cerdo*, especie protegida por la Directiva de Hábitats, y por el Convenio de Berna, donde se cita como especie estrictamente protegida.

Pero la fauna del lugar es mucho más que ese invertebrado. Entre los reptiles, tenemos por ejemplo la culebra de Esculapio, *Elaphe longissima*, y entre las aves, están presentes el chotacabras gris, *Caprimulgus europaeus*, el pico menor, *Dendrocopos minor*, el torcecuello, *Jynx torquilla*, el alcotán, *Falco subbuteo*, o el papamoscas cerrojillo, *Ficedula hypoleuca*.

Finalmente, y a falta de estudios posteriores, está pendiente de confirmarse la presencia del mirlo acuático en esta área.

# **III. METODOLOGÍA**

Durante el curso escolar de 2012-2013, en el curso de 1º de Bachillerato, el profesor de Biología y Geología, nos propuso realizar un trabajo de investigación científica.

Tras unos días pensando cual podría ser el tema a tratar en nuestro trabajo, y realizar una lluvia de ideas, decidimos realizar una nueva investigación sobre el Molinao Erreka, ya que al realizar el proyecto Ibaialde en el curso escolar de 2010-2011 nos quedamos impactadas por su realidad y a la vez con ganas de profundizar en su situación medioambiental y plantear posibles soluciones para conseguir un ecosistema fluvial en el que se pueda disfrutar.

Una vez decidido el tema, el primer paso fue establecer cuáles serían los cuatro puntos de muestreo en los que se iba a realizar el estudio pormenorizado de infinidad de parámetros. (Ver **ANEXO I**).



**Foto 3.** Plaza Molinao.

La siguiente tarea fue la de diseñar y elaborar una ficha de campo en la que luego se recogieran todos los datos en los puntos de muestreo anteriormente mencionados. En la ficha se establecen diferentes categorías y dentro de cada una aparecen los parámetros a considerar. De esta forma se consigue que en todos los puntos de muestreo se tengan en cuenta las mismas variables con lo que a la hora de realizar comparaciones se facilita la labor. (Ver **ANEXO II**).

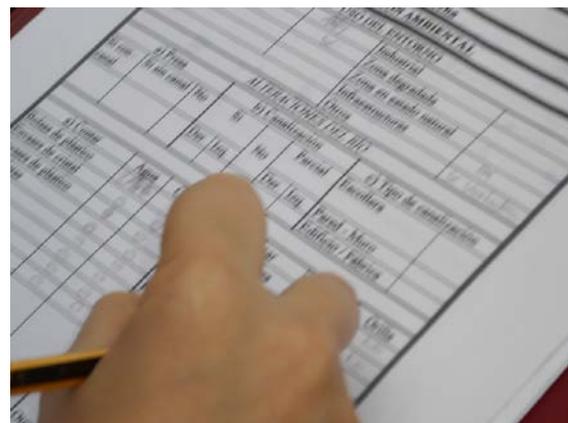
A la vez que se realizó la ficha de campo y establecidos los puntos de muestreo, se comenzó con la búsqueda de información sobre los microorganismos patógenos del agua que se pueden encontrar en ésta. Además de información sobre la pureza del agua y los factores tanto biológicos como físicos y químicos que determinan la calidad, también se recopiló información sobre la historia del municipio de Altza, en el cual se sitúa el río analizado, Molinao Erreka, afluente del río Oiartzun.

Cuando se estaba buscando información y con la ficha de campo ya elaborada, comentamos la posibilidad de realizar un análisis del paisaje para lo cual era necesario establecer unos parámetros y una tabla de definición (Ver **ANEXO III**) con los criterios a seguir en cada punto de muestreo.

Una vez fue organizada la mayor parte teórica del trabajo sobre Molinao Erreka, decidimos comenzar con la parte práctica de éste. De este modo, se puso en marcha el trabajo de campo, y se realizó el análisis microbiológico del agua.

Primeramente, se recogieron muestras de agua en cada uno de los puntos de muestreo. Se analizaron parámetros físicos del río (la temperatura, el caudal, la velocidad...), así como parámetros químicos (el oxígeno, el pH, los nitratos...) y parámetros biológicos (la flora y la fauna). En los puntos de muestreo se realizaron los primeros análisis en el momento. Los parámetros analizados fueron tales como los nitritos, los nitratos, la salinidad, etc. Estos análisis se repitieron posteriormente en el laboratorio más meticulosamente.

Tras realizar éstos primeros análisis y repetirlos en el laboratorio, se comenzó con el análisis de los microorganismos biológicos del agua. Para ello, se realizaron cultivos de microorganismos en distintos tipos de placas; Levine EMB, VRB Agar, MacConkey Agar, TCBS y prueba Indol para la determinación de



E-coli. De este modo, se comparó la calidad del agua teniendo en cuenta la cantidad de colonias de microorganismos recogidas.

**Foto 4.** Anotando los resultados en la ficha de campo.

Para elaborar las conclusiones correspondientes sobre el estado del Molinao Erreka, se tuvo en cuenta también el entorno de éste. Se elaboraron unas tablas en las que se recogieron los resultados obtenidos en los análisis previamente mencionados para poder contrastar y comentar los resultados. Después de todos estos análisis, se pudieron plantear una serie de posibles soluciones de mejora con el fin de que los objetivos que se plantearon al principio del trabajo se vieran cumplidos en su totalidad.

Finalmente, una vez se realizaron todos los pasos mencionados anteriormente, se redactó un informe científico en el que se recogió toda la información obtenida a lo largo de la investigación. En primer lugar en borrador y tras el visto bueno del coordinador se pasó dicho informe a soporte digital.

Así mismo como punto culminante de la actividad se procedió a realizar un power point (Ver **ANEXO IV**) que se empleará en la difusión del proyecto de

investigación entre los escolares y en público. Y también se elaboraron 2 póster resumen para dar a conocer los puntos más importantes del proyecto. (Ver **ANEXO V**)

# **IV. BREVE HISTORIA DE ALTZA**

Altza, es un antiguo municipio y actualmente un barrio de Donostia que ocupa la parte este de la ciudad lindante con el municipio de Pasaia. Aunque históricamente ha estado ligado con mayor o menor grado de autonomía a la ciudad de Donostia, siendo en ocasiones un mero barrio y en otras ocasiones una pedanía; ha habido momentos en su historia en los que ha sido un municipio totalmente independiente, primero de forma breve entre los años 1821 y 1823; y posteriormente entre 1879 y 1940.

Históricamente, Alza era una entidad eminentemente rural. Su casco urbano se situaba en una colina que dominaba la Bahía de Pasaia, contaba con un barrio portuario llamado La Herrera y numerosos caseríos distribuidos por su término municipal. Éste limitaba con Pasaia en el barrio de Buenavista y con el de Donostia en el alto de Miracruz y en Martutene.

Tras la anexión, fuertes oleadas de inmigración en las décadas de 1960 y 1970 cambiaron tremendamente la fisonomía y sociología de Altza, que fue la principal zona de expansión de la ciudad de Donostia. Nacieron nuevos barrios como Bidebieta o Intxaurreondo en el territorio que había pertenecido al municipio de Alza, pero en la actualidad se consideran barrios diferentes.

Si se contabilizara el antiguo término municipal, Alza poseería en la actualidad una población de más de 52.000 habitantes.

Actualmente, Altza, se compone de los barrios de Arriberry, Arrizar, Buenavista, Casco, Larratxo, Santa Barbara y Molinao entre otros. Algunos de estos barrios son de carácter histórico y otros, surgieron durante el boom del desarrollismo.

El barrio de Alza posee en la actualidad unos 21.500 habitantes y una densidad de población de 4.175 hab/km<sup>2</sup>, siendo uno de los más poblados de la ciudad de San Sebastián.

# **V. CARACTERÍSTICAS DEL MEDIO FÍSICO**

## **1. GEOLOGÍA.**

Geológicamente, Altza se sitúa mayormente sobre materiales geológicos relativamente recientes. Altza es atravesado por dos alineaciones montañosas.

### **1.1. Jaizkibel.**

Una cadena litoral, que además de Uliá-Mendiola dentro de Altza, incluye Jaizkibel e Igeldo-Mendizorrotz. Se trata de un cordal que da lugar a una costa abrupta, erosiva y estructuralmente longitudinal, (formando una línea).

Jaizkibel, le ha dado nombre a esta formación geológica del eoceno de 40 millones de años.

### **1.2. Sierra Magdalena.**

Una franja con calizas y calcarenitas, que en su parte superior, se sustituye por otra con margas y areniscas puntuales en la zona de Ametzagaina y predominio de areniscas en San Marko. Descendiendo hacia el Urumea, la geología se complica considerablemente.

Esta cadena se denominó antiguamente Sierra Magdalena.

## **2. TOPOGRAFÍA.**

La topografía de estas pequeñas alineaciones montañosas alcanza las siguientes alturas: 205m en Mendiola y 278m en San Marko. Este relieve ofrece un mosaico variado de orientaciones, predominando en Mendiola la N y S, (en la franja urbanizada no existen orientaciones predominantes) y en Magdalena la NE y SW.

## **3. CLIMA.**

En este pequeño rincón de Euskal Herria, hace muchos años, se instaló una situación bioclimática que los expertos en la materia denominan mesotemplado o colino y ombrotipo hiperhúmedo. En definitiva, tenemos un clima templado (14°C de media anual a nivel del mar) sin grandes variaciones a lo largo del año y con lluvias abundantes (en torno a los 1800mm) regularmente repartidas a lo largo del año, siendo el otoño la estación más lluviosa. Señalar como curiosidad final, que Oarsoaldea es la zona más lluviosa de la CAV.

# **VI. VEGETACIÓN Y FAUNA ACTUAL**

Nos encontramos en la actualidad con un territorio compuesto por un mosaico muy variado de hábitats, divididos a continuación en hábitats costeros y hábitats de los valles atlánticos.

## **1. HABITATS DE LOS VALLES ATLÁNTICOS.**

Por encima de los hábitats costeros, tenemos las colinas y los fondos de los valles, lugares donde la vegetación primitiva ha sufrido un mayor grado de alteración y fragmentación. Diferenciaremos aquí 2 apartados, por un lado los hábitats naturales o seminaturales y por otro, los no naturales o antrópicos.

### **1.1. Hábitats naturales o semi-naturales.**

Partiendo de las zonas más bajas de los valles atlánticos que son las láminas de agua corriente de ríos y arroyos, en progresión ascendente, podemos observar:

Las alisedas ribereñas eurosiberianas. Se desarrollan sobre suelos aluviales, en los márgenes de ríos y regatas y se caracterizan por su abundante humedad. La vegetación está formada principalmente por alisos y en menor proporción aparecen fresnos, robles, sauces, avellanos, clemátides y madre selvas. En su estado maduro, es un bosque umbroso y muy húmedo, donde abundan algunos helechos.

En Altza, la situación es variable. Así, en muchos márgenes casi no existe, en otros se limita a unos pocos alisos, en Altabasoa debido a la pendiente no tienen gran extensión, y en algunos márgenes del Urumea y Molinao están bien conservadas.

Cada vez es más conocido el efecto beneficioso que ejercen estos bosques en la amortiguación de las aguas torrenciales, disminuyendo la erosión y previendo

inundaciones, por lo que actualmente se tiende a su protección y recuperación.

Vinculados a las riberas o no, tenemos algunas saucedas, donde el sauce o sahatsa aparece como etapa de sustitución de los bosques potenciales.

En lo que a los prados se refiere, 2 tipos destacan por su abundancia: los prados pastados y prados no manipulados, comunidad vegetal muy



similar a los prados de siega atlánticos pero con mayor presión ganadera, y los prados de siega atlánticos no pastoreados, comunidad creada por la acción humana para la obtención de hierba y la alimentación del ganado.

Por último, delimitando prados y zonas de cultivos, tenemos los setos de especies autóctonas, que normalmente consisten en una serie de formaciones lineales cuya composición florística es variada a partir de especies autóctonas de matorrales, arbustos y árboles de la campiña y en concreto, de su entorno más cercano. Estos setos son ricos en especies de fauna, porque cumplen multitud de funciones como son refugio y alimento.

Sobre suelos profundos y ricos repartidos por toda la campiña de Altza están los Bosques naturales jóvenes de frondosas, donde el roble o el marojo escasean hasta su estado maduro, siendo los arces, fresnos, castaños y avellanos mayoritarios. Estos bosques representan un futuro esperanzador. Su área potencial ha sido muy transformada para aprovechamiento ganadero, agrícola, para plantaciones de coníferas y para instalar zonas urbanas o industriales. Antaño ocupaba terrenos de valle o laderas dependiente suave y accesible y actualmente laderas de pendientes moderadas o fuertes.

## **1.2. Hábitats no naturales y antrópicos.**

Incluimos aquí una gran amalgama de hábitats cuya variada representación cuantitativa y espacial, requiere una descripción individualizada. Encontramos:

Formaciones de bambú. Los bambúes son un grupo de plantas procedentes de Asia oriental, utilizado en el entorno rural para usos varios.

Setos de especies exóticas. En ocasiones son formaciones lineales de especies alóctonas, con frecuencia *Chamaecyparis lawsoniana*, y en otras son una fila de árboles de una plantación de pinos u otras coníferas, talada pero no retirada.

Plantaciones de frondosas caducas. Formaciones plantadas por el ser humano, exceptuando las especies frutales. Son varias las especies utilizadas, aunque abundan *Quercus rubra* y *Platanus hybrida*.

Plantaciones de coníferas. Formaciones empleadas para la explotación forestal. Su rápido desarrollo hace que sean especies que dominen el paisaje. La más conocida es el *Pinus radiata*, aunque también abundan el pino marítimo, el laricio, el abeto Douglas, el alerce, el ciprés de Lawson...

Huertas, viveros y viñedos. Son zonas creadas para el abastecimiento de alimento donde se cultivan especies de origen exótico, y en cuyo interior a veces se desarrollan especies conocidas como las *malas hierbas*.

Jardines y Parques ornamentales. Creados para el esparcimiento y ocio, en ellos se plantan especies exóticas y ornamentales, mientras el resto, sufren cortes para que las plantas más vistosas no desluzcan.

Zonas antropizadas. Incluyen las construcciones de ciudades y pueblos con alta y baja densidad, las áreas extractivas abandonadas, la vegetación asociada a terrenos asfaltados, las redes viarias, los puertos marinos, los cementerios, los vertederos y otros hábitats artificiales más.

Vinculada a la actividad humana, en la actualidad existen unas especies que requieren un tratamiento y una mención especial debido a su proliferación. Son las especies invasoras. Plantas alóctonas, no nativas, que como consecuencia directa o indirecta de la actividad humana, se han introducido de manera voluntaria o accidental. Algunas han logrado naturalizarse reproduciéndose con éxito y manteniendo poblaciones a lo largo de generaciones sin la ayuda del hombre en gran número a distancias o ritmos considerables.

En Altza se han visto estas especies exóticas invasoras:

- *Baccharis halimifolia*
- *Cortaderia selloana*
- *Fallopia japônica*
- *Robinia pseudoacacia*
- *Buddleja davidii*

**VII. ÁREAS DE INTERÉS  
NATURALÍSTICO: MOLINAO**

Remontando desde Pasai Antxo la erreka de Molinao, encontramos un espacio abierto con numerosas errekas que aportan su caudal a Molinao, que da nombre a este espacio. Estas errekas son Sasotegi, Juanatxene, Akular, Artxipi, Ibarburu, etc. por el Oeste y Juandaberri entre otras por el Este.

Este espacio de unos 4km<sup>2</sup>, si bien posee un fondo de valle totalmente urbanizado y una infraestructura como la A-8, todavía alberga un paisaje de campiña. Aquí los robledales y los bosques de vaguadas con alisedas, maduros o juveniles, los matorrales, los cultivos y huertas, algunas bajo plástico y sobre todo, los prados diversos, todos ellos, dominan a las zonas urbanizadas, a las infraestructuras, a la vegetación denominada ruderal y a las zonas ajardinadas.

Dentro de cada uno de los hábitats citados, existe una variada flora y fauna que en el caso de los robledales y bosques de vaguada incluye acebos, fresnos, castaños, arces y abedules, así como algunos ejemplares de plátanos y falsa acacia.

En lo faunístico está presente una joya del mundo de los invertebrados, el gran capricornio o kukulunbera, el *Cerambyx cerdo*, especie protegida por la Directiva de Hábitats, y por el Convenio de Berna, donde se cita como especie estrictamente protegida.

Pero la fauna del lugar es mucho más que ese invertebrado. Entre los reptiles, tenemos por ejemplo la culebra de escolapio, *Elaphe longissima*, y entre las aves, están presentes el chotacabras gris, *Caprimulgus europaeus*, el pico menor, *Dendrocopos minor*, el torcecuello, *Jynx torquilla*, el alcotán, *Falco subbuteo*, o el papamoscas cerrojillo, *Ficedula hypoleuca*.

# **IX. CONTAMINACIÓN DEL AGUA**

La contaminación del agua se produce principalmente debido a su utilización en procesos utilización en procesos industriales o a través del vertido directo de residuos de esas mismas industrias.

Desde que el ser humano estableció núcleos de población, ha tenido la necesidad de eliminar los residuos producidos. Los desechos no deben permanecer en el lugar en el que vivimos. El agua, en su constante movimiento, resulta un eliminador eficaz de esos residuos; además presenta una gran capacidad depurativa.

El ser humano ha aprovechado tradicionalmente estas características del agua para utilizarlo como vertedero de los desechos de ciudades e industrias.

Se considera que actualmente más de la mitad de los ríos del mundo están contaminados.

En los países desarrollados se ha comenzado a poner límites a la contaminación, de manera que las industrias se han ido trasladando a los países en vías de desarrollo, donde las leyes medioambientales son más permisivas.

La contaminación del agua se produce cuando se introducen en ellas sustancias o formas de energía, denominadas contaminantes, que provocan un desequilibrio en su composición o en su dinámica.

El agua tiene una serie de propiedades universales y unas características determinadas. Estas características dependen de diversos factores, si se trata de agua dulce o salada, si discurre por un terreno calcáreo o silicio, si nos encontramos en latitudes templadas o frías, pero en general todas las aguas son susceptibles de ver alteradas sus características de un modo u otro.

Es necesario analizar el tipo de alteraciones que puede sufrir el agua como medio; estas alteraciones pueden ser físicas, químicas o biológicas. Tiene gran importancia el estudio las sustancias contaminantes. También se debe determinar cuales son las principales fuentes de contaminación de las aguas: de origen natural o de origen antrópico.

## **1. ALTERACIONES DEL AGUA COMO MEDIO.**

El agua puede sufrir diferentes tipos de alteraciones, que suelen estar directamente relacionadas con un tipo determinado de contaminación.

### **1.1. Alteraciones físicas del agua.**

Las alteraciones de las características organolépticas del agua, son las que se pueden percibir con los sentidos:

#### **1.1.1. Color.**

Si bien el agua es un líquido incoloro, las aguas continentales pueden presentar distintas tonalidades en función de las sustancias que contengan en disolución. Ciertos tipos de contaminación colorean las aguas de un modo llamativo, pero no es posible establecer una relación directa entre ciertos colores del agua y un tipo de contaminación en concreto.

#### **1.1.2. Olor.**

Otra de las características del agua es que en estado puro es inodora. Sin embargo, en la Naturaleza se puede distinguir mediante el olfato cuando en el agua existen ciertos compuestos gracias al olor que desprenden.

#### **1.1.3. Sabor.**

La tercera característica identificativa del agua en estado puro es que insípida. Por lo tanto, se puede determinar si un agua está contaminada porque la contaminación de sabor al agua. Esto no quiere decir que un agua que presenta cierto grado de sabor siempre esté contaminada, hay aguas fuertes en las que se detecta un cierto sabor metálico, normalmente por la presencia de pequeñas cantidades de hierro, que tienen un origen natural y son muy saludables. Otras alteraciones del estado físico del agua afectan a características que no resultan tan fácil distinguir por estar menos familiarizados con ellas, o por tratarse de alteraciones que en unos casos se consideran contaminación y en otros no. Se trata de las alteraciones sobre la conductividad y la temperatura, la presencia de altos niveles de radiactividad o de materiales en suspensión y la formación de espumas.

#### **1.1.4. Conductividad.**

La conectividad varía con la temperatura. Debido a esto se ha establecido por convenio que la conductividad del agua se medirá a 20°C a esta temperatura la conductividad del agua pura es muy baja, pero la del agua natural varía en función de la cantidad y l tipo de iones que lleve en disolución. El valor de conductividad, es un buen indicador de la <dureza> del agua. La conductividad también es un indicador de la naturaleza del sustrato mineral por el que discurren las aguas, o que las contiene.

### **1.1.5. Temperatura.**

Cualquier variación en la temperatura del agua supone una alteración de sus características. Debemos considerar, que la introducción artificial de variaciones en la temperatura del agua es contaminación. Los principales responsables de este tipo de alteraciones en el agua son los sistemas de refrigeración abiertos de las centrales nucleares y de las centrales térmicas.



### **1.1.6. Formación de espuma.**

En las aguas naturales no se forman espumas duraderas; la presencia de espumas que se mantienen sobre la superficie es un buen indicador de contaminación por detergentes. Ese tipo de contaminación es muy perjudicial para la actividad bacteriana y la riqueza en fosfatos de estos productos puede dar lugar a eutrofización.

## **1.2. Incremento de la radiactividad.**

Se puede detectar cierto índice de radiactividad en el agua natural debido principalmente a la presencia de isótopos de potasio. Índices elevados de radiactividad indican contaminación. El vertido de residuos radiactivos tras su utilización en procesos de obtención de energía es una de las principales fuentes de contaminación del agua por parte del ser humano.

## **1.3. Turbidez.**

El agua natural suele presentar cierta concentración de materiales en suspensión. Una presencia excesiva de este tipo de materiales se puede considerar contaminación, pues dificulta los procesos fotosintéticos y la vida acuática. Se pueden producir alteraciones por la presencia de cierto tipo de vertidos o por procesos de corrimiento de ladera o lluvias torrenciales.

## **1.4. Alteraciones químicas del agua.**

Se trata de alteraciones en la composición o en las características químicas del agua por adición de elementos ajenos a su naturaleza.

### **1.4.1. Cambios en el pH.**

El agua en estado natural suele presentar un pH ligeramente ácido debido a diferentes causas, como la disolución del CO<sub>2</sub> atmosférico o la presencia de sustancias ácidas disueltas. En algunos casos la presencia de determinados

minerales, como el carbonato cálcico, produce reacciones que aumentan la capacidad tamponadora del agua. A pesar de esto, ciertos vertidos industriales contaminantes disminuyen notablemente el pH del agua.

#### **1.4.2. Presencia de determinados elementos.**

Se considerará contaminación si supera los límites adecuados para mantener una buena calidad del agua. Se miden principalmente los porcentajes de los siguientes elementos:

##### **-Oxígeno:**

Un agua de buena calidad suele estar saturada de oxígeno en superficie. La escasez de oxígeno en disolución indica eutrofización de las aguas o contaminación por aguas sépticas.

##### **-Nitrógeno:**

Se trata de un nutriente cuando se encuentra en cantidades adecuadas, pero cuando su concentración aumenta se considera un contaminante y está directamente relacionado con el proceso de eutrofización.

##### **-Fósforo:**

Al igual que el nitrógeno, es un nutriente esencial que puede provocar eutrofización si aumenta su concentración.

#### **1.4.3. Presencia de iones.**

Se ha establecido una relación directa entre la presencia de determinados iones y ciertos tipos de contaminación.

#### **1.4.4. Presencia de compuestos orgánicos.**

Existe una enorme variedad de compuestos orgánicos contaminantes: hidrocarburos, aceites y grasas de los motores de las embarcaciones y clorofenoles, entre otros.

### **1.5. Alteraciones biológicas.**

La presencia de bacterias, especialmente bacterias coniformes, es un indicador de contaminación por aguas sépticas, ricas en desechos fecales. Lo mismo sucede cuando cuando se detectan virus. Un exceso de organismos fotosintéticos indica que el agua se encuentra en una de las fases iniciales de eutrofización.

Las aguas de mala calidad que presentan contaminación biológica son muy peligrosas para la salud, debido a que suelen ser la vía de contagio de diversas enfermedades como el cólera, el tifus o la disentería.

## **2. TIPOS DE CONTAMINANTES.**

Las principales sustancias contaminantes del agua se pueden clasificar de la siguiente manera:

### **2.1. Microorganismos patógenos.**

Se trata de microorganismos causantes de enfermedades. Las bacterias, virus y protozoos son los principales responsables de las alteraciones biológicas del agua.

### **2.2. Residuos orgánicos.**

Son el conjunto de residuos orgánicos producidos por el ser humano y derivados de sus actividades. Este tipo de desechos produce un efecto parecido al de la última fase de la eutrofización de las aguas. Las bacterias aerobias se encargan de su descomposición con un consumo de oxígeno, de modo que si la cantidad de desechos orgánicos es muy elevada, se llega a consumir todo el oxígeno y esas aguas dejan de ser aptas para la vida.

### **2.3. Metales pesados y ácidos.**

El mercurio y el plomo son los principales responsables de la contaminación por metales pesados. Se trata de un tipo de contaminación altamente perjudicial para los seres vivos porque estos metales no se metabolizan y dan lugar a fenómenos de bioacumulación y muerte por intoxicación. Otras sustancias inorgánicas químicas contaminantes son los ácidos, como el sulfúrico o el clorhídrico, que alteran el pH del agua dando lugar a efectos muy perjudiciales para los organismos.

2. Nitratos y fosfatos: Estos nutrientes pueden considerarse contaminantes si su concentración en el agua es excesiva.
3. Compuestos orgánicos: Se trata de productos orgánicos cuya estructura los hace difícilmente degradables. Se trata de los carburantes orgánicos (gasolina, diesel), insecticidas y plaguicidas, plásticos, detergentes y disolventes.
4. Materiales en suspensión: Se trata de los sedimentos arrastrados por el agua. En caso de que el volumen de dichos materiales sea muy elevado, la turbidez del agua aumenta y dificulta los procesos fotosintéticos, lo que altera la cadena trófica y dificulta la vida en general.
5. Isótopos radiactivos: Los elementos radiactivos son muy perjudiciales para la proliferación de la vida. Estos elementos, producen contaminación por bioacumulación.

- 6.** Contaminación térmica: Aunque no se trate de una sustancia contaminante propiamente dicha, el aumento de la temperatura de una masa de agua puede afectar a su calidad y, por lo tanto, a la vida.

### **3. ORIGEN DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA.**

La contaminación del agua puede provenir de diversas fuentes, tanto naturales como de origen humano o antrópico. Hoy en día, se puede considerar que, a escala global, la contaminación que presentan las aguas tiene un origen antrópico, aunque a escala local se pueden observar fenómenos de origen natural.

#### **3.1. Contaminación natural.**

Las fuentes naturales de contaminación suelen ser lugares ricos en ciertos elementos contaminantes, como el mercurio o algún elemento radiactivo. Otra fuente de contaminación natural es constituida por las fugas de petróleo de los yacimientos submarinos a través de grietas.

En general, la contaminación de origen natural no produce fenómenos graves de contaminación, puesto que suele dispersarse con facilidad.

#### **3.2. Contaminación antrópica.**

##### **3.2.1. Industria.**

En función del tipo de industria se produce un tipo de contaminación u otra. Los procesos industriales son los principales responsables de los siguientes tipos de contaminación:

- Sólidos.
- Metales pesados.
- Variaciones del pH.
- Radiactividad.
- Contaminación térmica.
- Compuestos orgánicos.

##### **3.2.2. Zonas urbanas.**

En las zonas urbanas se produce principalmente contaminación por residuos orgánicos, aunque también se produce contaminación por los automóviles en forma de combustibles, aceites o plomo procedente de la combustión de los carburantes. Se produce contaminación de los siguientes tipos:

- Microorganismos patógenos.

- Metales pesados.
- Compuestos orgánicos.

### **3.2.3. Transporte marítimo.**

Las actividades marítimas producen un elevado porcentaje de contaminación por vertidos de hidrocarburos y aceites industriales. La contaminación por vertidos de petróleo accidentales o por el lavado de los tanques de transporte de los barcos petroleros. La contaminación producida está relacionada con la presencia de compuestos orgánicos.

### **3.2.4. Agricultura.**

En la agricultura se produce el mayor porcentaje de consumo de agua y, además, es una de las principales fuentes de contaminación antropogénica. La contaminación producida por la agricultura se debe principalmente a los pesticidas, insecticidas y fertilizantes, que producen principalmente un aumento en la concentración de nitratos y fosfatos.

### **3.2.5. Ganadería.**

Los restos orgánicos de origen animal son la principal fuente de contaminación por vertidos directos. Se vierten en muchos casos directamente, sin pasar por ninguna red de saneamiento, de modo que su control se hace extremadamente difícil. La contaminación causada está relacionada con la presencia de microorganismos patógenos y sustancias orgánicas.

# **X. CALIDAD DEL AGUA**

El ser humano da diferentes usos al agua y una disminución de su calidad puede hacer que no sea posible utilizarla con el fin deseado. Pero la calidad del agua no es un concepto fácil de definir. Dependiendo del uso que se vaya a dar al agua, los parámetros que determinan su calidad serán diferentes. Un agua puede ser de excelente calidad para el riego, y sin embargo, no cumplir las condiciones mínimas para el consumo humano.

La calidad del agua se refiere a las características físicas, químicas y biológicas del agua, que afectan a su capacidad para sustentar los usos que se le quieran dar.

La determinación de la calidad del agua depende, por tanto, de diversos factores y para determinar su estado se miden parámetros físicos, químicos y biológicos. Una vez tomadas las medidas, se cotejan los valores obtenidos con unos baremos internacionales de calidad de aguas y se determina el nivel de calidad que presenta el agua analizada. Los parámetros de tipo físico, químico y microbiológico se suelen muestrear cada poco tiempo. Sin embargo, los parámetros biológicos, se suelen medir tan sólo un par de veces al año.

## **1. PARÁMETROS INDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA.**

En los distintos tipos de mediciones que se realizan para determinar si un agua es de calidad o no, se analizan indicadores físicos, químicos, biológicos y mixtos.

### **1.1. Indicadores físicos.**

Las variaciones en las características físicas son las que se utilizan como indicadores físicos de la calidad del agua.

**-Características organolépticas:** No se han establecido unos parámetros matemáticos para realizarla; se trata del modo más sencillo de determinar si un agua presenta alteraciones significativas en su calidad. En términos generales, se considera que un agua de calidad debe ser incolora, inodora e insípida, por lo tanto, cuando se observan variaciones en éstos, podremos decir que el agua es de mala calidad.

**-Conductividad:** La conductividad del agua indica el nivel de mineralización que existe en función de los iones presentes en disolución. Un agua es apta para consumo humano cuando los niveles de conductividad no superan los 400 $\mu$ S/cm.

**-Temperatura:** La temperatura idónea para que la calidad del agua sea adecuada para su consumo está entre los 10 y los 15°C.

**-Turbidez:** La medición se realiza de diversos modos, aunque hoy por hoy se utiliza el nefelómetro o turbidímetro y la medida se obtiene en unidades nefelométricas de turbidez.

### 1.2. Indicadores químicos.

Para la medición de las alteraciones químicas del agua se utilizan diferentes parámetros. Los porcentajes siguientes nos dan una idea de cuáles deben ser los elementos químicos inorgánicos en un agua apta.

- **Sulfatos:** La concentración debe estar por debajo de los 600mg/l. El agua tendrá un efecto laxante. Concentración ideal: 50-100mg/l.
- **Cloruros:** Según la OMS el límite máximo admisible es de 200mg/l. Concentración ideal: 50-100mg/l.
- **Flúor:** En concentraciones de 1mg/l puede producir un efecto beneficioso en la protección de los dientes, por encima de 1,5 mg/l producirá el efecto contrario.
- **Calcio:** En el agua la concentración ideal es de 50-100mg/l.
- **Magnesio:** Por encima de los 125mg/l producirá un efecto laxante y diurético y dará un cierto sabor amargo al agua. Concentración ideal: 10-30mg/l.
- **Sodio:** Un exceso de sodio en el agua puede provocar enfermedades coronarias. Concentración ideal: 20-50mg/l.
- **Potasio:** La concentración ideal del potasio en el agua es de 1-3 mg/l.
- **Silicio:** El silicio es bueno para las enfermedades del corazón. Concentración ideal: 20mg/l.
- **Carbonatos:** Generalmente, se encuentran en altas concentraciones. Concentración ideal: 250-300mg/l.

En el caso de querer medir el porcentaje de materia orgánica presente, se han establecido una serie de índices especiales que utilizan parámetros indirectos.

- **DBO (demanda biológica o bioquímica de oxígeno):** Mide la cantidad de materia orgánica que puede ser oxidada y se expresa en  $O_2$  /l. Un valor superior a 30mg  $O_2$  /l indica contaminación orgánica del agua; sin embargo, el agua para consumo humano debe presentar valores de DBO por debajo de los 3mg  $O_2$  /l.

- **DQO (demanda química de oxígeno):** Mide la cantidad de materia orgánica que puede ser oxidada en una muestra líquida, pero en este caso, por

medios químicos. Al igual que el DBO, se expresa en O<sub>2</sub>/l. La DBQ suele tener valores superiores a la DBO, puesto que en este caso se oxida tanto la materia biodegradable como la no biodegradable. La distancia entre los valores del DQO y los del DBO indica el grado de biodegradabilidad de la muestra analizada.

- **COT (índice de carbono orgánico total):** Mide la cantidad de carbono orgánico presente en una muestra. El carbono orgánico corresponde a todos los organismos presentes y, a diferencia de la DBO o la DQO, es independiente del estado de oxidación. El COT se expresa en CO<sub>2</sub>/l. Una medida de 260mg de CO<sub>2</sub>/l indica una contaminación fuerte; sin embargo, por debajo de los 50mg CO<sub>2</sub>/l se encuentra dentro de los límites recomendados.

- **OD (oxígeno en disolución):** La cantidad de oxígeno presente en disolución en el agua es uno de los principales indicadores de calidad de las aguas. Su concentración puede medirse en mg/l, ppm o porcentaje de saturación. Se debe tener en cuenta que a mayor porcentaje de oxígeno disuelto, se obtiene mejor calidad del agua.

### 1.3. Indicadores biológicos.

Uno de los mejores indicadores de que un agua natural es de buena calidad es la cantidad y el tipo de organismos vivos presentes. Cuanto más sensible sea a los cambios un organismo, mejor indicador será. En general se toman muestras de tres tipos de organismos: microorganismos, invertebrados bentónicos (que viven en el fondo) y organismos de gran tamaño como los peces, cangrejos, anfibios...

- **Índices bióticos:** Determinan la calidad del agua para el consumo humano sobre la base de parámetros biológicos como la presencia y la abundancia de especies indicadoras de dicha calidad. En España, uno de los más utilizados es el BMWP, que toma como referencia principal la riqueza biológica de las aguas naturales en función del número y tipo de especies presentes.

TIPO	VALOR BMWP	ESTADO DEL AGUA
1	>120	Buena calidad. Aguas muy limpias.
2	101-120	Calidad aceptable. Aguas no contaminadas o alteradas de modo sensible
3	61-100	Se evidencian algunos efectos de contaminación.
4	36-60	Mala calidad. Aguas contaminadas.
5	16-35	Aguas muy contaminadas.
6	<15	Aguas fuertemente contaminadas.

#### **1.4. Indicadores mixtos.**

Existen indicadores de la calidad de las aguas que combinan diferentes parámetros. Un ejemplo es el ICG (Índice de Calidad General), muy utilizado en España, que tiene en cuenta parámetros tanto físicos como químicos del agua, integrando 23 indicadores diferentes, como conductividad, DBO, DQO, nitratos, oxígeno disuelto y pH, entre otras.

# **XI. MEDIOS DE CULTIVO**

Dado el pequeño tamaño de los microorganismos, la cantidad de información que puede obtenerse de un individuo es muy limitada. Por ello es necesario el estudio de poblaciones, que contienen miles o millones de individuos. Estas poblaciones se obtienen al hacer crecer los microorganismos bajo condiciones más o menos bien definidas, como cultivos.

El estudio de estos cultivos permite detectar la presencia de microorganismos en una muestra y su posterior identificación, efectuar pruebas de susceptibilidad de estos microorganismos a antibióticos o a antisépticos concretos, etc.

El cultivo es el crecimiento de poblaciones microbianas en ambientes artificiales (medios de cultivo) y bajo condiciones de laboratorio (temperatura, humedad, presión de oxígeno y pH óptimos para el crecimiento del microorganismo concreto y sin presencia de microorganismos contaminantes).

Se entiende por medio de cultivo la mezcla de sustancias, naturales, sintéticas o ambas, que permite el crecimiento y la reproducción de microorganismos o bien que permite mantener su viabilidad.

Los medios de cultivo son otro de los productos que encontraremos en los laboratorios de análisis clínicos. La mayoría de ellos pueden prepararse en el propio laboratorio, pero cada vez es más habitual que se adquieran preparados listos para su uso.

## **1. TIPOS DE MEDIOS DE CULTIVO.**

Existen medios de cultivo generales y medios de cultivo selectivos:

### **1.1. Medios de cultivo generales.**

Permiten el crecimiento de una gran variedad de microorganismos. Pertenecen a esta categoría las infusiones de extractos de carne y peptona, una mezcla de composición similar a la de los líquidos orgánicos, que se utiliza para muchas bacterias patógenas (causantes de enfermedades).

### **1.2. Medios de cultivo selectivos.**

Favorecen el crecimiento de un género o de una especie concreta de microorganismos. Son muy útiles para aislar ciertos microorganismos a partir de una población mixta. Por ejemplo, si a un cultivo se le añade un inhibidor del crecimiento de bacterias Gram +, como el cristal violeta, nos aseguramos de que en ese cultivo sólo van a crecer bacterias Gram-. Pertenecen a esta categoría el caldo lactosa bilis verde brillante o el agar Salmonella-Shigella.

Según el procedimiento que se utiliza para favorecer el crecimiento de microorganismos concretos, podemos distinguir entre medios de cultivo diferenciales y medios de enriquecimiento.

- **Medios de cultivo diferenciales.** Utilizan propiedades diferenciales del crecimiento microbiano. El medio de cultivo con agar sangre diferencia las bacterias hemolíticas de las no hemolíticas, el medio de cultivo de McConkey diferencia a las que son lactosa (+) de los lactosa (-).

- **Medios de enriquecimiento.** Deberían llamarse medios enriquecidos porque lo que se hace es añadir aditivos, que favorecen el crecimiento de un grupo determinado de microorganismos, y neutralizantes que inhiben el crecimiento de otros microorganismos que interferirían con el que estamos buscando. Se puede adicionar sangre, suero o extractos de tejidos animales o de plantas. Por ejemplo el caldo selenito cistina o el caldo agar sangre.

## **2. PRESENTACIÓN DE LOS MEDIOS DE CULTIVO.**

### **2.1. Medios Líquidos o caldos de cultivo.**

Son los que una vez preparados se mantienen en estado líquido. Suelen utilizarse para realizar la suspensión de disolución de la muestra a analizar con el fin de conseguir la disolución madre. Pueden presentarse en bolsas de 5 litros, en frascos de 250 ml, o en tubos de un solo uso.

### **2.2. Medios sólidos.**

Contiene un agente espesante, por lo general agar a una concentración del 1,5 %. El agar es un derivado de algas. Es sólido a temperaturas inferiores a los 40 o 45°C.

### **2.3. Medios semisólidos.**

Tienen una consistencia intermedia entre la de los anteriores. Suelen contener una concentración de agar del 0,7 %.

Tal como hemos apuntado, la mayoría de los medios de cultivo se compran hoy en día ya preparados. Unos llegan para su uso en distintas presentaciones, y otros deshidratados. La ventaja de los primeros es su comodidad y la desventaja, que su plazo de conservación es corto. Los deshidratados, en cambio, pueden conservarse bastante más tiempo, pero hay que prepararlos antes de usarlos.

### **3. PREPARACIÓN Y CONSERVACIÓN DE MEDIOS DE CULTIVO.**

Los medios de cultivo que no se adquieren listos para su uso deben prepararse en el laboratorio (siguiendo las indicaciones de los fabricantes en el caso de los que parten de medios comerciales deshidratados). Posteriormente se esterilizan, se revisan y se conservan.

#### **3.1. Consejos de preparación.**

- Al pesar medios de cultivo deshidratados, tener cuidado de no inhalar el polvo desprendido. Algunos contienen sustancias tóxicas para las personas.

- Los medios se preparan en frascos ISO de capacidad suficiente para facilitar la agitación y la completa disolución de los distintos componentes. Pero también se pueden utilizar autopreparadores, si el volumen de medio que se necesita es superior a 2L.

- Añadir paulatinamente el agua necesaria, evitando formar una masa compacta. Todos los medios deshidratados se preparan añadiendo agua desionizada o destilada de calidad comprobada.

- La solución o la suspensión que se haga debe ser totalmente homogénea. Si necesita calentarse, hazerlo lo mínimo posible. Es recomendable calentar el agua a 50-65 °C, antes de añadirla porque eso favorece notablemente la disolución. Los componentes deben agitarse mientras se calientan, sobre todo los agares.

#### **3.2. Esterilización.**

Algunos medios de cultivo se esterilizan con autoclave, otros al baño María y otros mediante filtración por membrana. Todos ellos son procedimientos de esterilización. En todo caso las indicaciones del fabricante te indicarán que procedimiento debes seguir en cada uno de los medios comerciales deshidratados.

#### **3.3. Revisión.**

Es importante comprobar que el medio que se ha preparado se comporta correctamente. Las pruebas que se deben hacer para tener seguridad son:

1. Revisión macroscópica: Se examina el medio a simple vista, atendiendo a su color, a su opalescencia y transparencia, a la humedad en las placas ya preparadas y a la posible aparición de precipitados.

2. Vigilancia de Ph: La mayoría de los microorganismos se desarrollan mejor en medios con un pH neutro.

3. Vigilancia de la esterilidad: Se lleva a cabo incubando a 30 °C durante 72 horas una pequeña porción, representativa del lote de medio preparado, para comprobar que allí no crecen gérmenes.

4. Prueba de la eficacia: En una pequeña porción representativa del medio preparado, se inocula un microorganismo - normalmente el propio fabricante aconseja el más adecuado- y se cultiva. Así se comprueba si en el medio de cultivo preparado ese microorganismo se desarrolla correctamente.

### **3.4. Conservación.**

Cada lote de medio de cultivo, una vez preparado, esterilizado, revisado y en su presentación final, se identifica mediante una etiqueta con el nombre del medio de cultivo correspondiente, el número de lote y la fecha de caducidad.

Se almacenan en frigorífico a 4°C. No se deben guardar por debajo de 0°C, porque eso altera la estructura del agar. Los medios preparados en placas se guardan en bolsas de plástico, precintadas con cinta adhesiva para preservarlos de la desecación, y se ponen en la nevera en posición invertida, para evitar la caída de gotas de condensación sobre el medio.

## **4. TÉCNICAS MICROBIOLÓGICAS.**

Las técnicas microbiológicas se utilizan para detectar si hay microorganismos sobre una muestra y para identificarlos y cuantificarlos. Por tanto, el primer paso en el estudio microbiológico será aislar las diferentes especies de microorganismos que haya en la muestra.

### **4.1. La siembra.**

La técnica para el aislamiento comienza preparando un inóculo de siembra, que es la deposición de una pequeña porción de la muestra en el medio o en los medios de cultivo adecuado, en función de las especies microbianas que se espera encontrar.

Por eso existen distintos métodos o tipos de siembra, en función de la muestra de partida, del medio en el que se siembra y de la finalidad del estudio. Describiremos la siembra para inoculación y la siembra para aislamiento.

- **Siembra para inoculación:** La inoculación consiste en tomar una pequeña porción de la muestra y diluirla para dispersarla y que crezca con más facilidad en el medio de cultivo. Se puede inocular en medio líquido o en medio sólido.

- **Siembra para aislamiento:** La finalidad de este tipo de siembras es la de obtener cultivos puros. Se siembra en placa de Petri que contienen medios de cultivo sólidos. Existen varios tipos de siembras para aislamiento: Siembra en estría o zig-zag, siembra por estría múltiple, siembra de los cuatro cuadrantes, siembra de los tres giros.

#### **4.2. La observación.**

Para estudiar la forma y la movilidad de los microorganismos, es necesario observarlos mientras están vivos. Además, los cultivos que han de estudiarse han de ser recientes - jóvenes- ya que los microbios de los cultivos antiguos -viejos- pierden movilidad. Las técnicas utilizadas para la observación son el examen en fresco, la coloración y la tinción.

- **Examen en fresco:** Pueden seguirse dos métodos:

- Método de la gota pendiente.
- Método de la cámara húmeda.

- **Coloración:** La coloración pone de manifiesto detalles estructurales de los microorganismos, que no es posible apreciar en la observación en fresco. Se utilizan colorantes muy diluidos, que propiamente no tiñen, sino que se acumulan en ciertas estructuras del microbio. Los más comunes de estos son el rojo neutro, el azul de metileno y la nigrosina. La técnica consiste simplemente en depositar una gota del colorante diluido en el portaobjetos y depositar sobre ella una gota de suspensión del microorganismo, mezclándolas cuidadosamente. Se tapa la preparación con el cubreobjetos y se observa al microscopio.

#### **4.3. Tinción.**

Las tinciones permiten ver con detalle los microorganismos, de forma que se aprecian las características que los diferencian a unos de otros. Además de permitir la observación las tinciones se utilizan como prueba de identificación. Mediante la respuesta a determinadas tinciones conoceremos características que nos permitirán la identificación de los microorganismos: Gram +, lactosa -...

Los peores obstáculos de la tinción, que impiden conseguir el resultado deseado, son los errores del técnico. Para evitarlos hay que elegir bien los reactivos y ser muy cuidadosos al ejecutar la técnica. A continuación describimos algunas de las fuentes de error:

- Impurezas en los reactivos de tinción.
- Concentración inadecuada de los reactivos de tinción.

- pH inadecuado. El colorante se fija a la célula por mecanismos físico-químicos, que se alteran si el Ph no es el apropiado. Los colorantes pueden ser ácidos, básicos o neutros.

- Tiempo de tinción incorrecto.

- Temperatura suficiente.

#### **4.3.1. Etapas del proceso de tinción**

1. Extensión. Para obtener una película fina de muestra, que puede observarse al microscopio.

2. Deseccación. La muestra se deseca por el calor suave de la exposición intermitente a las cercanías de una llama.

3. Fijación. Consigue la muerte del microorganismo por coagulación de sus proteínas y deja la preparación adherida al portaobjetos. Se puede realizar bien por inmersión en una solución fijadora bien por exposición a vapores de un compuesto fijador.

4. Tinción. El microorganismo se tiñe con los colorantes adecuados.

5. Lavado. Para eliminar el exceso de colorante.

6. Secado de la preparación.

# **VI. MICROORGANISMOS DE MEDIO DE CULTIVO**

Son organismos de una sola célula, su forma puede ser esférica, espiral, etc. y su hábitat es variable. Pueden existir como organismos individuales, formando cadenas, grupos o pares. Las bacterias son las formas de vida más abundantes en la tierra. Tienen una longitud entre 0,4 y 14  $\mu\text{m}$  y sobre 0,2 a 12  $\mu\text{m}$  de ancho. Se reproducen mediante la replicación del ADN, y división de dos células independientes. En circunstancias normales este proceso dura entre 15 y 30 minutos.

Existen algunas bacterias que viven a expensas de vegetales, animales y el hombre, es decir, son parásitos. Juegan un papel fundamental en la naturaleza y en el hombre: la presencia de una flora bacteriana normal es indispensable, aunque gérmenes son patógenos.

Tienen un papel importante en la industria y permiten desarrollar importantes progresos en la investigación, concretamente en fisiología celular y en genética. El examen microscópico de las bacterias no permite identificarlas, ya que existen pocos tipos morfológicos, cocos (esféricos), bacilos (bastón) y espirilos (espiras).

Las bacterias tienen un papel funcional ecológico específico. Por ejemplo, algunas se encargan de la degradación de la materia orgánica, y otras bacterias forman parte del metabolismo del hombre.

Las bacterias no solo pueden provocar enfermedades cuando entran en el cuerpo humano a través de los alimentos, sino que las aguas superficiales también pueden ser una fuente importante de infecciones bacterianas.

Las bacterias son a menudo malignas y es la causa de enfermedades en los humanos y en animales. Sin embargo, ciertas bacterias, producen antibióticos, otras viven simbióticamente en los intestinos de animales (inclusive en los humanos) o en otra parte de sus cuerpos.

## **1. SALMONELLA SP.**

Es un género de bacterias que pertenece a la familia Enterobacteriaceae. Son bacterias móviles que producen sulfuro de hidrógeno. Fermentan glucosa pero no lactosa.

Es un agente zoonótico de distribución universal. Se transmite por contacto directo o contaminación cruzada durante la manipulación, en el procesado de alimentos o en el hogar, también por vía sexual.

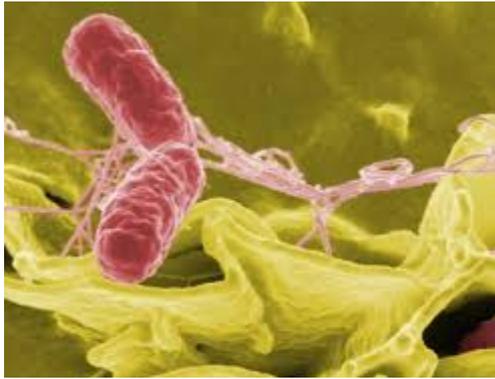


Foto. Sallmonella SP.

Para la bacteriología clínica, Salmonella es un bacilo patógeno primario (como Shigella, Yersinia y ciertas cepas de E. coli), anaerobio facultativo, algunos móviles y no fermentan la lactosa. S. typhi es la única serovariedad que no produce gas en la fermentación de los azúcares.

El tratamiento taxonómico actual de Salmonella ha simplificado el espectro, reagrupando todas las cepas (patógenas o no) en dos únicas especies:

S. entérica y S. bongori. Ésta última (previamente subespecie V) no es patógena para el ser humano.

Con importancia clínico epidemiológica, las más de 2000 serovariedades de Salmonella pueden agruparse en tres divisiones ecológicas (spp. son subespecies):

- Salmonella spp. adaptadas a vivir en el ser humano, entre ellas, S. typhi, S. paratyphi A, B y C;
- Salmonella spp. adaptadas a hospederos no humanos, que circunstancialmente pueden producir infección en el hombre, entre ellas, S. dublin y S. choleraesuis;
- Salmonella spp. sin adaptación específica de hospedero, que incluye a unas 1800 serovariedades de amplia distribución en la naturaleza, las cuales causan la mayoría de las salmonelosis en el mundo.

La salmonella produce salmonelosis con un período de incubación de entre 5 horas y 5 días, diarrea y dolor abdominal. A través de las heces el enfermo elimina un gran número de esta bacteria y fiebre entérica con un periodo de incubación de 7 a 28 días, causante de dolor de cabeza, fiebre, dolor abdominal y diarrea, erupción máculo-papulosa en pecho y espalda. Los enfermos presentan un período de convalecencia entre 1 y 8 semanas. También puede ocasionar fiebres entéricas o infección intestinal por intoxicación con algunos alimentos.

### 1.1. Salmonella typhi.

Causa la fiebre tifoidea, una enfermedad sistémica grave que puede dar lugar a hemorragia o perforación intestinal. Aunque el agente de la fiebre tifoidea puede transmitirse también por alimentos contaminados y por contacto directo con personas infectadas, la forma más común de transmisión es a través del agua. La fiebre tifoidea ha

sido prácticamente eliminada de muchas partes del mundo, principalmente como resultado del desarrollo de métodos efectivos para tratar el agua.

El diagnóstico de una infección por *S. typhi* se realiza a través del aislamiento de la bacteria de sangre, heces, orina, aspirado de médula ósea y bilis.

Estas pruebas tardan dos a tres días en aportar los resultados, pues la muestra se diluye en un medio de cultivo y, dado que se estima que un paciente con fiebre tifoidea presenta, por ejemplo, 20 bacterias o menos por ml de sangre, se requiere esperar a que se multiplique lo suficiente para ser observada por turbidez del medio. El cultivo de la sangre es el método más frecuentemente usado para un diagnóstico preciso, aunque su sensibilidad no es más del 90%, incluso cuando se toman tres muestras consecutivas. El cultivo de aspirado de médula ósea es más sensible, pero el procedimiento de extracción del aspirado es delicado y doloroso. Pruebas bioquímicas y serológicas se realizan para confirmar el diagnóstico.

La bacteria *S. typhi* se propaga por alimentos, agua y bebidas contaminadas. Después de su ingestión, la bacteria se propaga desde el intestino hasta los ganglios linfáticos del intestino, hígado y bazo por la sangre donde se multiplica. Se recomiendan las vacunas si se viaja fuera de los Estados Unidos, Canadá, Europa del Norte, Australia y Nueva Zelanda y si se viaja durante brotes epidémicos. La inmunización no siempre es completamente efectiva y los viajeros bajo riesgo deben limitarse a beber agua hervida o embotellada e ingerir solamente alimentos bien cocinados.

Son importantes las medidas de salud pública entre las que se encuentran: el adecuado tratamiento del agua y de los desechos, y proteger los alimentos de la contaminación. No se debe permitir la manipulación de alimentos a portadores de tifoidea.

## **2. SHIGELLA DYSENTERIAE.**

Shigellae es una bacteria Gram-negativo, no formadora de esporos, organismo anaerobio facultativo, inmóvil.

Es una bacteria muy similar a *E. coli* de la que se diferencia porque *Shigella* no es capaz de fermentar la lactosa. También presenta características similares a *Salmonella* de la que se diferencia por su falta de motilidad y por su incapacidad para producir H<sub>2</sub>S.

*Shigella dysenteriae* es una especie de bacterias redondeadas del género *Shigella*. Son habitantes normales del tracto gastrointestinal humano y pueden causar shigellosis (disentería bacilar). Esta enfermedad esta causada por su capacidad para producir la enterotoxina Shiga, y se manifiesta con fiebres altas, síntomas tóxicos, retortijones, pujos intensos e incluso convulsiones. Esta enfermedad puede causar epidemias de gran magnitud, con altísimos índices de mortalidad.

Además de esta toxina, *Shigella* presenta una serie de proteínas que facilitan la invasión celular (patógeno invasivo penetrante) y una hemolisina. *Shigella* es muy infecciosa y la ingestión de un número reducido de microorganismos es suficiente para causar la enfermedad. El contagio suele ser por el consumo de alimentos contaminados con materia fecal y por contagio oro-fecal.



**Foto.** *Shigella Dysenteriae*.

El tratamiento de la enfermedad se puede hacer con antibióticos, aunque en adultos, el propio curso de la diarrea tiende a eliminar el patógeno.

*S. dysenteriae*, se esparce en agua y en alimentos contaminados, causando las más severas disenterías debido a su potente y mortal toxina Shiga, pero otras especies pueden también ser agentes de disentería.

### **3. VÍBRIO CHOLERAE.**

*Vibrio cholerae* es una bacteria Gram negativa con forma de bastón curvo que provoca el cólera en humanos. Junto con otra especie de género *Vibriopertenece* a la subdivisión gamma de las Proteobacteria. Bioquímicamente se caracterizan por dar positivo en las pruebas de la 3 y de la oxidasa. Su metabolismo es fermentativo; pueden fermentar, entre otros sustratos, la glucosa. Poseen flagelación polar, lo cual les dota de movilidad.

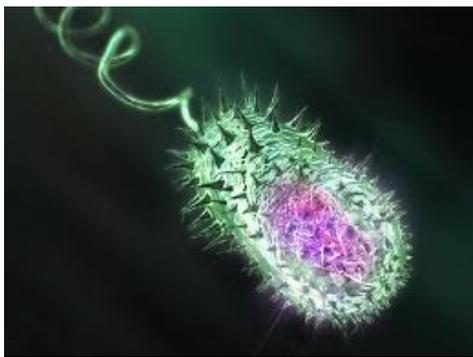
Existen dos variedades de *V. cholerae* que son potencialmente patógenas para los humanos. El principal tipo que causa el cólera es *V. cholerae* O1, y los otros tipos son conocidos como no O1.

El *V. cholerae* O1 es el responsable de la epidemia asiática o cólera. Los brotes son muy escasos en Europa y Norte América, ocurriendo principalmente en las regiones

tropicales. El cólera siempre es asociado con el agua contaminada o con los pescados (mariscos) provenientes de las mismas. Por otro lado, el *V. cholerae* no O1 está relacionado a la variedad anterior, pero sólo infecta a los humanos y a otros primates, causando una enfermedad menos severa que el cólera. Tanto las cepas patogénicas como las no patogénicas del organismo son habitantes normales de los ambientes marinos y de los estuarios. En el pasado, este organismo ha sido referido como vibrio no cólera (VNC) y como vibrio no

### 3.1. El cólera.

El cólera es el nombre de la infección causada por *V. cholerae*. Los síntomas del cólera asiático pueden variar desde una diarrea leve y acuosa hasta una diarrea severa. Por lo general, la aparición de la enfermedad es repentina, con períodos de incubación que varían desde las 6 horas hasta los 5 días. Entre los síntomas que pueden ocurrir se hallan: calambres abdominales, náuseas, vómito, deshidratación y shock, e inclusive la muerte cuando la pérdida de fluidos y de electrolitos es muy severa. La enfermedad es causada por la ingestión de bacterias viables, que se adhieren al intestino delgado y producen la toxina del cólera, resultando en una diarrea acuosa, característica de esta enfermedad.



**Foto.** Vibrio Cholerae.

Estudios realizados en personas saludables ofrecidas voluntariamente han demostrado que para causar la enfermedad se necesita la ingestión de aproximadamente un millón de organismos. Además, el consumo de antiácidos disminuye marcadamente la dosis infecciosa requerida. Entre los síntomas de la enfermedad causada por el *V. cholerae* no O1 están la diarrea, los calambres abdominales y los síntomas de fiebre asociados con el vómito y las náuseas, que ocurren en aproximadamente el 25% de los individuos infectados. Así mismo, un porcentaje similar presentan sangre y moco en las heces fecales. La diarrea puede ser severa en algunos casos, durando de 6-7 días y presentándose generalmente a las 48 horas siguientes de la ingestión del organismo. Es desconocida la forma en como éste causa la enfermedad; sin embargo, se sospecha de una enterotoxina así como de un mecanismo invasivo. La enfermedad se produce cuando el organismo se adhiere al intestino delgado del individuo infectado y es probable que después lo invada.

Se cree que deben ingerirse grandes cantidades (más de un millón) de organismos para causar la enfermedad.

El cólera sólo se puede confirmar mediante el aislamiento del organismo a partir de las heces diarreicas del individuo afectado. Del mismo modo, el diagnóstico de la infección producida por *V. cholerae* no O1 se realiza aplicando la misma metodología anterior, pudiéndose utilizar también como muestra, la sangre de los pacientes con septicemia.

El cólera es una enfermedad generada en la mayoría de los casos por la falta de higiene, que resulta en la contaminación de las fuentes de agua. Este es el principal mecanismo para su distribución en las comunidades pobres de América del Sur.

Las buenas condiciones de saneamiento en Europa y Estados Unidos son las responsables de la casi total erradicación de la epidemia de esta enfermedad.

Algunos casos esporádicos se han presentado cuando se han consumido mariscos crudos obtenidos de aguas costeras contaminadas con heces fecales. El cólera también puede ser transmitido por los mariscos obtenidos de las aguas no contaminadas, ya que el *V. cholerae* no O1 es autóctono de esta clase de aguas.

Los mariscos obtenidos de las aguas costeras frecuentemente contienen la bacteria *V. cholerae* serogrupo no O1. Además, el consumo de los mariscos crudos, semicrudos (inadecuadamente cocidos) o recontaminados puede causar la enfermedad.

Las principales causas de la enfermedad son la higiene deficiente, el agua contaminada y el manejo inadecuado de los alimentos. Por esta razón, el agua correctamente hervida y la buena higiene pueden prevenir las infecciones causadas por *V. cholerae* en una gran medida.

Se cree que todas las personas son susceptibles a la infección, pero los individuos con el sistema inmunológico dañado o no desarrollado, con acidez gástrica reducida o con malnutrición pueden sufrir formas más severas de la enfermedad.

Así mismo, todos los individuos que consumen mariscos crudos son susceptibles a padecer de diarrea causada por este organismo.

#### **4. ESCHERICHIA COLI.**

Se encuentra generalmente en los intestinos animales, incluido el humano, y en las aguas negras. Ésta y otras bacterias son necesarias para el funcionamiento correcto del proceso digestivo. Además produce vitaminas B y K. Es una bacteria fermentadora

de la lactosa, y por esta característica puede ser identificada en medios de cultivo diferenciales. Es una bacteria utilizada frecuentemente en experimentos de genética y biotecnología molecular.

Generalmente las cepas de *E. coli* que colonizan el intestino son comensales, sin embargo dentro de esta especie se encuentran bacterias patógenas causantes de una diversidad de enfermedades gastrointestinales. Puede causar neumonía, diarreas acuosas, y patologías de las vías urinarias.



**Foto.** Escherichia Coli.

Dentro de los *E. coli* patógenos se incluyen: *E. coli* enteropatogénico, *E. coli* enterotoxigénico, *E. coli* enteroinvasivo, *E. coli* enterohemorrágico, *E. coli* enteroadherente, *E. coli* enteroagregativo.

#### **4.1. *E. coli* enterotoxigénica (ETEC)**

Causada por el consumo de alimentos contaminados.

#### **4.2. *E. coli* enteropatógena (EPEC)**

Ocasiona epidemias y diarreas entre lactantes. Produce una enterotoxina citotóxica similar a la de *Shigella dysenteriae*. Está prácticamente erradicada de los países desarrollados.

#### **4.3. *E. coli* enterohemorrágica (EHEC)**

Causada por consumo de alimentos de origen animal en mal estado.

#### **4.4. *E. coli* enterinvasiva (EIEC)**

Causada por el consumo de agua o alimentos contaminados con materia fecal. Posiblemente produce una enterotoxina citotóxica. En el tratamiento es muy importante velar por la rehidratación del paciente. El síndrome urémico-hemolítico es una complicación grave de ciertas infecciones producidas por *E. Coli* (O157:H7), *Shigella* y *Salmonella*. Es una enfermedad más común en los niños, que era infrecuente; pero cuya incidencia ha ido aumentando. En adultos es rara, aunque se puede presentar en pacientes oncológicos. La enfermedad se caracteriza por insuficiencia renal, anemia hemolítica y trombocitopenia.

## **5. YERSINIA ENTEROCOLITICA.**

Y. enterocolitica es una bacteria pequeña de forma redonda y Gramnegativa, la cual es aislada frecuentemente de los especímenes clínicos tales como las heridas, las heces fecales, el esputo o las glándulas linfáticas mesentéricas. Sin embargo, no forma parte normal de la flora humana. Por otro lado, Y. pseudotuberculosis ha sido aislada del apéndice infectado en los humanos. Ambos organismos han sido aislados frecuentemente de los animales, tales como los cerdos, las aves, los castores, los gatos y los perros.

Solamente la bacteria Y. enterocolitica se ha encontrado en muestras ambientales de lagunas y lagos, y en alimentos como la carne, los helados y la enterocolitica. La mayoría de los organismos aislados no han sido catalogados como patógenos.



**Foto.** Yersinia Enterocolítica.

El nombre de la enfermedad causada por este microorganismo es yersiniosis. Existen tres especies patogénicas dentro del género Yersinia, pero sólo Y. enterocolitica y Y. pseudotuberculosis causan gastroenteritis. Hasta el momento, se han reportado muy pocos casos de brotes causados por Y. pseudotuberculosis, como por ejemplo las presentadas en Japón, donde se reportaron infecciones en humanos transmitidas por alimentos y por aguas contaminadas.

### **5.1. La yersiniosis.**

La yersiniosis se caracteriza generalmente por síntomas tales como la gastroenteritis con diarrea y/o con vómito; sin embargo, la fiebre y el dolor abdominal son los síntomas que la definen. Las infecciones causadas por Yersinia son similares a la apendicitis y a la linfadenitis mesentérica, pero esta bacteria también puede causar infecciones en otras áreas como en las heridas, en las articulaciones y en el tracto urinario. La dosis infecciosa es desconocida. La aparición de la enfermedad se da entre las 24 y 48 horas después de la ingestión, la cual es la ruta usual de infección (los alimentos y las bebidas son los vehículos de transmisión).

El diagnóstico de la yersiniosis se inicia con el aislamiento del microorganismo a partir de las heces fecales, de la sangre, o del vómito de la víctima, y a veces la muestra es tomada durante la apendicectomía. La confirmación se realiza con el aislamiento y la posterior identificación bioquímica y serológica de *Y. enterocolitica*, provenientes tanto del hospedero humano como del alimento ingerido. Se ha reportado que la diarrea ocurre en el 80% de los casos; y que los síntomas más confiables son el dolor abdominal y la fiebre. Dada la dificultad para el aislamiento de *Yersinia* de las heces fecales, muchos países dependen de la serología. Para ello, a los pacientes críticos y convalecientes se les realiza un análisis en busca del serotipo de *Yersinia* spp. sospechoso.

Las cepas de *Y. enterocolitica* se pueden encontrar en las carnes (de cerdo, la de carne de vaca, la de cordero, etc.), en las ostras, el pescado, y la leche cruda. La causa exacta de la contaminación de los alimentos es desconocida. Sin embargo, la prevalencia de este organismo en el suelo y el agua, así como también en ciertos animales como los castores, los cerdos, y las ardillas, ofrece grandes oportunidades para que este organismo ingrese en la cadena alimentaria. La falta de higiene de los manipuladores de alimentos y las técnicas de esterilización inadecuadas, además del almacenamiento inapropiado, son también importantes fuentes que contribuyen a la contaminación.

La *Yersinia* es sensible al calor y como resultado morirá durante el calentamiento (mayor a 70°C). Las principales causas de infección son el consumo de los alimentos crudos o parcialmente cocidos y así como la contaminación cruzada, que ocurre cuando los productos cocidos entran en contacto con los materiales crudos o contaminados (tablas para cortar). Por esta razón, la cocción adecuada y la higiene en el manejo de los alimentos puede prevenir las infecciones causadas por *Yersinia* en una gran medida.

Las poblaciones más susceptibles a la enfermedad principal y a sus posibles complicaciones son las más jóvenes, también los débiles, los ancianos y las personas que se encuentren bajo terapias inmunodepresivas.

## **6. CAMPYLOBACTER JEJUNI.**

Campylobacter jejuni es una especie del género Campylobacter. Es un bacilo que responde negativamente a la tinción de Gram, presenta movilidad por uno o dos flagelos polares (que se encuentran en sus extremos), es microaerófilo capaz de crecer en una atmósfera de composición 5 % oxígeno, 10 % dióxido de carbono y 85 % de nitrógeno, no utiliza los hidratos de carbono. Provoca infecciones intestinales. El cuadro clínico se manifiesta por una diarrea aguda, que puede o no ir acompañada de vómitos, dolor abdominal, dolor de cabeza y malestar general. El período de incubación es de 1 a 10 días, el cuadro clínico es autolimitado y dura entre 2 a 5 días, el uso de antibióticos no varía el curso clínico, sólo elimina el germen jejuni.



Hay estudios que indicarían que Campylobacter es la primera causa de diarrea en países desarrollados, sobre otros patógenos como Salmonella, Shigella y Escherichia coli. Desde la década del 90 y a pesar del aumento en las exigencias sanitarias a la industria de alimentos de Europa Occidental, Norteamérica, Australia y Nueva Zelanda los casos de infecciones producidas por Campylobacter lejos de disminuir han aumentado, sin existir una explicación para esto.

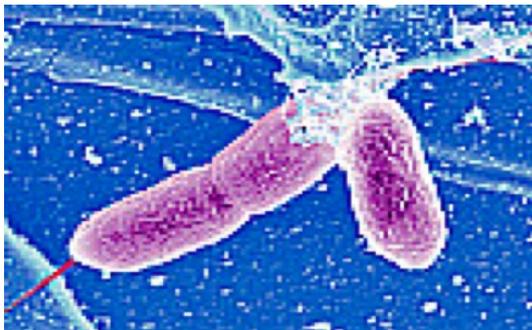
En el ser humano, la transmisión indirecta es la más importante, debida a alimentos poco cocinados como son las aves (principalmente pollo), la leche y el agua. Esta bacteria es sensible a las temperaturas ambientales, a la desecación, así los medios secos son muy perjudiciales para ella, a los ácidos, lo que limita mucho los lugares en donde se puede desarrollar, a los desinfectantes, al oxígeno en dosis excesivas por lo que las atmósferas modificadas son un buen medio de lucha y al almacén a 25 °C. También es un mal competidor con otros microorganismos.

## **7. PLESIOMONAS SHIGELLOIDES.**

Es una bacteria Gram-negativa con forma de bastoncillo que ha sido aislada del agua potable, de los pescados de agua dulce y de los mariscos, así como también de varios tipos de animales incluyendo el ganado vacuno y porcino, las cabras, los cerdos, los gatos, los perros, los monos, los buitres, las serpientes y los sapos.

Se cree que la mayoría de las infecciones humanas causadas por *P. shigelloides* tienen su origen en el agua. Principalmente, este microorganismo es de origen tropical y subtropical; y puede estar presente en el agua no potable que es posteriormente usada para el consumo humano directo, para fines recreativos o para enjuagar los alimentos que serán consumidos sin ser previamente cocidos o calentados. La ingestión de *P. shigelloides* no siempre causa enfermedad en el hospedero, pero puede residir temporalmente en la flora intestinal como un miembro transitorio y no infeccioso. Finalmente, este organismo ha sido aislado de las heces fecales de los pacientes con diarrea, pero también de algunos individuos sanos.

Es por ello que todavía no puede ser definitivamente considerado como una causa de enfermedad para los seres humanos, a pesar de que se ha asociado con la diarrea y aún más, los factores de virulencia que presenta, lo hacen un excelente candidato. La gastroenteritis es la enfermedad con la que se relaciona a *P. shigelloides*. La mayoría de las cepas de *P. shigelloides* asociadas con enfermedades gastrointestinales han sido aisladas de las heces fecales de los pacientes con diarrea que viven en áreas tropicales y subtropicales. Este tipo de infecciones rara vez son reportadas en Estados Unidos o



**Foto.** Plesiomonas Shigelloides.

Europa, debido en parte a la naturaleza autolimitante de la enfermedad. En general, la gastroenteritis causada por *P. shigelloides* es una enfermedad leve auto-limitante que produce fiebre, escalofríos, dolor abdominal, náuseas, diarrea o vómito. Los síntomas pueden comenzar luego de las 20 a 24 horas de haberse ingerido el alimento o el agua contaminados. La diarrea es acuosa,

nomucosa y libre de sangre; y en los casos severos, ésta puede ser verde-amarillenta, espumosa y con sangre. La duración de la enfermedad en personas sanas puede ser de 1-7 días. Se cree que la dosis infecciosa es alta, siendo por lo menos mayor a un millón de organismos. La patogenicidad de la infección causada por *P. shigelloides* es desconocida. Se sospecha que el microorganismo es tóxico e invasor. Se cree que su importancia como patógeno entérico (intestinal) es debido a su predominante aislamiento de las heces fecales de los pacientes con diarrea. Puede ser identificado a través del uso de simples análisis bacteriológicos, análisis de serotipos y pruebas de sensibilidad con antibióticos. La mayoría de las infecciones causadas por *P. shigelloides* ocurren durante los meses de

verano, y están correlacionadas con la contaminación ambiental del agua dulce (los ríos, las corrientes, los estanques, etc.). En los casos esporádicos o epidémicos, la ruta de transmisión se da a través del consumo de agua contaminada o de mariscos crudos.

Una prevención total probablemente no sea posible, sin embargo el evitar el consumo de mariscos crudos y de agua superficial puede reducir el riesgo. Todas las personas pueden ser susceptibles a la infección. Los bebés, los niños y los enfermos crónicos son los más propensos a experimentar una prolongada enfermedad así como sus complicaciones.

## **8. AEROMONAS SP.**

*Aeromonas hydrophila* es una especie de bacteria que está presente en todos los entornos ambientales de agua dulce y de agua salobre o semisalada. Algunas de sus cepas son capaces de producir enfermedades en los peces y los anfibios, así como también en los seres humanos, quienes pueden adquirir las infecciones a través de heridas abiertas o por la ingestión de un suficiente número de microorganismos contenidos en los alimentos o el agua. No se conoce mucho de las otras especies de *Aeromonas spp* ; pero se sabe que se tratan también de microorganismos acuáticos involucrados en enfermedades en humanos.

Actualmente, existe una controversia respecto a si la bacteria *A. hydrophila* es la causante de la gastroenteritis en humanos o no. A pesar de que este microorganismo tiene diversos atributos que lo clasifican como patógeno para los humanos, algunas investigaciones hechas con personas voluntarias, no han resultado positivas, aún utilizando un gran número de células (como por ejemplo 10<sup>11</sup>). Sin embargo, su presencia en las deposiciones de individuos con diarrea, en la ausencia de otros enteropatógenos, sugiere su participación en dicha enfermedad. *A. hydrophila* está asociada con dos tipos diferentes de gastroenteritis: una enfermedad similar al cólera con diarrea acuada y una enfermedad disintérica caracterizada por la presencia de sangre y mucosidad en las deposiciones. La dosis infecciosa de este microorganismo requerida para causarlas es desconocida, pero se ha visto que buzos que han ingerido poca cantidad de agua, han contraído la enfermedad. En este último caso, a sido posible aislar la bacteria *A. hydrophila* de sus deposiciones.

Se ha observado que los individuos con enfermedades subyacentes (septicemia) presentan un tipo de infección general en la que los organismos se dispersan por todo el cuerpo. *A. hydrophila* puede ser cultivada a partir de las deposiciones o de la sangre de los individuos infectados. Para ello, los microorganismos son sembrados y cultivados en Agar conteniendo sangre de cordero y ampicilina como antibiótico. Esta última, previene el crecimiento de la mayoría de los microorganismos competidores. La identificación de las especies es confirmada por una serie de pruebas bioquímicas. Así mismo, la habilidad del microorganismo para producir aeruginosa al microscopio barrido, con falso color. Las enterotoxinas causantes de los síntomas gastrointestinales pueden confirmarse mediante ensayos de cultivo de tejidos.

*A. hydrophila* ha sido encontrada frecuentemente en los pescados y mariscos, así como también en muestras de carnes rojas (res, cerdo y cordero) y de pollos, tomadas en los mercados. Debido a que los mecanismos virales de *A. hydrophila* son poco conocidos, se presume que no todas las cepas son patogénicas, dada la ubicuidad del organismo. *A. hydrophila* puede causar gastroenteritis en individuos sanos, o septicemia en individuos que presenten un sistema inmunológico deficiente u otras enfermedades. *A. caviae* y *A. sobria* pueden causar también enteritis en cualquier individuo, o septicemia en las personas inmunodeficientes o en aquellas que estén sufriendo de alguna enfermedad.

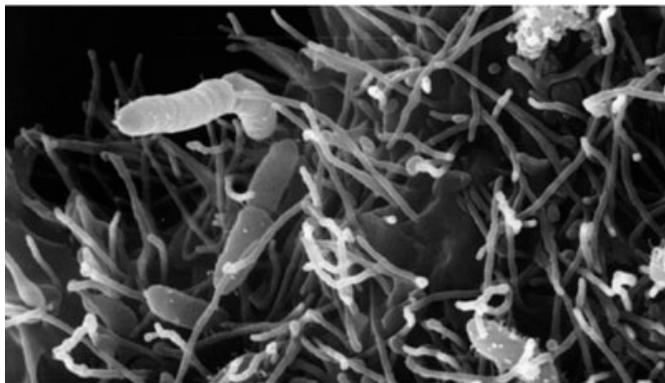
Así mismo, *A. caviae* y *A. sobria* son consideradas por muchos como “patógenos putativos”, y asociadas con enfermedades diarreicas. No obstante, aún no han sido comprobados como agentes causales. La prevención total es casi imposible; sin embargo, los alimentos que son adecuadamente cocidos, calentados y almacenados son generalmente seguros. El mayor riesgo es la contaminación cruzada, que ocurre cuando el material cocido

entra en contacto con los productos crudos, el agua contaminada o las superficies infestadas. Se cree que todas las personas son susceptibles a desarrollar gastroenteritis, aunque esta enfermedad es mayormente observada en los niños muy pequeños. Las personas con un sistema inmunológico deficiente o con enfermedades subyacentes son susceptibles a infecciones más severas. Es un género de bacilos rectos o ligeramente curvados, Gram negativos, oxidasa positivos, aeróbicos estrictos aunque en algunos casos pueden utilizar el nitrato como aceptor de electrones. El catabolismo de los glúcidos se realiza por la ruta de EtnerDoudoroff y el ciclo de los ácidos tricarbóxicos.

Algunos miembros del género son psicrófilos, mientras que otros sintetizan sideróforos fluorescentes de color amarillo-verdoso con gran valor taxonómico. Es común la presencia de plásmidos y no forman esporas. Debido a su amplia distribución en la naturaleza, las Pseudomonadaceae fueron observadas en los inicios históricos de la microbiología. Las Pseudomonadaceae eran aisladas de un variado número de nichos ecológicos de modo que un grandísimo número de especies recibían el nombre del género.

Nuevas metodologías y la aparición de abordajes basados en los estudios de macromoléculas conservadas entre diversos organismos, han reclasificado a muchas especies. La *Pseudomonas aeruginosa* ha estado aumentando como un reconocido patógeno oportunista emergente en la relevancia clínica. Varios estudios epidemiológicos diferentes indican además que la resistencia a antibióticos ha venido incrementando entre muestras clínicas.

En el año 2000, se determinó el genoma completo de una especie de *Pseudomonas* y más recientemente se han determinado las secuencias de otras especies, incluyendo *P. aeruginosa*, *P. putida*, *P. fluorescens*, *P. syringae* pathovar tomato, *P. syringae* pathovar syringae, *P. syringae* pathovar phaseolica, *P. fluorescens* y *P. entomophila*. Los miembros de este género generalmente son móviles gracias a uno o más flagelos polares que poseen, son catalasa positivos y no forman esporas. Algunas especies sintetizan una cápsula de exopolisacáridos que facilita la adhesión celular, la formación de biopelículas y protege de la fagocitosis, de los anticuerpos o del complemento aumentando así su patogenicidad. El género demuestra una gran diversidad metabólica, y consecuentemente son capaces de colonizar un amplio rango de nichos. Son de fácil cultivo in vitro y ampliamente disponibles en número, por lo que ciertas cepas son excelentes para investigaciones científicas, por ejemplo, *P. aeruginosa* y su rol como patógeno oportunista de humanos, el patógeno de plantas *P. syringae*, la bacteria de tierra *P. putida* y la *P. fluorescens* que promueve el crecimiento de plantas. Los factores de virulencia de la estructura celular incluyen antígenos somáticos O y flagelares H, fimbrias y cápsula de polisacáridos. Producen enzimas extracelulares como elastasas, proteasas y dos hemolisinas: fosfolipasa C termolábil y un lipopolisacárido termoestable. La exotoxina A bloquea la síntesis de proteínas responsable de la necrosis tisular. Las *Pseudomonas* crecen en medios simples.



**Foto.** Aeromonas SP.

En caldo, crecen abundantemente formando un anillo y un sedimento de color verde azulado. En Agar simple forman colonias brillantes, confluentes, de borde continuo y a veces ondulado con un centro opaco. El pigmento (piocianina) se difunde en el medio dándole una tonalidad verdosa. Este pigmento tiene cualidades

bactericidas sobre otras bacterias Gram positivas y Gram negativas. Las especies del género *Pseudomonas* son organismos ubicuos, bacterias Gram negativas que se encuadran dentro del grupo  $\gamma$  de las proteobacterias. Se han aislado bacterias de este género tanto en suelos limpios como en suelos contaminados por productos biogénicos y xenobióticos. También son microbiota predominante en la rizosfera y en la filosfera de plantas; del mismo modo, se han aislado de ambientes acuáticos, tanto de agua dulce como de aguas marinas. En general inocuas para el hombre también existen: patógenos oportunistas como *P.aeruginosa*; patógenos de animales y patógenos de plantas como *P.syringae*. Las cepas del género *Pseudomonas* son capaces de procesar, integrar y reaccionar a una amplia variedad de condiciones cambiantes en el medio ambiente, y muestran una alta capacidad de reacción a señales físico-químicas y biológicas. Se han descrito cepas capaces de adquirir resistencia a metales pesados, disolventes orgánicos y detergentes, lo cual les permite explotar una amplia gama de fuentes de carbono como nutrientes, así como colonizar ambientes y nichos que difícilmente son colonizables por otros microorganismos. Por ello no es sorprendente que se considere a las bacterias del género *Pseudomonas* un paradigma de versatilidad metabólica, y microorganismos claves en el reciclado de materia orgánica en los compartimentos aeróbicos de los ecosistemas, jugando, por tanto, un papel esencial en la mejora y el mantenimiento de la calidad medioambiental. Además de su uso en biodegradación las especies del género *Pseudomonas* se emplean en distintos procesos industriales, tales como la fabricación de bioplásticos o en técnicas de biocontrol. La posición taxonómica de las distintas especies del género se encuentra sujeta a revisión. *P. aeruginosa* es un patógeno oportunista humano, más comúnmente afecta a los inmunosuprimidos. Estas infecciones pueden afectar a muchas partes del cuerpo, pero típicamente afectan las vías respiratorias,

causando 50 % de las pulmonías bacteriana nasocomiales. El tratamiento de dichas infecciones puede ser difícil debido a la frecuente y repetitiva resistencia antibiótica. *P. oryzihabitans* puede también ser un patógeno humano, aunque las infecciones son raras. Puede causar peritonitis, endoftalmitis, septicemia y bacteremia. Síntomas similares, aunque poco frecuentes, puede ser vistas con *P. luteola*. *P. plecoglossicida* es una especie patógena de peces, causando ascitishemorrágica en los peces Ayu (*Plecoglossus altivelis*). *P. anguilliseptica* es también un patógeno en los peces. Debido a su actividad hemolítica, las especies que no son patógenas pueden ocasionalmente causar problemas clínicos, en particular en la infección de transfusiones de sangre.

Las *Pseudomonas*, por ser bacterias hidrófilas, han estado involucradas en otitis externa en particular asociada al agua, como es el caso del oído de nadador crónico o aquellas provocadas por la inserción de objetos penetrantes en el oído.

# **XIII. PARÁMETROS FÍSICOS**

## **1. PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS DEL AGUA**

El agua pura es incolora, inodora e insípida. No obstante, en el medio natural el agua dista mucho de ser pura y presenta unas propiedades específicas que afectan a los sentidos. Estas propiedades se denominan propiedades organolépticas y afectan al gusto, al olor, al aspecto y al tacto, distinguiéndose: temperatura, sabor, olor, color y turbidez.

### **1.1 Color, olor y sabor**

En su estado puro, el agua es tanto inodora como insípida, sin embargo, cuando sustancias orgánicas o inorgánicas se disuelven en el agua, comienza a adquirir un color característico y, algunas veces, olor.

Las aguas carecen de olor, es decir, son inodoras. Se puede dar el caso que el agua pueda oler, en tal caso, esto se puede deber a una serie de posibles motivos que, a continuación, detallamos:

- Productos químicos inestables.
- Materia orgánica en descomposición.
- Plancton: algas y protozoos.
- Bacterias.

Igualmente, el olor de un agua puede ser indicador de contaminación de la misma, bien sea por algún producto químico, o bien, por sufrir ésta un proceso de eutrofización.

El olor desagradable puede deberse a la presencia simultánea de varios elementos productores de olor, ya que tienen una acción sinérgica aditiva.

Un agua potable debe tener un sabor débil y agradable. Las aguas muy puras tienen un sabor menos agradable, debido a que contienen una cantidad menor de sales minerales. Esto hace que su sabor sea más soso.

Salvo el sabor debido a la mineralización del agua, que es fácilmente apreciable, el resto de los sabores son indicadores de contaminación o de la existencia de algas u hongos. Así, ciertos actinomicetos producen un sabor terroso, las algas verde-azuladas producen un sabor podrido y las algas verdes producen sabor a hierba. Los cloruros dan sabor salobre, el magnesio amargo y el aluminio a terroso.

### **1.2. Turbidez**

Hay varios parámetros que influyen en la turbidez del agua. Algunos de estos son:

- Fitoplancton
- Sedimentos procedentes de la erosión

- Sedimentos resuspendidos del fondo (frecuentemente revueltos por peces que se alimentan por el fondo, como la carpa)
- Descarga de efluentes
- Crecimiento de las algas
- Escorrentía urbana

### **1.2.1. ¿Cuáles son las consecuencias de una alta turbidez?**

Las partículas suspendidas absorben calor de la luz del sol, haciendo que las aguas turbias se vuelvan más calientes, y así reduciendo la concentración de oxígeno en el agua (el oxígeno se disuelve mejor en el agua más fría). Además algunos organismos no pueden sobrevivir en agua más caliente.

Las partículas en suspensión dispersan la luz, de esta forma decreciendo la actividad fotosintética en plantas y algas, que contribuye a bajar la concentración de oxígeno más aún.

Como consecuencia de la sedimentación de las partículas en el fondo, los lagos poco profundos se colmatan más rápido, los huevos de peces y las larvas de los insectos son cubiertas y sofocadas, las agallas se tupen o dañan...

### **1.3. Temperatura**

La temperatura de una masa de agua depende sobre todo de la luz solar que incide sobre ella, ya que parte de la energía luminosa se transforma en calor.

En un lago o embalse, la temperatura varía con la época del año y la profundidad, siendo mayor en la superficie y menor en el fondo, por lo general. En verano, disminuye conforme descendemos desde las capas superficiales a las más profundas, donde puede llegar a ser bastante fría.

Los organismos tienen su rango de temperatura óptima, fuera del cual, sus ritmos vitales se desajustan. Por el contrario cuando la temperatura está en torno al valor preferido por cada especie, se producen los mayores crecimientos y engordes, y si es en la época adecuada, se podrá llevar a cabo la reproducción, proceso para el cual necesitan estar muy bien de salud.

La temperatura del agua a la concentración de oxígeno disuelto a través de dos vías: la solubilidad y a través de su efecto sobre los microorganismos. Las altas temperaturas aceleran el metabolismo (la actividad) de las bacterias descomponedoras, hongos, protozoos, algas, etc., que proliferan en el agua y sobretodo en los sedimentos.

Si las altas temperaturas persisten y el contenido en materia orgánica es elevado, como ocurre en masas de agua, en las que se producen vertidos de aguas residuales, todo oxígeno del agua puede ser consumido, dando lugar a un estado de anoxia en el medio acuático, con un resultado fatal para los peces. Llegados a este punto solo podrían sobrevivir bacterias anaerobias.

#### **1.4. pH**

El pH es un valor que nos indica la acidez o alcalinidad del agua. Es la inversa del logaritmo de la concentración de iones Hidrogeno en el agua y va desde 0 hasta 14, siendo 7 el pH neutro, de 0 a 7 se considera ácido y de 7 a 14 alcalino.

El pH de las aguas naturales oscila normalmente entre 6 y 8 y está en relación y equilibrio del anhídrido carbónico, bicarbonatos y carbonatos.

El valor paramétrico indicador para aguas potables está entre 6,5 y 9,5 y es importante conocer su valor ya que influye en la agresividad o incrustabilidad de las sales en las instalaciones, en la capacidad de los desinfectantes clorados, etc.

# **XIV. PARÁMETROS QUÍMICOS**

## **1. DUREZA.**

La dureza, es debida a la presencia de sales de calcio y magnesio y mide la capacidad de un agua para producir incrustaciones.

Afecta tanto a las aguas domésticas como a las industriales y desde el punto de vista de la ósmosis inversa es uno de los principales parámetros que se deben controlar.

-Las aguas con menos de 50 ppm de  $\text{CO}_3\text{Ca}$  se llaman blandas.

-Hasta 100 ppm de  $\text{CO}_3\text{Ca}$ , ligeramente duras.

-Hasta 200 ppm de  $\text{CO}_3\text{Ca}$ , moderadamente duras.

-Y a partir de 200 ppm de  $\text{CO}_3\text{Ca}$ , muy duras.

Lo frecuente es encontrar aguas con menos de 300 ppm de carbonato cálcico, pero pueden llegar hasta 1000 ppm e incluso hasta 2000 ppm.

La eliminación de la dureza se hace, principalmente, por descalcificación o ablandamiento por intercambio iónico con resinas. Se conocen:

### **1.1. Dureza total.**

Es la suma total de las concentraciones de sales de calcio y magnesio, se mide por volumetría de complejación con EDTA. Se expresa numéricamente en forma de carbonato de calcio u óxido de calcio, pueden también utilizarse los grados hidrotimétricos ( $1^\circ$  francés = 10 mg de carbonato de calcio/l).

### **1.2. Dureza temporal.**

Es la que corresponde a la proporcionada por los hidrogenocarbonatos de calcio y magnesio, desaparece por ebullición pues precipitan los carbonatos.

### **1.3. Dureza permanente.**

Es la que existe después de la ebullición del agua, es la diferencia entre las dos anteriores.

## **2. AMONIO ( $\text{NH}_4^+$ ).**

Es un ion monovalente positivo, derivado del amoníaco por adición de un ion hidrógeno. Se acumula en el acuario producto del metabolismo de los animales y de la mineralización de los restos alimenticios.

Se elimina con filtración biológica, pasando, mediante sucesivos estados de oxidación que realizan las bacterias, a nitritos  $\text{NO}_2^-$  y finalmente a nitratos  $\text{NO}_3^-$ .

Es bastante menos tóxico que el amoníaco.

### **3. AMONIACO (NH<sub>3</sub>-).**

Es un gas incoloro muy tóxico, que se disuelve muy fácilmente en agua. Coexiste siempre con su par conjugado, el AMONIO (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) con el que está en permanente equilibrio: NH<sub>3</sub>+ H<sup>+</sup> <---> NH<sub>4</sub><sup>+</sup>.

El equilibrio estará desplazado hacia un lado o hacia el otro dependiendo del pH.

A pH ácidos la reacción se desplaza a la derecha (prevalencia del ion amonio). A pH altos, prevalecerá el amoníaco.

### **4. NITRITOS (NO<sub>2</sub>-).**

Son sales y ésteres del ácido nitroso. Éstos no son aconsejables en ningún caso cuando tenemos peces en el acuario, debido a su gran toxicidad. Hay plantas específicas que se alimentan de estos tipos de sales. Por la oxidación de las aminas y del amoníaco o por reducción del nitrato en condiciones anaeróbicas, se obtienen los nitritos.

Son tóxicos desde los 0,2 - 0,4 mg/l.



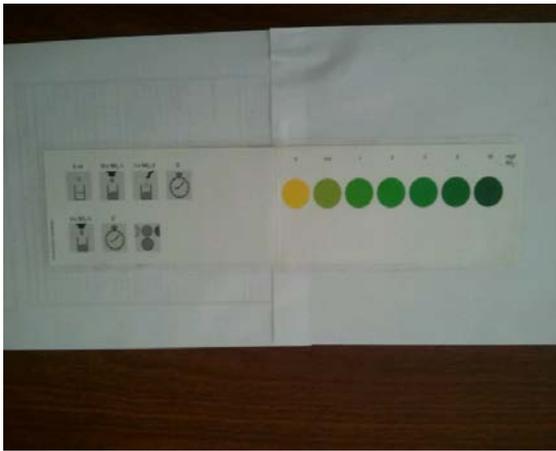
### **5. NITRATOS (NO<sub>3</sub>-).**

El ión nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) forma sales muy solubles y estables. En un medio reductor puede pasar a nitritos, nitrógeno e incluso amoníaco. Las aguas normales contienen menos de 10 ppm, y el agua de mar hasta 1 ppm. Aguas con infiltraciones de zona de riego con contaminación por fertilizantes pueden tener hasta varios centenares de ppm.

Concentraciones muy elevadas en agua de bebida pueden producir la cianosis infantil. Su presencia junto con fosfatos, en aguas superficiales, provocan la aparición de un excesivo crecimiento de algas es lo que se conoce como eutrofización.

## **6. FOSFATOS (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>).**

El ión fosfato (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) en general forma sales muy poco solubles y precipita fácilmente como fosfato cálcico. Como procede de un ácido débil contribuye, como ya hemos visto, a la alcalinidad del agua. No suele haber en el agua más de 1 ppm, salvo en los casos de contaminación por fertilizantes.



# **XV. PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS**

Los microorganismos más importantes que podemos encontrar en las aguas son: bacterias, virus, hongos, protozoos y distintos tipos de algas (por ej. Las azul verdosas).

La contaminación de tipo bacteriológico es debida fundamentalmente a los desechos humanos y animales, ya que los agentes patógenos –bacterias y virus- se encuentran en as heces, orina y sangre, y son de origen de muchas enfermedades y epidemias (fiebres tifoideas, disentería, cólera, polio, hepatitis infecciosa,...). Desde el punto de vista histórico, la prevención de las enfermedades originadas por las aguas constituyó la razón fundamental del control de la contaminación.

## **1. BACTERIAS.**

Las bacterias son microorganismos procariotas, unicelulares, cuyo material genético se encuentra disperso en el citoplasma. Poseen una pared protectora que las rodea y que a la vez les confiere características especiales. Pueden ser móviles y muchas de ellas ante condiciones desfavorables pueden formar estructuras de resistencia.

En el mundo hay millones de bacterias y estamos continuamente rodeados de ellas. Las hay patógenas, inocuas y también beneficiosas para nosotros y gracias a su estudio, se han llevado a cabo investigaciones en las cuales se ha descubierto la importancia que poseen en el campo del agua. Las bacterias tienen en el agua una vía perfecta de transmisión y, por lo tanto, se han utilizado como indicadores ideales de contaminación. El grupo de bacterias coliformes pertenecen la familia de las Enterobacteriáceas y se definen como el grupo bacteriano aerobio o anaerobio facultativo, que fermentan la Lactosa con la producción de ácido y gas antes de 48 horas. Se encuentran en el tracto intestinal del ser humano y cada persona evacua de 100.000 a 400.000 millones de coliformes por día, además de otras clases de bacterias. Los coliformes no son dañinos para el hombre y, de hecho, son útiles para destruir la materia orgánica en los procesos biológicos del tratamiento de las aguas residuales.

Desde hace mucho tiempo se han utilizado como indicador ideal de contaminación fecal. Su presencia se interpreta como una indicación de que los organismos patógenos pueden estar presentes y su ausencia indica que el agua se halla exenta de organismos productores de enfermedades.

En las plantas de tratamiento de aguas residuales, quizás sea la única determinación microbiológica que se realice, prestándose especial interés en los porcentajes de reducción tras su tratamiento.

Los Streptococos fecales son bacterias anaeróbicas o aeróbicas facultativas, conocidas como bacterias del ácido láctico. El hábitat natural de estos microorganismos es el aparato digestivo de los animales de sangre caliente. Se han utilizado, junto con los coliformes fecales, para diferenciar la contaminación fecal humana de la de otros animales de sangre caliente. Se ha observado que la cantidad de coliformes y streptococos fecales descargados por los seres humanos, son significativamente diferentes de las cantidades descargadas por el resto de animales. Así, la relación CF/SF contenidos en una muestra, puede usarse para demostrar el tipo de contaminación, humana o animal. Los Actinomicetos son bacterias Gram (+), normalmente no móviles pero si lo son es por la presencia de flagelos. Estas bacterias producen olor a tierra mojada en el agua, por lo que afectan a la calidad y la aceptación pública de los suministros municipales de agua en muchas partes del mundo. Son uno de los olores más difíciles de eliminar en las plantas de tratamientos convencionales.

Los actinomicetos crecen sobre material en descomposición, por lo que transforman una gran variedad de residuos orgánicos complejos formando parte importante de la población de lagos, ríos y suelos.

Los Pseudomonas son bacilos flagelados Gram (-) e incluyen un grupo de bacterias muy heterogéneas de una amplia distribución en la naturaleza, capaces de degradar una gran variedad de compuestos orgánicos. El grupo Zoogloea está formado por bacterias que residen típicamente en aguas contaminadas y reactores aeróbicos de residuos.

## **2. VIRUS.**

Los virus son unidades microbiológicas de estructura muy simple. Prácticamente están formadas por una envuelta proteica, con algunos restos de polisacáridos y lípidos y, en su interior, tienen una cadena de ácido nucleico que puede ser ADN o ARN.

Los virus excretados por las heces o por la orina de cualquier especie animal son susceptibles de contaminar el agua. Especialmente numerosos y de gran importancia sanitaria son los virus que infectan el aparato digestivo del hombre y que son excretados por las heces de las personas en las que habitan. Un gramo de heces humanas puede contener 100 millones de partículas de virus infecciosas. Pueden encontrarse virus en las aguas residuales domésticas que, tras varios tipos de tratamiento, son vertidas a aguas superficiales o la tierra. Por tanto, pueden existir virus entéricos, intestinales, en las

aguas superficiales y profundas contaminadas por las aguas fecales y que son después utilizadas como fuentes de aguas potables.

Entre los virus excretados en número relativamente elevado se encuentran los poliovirus, coxsakievirus, echovirus y otros enterovirus, adenovirus, reovirus, rotavirus, el virus A de la hepatitis y los agentes Norwalk. El Poliovirus es un virus de 25 a 30 milimicras de diámetro. Provoca la poliometilitis mediante vía respiratoria y/o digestiva. El Coxsakievirus es conocido como el virus de Coxakiev.

El Adenovirus son virus esféricos y menores de 100 milimicras. Causan afecciones respiratorias. El Reovirus es un virus cuyo material genético (ARN) tiene como intermediario ADN en su ciclo replicativo. El Rotavirus es el virus más importante productor de gastroenteritis y epidemias. Se transmite por vía oral principalmente. El virus A de la hepatitis es miembro del grupo de los enterovirus. A veces se extiende por el hígado y los recuperados no son portadores.

Los Agentes Norwalk o virus de Norwalk se transmiten por el agua produciendo diarreas en individuos adultos. Los virus no forman parte de la flora normal de aparato digestivo y sólo son excretados por las personas infectadas, en particular, lactantes y niños pequeños. Los índices de infección varían de manera considerable de unas zonas a otras, según las condiciones sanitarias y socioeconómicas. Los virus sólo se multiplican en células vivas sensibles, su número no puede aumentar en las aguas fecales.

### **3. PROTOZOOS.**

Los protozoos forman uno de los grupos de individuos más frecuentes en el agua. Podemos definirlos como organismos unicelulares, con núcleo y citoplasma. Son bastante especializados, ya que presentan todas las estructuras necesarias para realizar sus funciones vitales.

Con la excepción de los protozoos parásitos cuya distribución está asociada a la de sus organismos hospedadores, la mayoría de los protozoos son de distribución cosmopolita.

Dicho cosmopolismo está asociado con una repetición de las condiciones medioambientales de las aguas donde habitan, estando así relacionada la presencia y cantidad de organismos pertenecientes a diferentes grupos con parámetros del medio como son los nutrientes, la cantidad y calidad de materia orgánica, la temperatura, el oxígeno, el pH, las poblaciones bacterianas, etc., pudiendo vivir muchos de ellos en

márgenes estrechos de condiciones, por lo que su presencia constituye un elemento bioindicador de las condiciones del medio donde habitan.

Sin embargo, muchos de ellos tienen un amplio rango de tolerancia a variaciones en las condiciones ambientales, lo que les hace estar presente en un gran número de hábitats, aunque con diferente desarrollo poblacional.

A su vez, dentro de este grupo de organismos encontramos existe una gran variedad de asociaciones biológicas, como son el parasitismo y la simbiosis, existiendo aproximadamente 27 especies parásitas del hombre entre las cuales se encuentran las causantes de enfermedades como la malaria, el mal del sueño africano y otras fiebres.

La importancia del papel de estos organismos, en el sistema acuático, se basa fundamentalmente en tres razones: por consumo directo de materia orgánica del medio, por propiciar la formación de flóculos, acúmulos de materia, a través de la excreción de materiales mucilaginosos y por constituir los principales consumidores de las poblaciones bacterianas que se desarrollan en el medio.

Así, algunas especies de protozoos son capaces de consumir directamente la materia orgánica del medio, ya sea por ingestión directa de partículas sólidas, como por trasvase de materiales disueltos en el agua a través de sus paredes corporales, por lo que contribuyen eficazmente a la eliminación de la materia carbonada de las aguas residuales.

En cuanto a la formación de flóculos, podemos decir que la formación de dichas agregaciones de partículas minerales, materia orgánica, bacterias y protozoos en el seno de la matriz mucilaginosa, pegajosa, son de gran interés en la decantación y, por lo tanto, favorecen la clarificación del agua, siendo ésta la base de un buen funcionamiento del sistema de lodos activados.

Los protozoos son de vital importancia para el sistema acuático.

Los ciliados, son los principales organismos consumidores de bacterias en los medios acuáticos. Con ello consiguen, por un lado, un crecimiento óptimo de poblaciones bacterianas manteniendo una tasa de aclarado que favorece que dichas poblaciones no colapsen, excretando al mismo tiempo sustancias minerales que favorecen el crecimiento de dichas bacterias y, también, disminuyen con dicho consumo, la concentración de bacterias patógenas y fecales del medio, clarificando el agua de forma eficiente.

#### **4. CIANOBACTERIAS Y DIATOMEAS.**

Son indicadores de la calidad del agua. Dentro del fitoplancton, pertenece al reino vegetal.

Las cianobacterias son microorganismos unicelulares y agrupaciones celulares sin división de trabajo. Poseen núcleo rodeado de membrana y pigmentos fotosintéticos.

#### **4.1. Cianobacterias.**

Pueden formar grandes y densas capas sobre la superficie del agua y, por ello, disminuyen el valor estético de la misma. A veces, proporcionan mal olor y sabor pero al mismo tiempo y gracias a su función fotosintética, proporcionan una buena oxigenación de las aguas donde se encuentran.

Este aspecto toma importancia cuando las cianobacterias forman parte del proceso de degradación biológica de la materia orgánica del agua, pues les proporciona oxígeno a los microorganismos capaces de degradar dicha materia, o bien, de hacer que decante y que favorezca su eliminación. Los procesos de eutrofización de las aguas continentales favorecen, en gran medida, el desarrollo de proliferaciones de microalgas a menudo representadas por floraciones de cianobacterias.

Algunas especies pertenecientes a este grupo, producen sustancias capaces de alterar las propiedades organolépticas de las aguas y de conferirles un carácter tóxico para el hombre y los animales, lo que exige prestarles una gran atención cuando esta agua es destinada al abastecimiento humano.

Por otro lado, las cianobacterias presentan la facultad de intercambiar material genético, dando lugar a la aparición de distintos grados de toxicidad. De modo que, a menudo, estas floraciones están constituidas por diferentes genotipos, por lo que la toxicidad total de una muestra guarda una relación directa con la abundancia relativa de éstos. Así, se hace crucial su identificación para que mediante bioensayos con modelos animales y celulares, métodos inmunológicos comerciales y sondas fluorescentes se pueda combatir dicha toxicidad.

#### **4.2. Diatomeas.**

Las diatomeas son las algas pardas unicelulares. En solitario o en colonias, éstas poseen la aptitud de colonizar los substratos. Son fácilmente reconocibles por el color pardo que poseen sobre el soporte colonizado.

Desde los medios dulceacuícolas y marinos, éstas constituyen la mayor parte del fitoplancton.

Cada célula está formada por una frústula silíceo compuesta de dos valvas metida una en otra, de forma similar a una cajita y pueden ser conservadas mucho tiempo después de la

muerte del alga. Gracias a esta propiedad, las diatomeas son utilizadas para estudiar la fase físico-químico del curso del agua.

Dos órdenes principales constituyen un gran grupo, las Céntricas o Centrophycidas, generalmente con un solo eje de simetría y con forma redondeada, y las Pennadas o Pennatophycidas, que poseen una simetría con relación a un plano donde las dos valvas son semejantes, alargadas y con contorno elíptico. Dentro de este grupo, las formas poseen un rafe, hendidura que va de un polo a otro interrumpido en el centro de la valva.

El mayor inconveniente del estudio de las diatomeas reside en la pesadez del tratamiento y del montaje necesario para su recuento y la posterior identificación de las especies. Numerosos autores, sin embargo, están de acuerdo con su uso como indicadores de la calidad de las aguas.

La sistemática de las diatomeas se basa en la observación de la frústula sílicea. Para facilitar la observación, es primordial eliminar la materia orgánica mediante distintos tratamientos que esconder los detalles finos de las ornamentaciones de las valvas. Es conocida la facilidad con que estos organismos son recogidos y conservados, a la misma vez que colonizan todos los sistemas acuáticos incluso las altamente hostiles y contaminados.

Las algas, dentro de las cuáles se incluyen las diatomeas, son muy sensibles a la polución, especialmente al Nitrógeno y al Fósforo. Éstas son muy interesantes al ser poco sensibles a los factores ajenos a la polución como es el tipo de substrato y el hecho de poseer la capacidad de integración de diversos factores medioambientales.



# **XVI. RESULTADOS**

## **1. PUNTO DE MUESTREO 1.**

### **1.1. Elementos del paisaje.**

En este primer punto de muestreo se puede observar que respecto a los elementos abióticos del paisaje, este lugar está situado en una zona montañosa. Pero, sin embargo, las pendientes son escasas. En cuanto a la erosión de la zona, se puede afirmar que no es demasiado pronunciada. Éste hecho es debido, entre otros factores, a que no son comunes los vientos dominantes.

Respecto a los elementos bióticos del paisaje, se puede afirmar que la vegetación de la zona es muy abundante ya que se encuentran en ésta bosques y praderas. Además cabe mencionar que la fauna en este punto de muestreo consiste, sobre todo, en aves comunes y en animales de granja, como burros. Esto se debe a los “baserris” que rodean la zona.

En cuanto a los elementos antrópicos del paisaje, se puede afirmar que el tipo de población en esta zona es dispersa, y la densidad de la población es considerada baja. El entorno de este punto de muestreo carece de industrias y de zonas obreras como canteras o minas. Sin embargo, cuenta con diversas vías de comunicación como caminos, senderos y carreteras.

Respecto al patrimonio histórico, se puede destacar que en este punto de muestreo son abundantes los caseríos antes mencionados. (Ver **ANEXO VII**.)

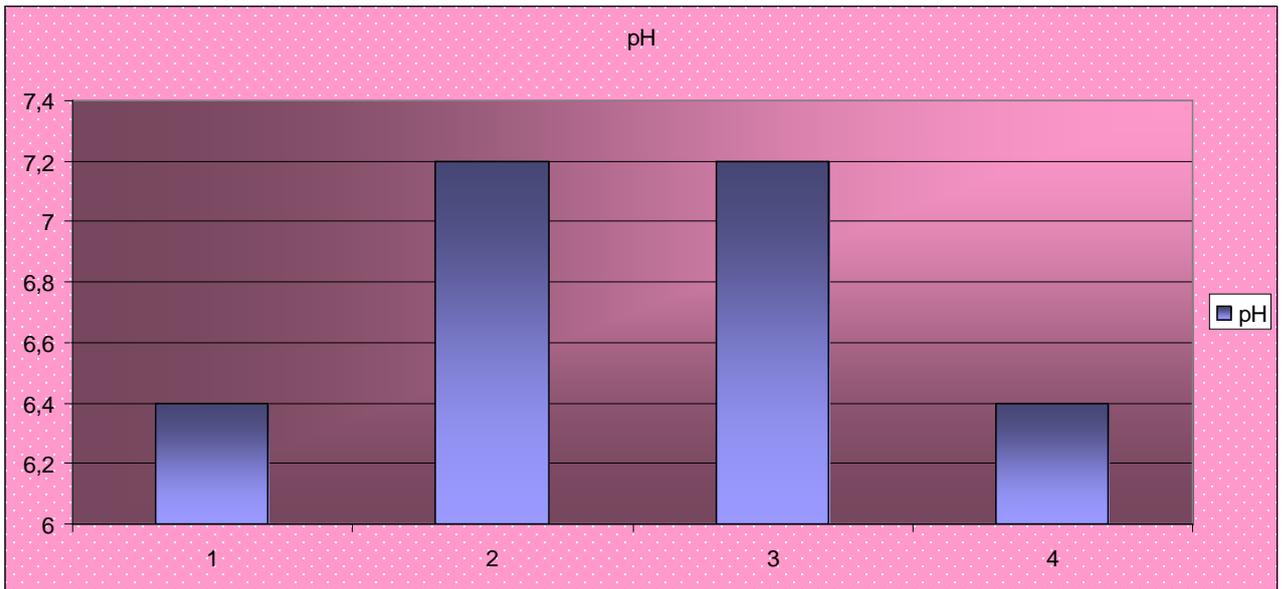
### **1.2. pH.**

Tras hacer la gráfica del pH encontrado, se observan un desnivel a lo largo de los días de investigación y destaca el dato máximo, que es 7,2.

(Ver **GRÁFICA 1**).

Los datos de pH en este punto no son preocupantes ya que se encuentra con un nivel adecuado para el agua, al oscilar los días de investigación entre 6,4 y 7,2. Por lo tanto no hay vertidos que alteren el grado de acidez del agua.

Con lo cual el pH del agua es apto para la vida.

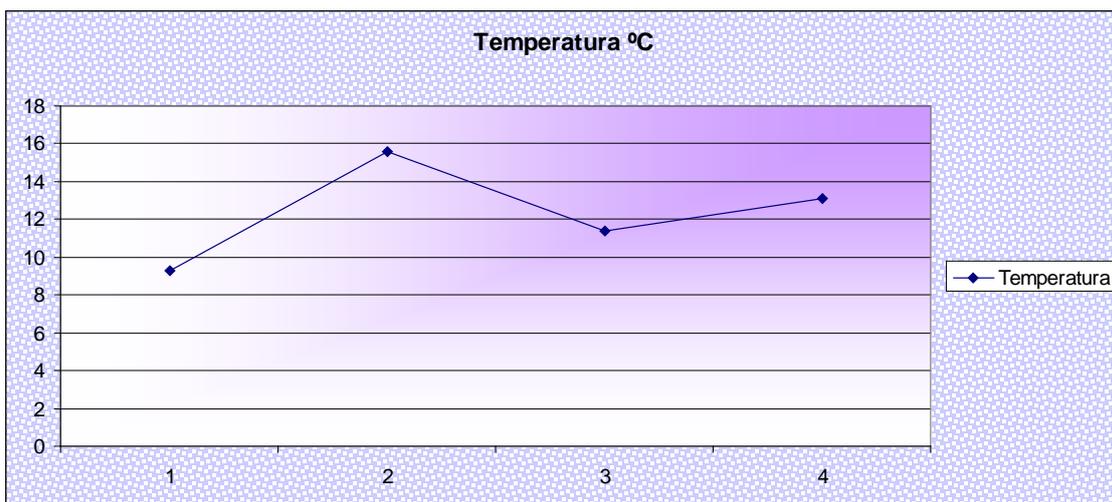


**GRAFICA 1:** pH de la zona.

### 1.3. Temperatura.

La temperatura obtenida en los 5 días de observación en la zona 1, son entre 9°C y 15°C. (Ver **GRÁFICA 2**).

Por tanto, se consideran datos correctos para la vida animal y vegetal.

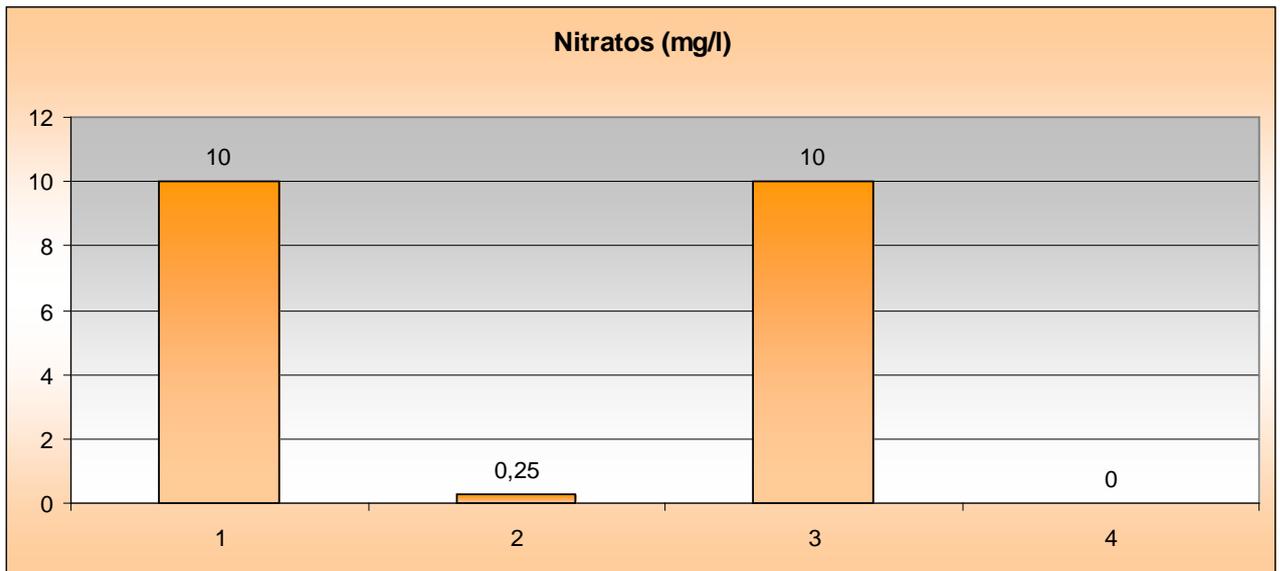


**GRAFICA 2:** Temperatura de la zona.

### 1.4. Nitratos.

Los datos nos indican que no hay contaminación por nitratos. (Ver **GRAFICA 3**). Si la cantidad fuera mayor, nos encontraríamos con un aumento de algas, y por lo tanto, una disminución de oxígeno, por lo que la posible fuente de este agente

contaminante que es la agricultura, se puede descartar, y por lo tanto, se hablaría de eutrofización.

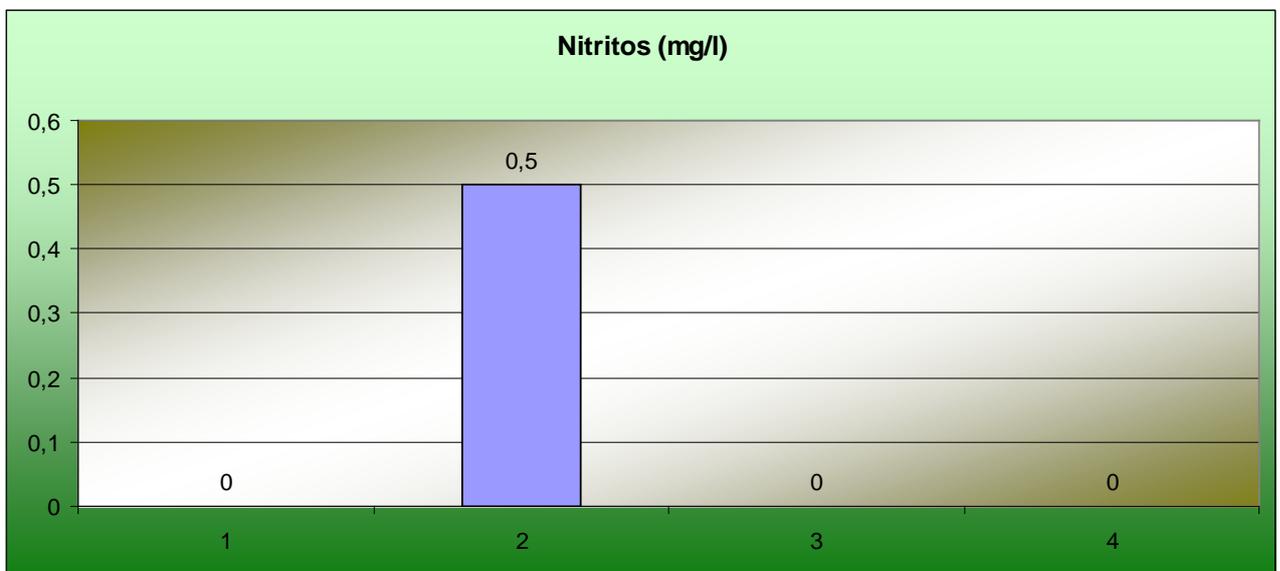


**GRAFICA 3:** Nitratos de la zona.

### 1.5. Nitritos.

Los datos de NO<sub>2</sub> no indican una irregularidad en las concentraciones encontradas, ya que solo se encuentran nitritos en una ocasión.

(Ver **GRÁFICA 4**)



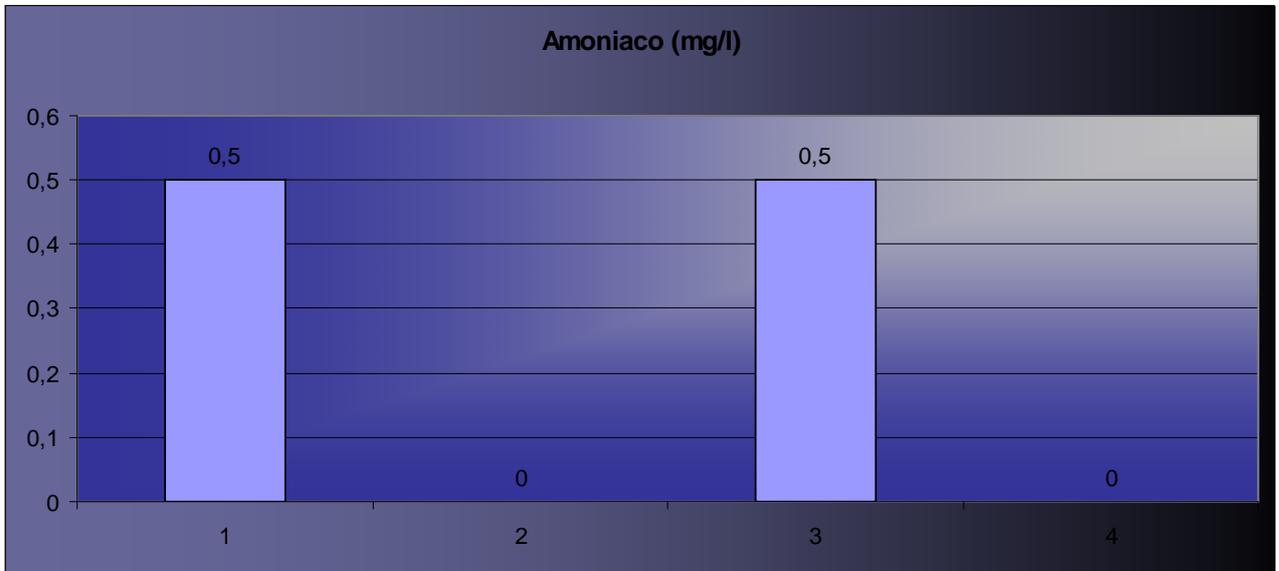
**GRAFICA 4:** Nitritos de la zona.

### 1.6. Amoniaco.

El amoniaco es un producto altamente tóxico, y su presencia en el río no es favorable para los seres vivos. Por otro lado, puede llegar a ser favorable al ser una fuente extra de nitrógeno para las plantas.

En cuanto a los datos obtenidos, se puede concluir que existe cierto problema ya que los días 1 y 3 del muestreo se detectó uno 0,5 mg/l que dan al agua un carácter de contaminada. Por lo tanto, tal vez existan vertidos incontrolados aguas arriba del punto 1 y 3 vía de ésta sustancia directamente o vía de materia orgánica que debido a la ausencia de O<sub>2</sub> en el agua no se transforma NO<sub>2</sub><sup>-</sup> ni posteriormente en NO<sub>3</sub><sup>-</sup>. (Ver **GRÁFICA 5**).

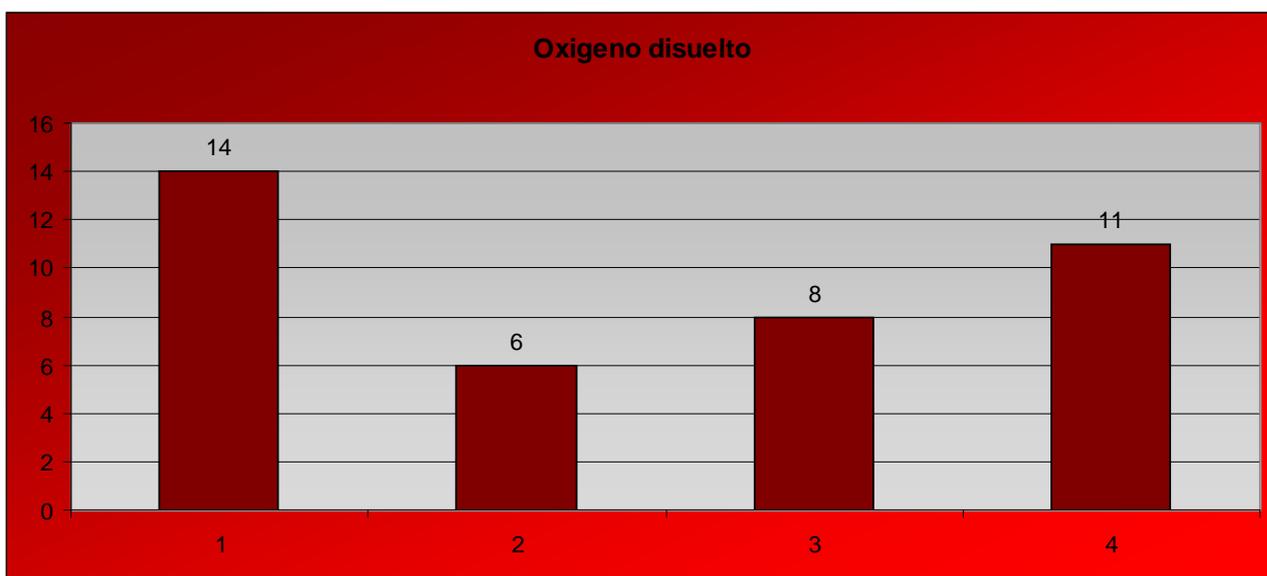
En resumen el punto 1 y 3 presenta aguas contaminadas.



**GRAFICA 5:** Amoniaco de la zona.

### 1.7. Oxígeno disuelto.

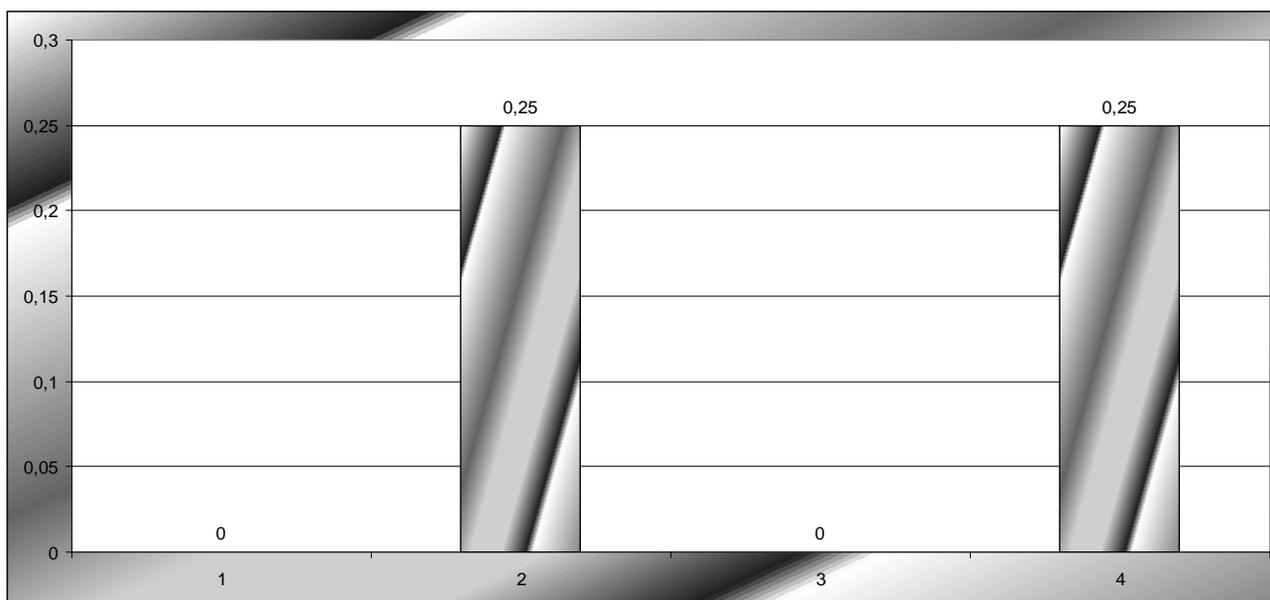
Después de realizar la prueba del oxígeno disuelto, podemos llegar a la conclusión de que hay resultados muy variados en el mismo punto, distintos días. Esto quiere decir que en la mayoría de los días hay una cantidad excesiva de oxígeno en el agua. (Ver **GRAFICA 6**).



**GRAFICA 6:** Oxígeno disuelto de la

### 1.8. Fosfatos.

Según la ley de aguas en vigor, los datos se sitúan en un nivel adecuado de fosfatos, teniendo como concentración máxima 0,25 mg/l. (Ver **GRÁFICA 7**).



**GRAFICA 7:** Fosfatos de la zona.

## **2. PUNTO DE MUESTREO 2.**

### **2.1. Elementos del paisaje.**

En este segundo punto de muestreo se puede observar que respecto a los elementos abióticos del paisaje, este lugar está situado en una ladera, por lo que las pendientes son escasas. En cuanto a la erosión de la zona, se puede afirmar que no es demasiado pronunciada. Éste hecho es debido, entre otros factores, a que no son comunes los vientos dominantes. También cabe mencionar que el suelo en esta zona está compuesto por materiales arenosos y rocosos.

Respecto a los elementos bióticos del paisaje, se puede afirmar que la vegetación de la zona es muy abundante ya que se encuentran en ésta bosques y praderas. Además cabe mencionar que la fauna en este punto de muestreo consiste en vacas, avestruces, emús, pavos y aves comunes; la mayoría de ellos procedentes de un invernadero situado en esta zona.

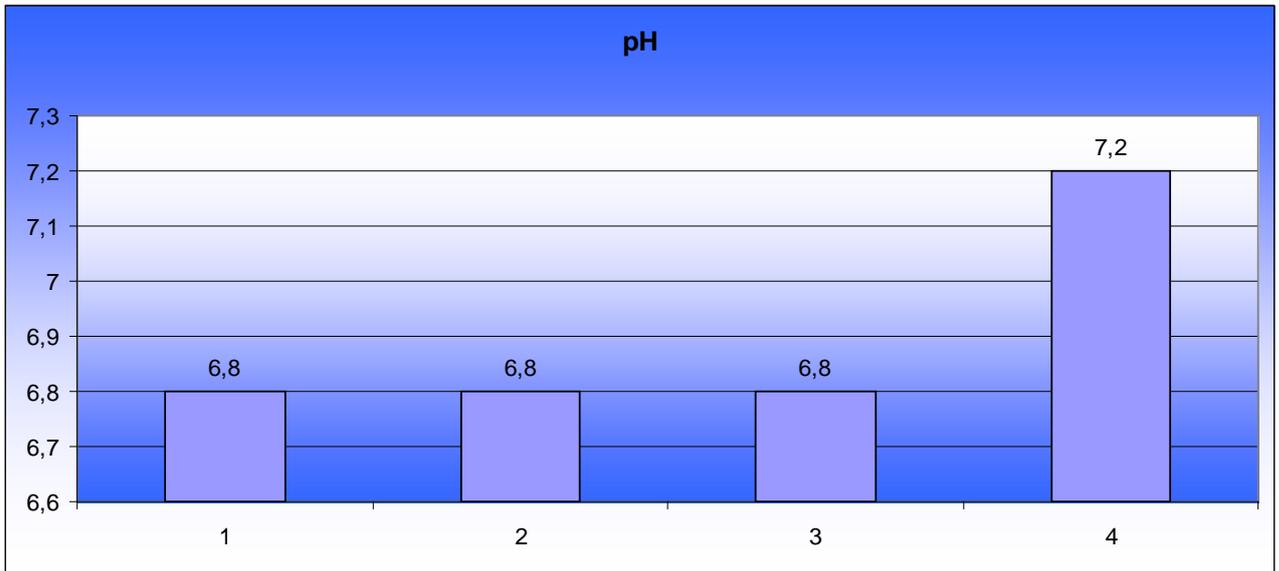
En cuanto a los elementos antrópicos del paisaje, se puede afirmar que el tipo de población en esta zona es dispersa, y la densidad de la población es considerada baja. El entorno de este punto de muestreo carece de zonas obreras como canteras o minas. Pero por lo contrario, en esta zona se encuentran variados tipos de industria como la ganadera, la agrícola y la hípica.

Este punto de muestreo cuenta con vías de comunicación como caminos, senderos y carreteras. Y, a pesar de haber varios caseríos como patrimonio histórico en este punto de muestreo, no es considerado una zona turística. (Ver **ANEXO VIII.**)

### **2.2. pH.**

Tras hacer la gráfica del pH encontrado, se observan una regularidad a lo largo de los días de investigación y destaca el dato máximo, que es 7,2. (Ver **GRÁFICA 1**).

Los datos de pH en este punto no son preocupantes ya que se encuentra con un nivel adecuado para el agua, al oscilar los días de investigación entre 6,8 y 7,2. Por lo tanto no hay vertidos que alteren el grado de acidez del agua.

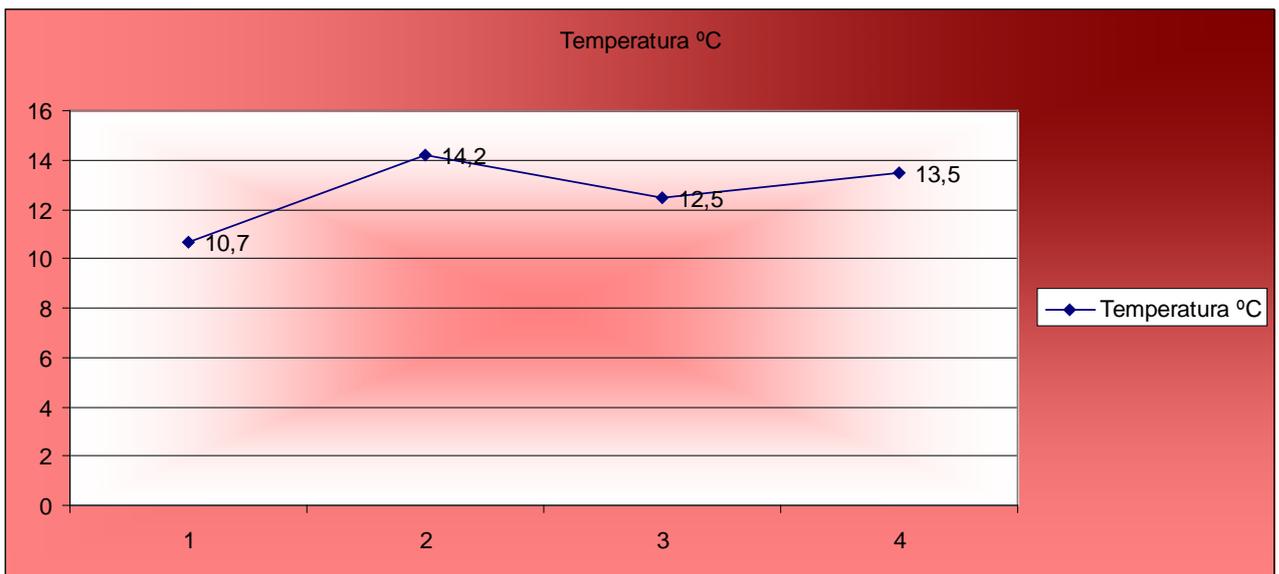


**GRAFICA 1:** pH de la

### 2.3. Temperatura.

La temperatura obtenida en los 4 días de observación en la zona 1, son entre 10°C y 14°C. (Ver **GRÁFICA 2**).

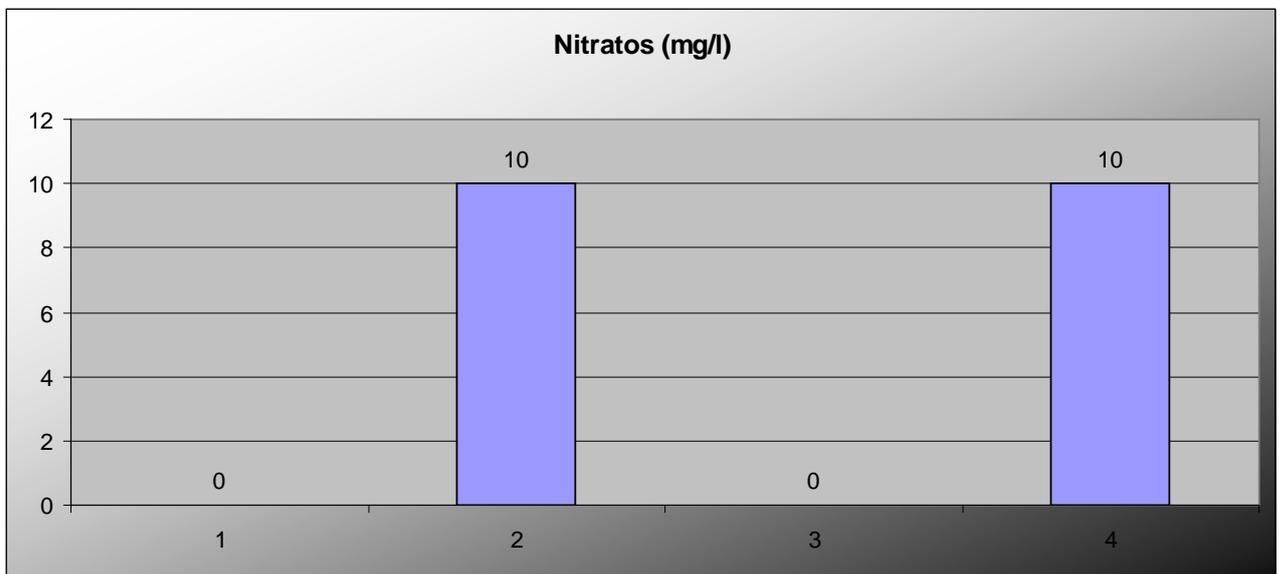
Por tanto, se consideran datos correctos para la vida animal y vegetal.



**GRAFICA 2:** Temperatura de la zona.

#### 1.4. Nitratos.

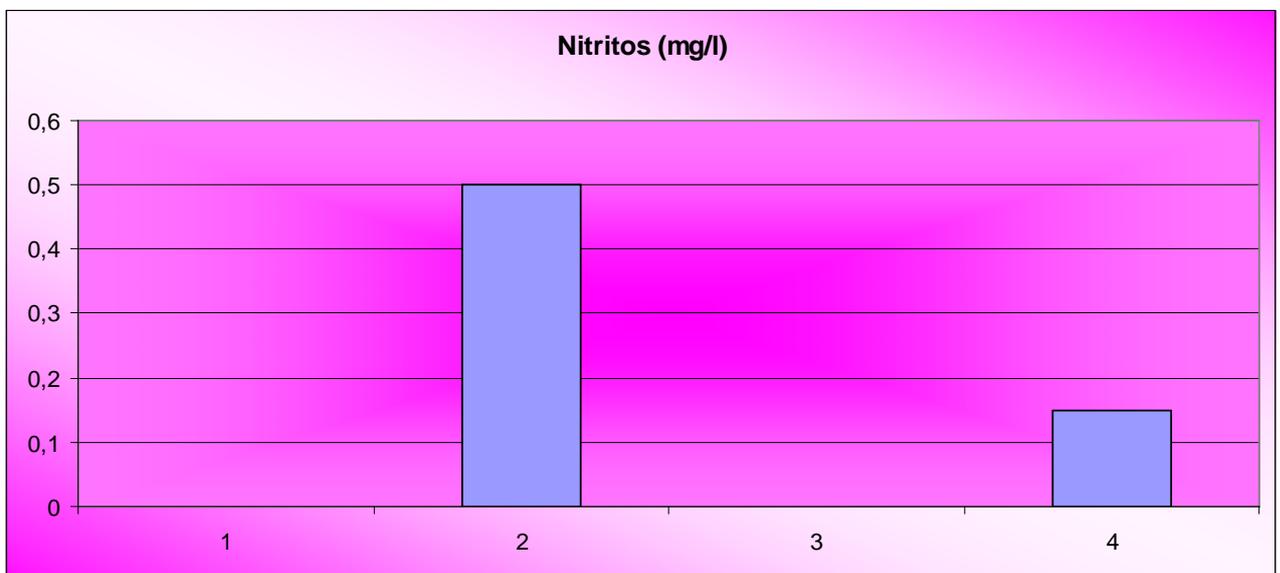
Los datos nos indican que no hay contaminación por nitratos. (Ver **GRAFICA 3**). Si la cantidad fuera mayor, nos encontraríamos con un aumento de algas, y por lo tanto, una disminución de oxígeno, por lo que la posible fuente de este agente contaminante que es la agricultura, se puede descartar, y por lo tanto, se hablaría de eutrofización. Aunque presenta valores dispares varios días.



**GRAFICA 3:** Nitratos de la zona.

#### 1.5. Nitritos.

Los datos de NO<sub>2</sub> si indican una irregularidad en las concentraciones encontradas, ya que aparecen en varias ocasiones. (Ver **GRÁFICA 4**).

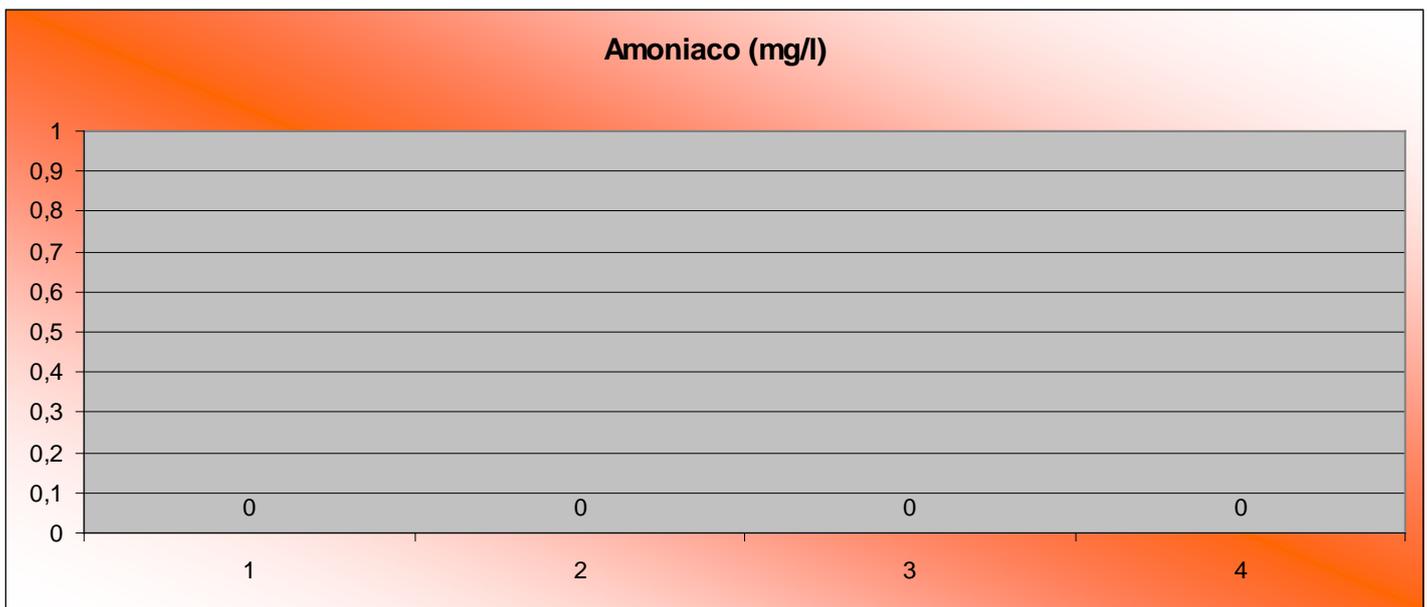


**GRAFICA 4:** Nitritos de la zona.

### 1.6. Amoniaco.

El amoniaco es un producto altamente tóxico, y su presencia en el río no es favorable para los seres vivos. Por otro lado, puede llegar a ser favorable al ser una fuente extra de nitrógeno para las plantas.

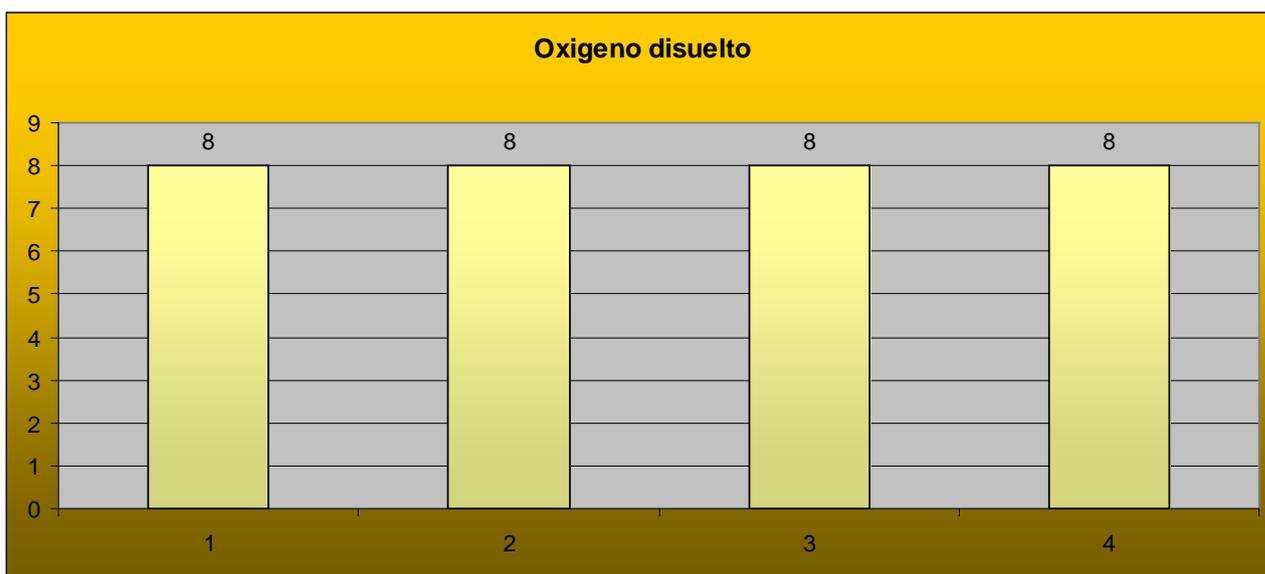
En cuanto a los datos obtenidos, se puede concluir que el agua no esta contaminada al no haber ningun valor de amoniaco en los puntos analizados. (Ver **GRÁFICA 5**).



**GRAFICA 5:** Amoniaco de la zona.

### 1.7. Oxigeno disuelto.

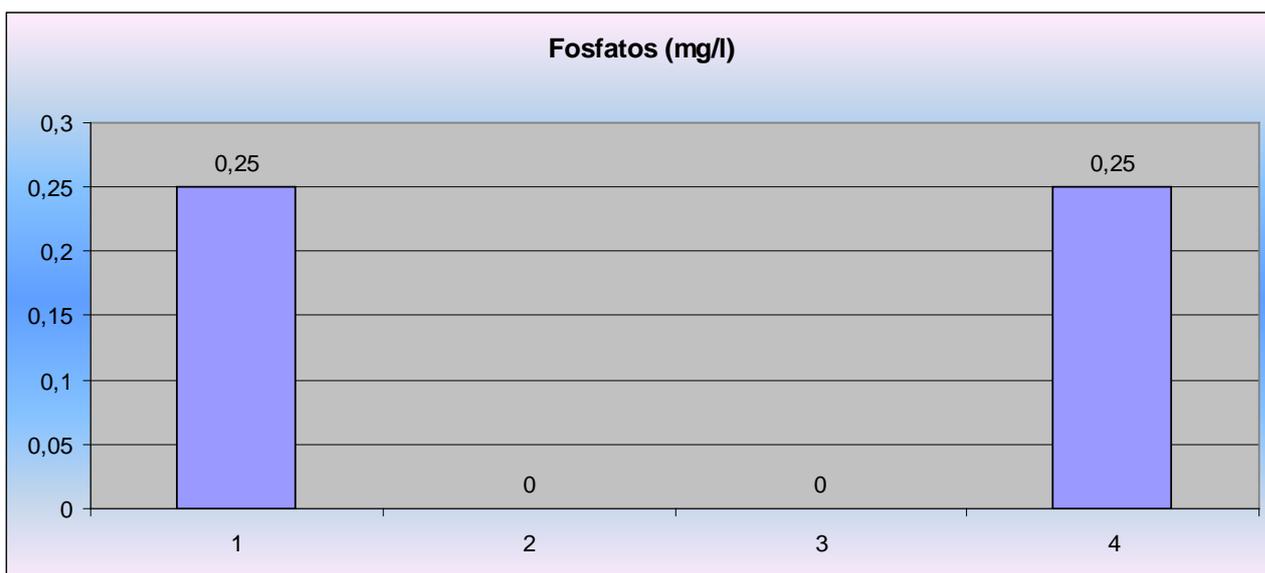
Después de realizar la prueba del oxigeno disuelto, podemos llegar a la conclusión de que hay resultados muy equilibrados en el mismo punto, distintos días. Esto quiere decir que en la mayoría de los días hay una cantidad excesiva de oxigeno en el agua.



**GRAFICA 6:** Oxígeno disuelto de la

### 1.8. Fosfatos.

Según la ley de aguas en vigor, los datos se sitúan en un nivel adecuado de fosfatos, teniendo como concentración máxima 0,25 mg/l. (Ver **GRÁFICA 7**).



**GRAFICA 7:** Fosfatos de la zona.

## 3. PUNTO DE MUESTREO 3-4.

### 3.1. Elementos del paisaje.

En este tercer punto de muestreo se puede observar que respecto a los elementos abióticos del paisaje, este lugar está situado en una zona montañosa, sin embargo, las pendientes son escasas. En cuanto a la erosión de la zona, se puede afirmar que no es demasiado pronunciada. Éste hecho es debido, entre otros factores, a que no son comunes los vientos dominantes. También cabe mencionar que el suelo en esta zona está compuesto por materiales fangosos.

Respecto a los elementos bióticos del paisaje, se puede afirmar que la vegetación de la zona es muy abundante ya que se encuentran en ésta bosques y praderas. Además cabe mencionar que la fauna en este punto de muestreo consiste, sobre todo, en aves comunes y en animales de granja, como burros. Esto se debe a los “baserris” que rodean la zona.

En cuanto a los elementos antrópicos del paisaje, se puede afirmar que el tipo de población en esta zona es dispersa, y la densidad de la población es considerada baja. El entorno de este punto de muestreo carece de industrias y de zonas obreras como canteras o minas. Sin embargo, cuenta con diversas vías de comunicación como caminos, senderos y carreteras.

Respecto al patrimonio histórico, se puede destacar que en este punto de muestreo son abundantes los caseríos, antes mencionados.

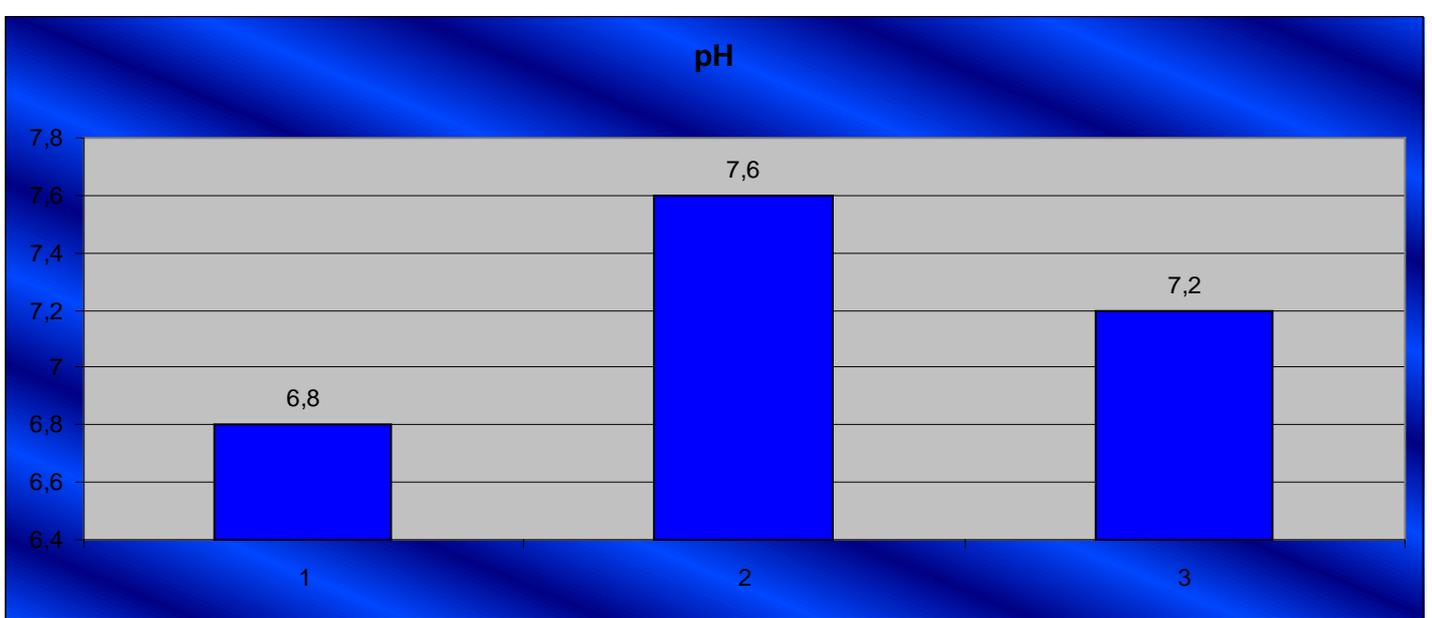
Es destacable que la calidad y los elementos del paisaje en esta zona son muy similares a los de el punto de muestreo 1. (Ver **ANEXO IX.**)

### **3.2. pH.**

Tras hacer la gráfica del pH encontrado, se observan un desnivel a lo largo de los días de investigación y destaca el dato máximo, que es 7,6. (Ver **GRÁFICA 1**).

Los datos de pH en este punto no son preocupantes ya que se encuentra con un nivel adecuado para el agua, al oscilar los días de investigación entre 6,8 y 7,6. Por lo tanto no hay vertidos que alteren el grado de acidez del agua.

Con lo cual el pH del agua es apto para la vida.

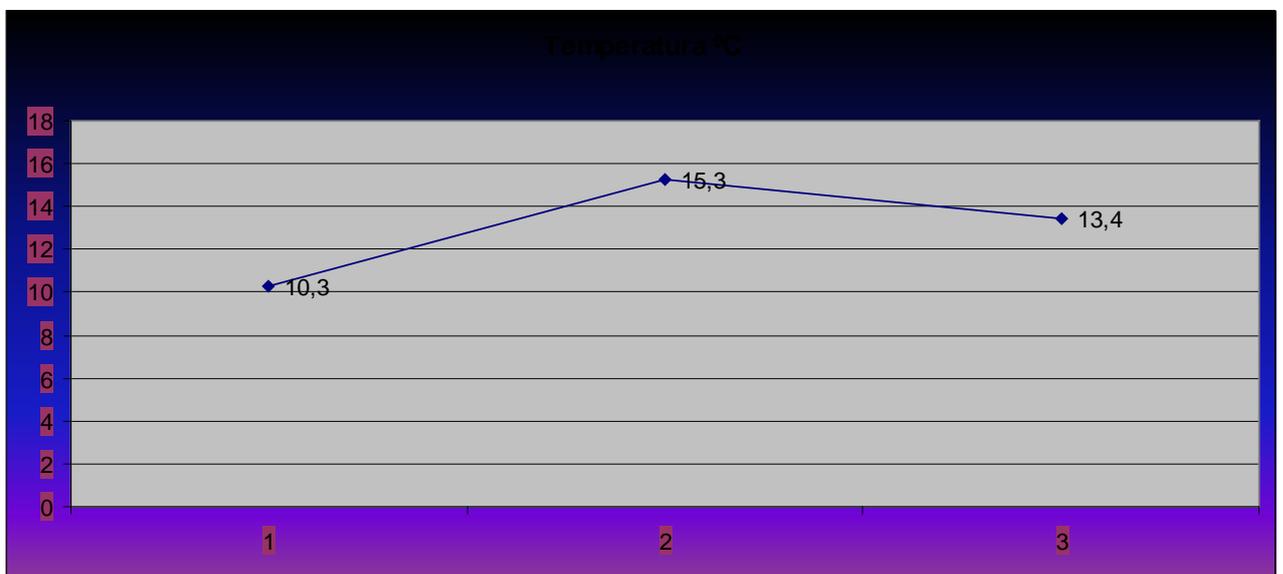


**GRAFICA 1:** pH de la

### 3.3. Temperatura.

La temperatura obtenida en los 4 días de observación en la zona 1, son entre 10°C y 15°C. (Ver **GRÁFICA 2**).

Por tanto, se consideran datos correctos para la vida animal y vegetal.

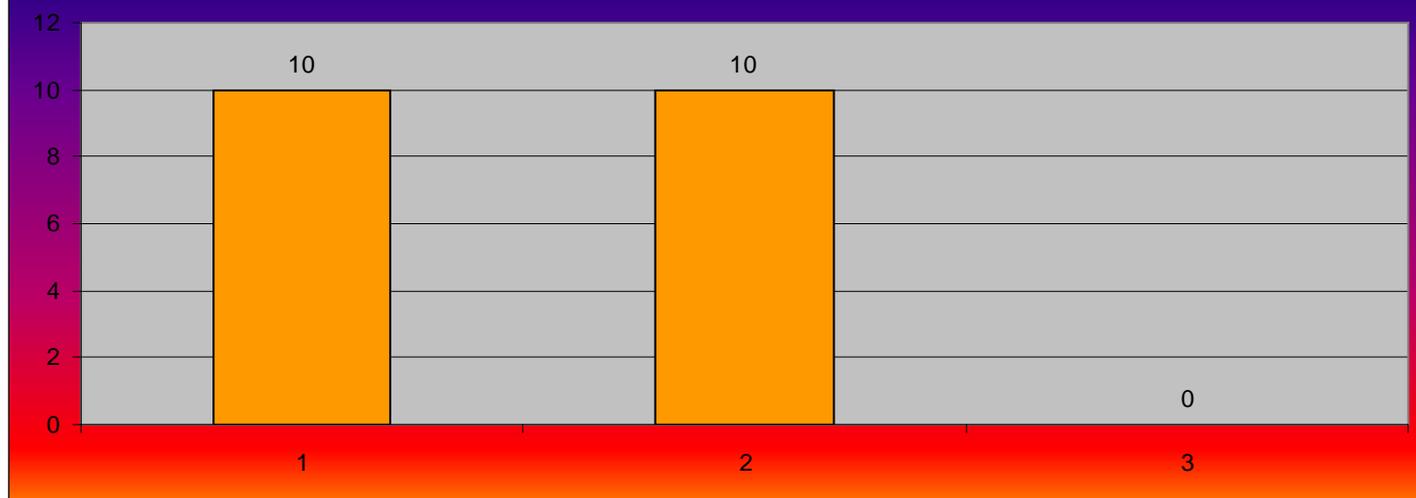


**GRAFICA 2:** Temperatura de la zona.

### 3.4. Nitratos.

Los datos nos indican que no hay contaminación por nitratos. (Ver **GRAFICA 3**). Si la cantidad fuera mayor, nos encontraríamos con un aumento de algas, y por lo tanto, una disminución de oxígeno, por lo que la posible fuente de este agente contaminante que es la agricultura, se puede descartar, y por lo tanto, se hablaría de eutrofización. Aunque presenta valores dispares varios días.

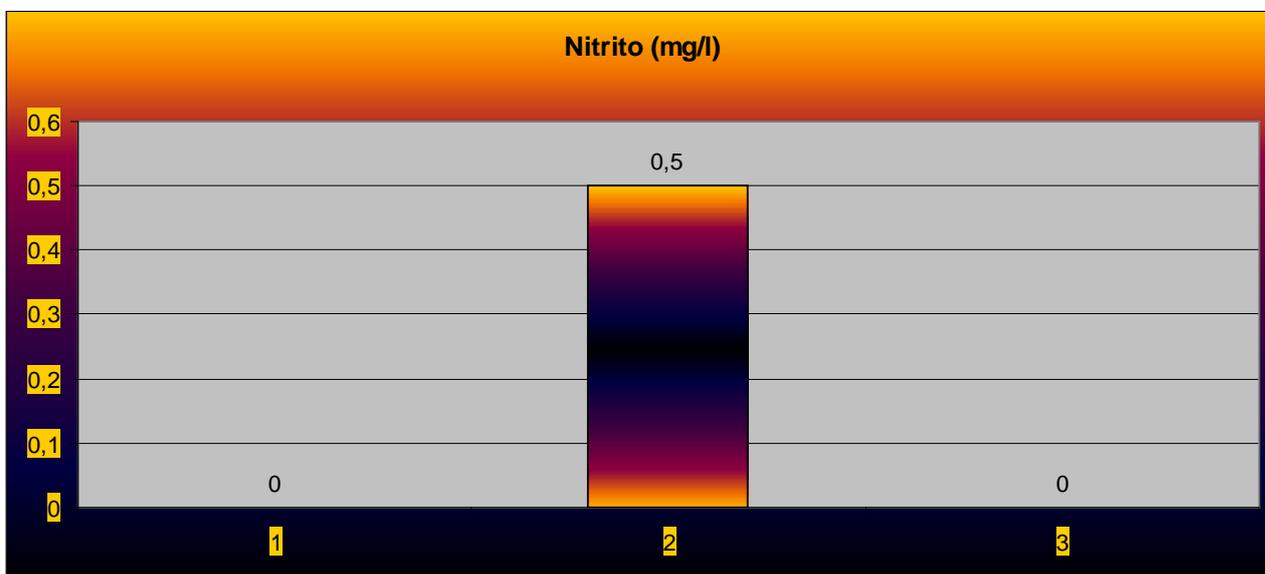
Nitratos (mg/l)



GRAFICA 3: Nitratos de la zona.

### 3.5. Nitritos.

Los datos de NO<sub>2</sub> si indican una irregularidad en las concentraciones encontradas, ya que aparecen en varias ocasiones. (Ver GRÁFICA 4).



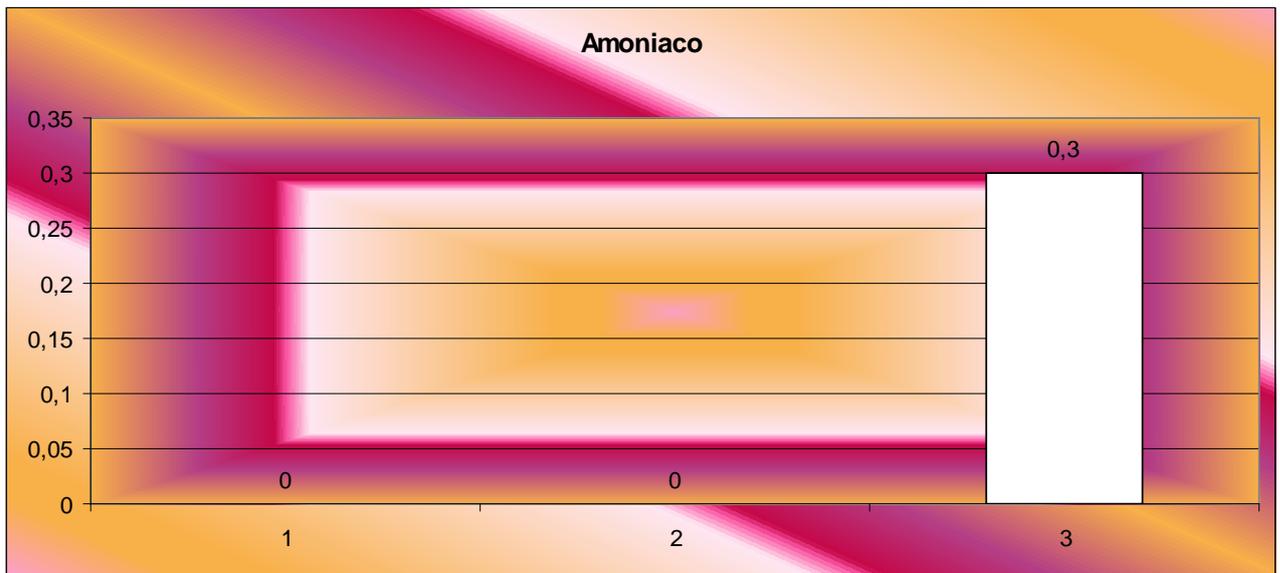
GRAFICA 4: Nitritos de la zona.

### 3.6. Amoniaco.

El amoniaco es un producto altamente tóxico, y su presencia en el río no es favorable para los seres vivos. Por otro lado, puede llegar a ser favorable al ser una fuente extra de nitrógeno para las plantas.

En cuanto a los datos obtenidos, se puede concluir que el agua esta contaminada al haber amoniaco en los puntos analizados. En cuanto a los datos obtenidos, se puede

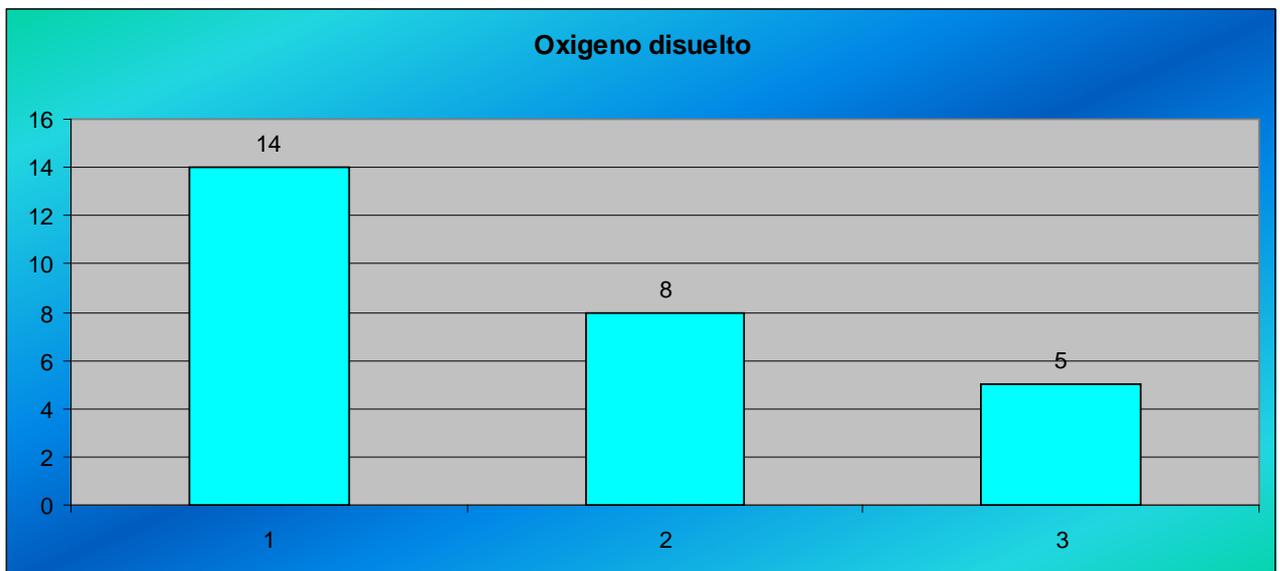
concluir que existe cierto problema ya que el día 3 del punto de muestreo se detectó unos 0,5mg/l que le dan al agua caracter contaminada.



**GRAFICA 5:** Amoniaco de la zona.

### 3.7. Oxígeno disuelto.

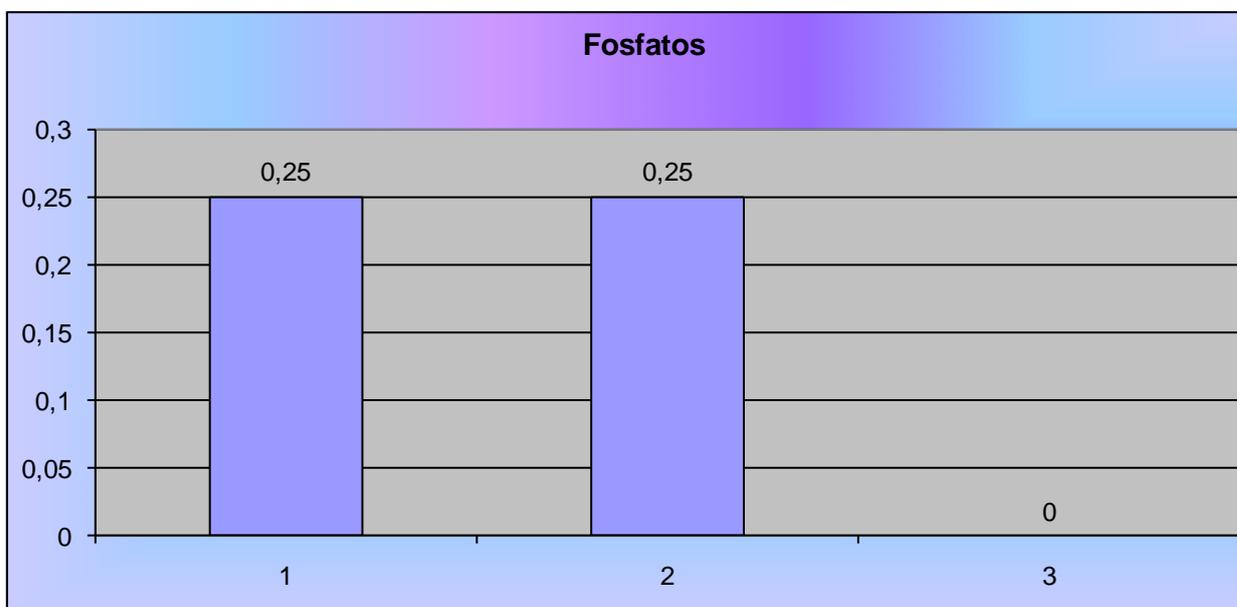
Después de realizar la prueba del oxígeno disuelto, podemos llegar a la conclusion de que hay resultados muy variados en el mismo punto, distintos dias. Esto quiere decir que en la mayoría de los dias hay una cantidad excesiva de oxigeno en el agua. (Ver **GRAFICA 6**).



**GRAFICA 6:** Oxigeno disuelto de la

### 3.8. Fosfatos.

Según la ley de aguas en vigor, los datos se sitúan en un nivel adecuado de fosfatos, teniendo como concentración máxima 0,25 mg/l. (Ver GRÁFICA 7).



**GRAFICA 7:** Fosfatos de la zona.

## **4. PUNTO DE MUESTREO 5.**

### **4.1. Elementos del paisaje.**

En este último punto de muestreo se puede observar que respecto a los elementos abióticos del paisaje, este lugar está situado en una zona llana, por lo que las pendientes son nulas. En cuanto a la erosión de la zona, se puede afirmar que no es demasiado pronunciada. Éste hecho es debido, entre otros factores, a que no son comunes los vientos dominantes. También cabe mencionar que el suelo en esta zona está compuesto por materiales fangosos.

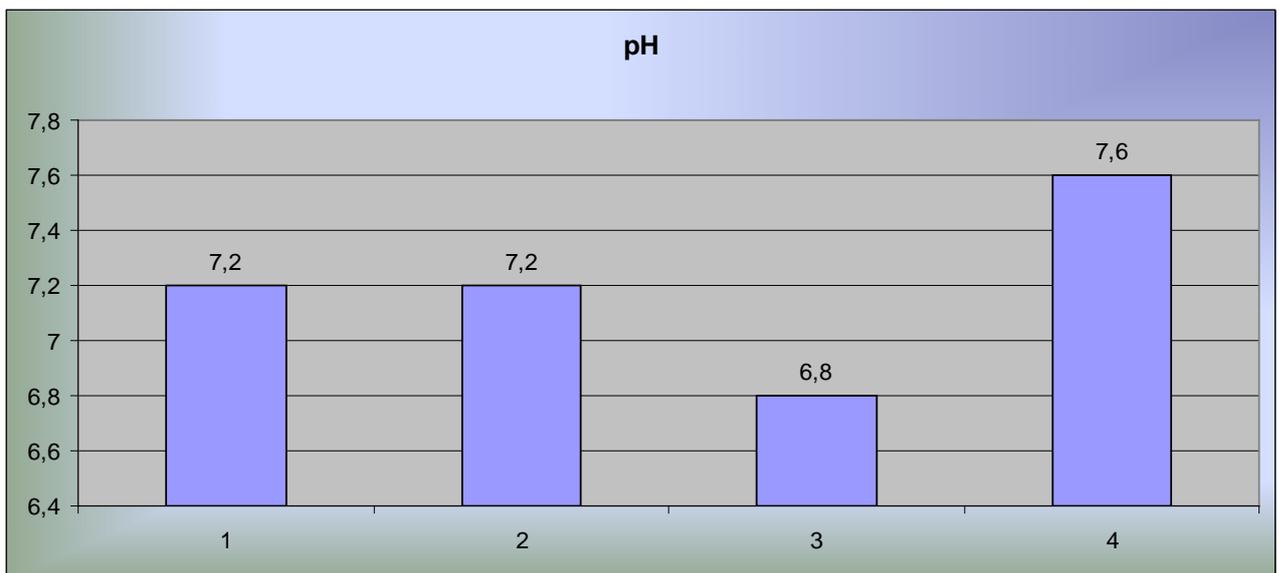
Respecto a los elementos bióticos del paisaje, se puede afirmar que la vegetación en esta zona es escasa y muy dispersa. Esto se debe a que en este punto de muestreo la población está considerada como ciudad y la densidad de población es alta.

En cuanto a los demás elementos antrópicos del paisaje, se puede afirmar que este punto de muestreo carece de industrias y zonas obreras como minas o canteras. Las vías de comunicación con las que cuenta esta zona son carreteras y ferrocarriles.

Este punto de muestreo no está considerado de interés turístico, sin embargo, en sus alrededores se encuentran zonas de patrimonio histórico como la antigua fábrica ictorio Luzuriaga y la Azoka del pueblo. (Ver **ANEXO X**.)

#### 4.2. pH.

Los datos de pH en este punto no son preocupantes ya que se encuentra con un nivel adecuado para el agua, al oscilar los días de investigación entre 6,8 y 7,6. Por lo tanto no hay vertidos que alteren el grado de acidez del agua. (Ver **GRAFICA 1**).

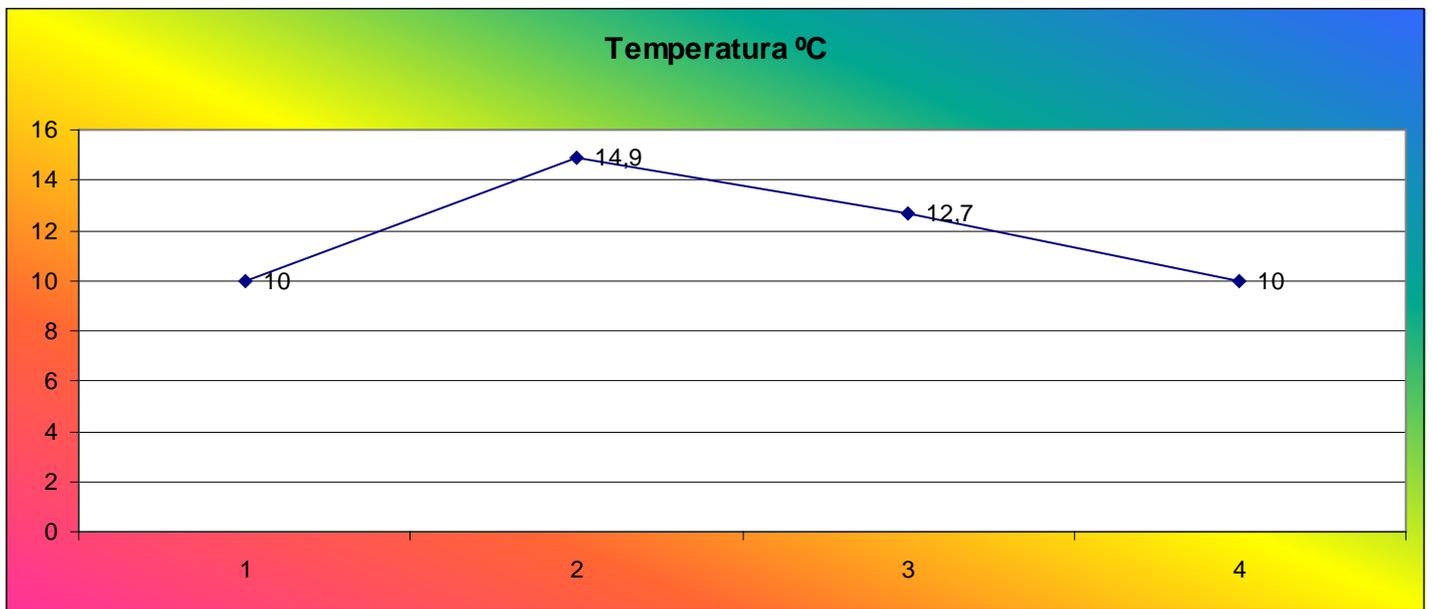


**GRAFICA 1:** pH de la

#### 4.3. Temperatura.

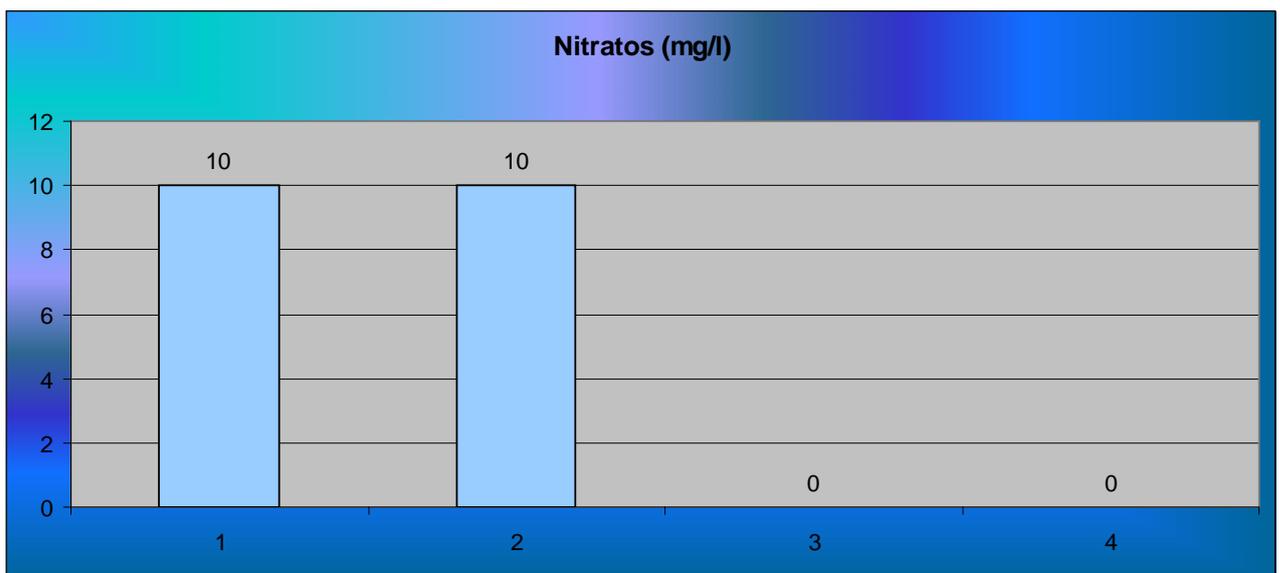
La temperatura obtenida en los 4 días de observación en la zona 1, son entre 10°C y 15°C. (Ver **GRÁFICA 2**).

Por tanto, se consideran datos correctos para la vida animal y vegetal.



**GRAFICA 2:** Temperatura de la zona.

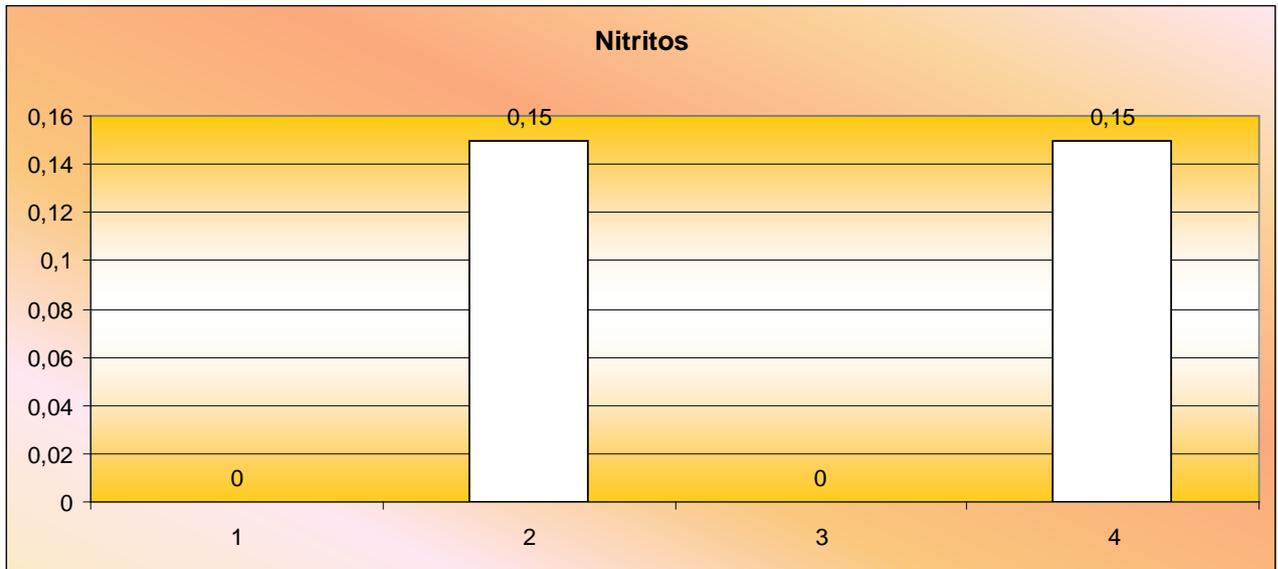
Los datos nos indican que no hay contaminación por nitratos. (Ver **GRAFICA 3**). Si la cantidad fuera mayor, nos encontraríamos con un aumento de algas, y por lo tanto, una disminución de oxígeno, por lo que la posible fuente de este agente contaminante que es la agricultura, se puede descartar, y por lo tanto, se hablaría de eutrofización. Aunque presenta valores dispares varios días.



**GRAFICA 3:** Nitratos de la zona.

#### 4.5. Nitritos.

Los datos de NO<sub>2</sub> si indican una irregularidad en las concentraciones encontradas, ya que aparecen en varias ocasiones. (Ver **GRÁFICA 4**).

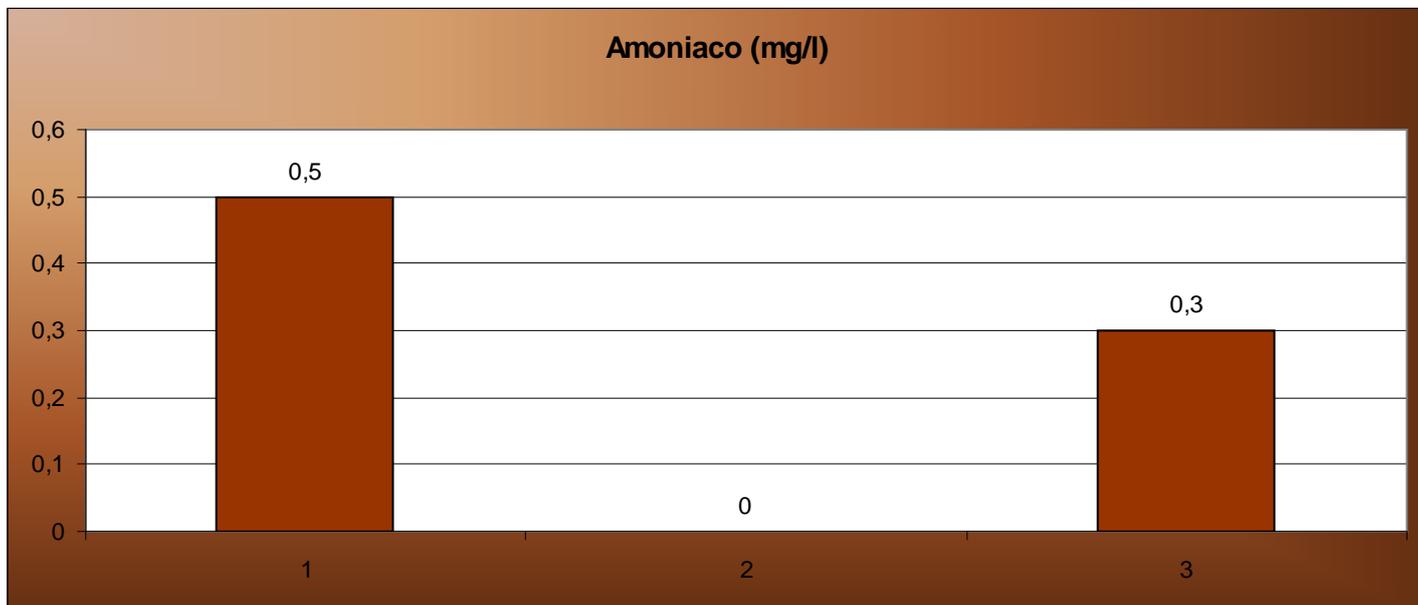


**GRAFICA 4:** Nitritos de la zona.

#### 4.6. Amoniaco.

El amoniaco es un producto altamente tóxico, y su presencia en el río no es favorable para los seres vivos. Por otro lado, puede llegar a ser favorable al ser una fuente extra de nitrógeno para las plantas.

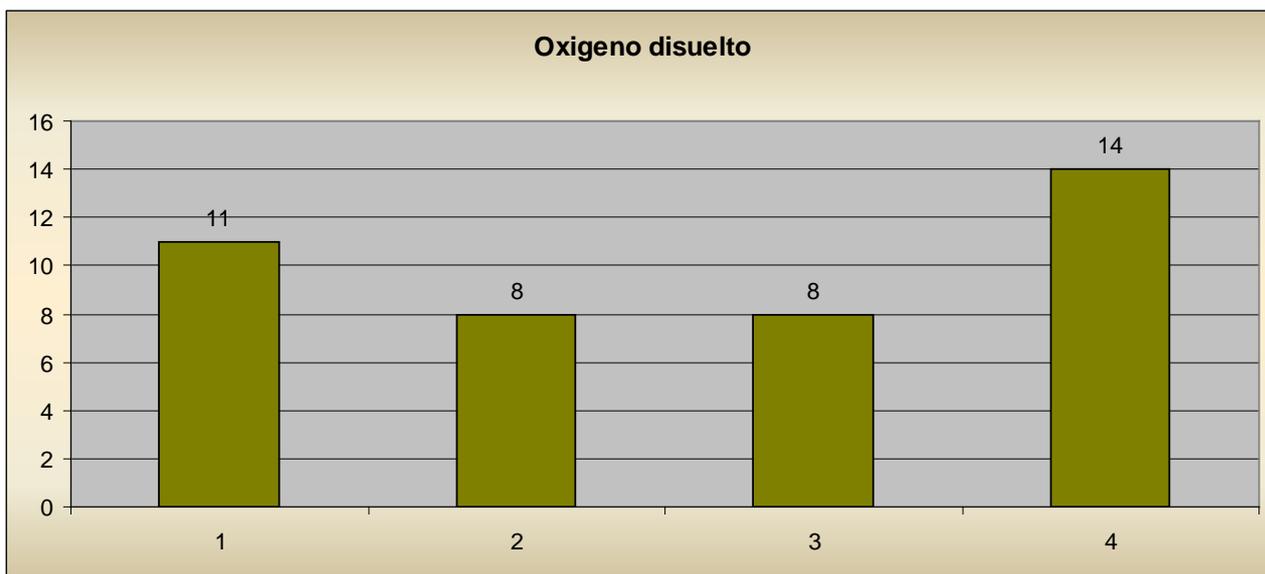
En cuanto a los datos obtenidos, se puede concluir que el agua esta contaminada al haber amoniaco en los puntos analizados. En cuanto a los datos obtenidos, se puede concluir que existe cierto problema ya que el días 1 y 3 del punto de muestreo se detectó unos 0,3mg/l y 0,5mg/l que le dan al agua caracter contaminada.



**GRAFICA 5:** Amoniaco de la zona.

#### 4.7. Oxígeno disuelto.

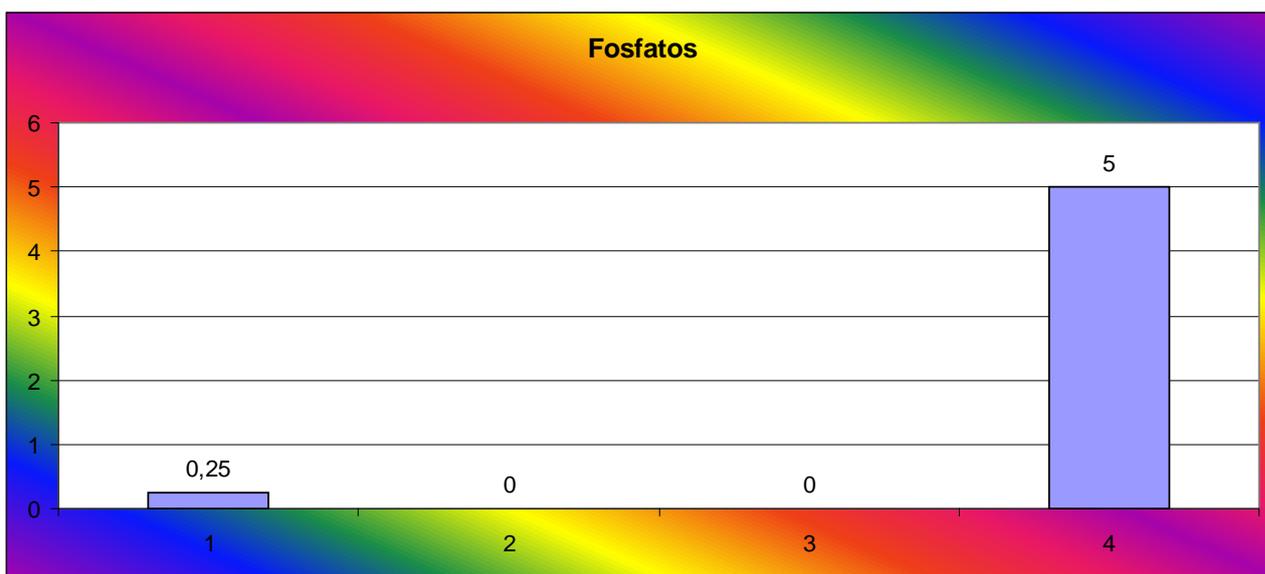
Después de realizar la prueba del oxígeno disuelto, podemos llegar a la conclusión de que hay resultados muy variados en el mismo punto, distintos días. Esto quiere decir que en la mayoría de los días hay una cantidad excesiva de oxígeno en el agua.



**GRAFICA 6:** Oxigeno disuelto de la

#### 4.8. Fosfatos.

Según la ley de aguas en vigor, los datos se sitúan en un nivel adecuado de fosfatos, teniendo como concentración máxima 5mg/l. (Ver **GRÁFICA 7**).



**GRAFICA 7:** Fosfatos de la zona.

## **5. PLACAS DE MICROORGANISMOS**

### **5.1. 18 de Enero del 2013**

En la siguiente grafica se muestran los resultados de los microorganismos aparecidos en las aguas del día 18/1/2013.

La cantidad que más destaca notablemente es la placa de EMB Levine de la zona dos, ya que alcanza una cantidad muy elevada respecto a las zonas restantes.

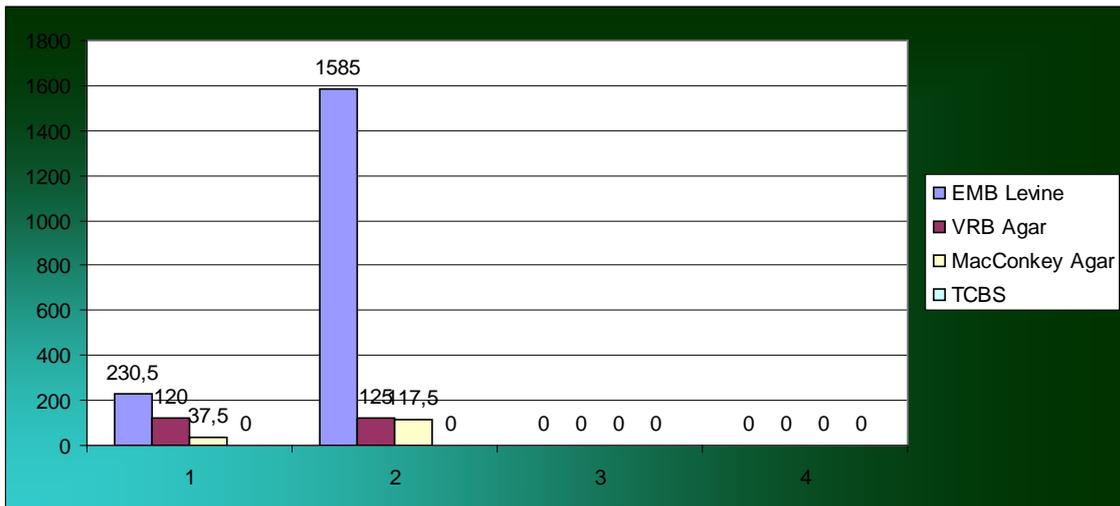
Respecto a la prueba de VRB Agar no se observan muchas diferencias entre zonas.

La prueba de MacConkey Agar en cambio si que muestra alguna diferencia respecto a las cantidades que se muestran, ya que una es notablemente mayor que la otra.

Las placas de TCBS mostraron cero microorganismos, lo cual es buena señal, ya que cero es la cantidad que debe aparecer.

Es preciso decir que las zonas tres y cuatro no muestran ningún resultado ya que aquel día no fue posible realizar estas pruebas.

(Ver **GRAFICA 1**).



**Grafica 1.** Microorganismos del 18/1/2013.

### 5.2. 2 de Febrero del 2013

En la grafica siguiente son observables los resultados obtenidos el día 2/2/2013 respecto a los microorganismos que se encuentran en el agua.

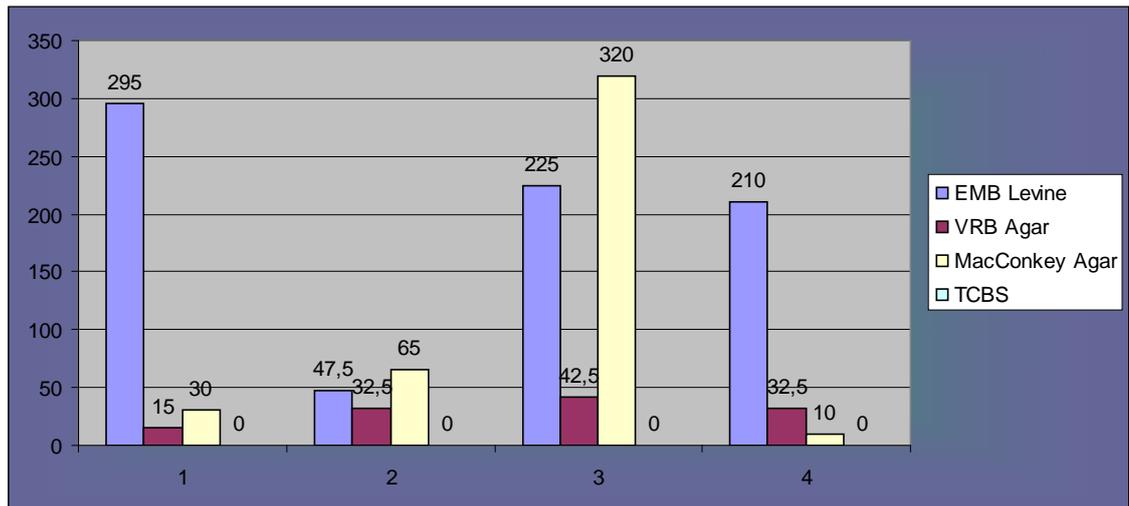
En la prueba de EMB Levine son observables grandes cantidades de microorganismos en todas las zonas a excepción de la zona dos, que muestra una pequeña cantidad.

Es visible que la prueba de VRB Agar se han obtenido unas cantidades bajas y a la vez bastante similares.

En cambio, la prueba MacConkey aparece con unas cantidades muy desequilibradas, ya que se puede ver como no hay similitud entre zonas.

Respecto a la prueba de TCBS, los resultados son repetidamente cero.

(Ver **GRAFICA 2**).



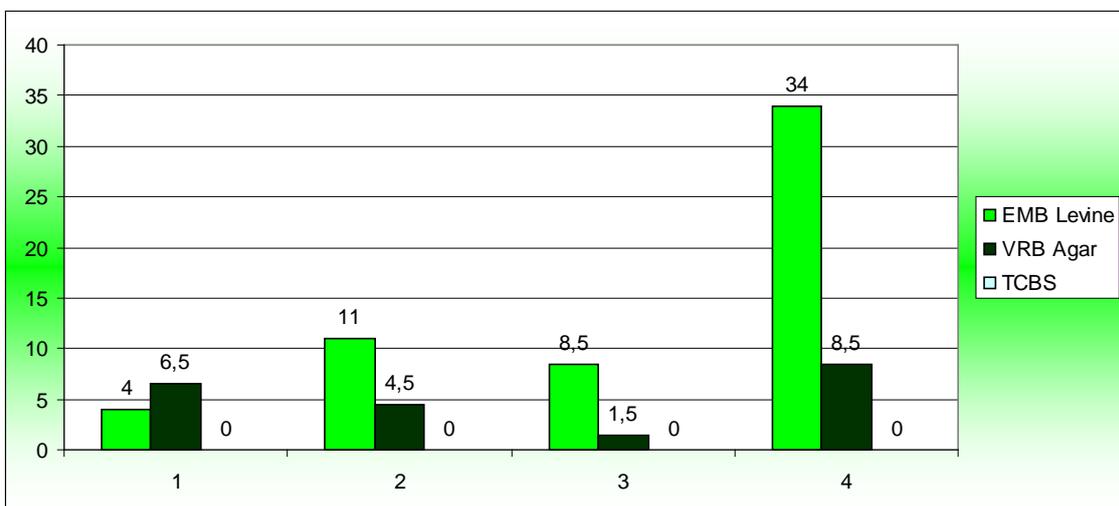
**Grafica 2.** Microorganismos del día 2/2/2013.

### 5.3. 16 de Febrero del 2013

En la siguiente grafica se pueden apreciar las cantidades de micoorganismos que han aparecido. Lo que mas destaca es la prueba de EMB Levine en la zona 4, ya que alcanza unos niveles muy superiores comparándolo con las demás zonas.

En al prueba de VRB Agar, también se aprecian varios cambios entre zonas, sobre todo entre las zonas tres y cuatro.

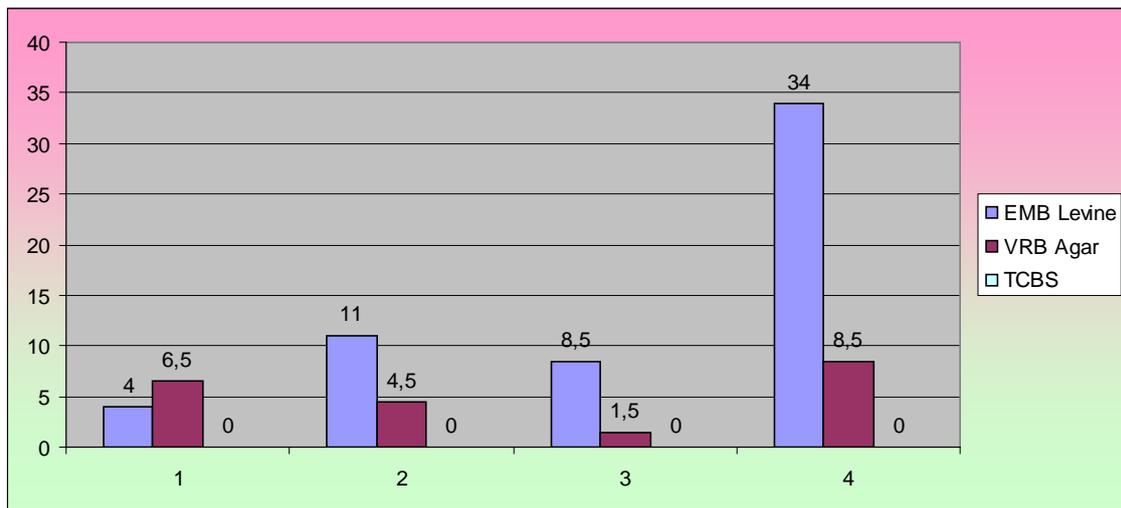
En el caso de las pruebas TCBS, los resultados son cero, lo cual es bueno ya que si nos diera alguna cantidad, seria motivo de preocupación. (Ver **GRAFICA 3**).



**Grafica 3.** Microorganismos del día 16/2/2013.

#### 5.4. 9 de Marzo del 2013

En la siguiente grafica que muestran los resultados obtenidos el día 9/3/2013. Sorprendentemente los resultados son idénticos a los resultados obtenidos el día anterior, lo cual no podemos explicar. (Ver **GRAFICA 4**).



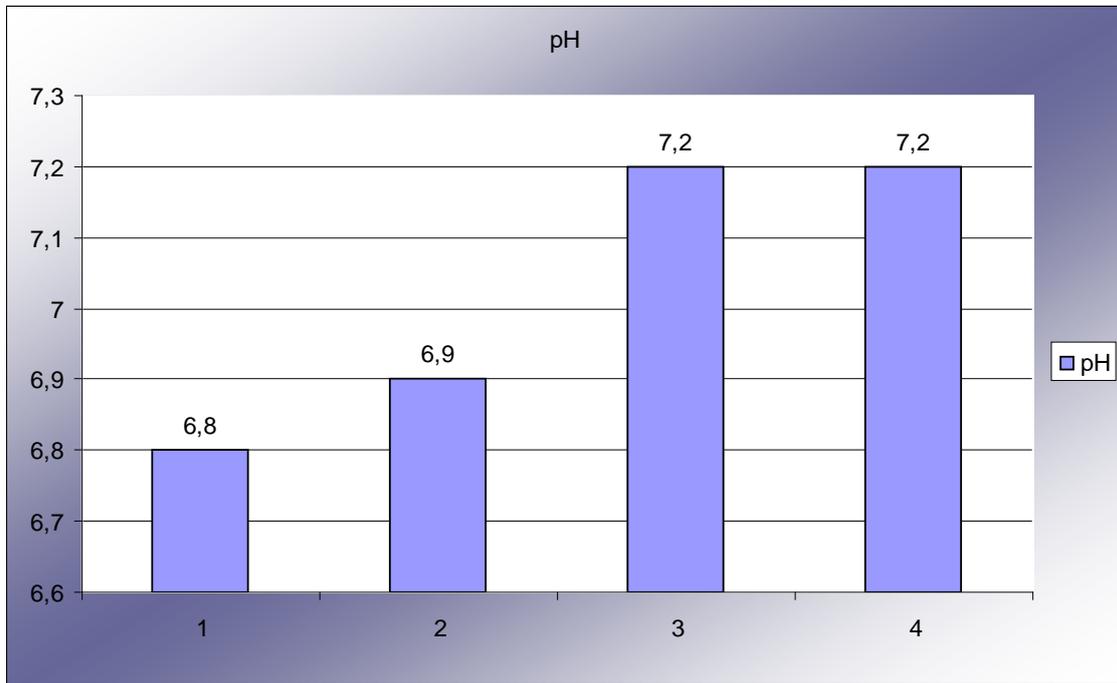
**Grafica 4.** Microorganismos del 9/3/2013

# **XVII. CONCLUSIONES**

## **1. CALIDAD DEL AGUA**

### **1.1. pH.**

Después de hacer las medias del pH en todos los puntos, no se aprecian grandes altibajos. Se observa una pequeña diferencia entre las zonas uno y dos y las zonas tres-cuatro y cinco, pero no son muy a tener en cuenta ya que es una pequeña cantidad. (VER GRAFICA 1).



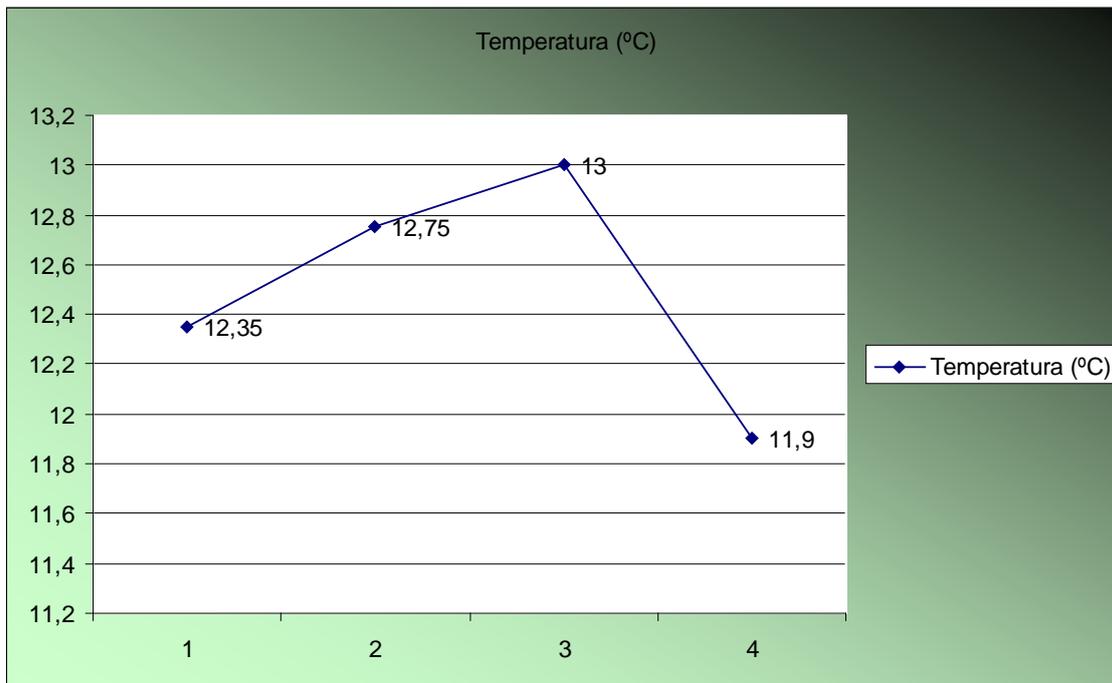
**Grafica 1.** pH de todas las zonas.

### **1.2. Temperatura.**

En el caso de la temperatura las diferencias entre zonas son más pronunciadas. Esto puede deberse a que en el caso de la temperatura del agua hay que tener en cuenta la temperatura del ambiente.

Se puede ir apreciando un ascenso de temperatura respecto se avanza de zona, exceptuando la ultima zona en la que la temperatura desciende notablemente.

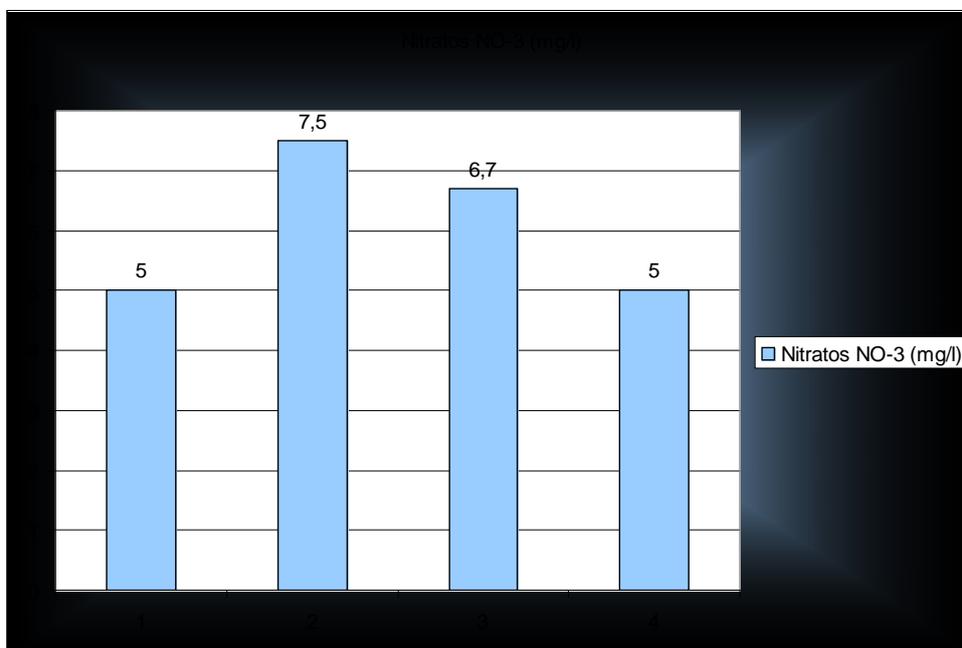
(Ver **GRAFICA 2**).



**Grafica 2.** Temperatura de todas las zonas.

### 1.3. Nitratos.

Después de realizar la media de los nitratos en todos los puntos, no son observables grandes cambios entre las zonas. Destaca entre las zonas la zona dos, en la que la cantidad de nitratos es más elevada que en las zonas restantes. Aun así, todas las cantidades son parecidas. (Ver **GRAFICA 3**).

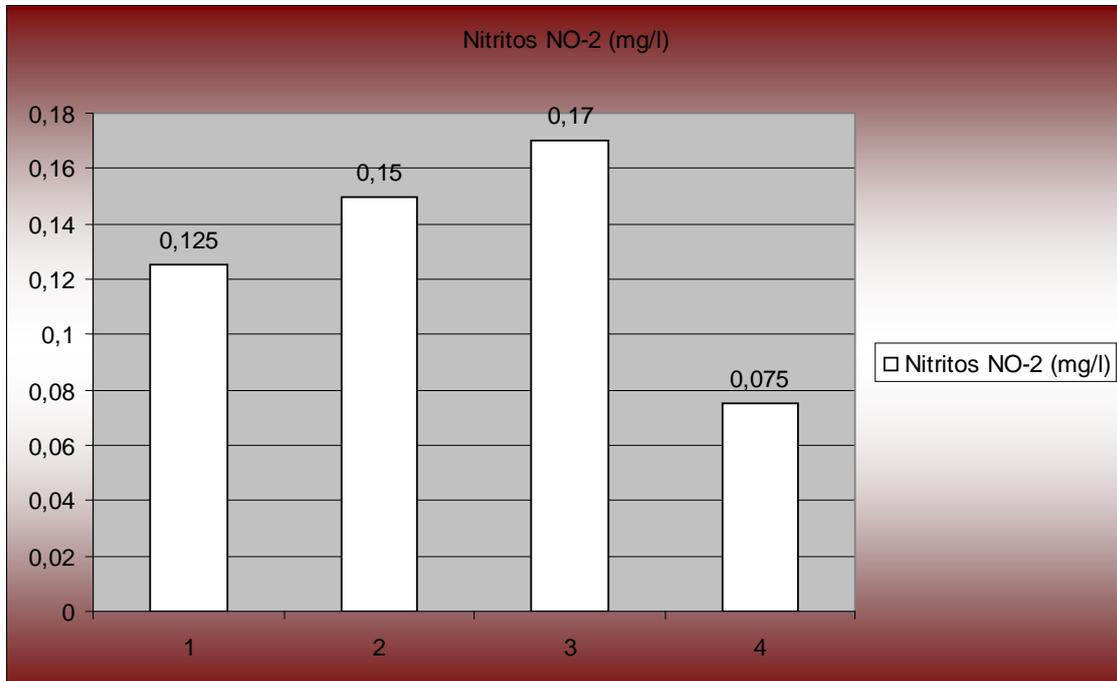


**Grafica 3.** Nitratos de todas las zonas.

#### 1.4. Nitritos.

En el caso de los nitritos, son todas cantidades muy bajas, pero la que destaca es la zona cuatro ya que es la zona en la que la cantidad es más baja. La zona tres destaca por tener la cantidad más elevada, aun así no se aleja mucho de la zona dos.

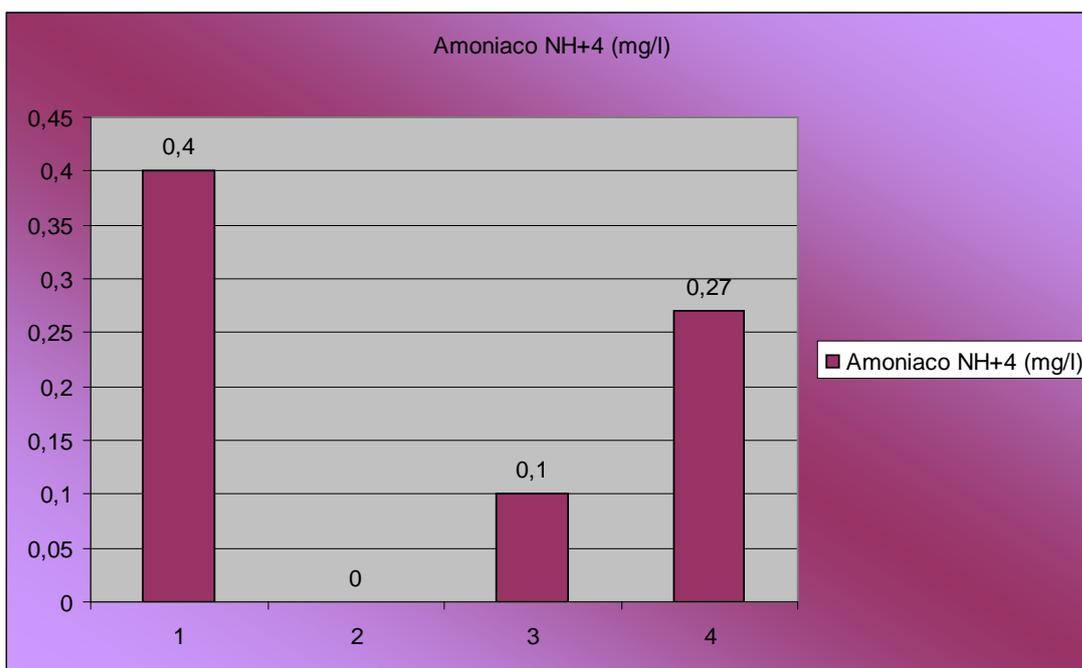
(Ver **GRAFICA 4**).



**Grafica 4.** Nitritos de todas las zonas.

#### 1.5. Amoníaco.

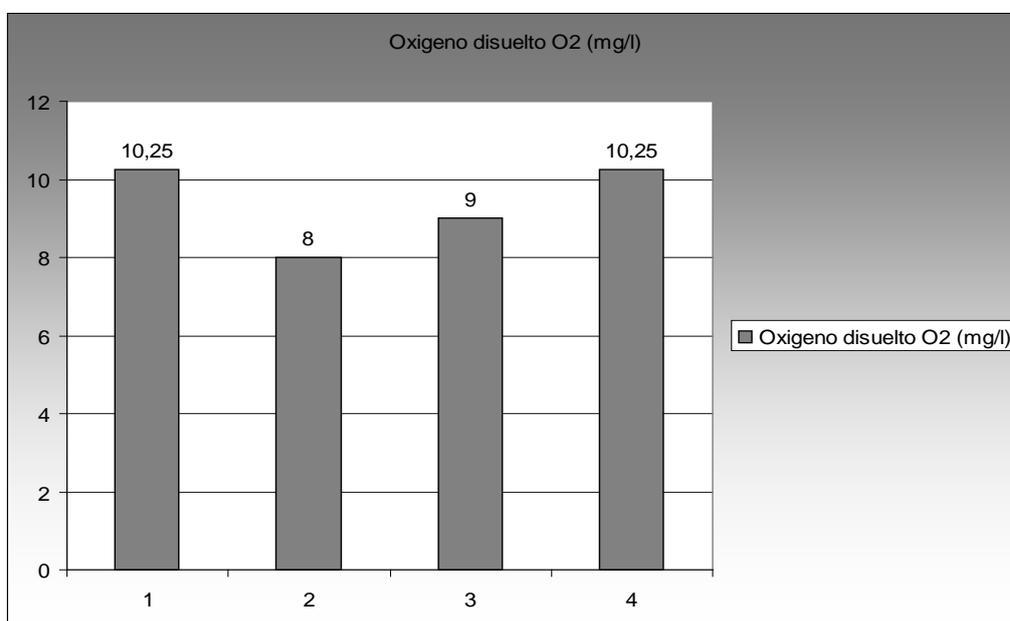
Después de comparar el amoníaco es apreciable que se encuentran diferencias entre zonas. Es destacable que en la zona dos la cantidad es 0; aunque también es destacable que en las zonas restantes la cantidad no es muy elevada, lo cual aunque no es del todo recomendable, es aceptable. (Ver **GRAFICA 5**).



**Grafica 5.** Amoniac en todos los puntos.

### 1.6. Oxigeno disuelto.

Viendo los resultados de la grafica del oxigeno disuelto, son apreciables algunos cambios, aun así, no son cambios que se deban destacar notablemente ya que su diferencia no es excesiva. Es visible que a excepción de la zona dos, la cual es la que menos oxigeno disuelto muestra, la cantidad de oxigeno disuelto es adecuada para mantener una buena calidad en el agua. (Ver **GRAFICA 6**).

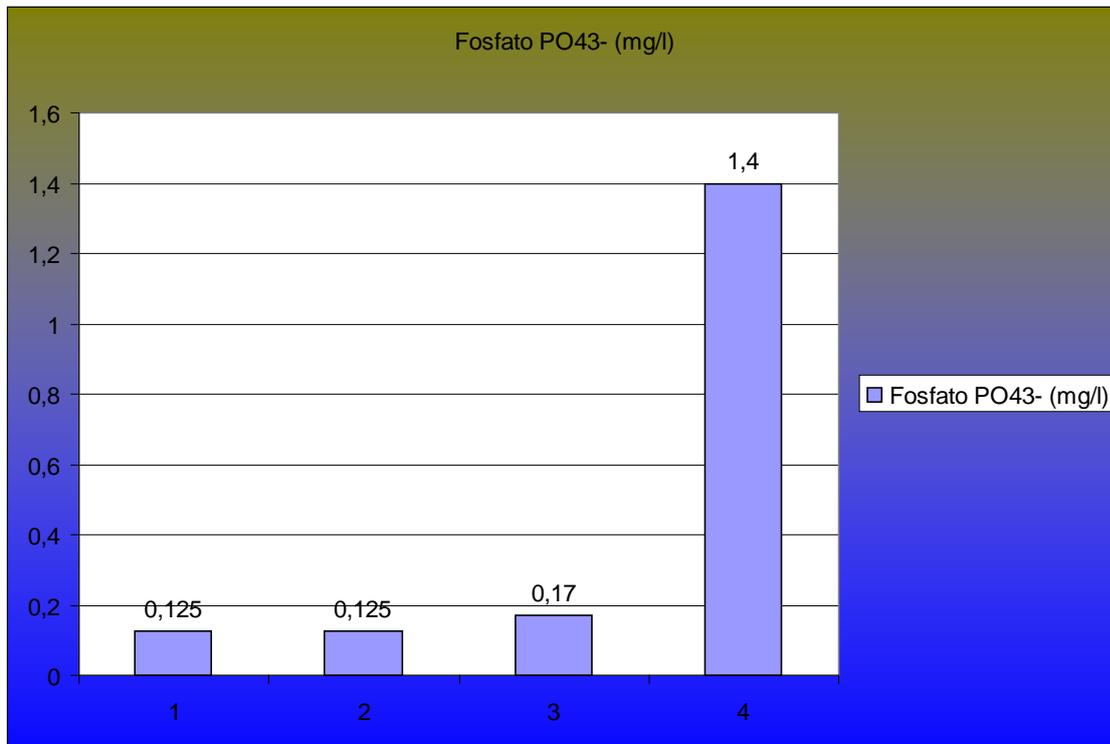


**Grafica 6.** Oxigeno disuelto en todos los puntos.

### 1.7. Fosfatos.

Respecto a los resultados mostrados en la grafica, es muy destacable la irregularidad que se muestra en la zona cuatro respecto a las demás zonas, dado que en las zonas uno, dos y tres, los resultados no pasan del 0,2 y en la zona 4 la cantidad asciende hasta casi 1,5. Esto demuestra que hay algún tipo de alteración en la dicha zona ya que no es común que se muestren estas irregularidades.

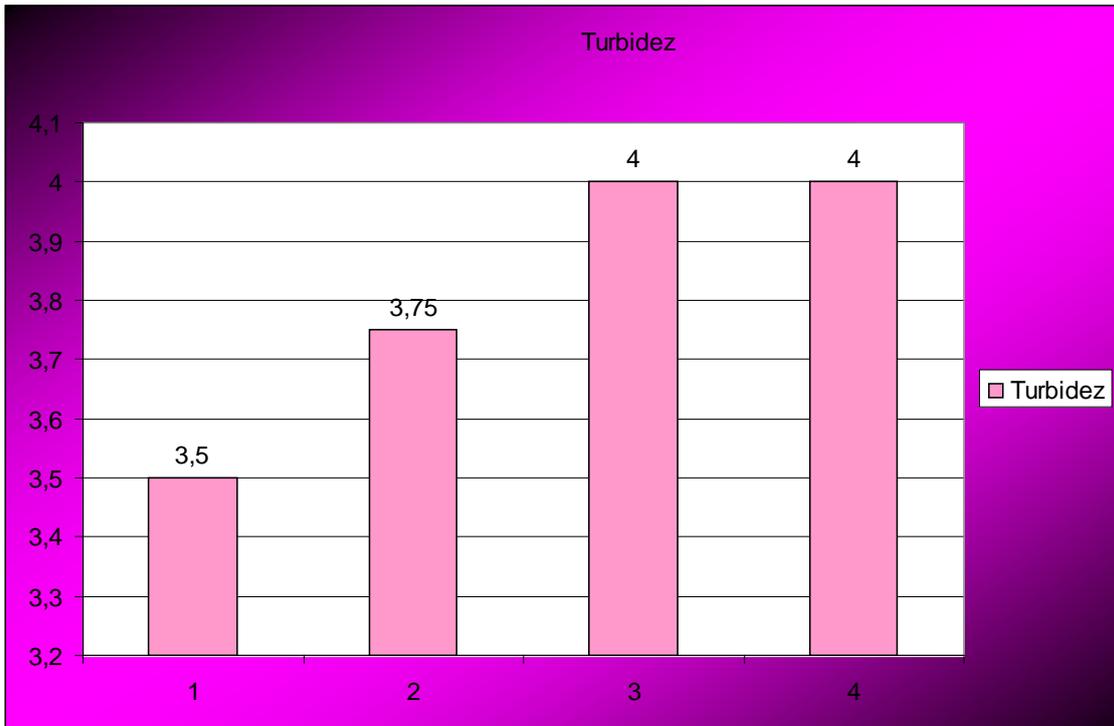
(Ver **GRAFICA 7**).



**Grafica 7.** Fosfatos de todas las zonas.

### 1.8. Turbidez.

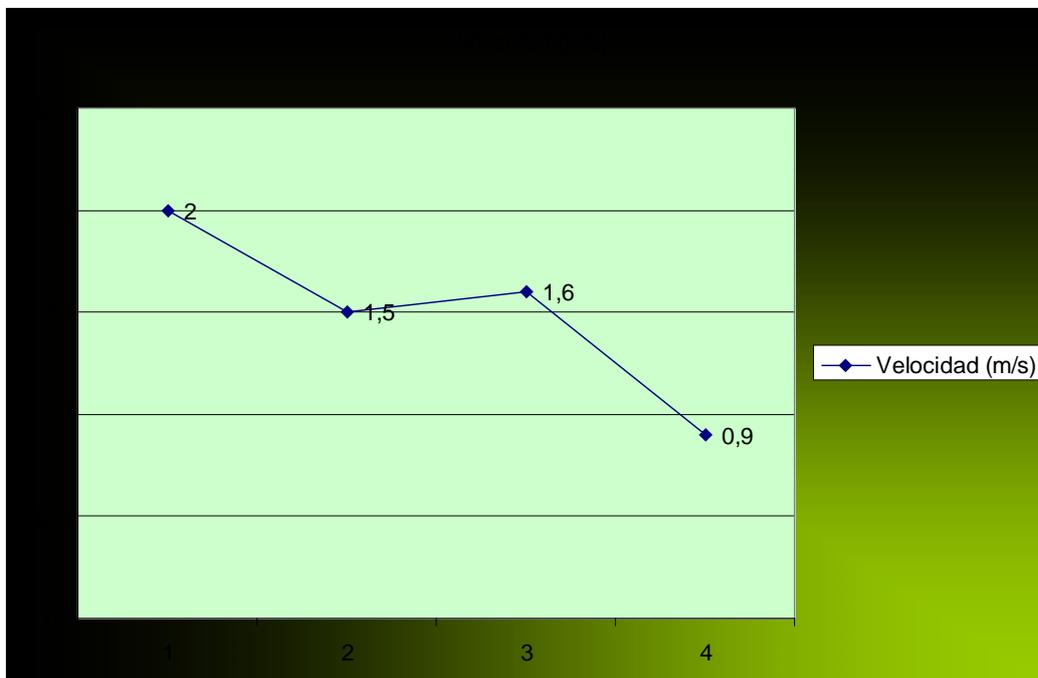
Vistos los resultados de la grafica, observamos que la turbidez que muestran las aguas son muy satisfactorias ya que en todas las zonas se muestra casi el 100% de la turbidez. (Ver **GRAFICA 8**).



**Grafica 8.** Turbidez en todas las zonas.

### 1.9. Velocidad.

Respecto a la velocidad en estos puntos es bastante curioso como va disminuyendo la velocidad a medida que se va avanzando en las zonas. Esto se debe a que el río va avanzando desde las partes altas de la montaña a la costa, por tanto no es de extrañar que la velocidad vaya disminuyendo. (Ver **GRAFICA 9**).

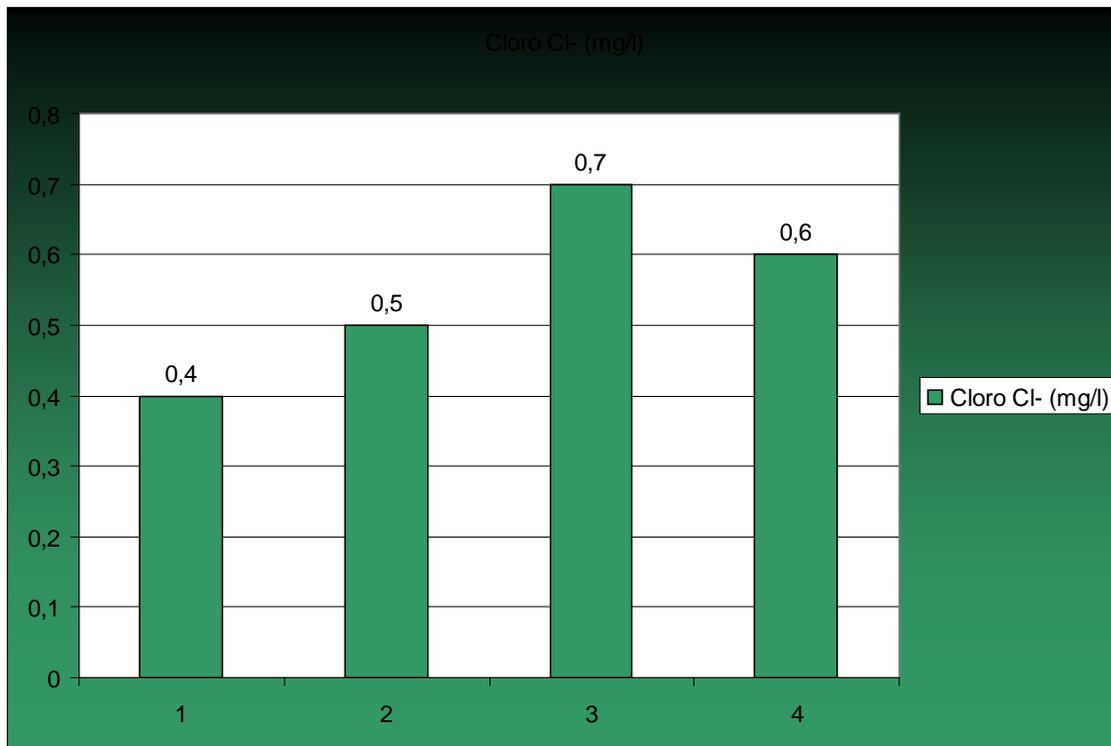


**Grafica 9.** Velocidad en todas las zonas.

### 1.10. Cloro.

En la siguiente grafica observamos que la cantidad de cloro en el agua esta bastante igualada en todos los puntos, aunque entre alguna zona y otra se pueden observar algunos cambios. De todas formas no son cambios a tener en cuenta. Aun así, la presencia de cloro en aguas debería ser algo de lo que preocuparse.

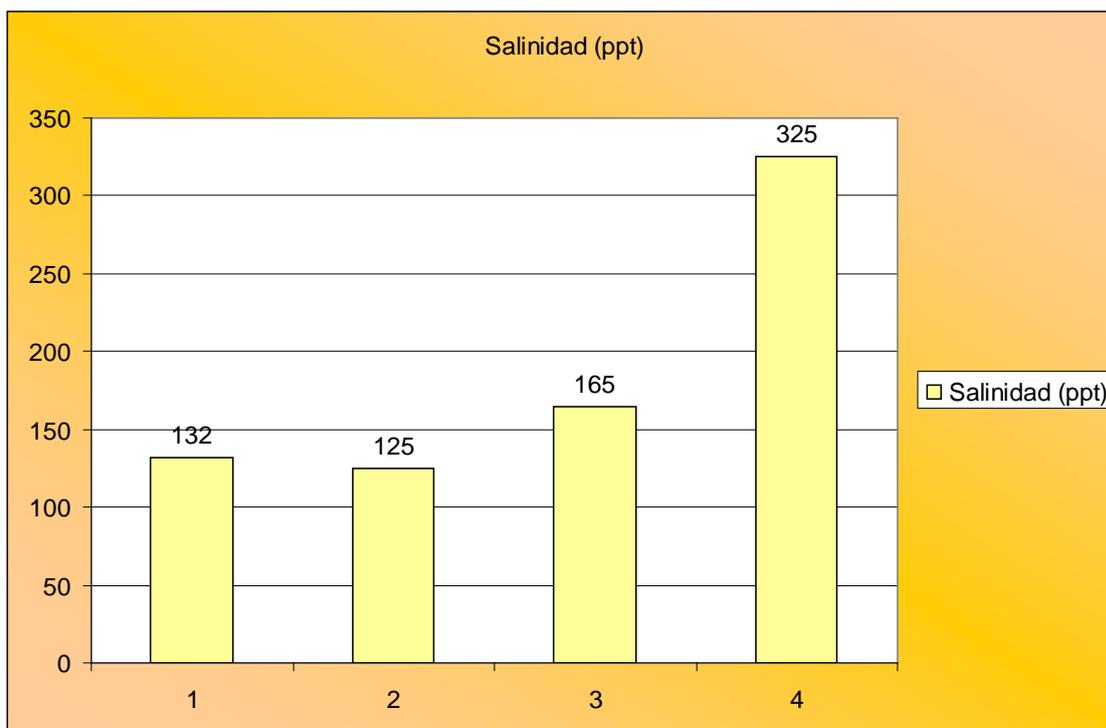
(Ver **GRAFICA 10**).



**Grafica 10.** Cloro en todos los puntos.

### 1.11. Salinidad.

En la siguiente grafica son observables los resultados obtenidos en la prueba de la salinidad. En los puntos uno, dos y tres se observa una cantidad media, en cambio en el punto cuatro la situación cambia visiblemente ya que la cantidad de salinidad aumenta casi el doble. Esto se debe a que la zona cinco se encuentra en los límites del puerto de Pasaia, atrayendo así muchas veces agua marina. (Ver **GRAFICA 11**).

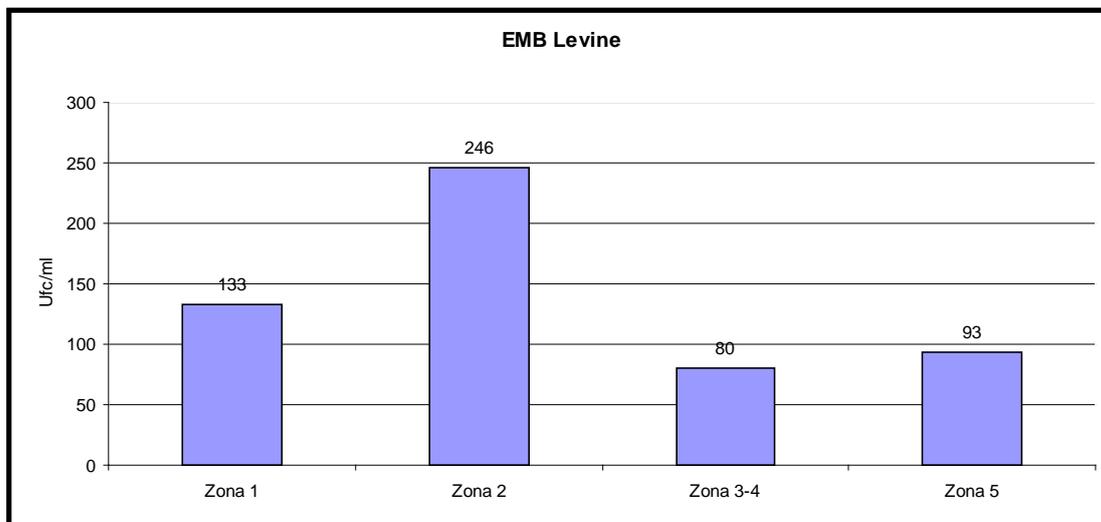


**Grafica 11.** Salinidad en todos los puntos.

### 1.12. EMB Levine.

El EMB Levine es un medio selectivo y diferencial, adecuado para el crecimiento de Enterobacterias”. Según la ley las Enterobacterias son microorganismo de riesgo 2, ya que pueden causar infecciones intestinales y extra-intestinales generalmente severas, como infecciones del aparato excretor, meningitis, peritonitis, mastitis, septicemia y neumonía.

En el gráfico, en el que se pueden apreciar los resultados obtenidos al hacer las medias, se puede observar que los valores se sitúan entorno a los 100 ufc/ml. En el punto de muestreo 2, sin embargo, se puede observar que estos valores aumentan considerablemente. Esto se debe, entre otras razones a que a pesar de ser una zona poco alterada físicamente se trata de un lugar bastante muy transitado debido a los caseríos. Son posiblemente los residuos de estos caseríos los que provocan este aumento de los microorganismos en el punto de muestreo 2.



### 1.13. VRB Agar.

### 1.14. MacConkey.

Este medio de cultivo determina la presencia y la concertación de *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium* y *Pseudomonas aeruginosa*. Todas estas bacterias son de riesgo 2 según la ley vigente, por tanto, deben tomarse varias medidas para prevenir la contaminación en personas y propagación de enfermedades. La *Escherichia coli* se trata de una bacteria unicelular que se encuentra generalmente en los intestinos animales y por ende en las aguas negras. Ésta y otras bacterias son necesarias para el funcionamiento correcto del proceso digestivo. Además produce vitaminas B y K. En humanos, el *E. coli* puede causar infecciones intestinales y extra-intestinales generalmente severas, tales como infecciones del aparato excretor, meningitis, peritonitis, mastitis y septicemia.

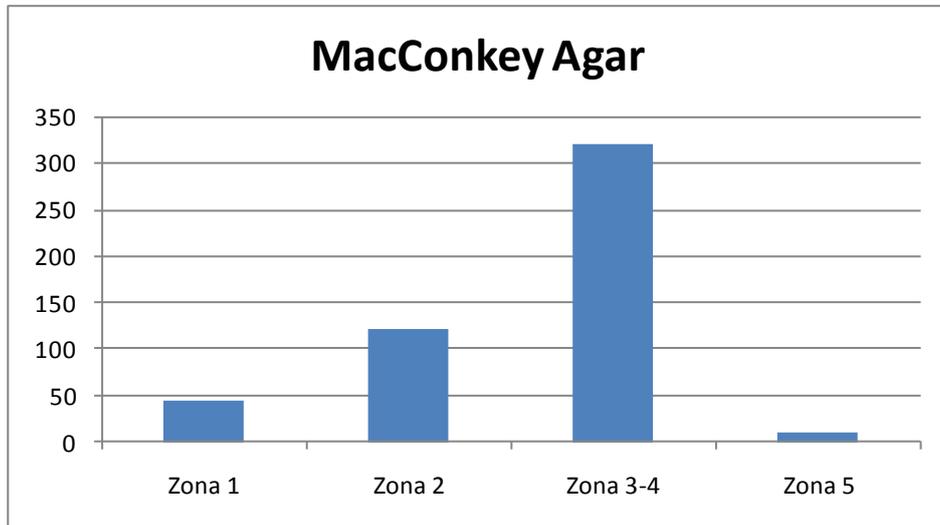
La *Salmonella typhimurium*, se encuentra a menudo en pollos y sus huevos y en reptiles como las tortugas. En personas, no produce enfermedades severas si no que causar diarreas, dolores abdominales, vómitos y náuseas, que suelen durar una semana aproximadamente. Pero, en humanos cuyo sistema inmunológico este débil, como es el caso de las personas de edad, jóvenes, la infección por la *Salmonella* termina siendo fatal si no es tratada con antibióticos.

La *Pseudomonas aeruginosa* es una bacteria que se puede encontrar en el agua dulce y salobre. Las dos principales enfermedades asociadas con este microorganismo son la gastroenteritis y las infecciones de heridas, con o sin bacteriemia. La gastroenteritis generalmente se produce por la ingestión de agua o de alimentos contaminados, mientras que las infecciones de heridas son el resultado de la exposición al agua contaminada.

Teniendo en cuenta estos datos, el gráfico muestra unos resultados de Ufc/ml como para que esa agua se pueda utilizar o manipular, ya que presenta unos valores menores a 350 ufc/ml. La zona más afectada es el punto de muestreo 3-4 se puede decir

que esto puede deberse a la contaminación ocasionada por los residuos agrícolas y ganaderos que generan los caseríos del entorno.

El punto 5 como se ve es el menos afectado por estos microorganismos, lo cual es sorprendente ya que éste está situado en una zona muy urbanizada con lo que está sometido a diversos tipos de residuos. Con lo cual, a pesar de presentar unos buenos resultados en los días de los análisis, no se puede considerar un agua en buenas condiciones, ni sin peligro para su manipulación.



### 1.15. TCBS.

En este medio de cultivo se puede obtener estos microorganismos: *Vibrio cholerae*, *Vibrio parahaemolyticus* y *Escherichia coli*, todos ellos según la ley de riesgo 2, por tanto se debería hacer algo para evitarlos.

La *Vibrio cholerae* es una bacteria que provoca el cólera en humanos. La *Vibrio parahaemolyticus* es una bacteria que puede encontrarse en el marisco, y es capaz de causar una gastroenteritis.

En base a los resultados obtenidos, se puede apreciar que los resultados obtenidos son muy uniformes, ya que en todos los puntos la presencia de microorganismos en las placas de cultivo TCBS ha sido nula. Teniendo en cuenta las enfermedades que producen a los humanos, estos datos son muy positivos ya que indican que el agua es apta para el consumo humano. (Ver **TABLA 1**).

**TABLA 1.**  
Resultado de las  
placas TCBS en  
todas las zonas.

TCBS	
Zona 1	0
Zona 2	0
Zona 3-4	0
Zona 5	0

## **2. CALIDAD DEL PAISAJE**

### **2.1. Patrimonio socio-cultural.**

Como se puede observar en esta tabla, el patrimonio socio cultural de este entorno esta formado, generalmente, por caseríos. Estos se pueden encontrar en la mayoría de los puntos de muestreo como son los puntos 1,2 y 3-4.

Sin embargo, en el entorno de Molinao erreka, no solo se encuentran caseríos, en el punto de muestreo 3-4 se encuentra una zona recreativa que consta de un pequeño parque y un campo de fútbol a orillas del río.

De el punto de muestreo 5, cabe destacar que es el único en el que no se encuentra ningún caserío, esto se debe a que está situado próximo al núcleo de Pasai Antxo y es una zona muy urbanizada cuya densidad de población es bastante alta. (Ver **TABLA 1**).

PATRIMONIO SOCIOCULTURAL				
	Zona 1	Zona 2	Zona 3-4	Zona 5
Molino				
Ferreria				
Puente				
Palacio				
Zona recreativa			X	
Casa Torre				
Caserio	X	X	X	
Otros				X

**Tabla 1:** Patrimonio sociocultural.

### **2.2. Situación ambiental.**

El punto 1 presenta zonas urbanas, ganaderas e infraestructuras. El punto 2 presenta zonas también ganaderas, agrícolas e infraestructuras y en el punto 3-4 se

observan infraestructuras, pero también zonas de recreo. Estos tres puntos presentan un estado y una situación medioambiental muy similar. Éste estado nos indica que son puntos analizados cuya zona se encuentra en un estado natural cuyo aspecto general es de un ecosistema natural.

Respecto al punto de muestreo 5, cabe mencionar que se trata de una zona urbanizada y que es el punto de muestreo más degradado de todos los investigados. Se puede decir que el ecosistema fluvial existente está bastante transformado ya que la vegetación de los márgenes está plantada artificialmente tras la construcción de las nuevas viviendas de Luzuriaga.

El estudio de las alteraciones del río nos muestra como el hombre ha intervenido en el ecosistema natural de los puntos de muestreo analizados.

Se puede observar que ninguno de los puntos presenta presas. Este dato es destacable ya que supone la ausencia de barreras para la fauna.

Por otra parte, ni el punto 1 ni el punto 2 presentan ningún tipo de canalización, mientras el punto 5 presenta canalización total, por tanto, en los 2 márgenes y el punto 3-4 solo presenta canalización parcial, es decir, en un margen.

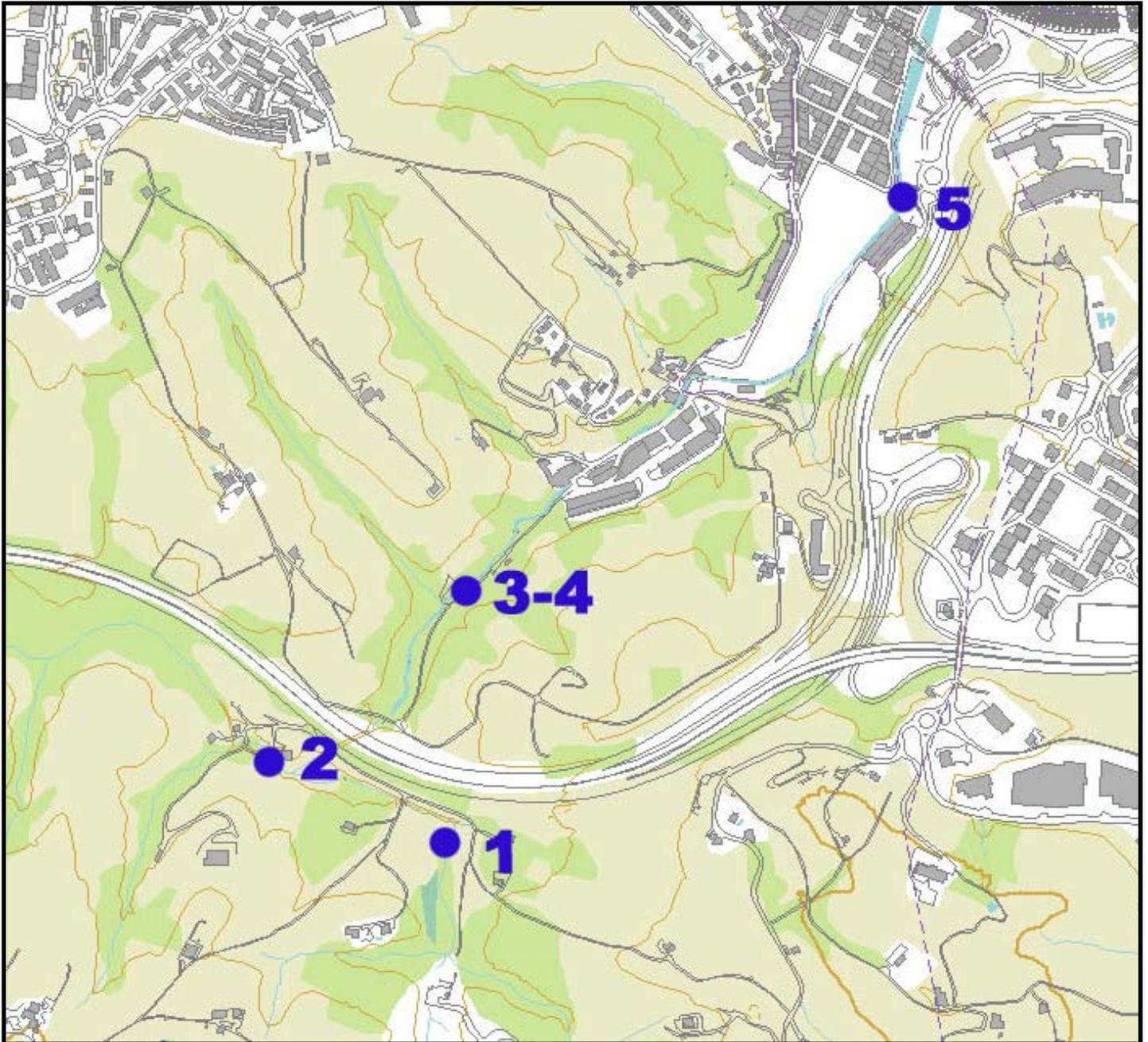
Las canalizaciones presentes en los puntos 3-4 y 5 ya sean totales o parciales, son debido a una escollera o debido a un muro o pared.

Esto nos indica que el hombre ha intervenido creando estructuras artificiales, alterando así el estado natural de los puntos analizados. Únicamente los puntos 1 y 2 son los que presentan los márgenes en estado natural. (Ver **TABLA 2**).

<b>SITUACIÓN AMBIENTAL</b>				
<b>USO DEL ENTORNO</b>				
	Zona 1	Zona 2	Zona3-4	Zona 5
Agrícola		X		
Ganadero	X	X		
Urbano				X
Recreo			X	
Industrial				
Zona degradada				
Zona en estado natural				
Infraestructuras	X	X	X	
Otros	X	X		
<b>ALTERACIONES DEL RIO</b>				
	Zona 1	Zona 2	Zona3-4	Zona 5
Presa				
Si con canal				
Si sin canal				
No	X	X	X	X
<b>CANALIZACIÓN</b>				
	Zona 1	Zona 2	Zona3-4	Zona 5
Si	Der.		X	X
	Izq.			X
No	X	X		
Parcial	Der.			
	Izq.			
Tipo de canalización				
Escollera				X
Pared-muro			X	
Edificio/Fábrica				

**TABLA 2.** Situación ambiental.

# **XIX. ANEXOS**



ANEXO I. Mapa de los puntos de muestreo.

UBICACIÓN			
Localidad:			
Punto de muestreo:		Fecha:	
Coordenadas UTM:		Altura:	Pendiente:
Temperatura:	Humedad relativa:	Visibilidad:	Orientación:

PATRIMONIO SOCIO-CULTURAL			
CONSTRUCCIONES HISTÓRICAS			
Molino		Casa Torre	
Ferrería		Caserío	
Puente		Museo	
Palacio		Otros (especificar)	
Zona recreativa			

DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO			
ANCHURA MEDIA DE LA LAMINA DE AGUA		PROFUNDIDAD MEDIA DE LA LAMINA DE AGUA	
<1m		<0,25m	
1-3m		0,25-0,5m	
3-5m		0,5-0,75m	
5-7m		0,75-1m	
>7m		>1m	
LECHO DEL RÍO		FLORA	
Rocas		Vegetación de ribera (aliso, sauce, fresno...)	
Cantos rodados		Otras frondosas (roble, haya...)	
Guijarros		Vegetación palustre (juncos, espadaña...)	
Arenas		Cultivos	
Fango		Praderas	
Otros (especificar)		Matorral (zarzas, helechos...)	
		Plantación (pino, eucalipto...)	
		Otros (especificar)	
TUBERÍAS EN EL ENTORNO			
Sí, vierte		Sí, no vierte	No

OBSERVACIONES						
Punto de muestreo				Fecha		
SITUACIÓN AMBIENTAL						
USO DEL ENTORNO						
Agrícola				Industrial		
Ganadero				Zona degradada		
Urbano				Zona en estado natural		
Recreo				Infraestructuras		
				Otros		
ALTERACIONES DEL RÍO						
a) Presa			b) Canalización			c) Tipo de canalización
Si con canal	Si sin canal	No	Si		Parcial	Escollera
			Der.	Izq.	No	
					Der.	Izq.
						Pared - Muro
						Edificio / Fábrica
BASURAS						
a) Contar		Agua	Orilla	b) Anotar		Agua
Bolsas de plástico				Papeles/cartones		
Envases de cristal				Escombros		
Envases de plástico				Maderas		
Portalatas				Restos vegetales		
Latas				Restos textiles		
Neumáticos				Residuos sanitarios		
Tetrabricks				Escombros		
Pilas				Corcho blanco		
Otros (especificar)				Aceites, grasas		
				Muebles, electrodomésticos		
				Residuos plásticos		
				Otros (especificar)		
CALIDAD DE AGUA						
a) Parámetros físicos			b) Parámetros químicos			
Olor			pH			
Color						
Espuma			Nitrato NO <sub>3</sub> (mg/l)			
Aceites / grasas			Nitrito NO <sub>2</sub> (mg/l)			

Eutrofización		Dureza total GH (°d)	
Peces muertos		Dureza de carbonatos KH(°d)	
Temperatura (°C)		Oxígeno disuelto O <sub>2</sub> (mg/l)	
Turbidez		Amoníaco NH <sup>+</sup> <sub>4</sub> (mg/l)	
Velocidad (m/s)		Fosfato PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/l)	
Caudal (m <sup>3</sup> /s)		Cloro Cl <sup>-</sup> (mg/l)	
Sólidos en suspensión		Salinidad (ppt)	
		Materia orgánica	Azul de metileno (%)
			Permanganato
<b>Punto de muestreo</b>		<b>Fecha</b>	
c) Parámetros biológicos			
Microorganismos		Invertebrados	
EMB Levine			
VRB Agar			
MacConkey Agar			
TCBS			
E-coli (coliformes)			

**ANEXO II.** Ficha de campo.

ELEMENTOS DEL PAISAJE					
ABIÓTICOS					
<b>Morfología</b>	Llano		<b>Altitud</b>	A la que nos encontramos	
	Monte			Altitud máxima de la zona	
	Ladera			Otros	
	Otros				
<b>Suelo</b>	Rocoso		<b>Pendientes</b>	Pronunciadas	
	Arenoso			Escasas	
	Fangoso			Otros	
	Otros				
<b>Erosión</b>	Observable		<b>Vientos dominantes</b>	Si	
	No observable			No	
<b>Precipitaciones</b>	Media de la zona		<b>Temperatura</b>	Media de la zona	
BIÓTICOS					
<b>Vegetación</b>	Abundante		<b>Tipo de vegetación</b>	Bosque	
	Escasa			Pradera	
	Otros			Cultivos	
				Otros	
<b>Animales observados</b>					
ANTRÓPICOS					
<b>Densidad de la población</b>	Alta		<b>Tipo de población</b>	Disperso	
	Media			Pequeños núcleos	
	Baja			Ciudad	
<b>Minas, canteras</b>	Existencia si		<b>Tipos de industria</b>		
	Existencia no				
<b>Zona turística</b>	Si		<b>Vías de comunicación</b>	Ferrocarril	
				Carreteras	
	No			Caminos, senderos	
				Otros	
<b>Patrimonio histórico destacable</b>	Iglesias				
CALIDAD DE PAISAJE					
	<b>5 puntos</b>		<b>3 puntos</b>		<b>1 punto</b>
<b>Morfología</b>	Relieve montañoso muy marcado.				Suaves colinas, llanuras...sin

		Relieve de formas y de tamaños diversos.	elementos destacables.
<b>Vegetación</b>	Gran variedad de tipos de vegetación.	Variedad media, predominio de uno o dos tipos.	Escasa variedad
<b>Tipo de vegetación</b>	Bosques propios, fresnos, etc.	Plantado por los humanos: pinos, huertas, etc.	Nada o destaca la planta invasora.
<b>Color del agua</b>	Incolora	Colorida	
<b>Color del paisaje</b>	Combinaciones de color muy intensas y variadas, constantes agradables.	Grado intermedio de variedad de colores y contrastes.	Contraste no armonioso y apagado, escasa variedad.
<b>Singularidad</b>	Paisaje excepcional, poco corriente en la región, presenta elementos singulares.	Paisaje característico, aunque similar a otros del País Vasco.	Paisaje muy común en la región, sin características particulares.
<b>Alteraciones (presa, canalización, uso inadecuado...)</b>	Ninguna.	Solo una.	Abundantes.
<b>Acción humana</b>	Ausencia elementos no armoniosos (casas, industrias...).	Presencias de vías de escaso impacto ambiental (caminos, senderos...).	Elementos contruidos (urbanizaciones, infraestructuras...) sin tener en cuenta el entorno.
<b>Situación del patrimonio cultural</b>	Sobresaliente.	Normal.	Deficiente.
<b>Calidad</b>	ALTA (32-45)	MEDIA (23-31)	BAJA (9-22)

ANEXO III. Ficha elementos y calidad del paisaje.

# ¿Recuperará Molinao Erreka algún día su encanto?

**Autores:**  
DEL BARRIO MARTÍN, Elvira  
GÓMEZ CALVO, Irene  
**Coordinador:**  
LIZARAZU HERNANDO, Juan Carlos

## HIPÓTESIS

¿Es saludable el agua del río Molinao?

¿Contamina la población Antxotarra el río?

¿Es la población consciente de su estado?

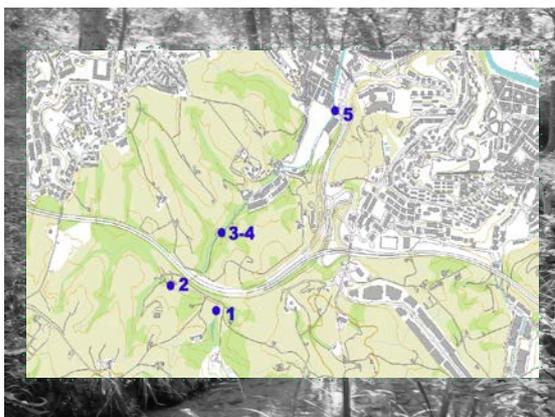
¿Cómo se puede mejorar la calidad de sus aguas?

## OBJETIVOS

1. Utilizar el método científico.
2. Aprender a usar instrumentos de laboratorio.
3. Trabajar en grupo.
4. Investigar la contaminación de Molinao Erreka.
5. Ser críticos con la realidad medio-ambiental.

## METODOLOGÍA

1. Establecer puntos de muestreo.



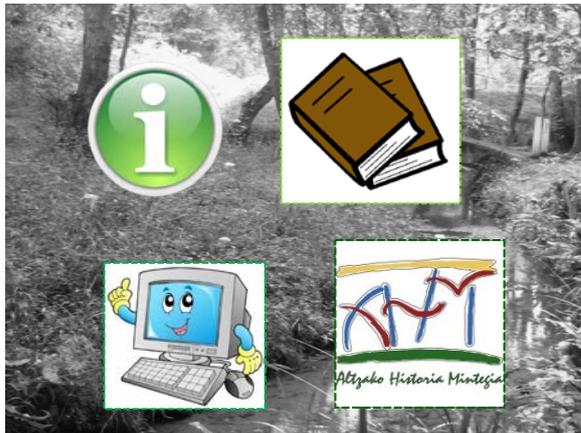
## METODOLOGÍA

1. Establecer puntos de muestreo.
2. Diseñar y elaborar una ficha de campo.



## METODOLOGÍA

1. Establecer puntos de muestreo.
2. Diseñar y elaborar una ficha de campo.
3. Recopilar información.



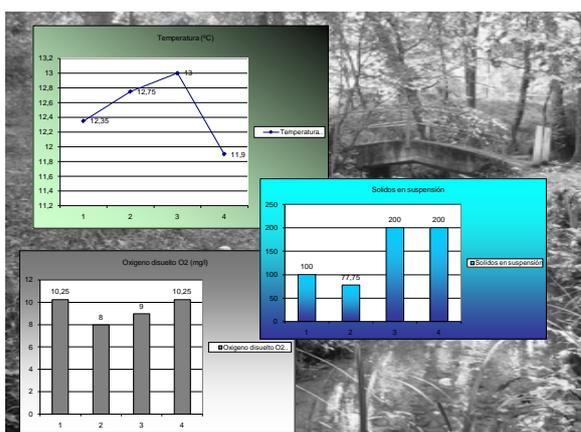
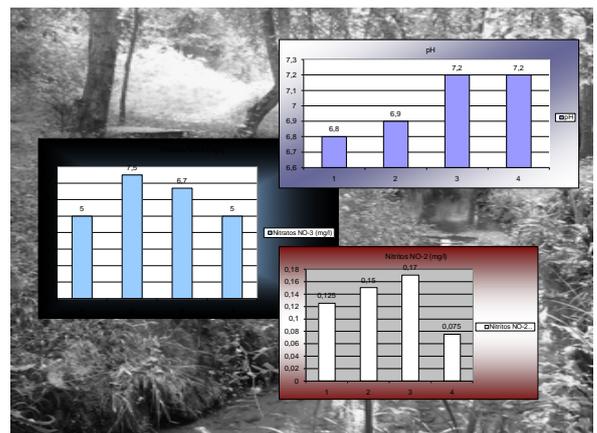
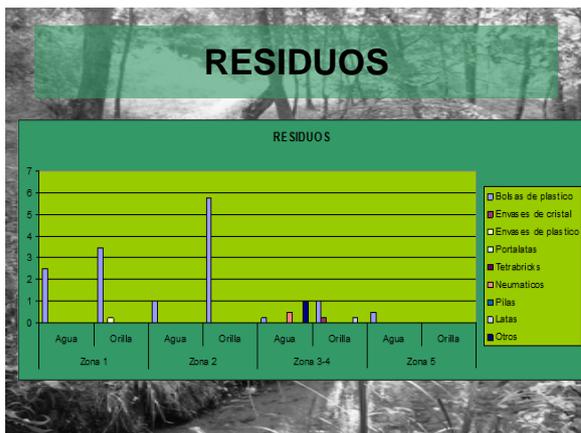
## METODOLOGÍA

1. Establecer puntos de muestreo.
2. Diseñar y elaborar una ficha de campo.
3. Recopilar información.
4. Realizar un análisis microbiológico.



## METODOLOGÍA

1. Establecer puntos de muestreo.
2. Diseñar y elaborar una ficha de campo.
3. Recopilar información.
4. Realizar un análisis microbiológico.
5. Contraste y comentario de los resultados.



## METODOLOGÍA

1. Establecer puntos de muestreo.
2. Diseñar y elaborar una ficha de campo.
3. Recopilar información.
4. Realizar un análisis microbiológico.
5. Contraste y comentario de los resultados.
6. **Planteamiento de soluciones.**

## SOLUCIONES

1. Reducir los vertidos.
2. Realizar tareas de limpieza.
3. Dar a conocer su situación ambiental.
4. Evitar la realización de más canalizaciones.
5. Recuperar el ecosistema autóctono.
6. Desarrollo de campañas de sensibilización.

## METODOLOGÍA

1. Establecer puntos de muestreo.
2. Diseñar y elaborar una ficha de campo.
3. Recopilar información.
4. Realizar un análisis microbiológico.
5. Contraste y comentario de los resultados.
6. Planteamiento de soluciones.
7. **Recopilar los datos en un informe científico.**

## HIPÓTESIS

¿Es saludable el agua del río Molinao?

¿Contamina la población Antxotarra el río?

¿Es la población consciente de su estado?

¿Cómo se puede mejorar la calidad de sus aguas?

# ¿Recuperará Molinao Erreka algún día su encanto?

**Autores:**  
DEL BARRIO MARTÍN, Elvira  
GÓMEZ CALVO, Irene  
**Coordinador:**  
LIZARAZU HERNANDO, Juan Carlos





## MOLINAORIK EZ BALITZ...

Molinao gauza difusoa da, ez baita gauza, gauza balitz muga batzuk edukikolitzke. Mugarik ez edukitze horrek, ordea, halako xarma berezia ematen dio, lanbroanbarrena bilatu beharreko zerbait balitz bezala: haurtzaro eta gaztaro askorenleku mitikoa da eta, gehiegitxo esatea badirudi ere, ez dakit ez ote den bihurtuegungo jubilatuen ere.

Zenbat ote dago Antxoko elizaurretik Molinaoraino? Kilometro bat? Hamar minutu pausaje lasaian? Hor nonbait. Eta hala ere, Molinao urruntasuna da, kaleartetik irtetea, mendira abiatzea mendira joango ez bagara ere, zibilizazioa uztea, San Marko alderako ataka, arnasa hartzeko iragan beharreko zoko ospela, atzeratze estrategiko guztien aukera bakarra. Aukera edo iturburu, Antxo familia askok egin zuten ihes Bilbora 1936an, hegazkin faxistek Campsa bonbardatu eta herri osoa kiskaliko zuten beldurrez.

Baratzerako lurak izan behar ziren Antxokoak, baina Mandasko Dukeak nahiago izan zituen eraikuntzarako saldu, eta urte luzez, ez baratzerik ez lorategirik eduki ez duen Gipuzkoako herri bakarra izan dugu Antxo. Lurra, adiera telurikoan, Molinaok eman dio. Horregatik ere bada mitikoa Molinao, han zegoelako Atanasioren baratzea esaterako, gure irudimenean, Atanasio bera ezagutzen ez bagenuen ere, izenak hala bideratuta, Satanas adina gaiztoa zen gizona. Ura, lurra, berdetasuna, baratzezaina, umeona ez beste inorena zen putzu partikular hartan bainatzea, naturarekiko lehen harreman lausotua genuen: bizia eta hiltegia, ureko arratoiak eta behor lotuak, ijitoak eta futbol zelaia, petrolio eta panpanoak zeuzkan sagardotegia...

Alde batean portua, bestean Molinao. Horiek dira Antxoren ipar-hegoak.

*“Denok dakigu gaskoinez dela*

*Molinao Errotaberri*

*herri askoren neke isilak*

*egin gintuela herri”*

Menditardean erreka jaio da. Ez da han jaio, baina ez du axola, Molinaok eman dio izena Antxon itsasoratzen den errekarari. Itsasgorak ibai egiten duen ur xirripa, noski, Antxo sortu baino lehenagokoa dugu, eta Molinao esaten zitzaion gaur egun Antxo den honi, erreka izenaz. Topoaren Antxoko geltokiak Molinao zuen izena oraindik orain. Antxo izeneko geltokia Buenabista eta Oleta arteko sakonduran zegoen, Miramarka edo

Miramarkina baserriaren ondoan, Antxo baserria egon zen itsasertzaren parean. Molinao, beraz, Antxoren etimologia dela defenda liteke, Antxo nondik datorren galdetzen digutenean, zer esan nahi duen, Molinao esan nahi duela bota genezake lasai. Hari esker, haren gainean eraikia da Antxo. Bi lerro perpendikularrek gurutzatzen eta kokatzen dute Pasaiaren hirugarren auzategia: topoaren burdinbideak eta Molinao ibaiak. Antxo, toporik gabe, oso bestelakoa izango litzateke, monotonoagoa seguru aski. Molinao ibaia gabe, dotoretasuna ematen dion elementu bakanetariko bat galduko luke.

Bai, noski, ibai horrek dotoretasuna ez ezik kutsadura eman dio Antxori, ainbesterainokoa non garai batean antxotar peto zenbaitek behin eta berriz eskatu zuten ibaiaren estaltzea... kiratsa zeriolako. Ez garbitzea edo industrien isurketak debekatzea, estaltzea baizik. Produktibismoan bizi ginen, kutsadura halabeharrez jasan beharrekoetan sartzen zen, usain kutsadura handiena Molinaotik zetorren, arrainirin fabrikak sortua. Eta Antxon barrena kamioiak berdel jario, eta Antxon barrena Francok harrapatu omen katxalotea...

*“Altza azpian Antxo ondoan  
menditar-tean Molinao  
errekarekin dakar guretzat  
euskara ahorik aho”*

Antxoko festetan izan den penarik zaharrena, Molinaokoa izan zen. Txirritak kantatu zuen deskalabratu haren ondotik Antxoko kaleetan agertu zen aurreneko gurdia, karroza alegia, pena honek atera zuen, Pena Molinaok, 1953an. Gaia, baserri bateko sukaldea. Papin, Sasotegi, Landarro, Juanatxone, Iparragirre... Antxoren baserri-erreserba izan dugu Molinao. Ez da harritzekoa beraz, historikoki, Molinao izatea Antxoren euskal eremua. Ez da horren aspaldikoa, Antxon euskaraz ari zen norbaitengatik “Molinaokoa izango da” esatea. Artolatarrak, Arzaktarrak, Berrondotarrak, Gorostiditarrak, Mitxelenatarrak, Oiartzabaldarrak, Urbietatarrak, Iparragirreko nukleo txikia, Altxu, Baleztana, Barandiaran, Iraeta, Zigandatarrak... horiek denak Molinaokoak ziren antxotarrentzat, euskaraz egiten zutenak. Handik hartu du euskara Antxok, Molinaotik. Ez menditik, erreka zokotik baizik: lamiek sortu zuten hemen euskara.

Euskara, Molinaoren bestelako kutsadura. Asko zor dio Antxok Molinaori, bertakoek, ahoskera gozoan, Molino esaten dioten zokoari. Pasaiaren zati, portutik etenda, beste Pasaietatik urrundua, zati huts, osagaitz, Antxok ez dauka lagunik,

bakardade handian bizi da. Molinok, bera baino ehun aldiz txikiagoko auzo xatar horrek ematen dio, oraindik ere, zer edo zer izatearen harrotasuna, eta errepideak eta trenbideak ezin eman diezaioketen arnasa, atzeratze estrategiko guztien aukera bakarra.

Putzua, Antxo zen. Molino, erreka. Antxo estatikoa da. Antxoren errota, Molinok mugitu du. Izugarri galduko du Antxok auzotxo hori galtzen bada, leku mitiko batzuek norberaren irudimena eta herriaren oroimen kolektiboa elikatzen dute. Horietarikoa dugu Molinao, historian txertatua bizi izan delako apal, ilun, ospel... miresgarri.

**ANEXO VI.** “Molinaorik ez balitz...” por Koldo Eizaguirre.

<b>ELEMENTOS DEL PAISAJE</b>					
<b>ABIÓTICOS</b>					
<b>Morfología</b>	Llano		<b>Altitud</b>	A la que nos encontramos	
	Monte	X		Altitud máxima de la zona	
	Ladera			Otros	
	Otros				
<b>Suelo</b>	Rocoso		<b>Pendientes</b>	Pronunciadas	
	Arenoso	X		Escasas	X
	Fangoso			Otros	
	Otros				
<b>Erosión</b>	Observable		<b>Vientos dominantes</b>	Si	
	No observable	X		No	X
<b>Precipitaciones</b>	Media de la zona		<b>Temperatura</b>	Media de la zona	
<b>BIÓTICOS</b>					
<b>Vegetación</b>	Abundante	X	<b>Tipo de vegetación</b>	Bosque	X
	Escasa			Pradera	X
	Otros			Cultivos	
				Otros	
<b>Animales observados</b>	Burros, aves.				
<b>ANTRÓPICOS</b>					
<b>Densidad de la población</b>	Alta		<b>Tipo de población</b>	Disperso	X
	Media			Pequeños núcleos	
	Baja	X		Ciudad	
<b>Minas, canteras</b>	Existencia si		<b>Tipos de industria</b>		
	Existencia no	X			
<b>Zona turística</b>	Si		<b>Vías de comunicación</b>	Ferrocarril	
				Carreteras	X
	No	X		Caminos, senderos	X
				Otros	
<b>Patrimonio histórico destacable</b>	Iglesias				
	Casas				
	Torre				
	Ermitas				
	Caseríos	X			
	Molinos				
	Otros				

**ANEXO VII.** Elementos del paisaje zona 1.

<b>ELEMENTOS DEL PAISAJE</b>						
<b>ABIÓTICOS</b>						
<b>Morfología</b>	Llano		<b>Altitud</b>	A la que nos encontramos		
	Monte			Altitud máxima de la zona		
	Ladera	X			Otros	
	Otros					
<b>Suelo</b>	Rocoso	X	<b>Pendientes</b>	Pronunciadas		
	Arenoso	X		Escasas	X	
	Fangoso			Otros		
	Otros					
<b>Erosión</b>	Observable		<b>Vientos dominantes</b>	Si		
	No observable	X		No	X	
<b>Precipitaciones</b>	Media de la zona		<b>Temperatura</b>	Media de la zona		
<b>BIÓTICOS</b>						
<b>Vegetación</b>	Abundante	X	<b>Tipo de vegetación</b>	Bosque	X	
	Escasa			Pradera	X	
	Otros			Cultivos		
				Otros		
<b>Animales observados</b>	Vaca, emus, avestruz, aves.					
<b>ANTRÓPICOS</b>						
<b>Densidad de la población</b>	Alta		<b>Tipo de población</b>	Disperso	X	
	Media			Pequeños núcleos		
	Baja	X		Ciudad		
<b>Minas, canteras</b>	Existencia si		<b>Tipos de industria</b>	Agrícola	X	
	Existencia no	X		Hípica	X	
				Ganadería	X	
<b>Zona turística</b>	Si		<b>Vías de comunicación</b>	Ferrocarril		
	No	X		Carreteras	X	
				Caminos, senderos	X	
				Otros		
<b>Patrimonio histórico destacable</b>	Iglesias					
	Casas					
	Torre					
	Ermitas					
	Caseríos	X				
	Molinos					
	Otros					

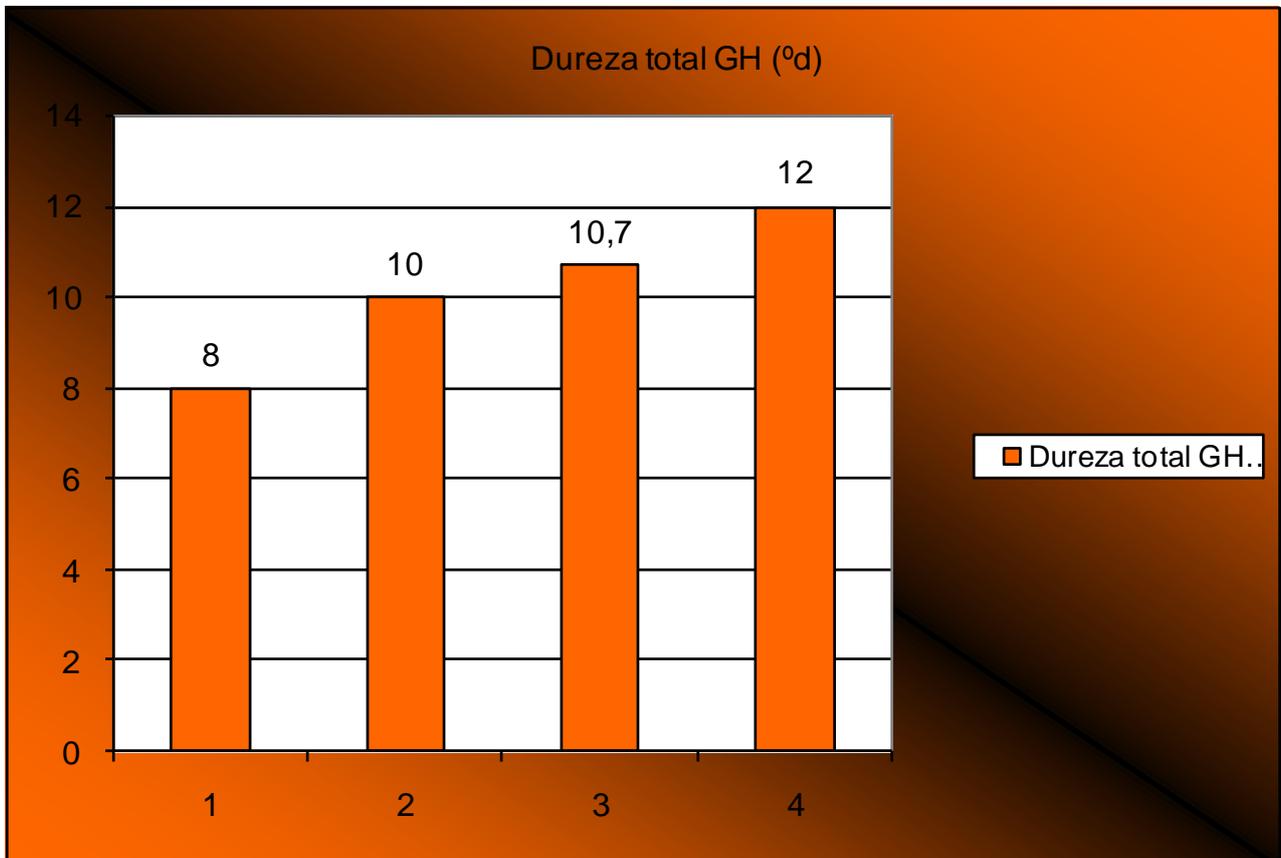
**ANEXO VIII.** Elementos del paisaje zona 2.

<b>ELEMENTOS DEL PAISAJE</b>					
<b>ABIÓTICOS</b>					
<b>Morfología</b>	Llano		<b>Altitud</b>	A la que nos encontramos	
	Monte	X		Altitud máxima de la zona	
	Ladera			Otros	
	Otros				
<b>Suelo</b>	Rocoso		<b>Pendientes</b>	Pronunciadas	
	Arenoso			Escasas	X
	Fangoso	X		Otros	
	Otros				
<b>Erosión</b>	Observable		<b>Vientos dominantes</b>	Si	
	No observable	X		No	X
<b>Precipitaciones</b>	Media de la zona		<b>Temperatura</b>	Media de la zona	
<b>BIÓTICOS</b>					
<b>Vegetación</b>	Abundante	X	<b>Tipo de vegetación</b>	Bosque	X
	Escasa			Pradera	X
	Otros			Cultivos	
				Otros	
<b>Animales observados</b>	Burros, aves.				
<b>ANTRÓPICOS</b>					
<b>Densidad de la población</b>	Alta		<b>Tipo de población</b>	Disperso	X
	Media			Pequeños núcleos	
	Baja	X		Ciudad	
<b>Minas, canteras</b>	Existencia si		<b>Tipos de industria</b>		
	Existencia no	X			
<b>Zona turística</b>	Si		<b>Vías de comunicación</b>	Ferrocarril	
				Carreteras	X
	No	X		Caminos, senderos	X
				Otros	
<b>Patrimonio histórico destacable</b>	Iglesias				
	Casas				
	Torre				
	Ermitas				
	Caseríos	X			
	Molinos				
	Otros				

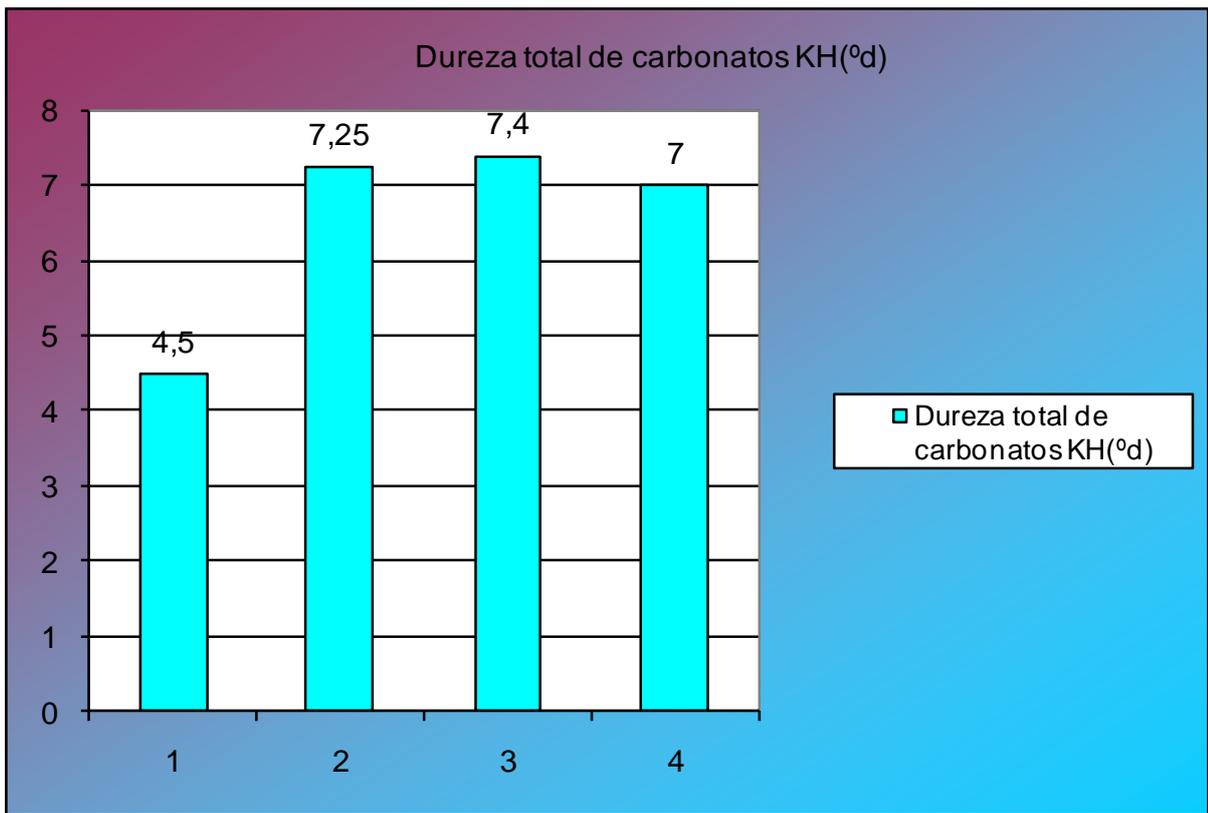
**ANEXO IX.** Elementos del paisaje zona 3-4.

<b>ELEMENTOS DEL PAISAJE</b>					
<b>ABIÓTICOS</b>					
<b>Morfología</b>	Llano	X	<b>Altitud</b>	A la que nos encontramos	
	Monte			Altitud máxima de la zona	
	Ladera			Otros	
	Otros				
<b>Suelo</b>	Rocoso		<b>Pendientes</b>	Pronunciadas	
	Arenoso			Escasas	
	Fangoso	X		Otros	X
	Otros				
<b>Erosión</b>	Observable		<b>Vientos dominantes</b>	Si	
	No observable	X		No	X
<b>Precipitaciones</b>	Media de la zona		<b>Temperatura</b>	Media de la zona	
<b>BIÓTICOS</b>					
<b>Vegetación</b>	Abundante		<b>Tipo de vegetación</b>	Bosque	
	Escasa			Pradera	
	Otros	X		Cultivos	
				Otros	
<b>Animales observados</b>					
<b>ANTRÓPICOS</b>					
<b>Densidad de la población</b>	Alta	X	<b>Tipo de población</b>	Disperso	
	Media			Pequeños núcleos	
	Baja			Ciudad	X
<b>Minas, canteras</b>	Existencia si		<b>Tipos de industria</b>		
	Existencia no	X			
<b>Zona turística</b>	Si		<b>Vías de comunicación</b>	Ferrocarril	X
				Carreteras	X
	No	X		Caminos, senderos	
				Otros	
<b>Patrimonio histórico destacable</b>	Iglesias				
	Casas				
	Torre				
	Ermitas				
	Caseríos				
	Molinos				
	Otros	X			

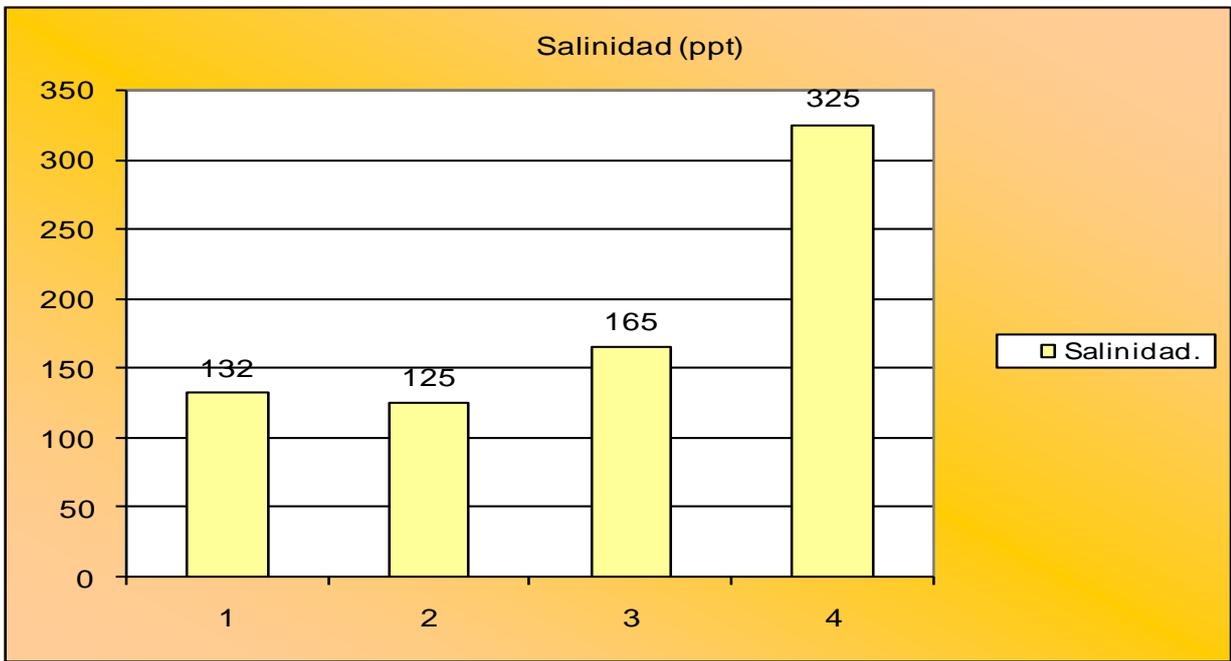
**ANEXO X.** Elementos del paisaje zona 5.



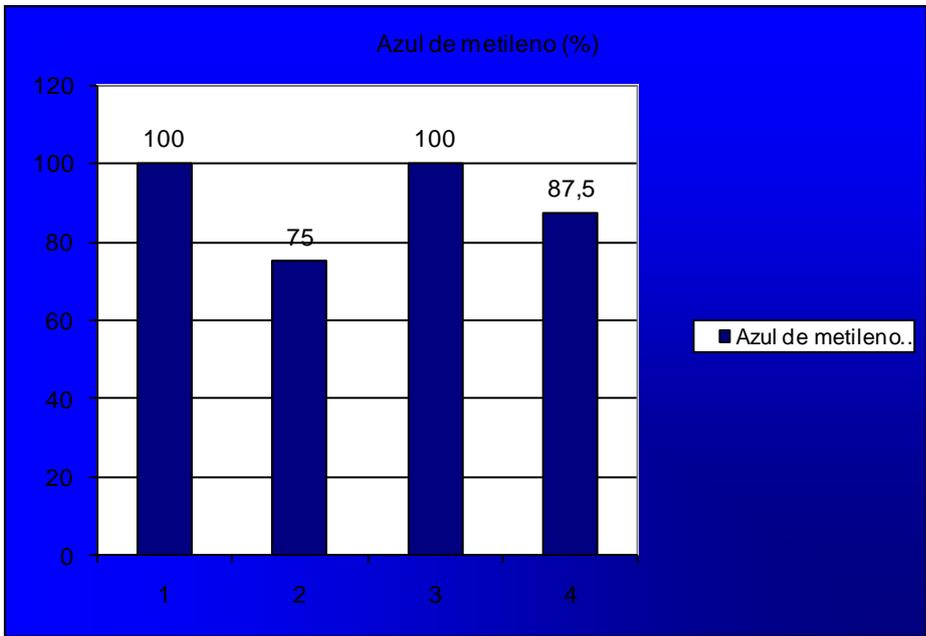
**TABLA 1.** Comparación de la dureza total de todas las zonas.



**TABLA 2.** Comparación de la dureza de carbonatos en todas las zonas.

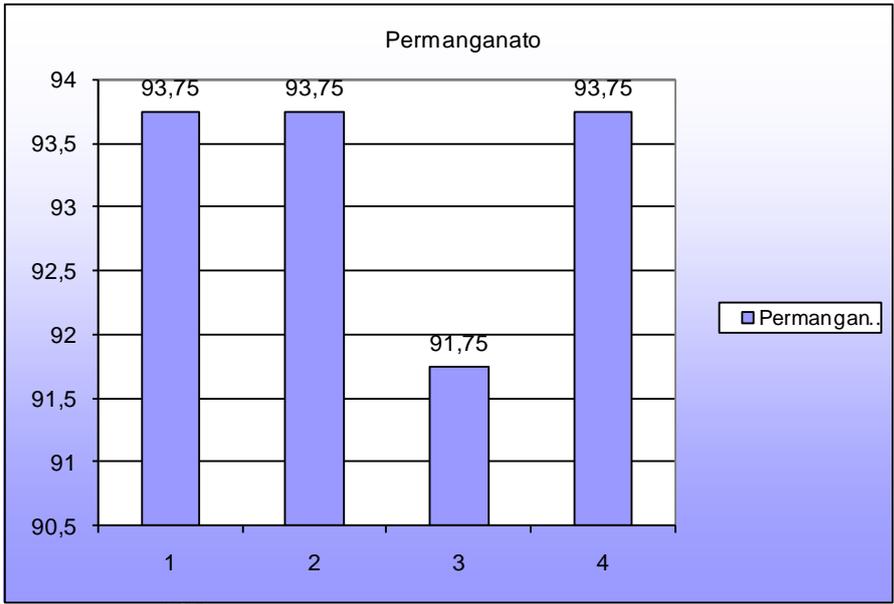


**TABLA 3.** Comparación de la salinidad en todas las zonas.



**TABLA 4.** Comparación del Azul de Metileno en todas las zonas.

**TABLA 5.** Comparación del Permanganato en todas las zonas.



# **XIV. BIBLIOGRAFÍA**

## **BIBLIOGRAFÍA**

- **ESTEBAN NÚÑEZ, Natalia. SANTANO RIVERO, Desirée.** “Microorganismos patógenos del agua. Estudio de Molinao Erreka”. *La Anunciata Ikastetxea*. Abril de 2008. Pág 27-44.
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Campylobacter\\_jejuni](http://es.wikipedia.org/wiki/Campylobacter_jejuni)
- **IZAGIRRE, Koldo.** “Molinaorik ez balitz”. *Altza hautsa kenduz X*. Pág 199-201
- **OLIVERA, Juanki.** “Shignella Dysenteriae”. 22 de Mayo del 2011. <http://www.slideshare.net/juankky/shigella-dysenteriae>
- **RAMÍREZ CORTÉS, Irache. SÁNCHEZ MONASTERIO, Nuria.** “Zubitxo Eureka –Lezo Recuperación Ambiental ¿Utopía o Realidad?”. Abril del 2010. Pág 155-15.
- **RAMÍREZ CORTÉS, Leire.** “Río Oiartzun: De la montaña al puerto”. *La Anunciata Ikastetxea*. Febrero de 2006. Pág 2-3.
- **SIERRA, Marko.** “Biodiversidad de Alza”. *Altzako Historia Mintegia*. Abril del 2010. Pág 1-50.
- [www.food-info.net/es/bact/aehyd.htm](http://www.food-info.net/es/bact/aehyd.htm)
- [www.food-info.net/es/bact/plshi.htm](http://www.food-info.net/es/bact/plshi.htm)
- [www.ncdhhs.gov/espanol/salud/wellwater-coliform%20bacteria.htm](http://www.ncdhhs.gov/espanol/salud/wellwater-coliform%20bacteria.htm)
- [es.wikipedia.org/wiki/Campylobacter\\_jejuni](http://es.wikipedia.org/wiki/Campylobacter_jejuni)
- [www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ecoliinfections.html](http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ecoliinfections.html)
- [www.abc.es/20110531/sociedad/abci-escherichia-coli-pepinos-201105301450.html](http://www.abc.es/20110531/sociedad/abci-escherichia-coli-pepinos-201105301450.html)
- [www.salud.discapnet.es/Castellano/Salud/Enfermedades/EnfermedadesEndemicas/Paginas/Salmonella.aspx](http://www.salud.discapnet.es/Castellano/Salud/Enfermedades/EnfermedadesEndemicas/Paginas/Salmonella.aspx)
- [es.wikipedia.org/wiki/Pseudomonas](http://es.wikipedia.org/wiki/Pseudomonas)
- [www.slideshare.net/juankky/shigella-dysenteriae](http://www.slideshare.net/juankky/shigella-dysenteriae)
- [microbewiki.kenyon.edu/index.php/Shigella\\_dysenteriae](http://microbewiki.kenyon.edu/index.php/Shigella_dysenteriae)
- [www.food-info.net/es/bact/yeent.htm](http://www.food-info.net/es/bact/yeent.htm)

# **XV. AUTORES**

**AUTORES.**

**DEL BARRIO MARTÍN, Elvira.**

**GÓMEZ CALVO, Irene.**

**COORDINADOR.**

**LIZARAZU, Juan Carlos.**