



MAKARRASTEGI: UN RÍO DIFERENTE

Autores

COLLADO BLANCO, Nadia.

GONZÁLEZ SUSO, Paula.

SÁNCHEZ MONASTERIO, Iñigo.

Coordinador

LIZARAZU HERNANDO, Juan Carlos.

La Anunciata Ikastetxea

Febrero 2016

Donostia

I. INDICE.

	<u>PÁGINA</u>
II. PRÓLOGO.	8
1. EL AGUA EN ESPAÑA.	9
III. INTRODUCCIÓN.	11
IV. METODOLOGIA.	13
V. MEDIOS DE CULTIVO.	18
1. EMB LEVINE.	19
1.1. Escherichia coli.	19
1.1.1. Patogenia.	19
1.1.2. Virulencia.	20
1.1.3. Infecciones urinarias.	20
1.2. Klebsiella pneumoniae.	20
1.2.1. Cuadros clínicos.	21
1.3. P. Aeruginosa.	21
1.4. Proteus Mirabilis.	21
1.4.1. Enfermedad.	22
1.4.2. Características.	22
1.5. STAPHYLOCOCCUS aureus.	22
1.5.2. Infección.	23
1.5.3. Resistencia.	23
1.6. Enterococcus faecalis.	23
1.6.1. Patogénesis.	24
1.7. Shigella flexneri.	24
1.8. Salmonella typhimurium.	24
1.8.1. Profilaxis.	24
2. MACCONKEY AGAR.	25
2.1. Enterobacteriaceae.	25
2.2. Escherichia coli.	26
2.3. Klebsiella pneumoniae.	26
2.4. Salmonella typhimurium.	26
2.5. Shigella flexneri.	26
2.6. Proteus mirabilis.	26
3. TCBS.	27
3.1. Vibrio cholerae.	27

	<u>PÁGINA</u>
3.1.1. Características.	27
3.1.2. Diagnóstico.	27
3.2. Vibrio parahaemolyticus.	28
3.3. Pseudomonas, Aeromonas.	28
3.3.1. Pseudomonas.	28
3.3.2. Aeromonas.	28
4. TSA AGAR.	29
4.1. Escherichia coli.	29
4.2. Staphylococcus aureus.	29
4.3. Bacillus subtilis.	29
4.3.1. Características.	29
4.3.2. Resistencia.	30
4.4. Candida albicans.	30
4.4.1. Características generales.	30
4.4.2. Mecanismo de patogenicidad.	30
4.5. Aspergillus niger.	31
4.5.1. Características.	31
4.5.2. Patologías.	31
4.6. Pseudomonas aeromonas.	31
5. AGAR SANGRE.	31
5.1. Neisseria meningitidis.	32
5.1.2. Factores de riesgo.	32
5.2. Staphylococcus aureus.	32
5.3. Staphylococcus epidermidis.	33
5.4. Streptococcus pneumoniae.	33
5.5. Streptococcus pyogenes.	34
5.5.1. Fisiología y estructura.	34
5.5.2. Signos y síntomas.	34
5.5.3. Prevención.	35
VI. EL AGUA.	36
1. GENERALIDADES.	37
2. PROPIEDADES DEL AGUA.	38
2.1. Breve historia.	38

	<u>PÁGINA</u>
2.2. Estructura química.	38
2.3. Disolvente universal.	39
2.4. Tensión superficial.	39
2.5. Conductividad.	40
2.6. Contaminantes.	40
3. COMPONENTES.	40
3.1. El sistema carbónico-carbonatos.	40
3.2. pH.	41
3.3. Alcalinidad.	42
3.4. Carbono.	42
3.5. Metales Alcalinotérreos.	42
3.6. Nitrógeno.	43
3.7. Fósforo.	43
3.8. El Silicio.	44
3.9. Hierro.	44
3.10. Manganeso.	45
3.11. Otros elementos.	45
3.12. Materia orgánica.	45
3.13. Materia orgánica disuelta.	45
VII. LOS RÍOS DE EUSKAL HERRIA.	47
1. LOS RÍOS DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA VASCA.	48
1.1. Alteraciones más importantes y frecuentes.	48
2. INUNDACIONES E INFRAESTRUCTURAS DE PREVENCIÓN.	49
2.1. Intervenciones en las laderas.	50
2.2. Modificación de los cauces.	51
2.3. Llanuras y desembocaduras.	53
VIII. LOS RÍOS.	54
1. DEFINICIÓN	55
1.1. Relación con los ecosistemas.	56
2. USOS DEL RÍO	56
2.1. Agricultura, ganadería y pesca.	56
2.2. Obtención de energía.	57
2.3. Uso industrial.	57

	<u>PÁGINA</u>
2.4. Consumo doméstico.	57
2.5. Uso recreativo.	58
IX. CURSOS DE LOS RÍOS.	59
1. CURSO ALTO.	60
2. CURSO MEDIO.	60
3. CURSO BAJO.	60
X. TIPOS DE RÍOS.	62
1. SEGÚN LA VISIBILIDAD.	63
1.1. Ríos blancos.	63
1.2. Ríos negros.	63
1.3. Ríos claros.	64
2. SEGÚN SU PERÍODO DE ACTIVIDAD.	65
2.1. Ríos perennes.	65
2. 2. Ríos estacionales.	65
2.3. Ríos transitorios.	65
2.4. Ríos alóctonos.	66
3. SEGÚN SU GEOMORFOLIGIA.	66
3.1. Ríos rectilíneos.	66
3.2. Ríos anastomosados.	66
3.3. Ríos meándricos.	66
3.3.1. Depósitos de canal.	67
3.3.2. Depósitos de Barras de Punto.	67
3.3.3. Depósitos de Bordo.	67
3.3.4. Depósitos de Planicies de Inundación.	67
3.3.5. Depósitos de desborde.	68
3.3.6. Depósitos de lago lateral.	68
XI. PLANCTON.	69
1. DEFINICIÓN.	70
2. CARACTERÍSTICAS.	70
3. CLASIFICACIÓN.	70
3.1. Zooplancton.	71
3.2. Fitoplancton.	71
4. IMPORTANCIA DEL PLANCTON.	72

	<u>PÁGINA</u>
5. MIGRACIONES.	72
5.1. Migración vertical diaria.	72
6. MAREA ROJA.	73
6.1. Marea roja.	74
6.2. Lluvia roja.	74
XII. BIOINDICADORES DEL AGUA.	75
1. PRINCIPALES BIOINDICADORES DEL AGUA.	76
2. GRUPOS DE ORGANISMOS COMO BIOINDICADORES.	76
2.1. Bacterias.	76
2.2. Protozoos.	77
2.3. Fitoplancton.	77
2.4. Macrofitas.	78
2.5. Peces.	78
3. LOS MACROINVERTEBRADOS.	79
3. 1. Crustáceos.	79
3. 2. Anélidos.	81
3.2.1. Anatomía.	81
3.2.2. Reproducción.	81
3. 3. Moluscos.	83
3.4. Arácnidos.	83
3.4.1. Anatomía externa.	83
3.5. Miriápodos.	84
XIII. RESULTADOS.	86
1. ANÁLISIS FÍSICO- QUÍMICO.	87
1.1. Salinidad y cloruros.	87
1.2. Temperatura.	87
1.3. Sólidos en suspensión.	88
1.4. Permanganato, Azul de metileno y Turbidez.	89
1.5. Dureza total y de carbonatos.	89
1.6. Fosfatos y nitritos.	90
2. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO.	91
2.1. Análisis de coliformes.	91
2.2. Muestreo Zona 1.	91

	<u>PÁGINA</u>
2.3. Muestreo Zona 2.	92
2.4. Muestreo Zona 3.	93
2.5. Muestreo Zona 4.	93
3. RESIDUOS SOLIDOS.	94
3.1. Basuras de la orilla: Zona 1.	94
3.2. Basuras en la orilla: Zona 2.	95
3.3. Basuras en el agua: Zona 2.	95
3.4. Basuras en la orilla: Zona 3.	96
3.5. Basuras en el agua: Zona 3.	96
3.6. Basuras en la orilla: Zona 4.	97
3.7. Basuras en el agua: Zona 4.	98
XIV. CONCLUSIONES.	99
1. ENTORNO.	100
2. ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO.	101
3. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO.	102
XV. SOLUCIONES.	104
XVI. OBJETIVOS.	107
XVII. ANEXOS.	
1. FICHAS DE CAMPO.	
2. POSTERS.	
3. POWER POINT.	
4. ALFUENTES DEL RIO MAKARRASTEGI.	
5. ZONAS DE MUESTREO.	
XVIII. BIBLIOGRAFIA.	
XIX. AUTORES.	
1. ALUMNOS	
2. COORDINADOR	

II. PROLOGO.

1. EL AGUA EN ESPAÑA.

Por su posición geográfica, España entra de lleno en el dominio bioclimático mediterráneo, caracterizado por la acusada reducción de las precipitaciones, especialmente en verano cuando suben las temperaturas. Esta estación del año se refleja también en los ríos que se convierten en un pálido reflejo de lo que son durante el resto del año.

Entre las sierras (los sitios húmedos) y el sureste peninsular (las zonas áridas), se sitúa la más extensa de las zonas climáticas, la España seca, que comprende las mesetas de la Costa Mediterránea, parte del Guadalquivir y la mayor parte de los archipiélagos.

Si a la irregularidad de las lluvias, le añadimos las grandes diferencias existentes entre unas zonas y otras en cuanto a la abundancia del recurso, el aumento de la demanda de agua de todos los sectores y la falta de infraestructuras y planes para su correcta gestión, no resulta extraño que el agua en España sea un bien pendiente de la regulación.

Haciendo hincapié en la importancia del agua en España, decir que este recurso constituye una necesidad de primera instancia para el abastecimiento humano y para el desarrollo de sectores tan importantes en nuestra economía, como el agrícola. De hecho, los regadíos son actualmente, el destino de casi el 80% del agua que se consume en nuestro país, mientras que el abastecimiento de la población supone el 14% y los usos industriales algo más del 6%.

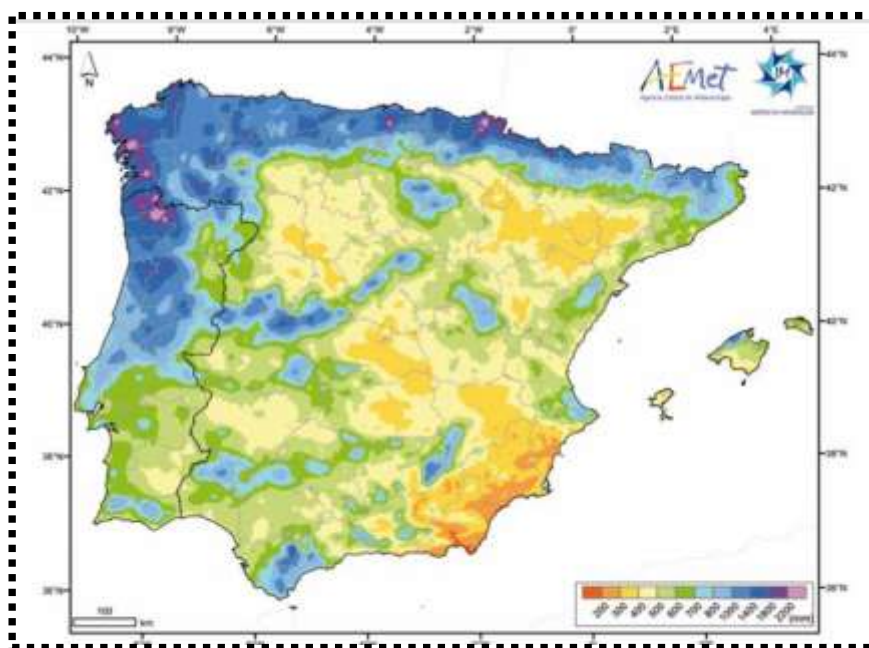


FOTO 1. Precipitaciones anuales de España.

Por otra parte, no se puede olvidar, que es también imprescindible para el mantenimiento de ecosistemas. Los ecosistemas acuáticos de nuestro país están notablemente degradados en cuanto a su régimen y a su calidad, debido en gran parte a la contaminación y a la carencia de infraestructuras de depuración. Y, es que además de ser escasa el agua en España, también se produce la contaminación de ésta.

En el campo, los pesticidas, purines, metales pesados, nitratos, fertilizantes... que se emplean repercuten muy negativamente en el medio ambiente (en el agua), con los consiguientes problemas de eutrofización e impactos perjudiciales en la flora y fauna. En la industria y en la ciudad ocurre otro tanto de lo mismo. Se generan infinidad de sustancias que alteran nocivamente la calidad de las aguas.

III. INTRODUCCIÓN.

Makarrastegi Erreka es un afluente del río Oiartzun que desemboca en el área de Larzabal (Rentería). Este río nace en la ladera Sur de Monte Jaizkibel, en el término municipal de Lezo. Es un afluente de pequeña longitud aproximadamente unos 3,5 - 4 km, pero de una gran importancia por el recorrido que realiza por el valle de su propio nombre.

A menos de 1 km de su nacimiento, sufre una de sus grandes alteraciones ya que discurre entre una zona industrial, el Polígono Industrial de Lezo, por donde circula soterrado en algunos tramos y al aire libre en otros, pero con su orillas totalmente urbanizadas y por tanto, con un cauce encajonado.

Posteriormente, otro km aguas abajo, pasa por otra zona industrial, el polígono industrial de Makarrastegi, con una similitud con el área industrial anterior pero además con presencia también de un área comercial, zona de Lintzirin. Nuevamente en esta zona la mayoría de su cauce está



FOTO 2. El camino del Río Makarrastegi

soterrado y el tramo que se encuentra al aire libre está totalmente encajonado y con el cauce hormigonado. Toda esta área se encuentra en el término municipal de Oiartzun.

Por último, tras pasar esta zona urbanizada y adentrarse en el municipio de Rentería, desembocada en el río Oiartzun, en la zona de Larzabal, que es un área residencial de reciente urbanización ya que hace unos 6 años se terminó su construcción.

Así se ha elegido este curso de natural de agua para su análisis ya que estos 2 polígonos industriales son de gran importancia para la población del entorno pero también por conocer la situación medioambiental de este curso de agua, Makarrastegi Erreka, con el fin de comprobar si está afectada la calidad de esta agua.

IV. METODOLOGÍA.

Como todos los años, el alumnado de 2º Bachillerato de La Anunciata Ikastetxea, va a realizar diferentes trabajos de investigación. El primer paso fue formar el grupo de trabajo, en este caso formado por 3 alumnos, de la rama de Ciencias y siempre bajo los principios establecidos por el profesor de biología de dicho curso, y a su vez coordinador del trabajo, Juan Carlos Lizarazu. Así todo comienza con la búsqueda de una determinada selección de diferentes temas, donde se concluye con la futura investigación relacionada con la situación del río Makarrastegi.

Una de las principales razones de selección de este tema, es la desastrosa situación que el río actualmente tiene debido a los residuos provenientes de los talleres y de los vehículos que aparcan en los alrededores. Esta zona se encontraba muy degradada por los vertidos de basura, de manera que se han recogido 3680 kilos de residuos y colocado un vallado protector y señalización para evitar más vertidos.

En consecuencia, esta investigación pretende reunir diferentes resultados y conclusiones para la posible mejora de la situación actual del río Makarrastegi. El comienzo del trabajo se origina con la recolección de datos acerca de la situación de Makarrastegi. La información adquirida abarca la primera parte del trabajo, la cual representa la parte teórica; descripción de los ríos, bioindicadores, plancton, medios de cultivo, etc.



FOTO 3. Los alumnos volviendo del muestreo.

Posteriormente, se diseñarán una serie de fichas de campo, mediante las cuales se organizarán todos los datos obtenidos a lo largo de la investigación.

Después de varios días buscando información sobre los ríos, se comenzará a organizar la segunda parte del trabajo; la práctica en el río Makarrastegi. Se seleccionarán zonas del río donde tendrán lugar las prácticas del trabajo. Antes de comenzar a analizar las aguas de dichas zonas, se preparará en el laboratorio del centro escolar una caja con una serie de materiales necesarios para dicha práctica; donde se guardarán los análisis del agua, para llevarlas al laboratorio e inspeccionar todas las pruebas recogidas. El maletín contiene los siguientes materiales:

1. Un termómetro digital para medir la temperatura de las aguas en el día de recogida de datos.
2. Una caja con reactivos para medir la cantidad de oxígeno disuelto en el agua.
3. Una serie de tiras indicadoras para analizar la cantidad de nitrito, nitrato, pH, cloros y dureza total y de carbonatos.
4. Un cubo pequeño atado a una cuerda para recoger el agua del río, el cual contendrá en su interior una pegatina (Disco de Secchi) mediante la cual se controlará la turbidez del agua.
5. Tres corchos y un metro para medir la velocidad del agua en una determinada distancia.
6. Un frasco de azul de metileno, para la determinación de materia orgánica en el agua.

Tras realizar dichas pruebas en el río Makarrastegi, se continuará la observación del agua en el laboratorio, donde se realizarán las siguientes pruebas:

- Nitrito.
- Nitrato.
- Fosfato.
- Oxígeno disuelto.
- pH.
- Amonio.
- Cloruros.
- Azul de metileno.
- Fosfatos.
- Sólidos disueltos.
- Salinidad.
- Permanganato.
- Determinación de coliformes.
- Análisis microbiológico.



FOTO 4. Realizando el análisis de salinidad.

Tras clasificar los datos recolectados en el borrador de la ficha de campo, creada anteriormente, se clasificarán los datos obtenidos para después obtenerlos en soporte digital.

Se crearán diferentes tablas en archivos Word en los que es posible clasificar toda la información recolectada en el borrador creado anteriormente.

El siguiente objetivo consistirá en la comparación y obtención de conclusión de los diferentes resultados obtenidos a lo largo de los días de muestreo en el río Makarrastegi. Para ello, las tablas creadas son de gran ayuda ya que a través de ellas se originarán graficas comparativas, con las que poder obtener conclusiones acerca de la situación del río, según los resultados obtenidos a lo largo de la investigación.

Por otro lado, en el trabajo se desarrollará el análisis microbiológico del agua con los siguientes medios de cultivo: TSA Agar, EMBLevine Agar, TCBS Agar, Mckonkey Agar y Agar Sangre, los cuales serán utilizados para averiguar los diferentes tipos de bacterias existentes en el agua inspeccionada.



FOTO 5. Análisis microbiológico.

Concretamente, el medio de cultivo se denomina como uno de los sistemas más importantes para la identificación de microorganismos el que se observan el crecimiento en sustancias alimenticias artificiales preparadas en el laboratorio. El material

alimenticio en el que crecen los microorganismos en el Medio

de Cultivo y el crecimiento de los microorganismos es el Cultivo. Para que las bacterias crezcan adecuadamente en un medio de cultivo artificial debe reunir una serie de condiciones adecuadas como: temperatura, grado de humedad y presión de oxígeno, así como un grado correcto de acidez o alcalinidad.

Para aislar o purificar una especie bacteriana a partir de una muestra formada por muchos tipos de bacterias, se siembra en un medio de cultivo sólido donde las células que se multiplican no cambian de localización; tras muchos ciclos reproductivos, cada bacteria individual genera por escisión binaria una colonia macroscópica compuesta por decenas de millones de células similares a la original.

Para finalizar la parte práctica del trabajo, se realizarán una serie de gráficas mediante las que se favorecerá la comparación de los resultados obtenidos a lo largo de la investigación. Los datos obtenidos serán el resultado de la larga observación del río a

lo largo de los meses de investigación, mediante los que finalmente, será posible encontrar una serie de conclusiones que puedan facilitar la mejora de la situación del río Makarrastegi.

A continuación, con el objetivo de resumir todo el contenido del trabajo, se crearán una serie de complementos, como un póster impreso en grandes dimensiones. En dicho póster se situarán varias imágenes, gráficos e ideas principales que explicarán todo el proceso realizado para poder mostrar los resultados obtenidos.

Otra de las opciones que destacar, es la realización de un archivo Powerpoint en el que una vez más, se resumirán de forma esquemática todos los puntos desarrollados en el trabajo del río Makarrastegi, y que se utilizará para la exposición al resto de compañeros del centro escolar.

El trabajo completo finalizará con el desarrollo de un informe final que resuma el resultado y conclusión que hayan podido aportar la realización del trabajo en el río Makarrastegi, además de recoger toda la información sobre dicha erreka.

V. MEDIOS DE CULTIVO.

1. EMB LEVINE.

1.1. *Escherichia coli*.

Es quizás el organismo procarionte más estudiado por el ser humano, se trata de una bacteria unicelular que se encuentra generalmente en los intestinos animales y por ende en las aguas negras. Fue descrita por primera vez en 1885 por Theodore von Escherich, bacteriólogo alemán, quién la denominó *Bacterium coli*.



FOTO 6. Zona 4 en medio de cultivo EMB.

Posteriormente la taxonomía le adjudicó el nombre de *Escherichia coli*, en honor a su descubridor. Ésta y otras bacterias son necesarias para el funcionamiento correcto del proceso digestivo. Además produce vitaminas B y K. Es un bacilo que reacciona negativamente a la tinción de Gram (gramnegativo), es anaeróbico facultativo, móvil por flagelos peritricos (que rodean su cuerpo), no forma esporas, es capaz de fermentar la glucosa y la lactosa y su prueba de IMVIC es ++--.

Es una bacteria utilizada frecuentemente en experimentos de genética y biotecnología molecular. *E. coli*, en su hábitat natural, vive en los intestinos de la mayor parte de changos sanos. Es el principal organismo anaerobio facultativo del sistema digestivo. En individuos sanos, es decir, si la bacteria no adquiere elementos genéticos que codifican factores virulentos, la bacteria actúa como un comensal formando parte de la flora intestinal y ayudando así a la absorción de nutrientes.

En humanos, *E. coli* coloniza el tracto gastrointestinal de un neonato adhiriéndose a las mucosidades del intestino grueso en el plazo de 48 h después de la primera comida. *Escherichia coli* se moviliza con flagelos (estructuras largas y delgadas) que rotan en contra del sentido de las manecillas del reloj, provocando que la bacteria se mueva a favor de las manecillas del reloj.

1.1.1. Patogenia.

E. coli puede causar infecciones intestinales y extra-intestinales generalmente severas, tales como infecciones del aparato excretor, meningitis, peritonitis, mastitis, septicemia y neumonía Gram-negativa.

1.1.2. Virulencia.

La *E. coli* entérica está dividida por sus propiedades virulentas, pudiendo causar diarrea en humanos y otros animales, como cerdos, cabras, ganado, perros y caballos. Otras cepas causan diarreas hemorrágicas por virtud de su agresividad, patogenicidad y toxicidad.

En muchos países ya hubo casos de muerte con esta bacteria. Generalmente le pasa a niños entre 1 año y 8 años. Causado generalmente por la contaminación de alimentos, y posterior mala cocción de los mismos, es decir, a temperaturas internas y externas menores de 70°C.

1.1.3. Infecciones urinarias.

Son más comunes en mujeres por lo corto de la uretra (25–50 mm) en comparación con los hombres (unos 20 cm). Entre los ancianos, las infecciones urinarias tienden a ser de la misma proporción entre hombres y mujeres.

Debido a que la bacteria invariablemente entra al tracto urinario por la uretra (una infección ascendente), los malos hábitos sanitarios pueden predisponer a una infección, sin embargo, otros factores cobran importancia, como el embarazo, hipertrofia benigna o maligna de próstata, y en muchos casos el evento iniciante de la infección es desconocida.

Aunque las infecciones ascendentes son las causantes de infecciones del tracto urinario bajo y cistitis, no es necesariamente ésta la causa de infecciones superiores como la pielonefritis, que puede tener origen hematógena.

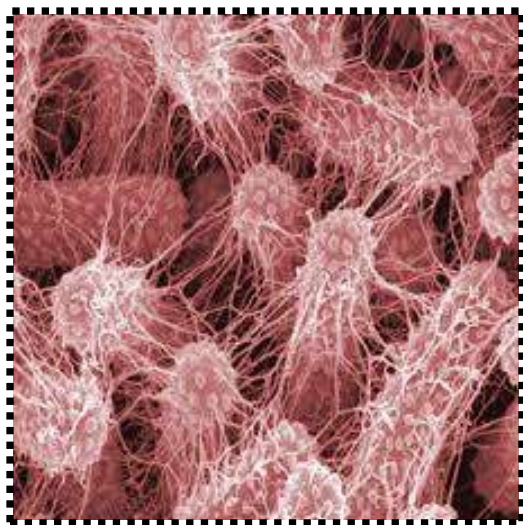


FOTO 7. *Klebsiella pneumoniae* vista con microscopio electrónico.

1.2. *Klebsiella pneumoniae*.

Klebsiella pneumoniae es la especie de mayor relevancia clínica dentro del género bacteriano *Klebsiella*, compuesto por bacterias gramnegativas de la familia Enterobacteriaceae, que desempeñan un importante papel como causa de las enfermedades infecciosas oportunistas. El género fue llamado así en honor a Edwin Klebs, un microbiólogo alemán de finales del siglo XIX.

El bacilo ahora conocido como *Klebsiella pneumoniae* también fue descrito por Karl Friedländer, y durante muchos años se conoció

como el «bacilo de Friedländer».

1.2.1. Cuadros clínicos.

La *Klebsiella pneumoniae*, dentro de este género bacteriano, está implicada principalmente en infecciones nasocomiales. Es el agente causal de infecciones del tracto urinario, neumonías, sepsis, infecciones de tejidos blandos, e infecciones de herida quirúrgica. Son especialmente susceptibles los pacientes ingresados en unidades de cuidados intensivos, neonatos, y pacientes con EPOC, diabetes mellitus o alcohólicos.

A día de hoy también existe una fuerte teoría que la relaciona con la Espondilitis Anquilosante. Causa alrededor del 1% de las neumonías bacterianas y puede causar condensación hemorrágica extensa del pulmón. Además, en ocasiones provoca infección del aparato urinario y bacteriemia a partir de lesiones focales en pacientes debilitados que puede terminar con la vida del paciente. Algunas de las complicaciones más frecuentes son el absceso pulmonar y el empiema.

También suele encontrarse en las infecciones de la toracotomía para realización de by pass o revascularización coronaria.

1.3. *P. Aeruginosa*.

Es una bacteria Gram-negativa, aeróbica, con motilidad unipolar. Es un patógeno oportunista en humanos y también en plantas. Como otras *Pseudomonas*, *P. aeruginosa* secreta una variedad de pigmentos como piocianina (azul verdoso), fluoresceína (amarillo verdoso fluorescente) y piorubina (rojo pardo).



FOTO 8. Colonia de *PSEUDOMONAS Aeruginosa*.

La identificación clínica definitiva de *P.*

Aeruginosa frecuentemente incluye, tanto identificar la producción de piocianina y fluoresceína como determinar su habilidad de crecer a 42°C. *P. aeruginosa* es capaz de crecer en combustibles como queroseno o gasóleo, ya que es un microorganismo capaz de nutrirse a partir de hidrocarburos, causando estragos de corrosión microbiana, y creando una gelatina oscura que a veces se identifica inadecuadamente con un alga.

1.4. *Proteus Mirabilis*.

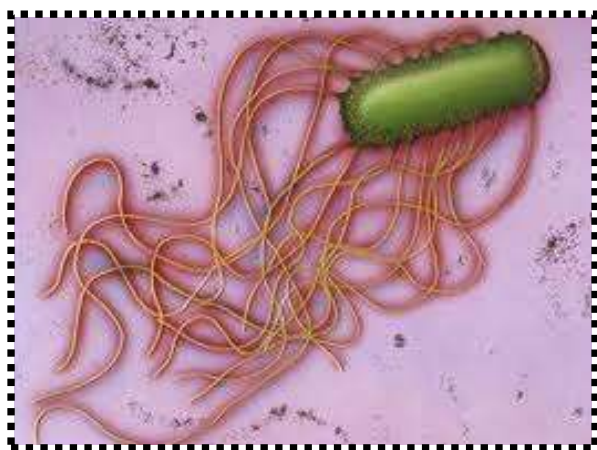


FOTO 9. Bacteria *Proteus mirabilis*.

Es una bacteria Gram-negativa, facultativamente anaeróbica. Muestra aglutinación, motilidad, y actividad ureasa. *P. mirabilis* causa el 90% de todas las infecciones por “Proteus”.

1.4.1. Enfermedad.

Esta bacteria de colonias redondeadas tiene la habilidad de producir grandes niveles de ureasa. La ureasa hidroliza urea a amoníaco, y eso hace a la orina más alcalina. Y al subir la alcalinidad puede liderar la formación de cristales de estruvita, carbonato de calcio, y/o apatita.

Esta bacteria puede encontrarse en cálculos, y esas bacterias escondidas allí, pueden reiniciar una infección post tratamientos antibióticos.

Al desarrollarse los cálculos, después de un tiempo pueden seguir creciendo más y causar obstrucciones dando fallos renales. También puede producir infecciones de heridas, septicemia y neumonías, sobre todo en pacientes hospitalizados.

1.4.2. Características.

Puede usar urea y citrato. Puede producir gas de sulfuro de hidrógeno, y formar filmes claros en medios de crecimiento. Es mótil, posee flagelo peritricoso, y es conocido por su habilidad para aglutinarse.

Está comúnmente en el tracto intestinal de humanos.

1.5. *STAPHYLOCOCCUS aureus*.

Es una especie bacteriana integrada por formas cocáceas, que se dividen en más de un plano, por lo que se agrupan regularmente en racimos. Son inmóviles y carecen de esporas. Son gram positivas.

Su metabolismo es de tipo fermentativo, son aerobios y anaerobios facultativos, catalasa positivo y oxidasa negativo. Son capaces de fermentar la

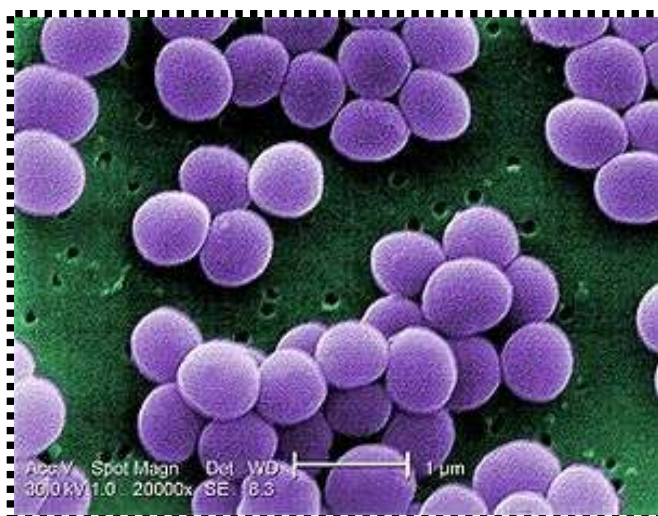


FOTO 10. Colonia *Staphylococcus aureus*.

glucosa sin producción de gases y producen acetin metil carbinol. Fermentan el manitol con formación de ácidos y puede hacerlo en anaerobiosis. No hidrolizan el almidón y son capaces de crecer en presencia de un 40% de bilis. Soportan tasas elevadas de cloruro sódico, hasta un 15%. La temperatura óptima de crecimiento va de 35 a 40°C y el pH óptimo oscila entre 7,0 y 7,5 aunque soportan pHs mucho más extremos.

Poseen una enzima, la coagulasa, que los diferencia del resto de las especies del género; esta tiene la facultad de reacciones con el fibrinógeno dando lugar a un coágulo de fibrina.

Poseen igualmente una desoxirribonucleasa que es una nucleasa exocelular que depolimeriza el ADN. A esta enzima se la denomina termonucleasa por ser termorresistente en las cepas de *aureus*.

1.5.2. Infección.

Infección de piel y partes blandas. Neumonía, sialadenitis, sepsis con o sin metástasis (osteítis, artritis, endocarditis, abscesos localizados), orzuelos. Enfermedades por toxinas (síndrome de la piel escaldada, síndrome del shock tóxico y gastroenteritis).

1.5.3. Resistencia.

Posee resistencia mediante una β lactamasa inducible que le confiere resistencia ante la penicilina, esta β lactamasa está codificada en un plásmido presente en más del 90% de las cepas. La resistencia al óxido nítrico es una cualidad peculiar del *Staphylococcus aureus*, capacidad que lo distingue de otros patógenos, incluyendo *Staphylococcus epidermidis* y *Staphylococcus saprophyticus*.

Esa resistencia se debe a que el microorganismo produce una enzima llamada lactato deshidrogenasa, que la faculta para tolerar el estrés causado por el radical del óxido nítrico. Esta observación se ha hecho en especies resistentes a la meticilina como



FOTO 11. *ENTEROCOCCUS faecalis* dividiéndose.

las que son susceptibles al antibiótico, así como en cepas hospitalarias como adquiridas en la comunidad.

1.6. *Enterococcus faecalis*.

Es una bacteria Gram-positiva comensal, que habita el tracto gastrointestinal de humanos y otros mamíferos. Como otras spp. del género *Enterococcus*, *E. faecalis* puede causar infecciones comprometidas en humanos, especialmente en ambiente de hospital. La existencia de enterococos se

potencia porque ha tenido la habilidad de adquirir resistencia a virtualmente todos los antibióticos en uso.

El hábitat normal de estos es el tubo digestivo de animales de sangre caliente. Son indicadores de contaminación fecal, por lo que su presencia en los alimentos indica falta de higiene o defectuosas condiciones de conservación, excepto en alimentos en los que interviene como flora bacteriana natural de procesos fermentativos, como es el caso de quesos, embutidos crudos e incluso productos cárnicos.

Son muy resistentes a condiciones adversas (congelación, desecación, tratamiento térmico, etc.) por lo que son buenos indicadores para valorar las condiciones higiénicas y de conservación de los alimentos congelados y desecados.

1.6.1. Patogénesis.

Puede causar endocarditis, infecciones de vejiga, próstata, epidídimo. Las infecciones de sistema nervioso son menos comunes.

Resiste aminoglicósidos, aztreonam, cefalosporina, clindamicina, las penicilinas semisintéticas (nafcilina, oxacilina, amoxicilina y trimetoprim-sulfametoxazole). La exposición a las cefalosporinas es un riesgo particularmente importante en la colonización e infección con enterococos.

1.7. *Shigella flexneri*.

Es una bacteria Gram negativa de la familia Enterobacteriaceae y pertenece al serotipo B de ***Shigella***.

Ocasiona diarrea en humanos; si bien existen antibióticos efectivos, algunas de sus cepas han desarrollado mecanismos de resistencia a antibióticos. Existen vacunas dirigidas a una respuesta inmune serotipo específica.

Provoca la polimerización de la actina de la célula que infecta a fin de desplazarse por su citosol; esta actividad precisa de las proteínas bacterianas ActA e IcsA, respectivamente, y otros tipos de elemento propios de la célula hospedadora eucariota.

1.8. *Salmonella typhimurium*.

Está asociado a las estructuras intestinales. Esta bacteria se encuentra a menudo en pollos y sus huevos y en reptiles como las tortugas, por eso no es recomendable mantener a estos animales como mascotas.

La salmonella es un bacilo gramnegativo que pertenece a la familia Enterobacteriaceae. Se ha sabido, recientemente, que la causa común del envenenamiento de comida por especies de Salmonella es debido a la ***S. typhimurium***.

Como su nombre sugiere, esta bacteria causa enfermedades parecidas a la fiebre tifoidea en ratones.

En humanos, *S. typhimurium* no causa una enfermedad tan severa como la *S. typhi* (otra variación de *Salmonella* que causa la fiebre tifoidea) y normalmente no es fatal. La enfermedad se caracteriza por causar diarreas, dolores abdominales, vómitos y náuseas, y, generalmente, dura aproximadamente siete días.

Desafortunadamente, en personas cuyo sistema inmune este comprometido, como es el caso de las personas de edad, jóvenes, o personas con el sistema inmune deprimido, la infección por la *Salmonella* termina siendo fatal si es que no es tratada a tiempo con antibióticos.

1.8.1. Profilaxis.

Para prevenir el contagio con esta bacteria es recomendable tener una buena higiene: lavarse las manos constantemente, lavar los vegetales, desechar todo tipo de carne en mal estado aun si esta está dentro de un refrigerador ya que puede infectar el resto de comidas.

Existen diversos tipos de vacunas contra esta enfermedad pero no son 100% eficaces por lo que no se debe descartar, aún después de haber recibido la dosis, sostener los buenos hábitos de higiene.

2. MACCONKEY AGAR.

2.1. Enterobacteriaceae.

Es una familia de bacterias Gram negativas que contiene más de 30 géneros y más de 100 especies que pueden tener morfología de bacilos o cocos. Los miembros de esta familia forman parte de la microbiota del intestino (llamados coniformes) y de otros órganos del ser humano y de otras especies

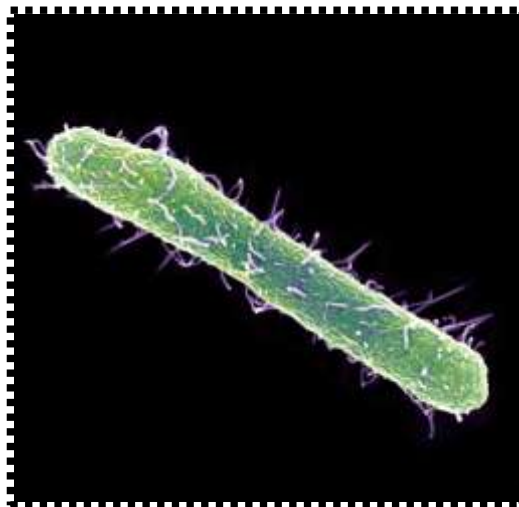


FOTO 12. SALMONELLA typhimurium con microscopio.



FOTO 13. Colonia Enterobacteriaceae.

animales. Algunas especies pueden vivir en tierra, en plantas o en animales acuáticos.

Sucumben con relativa facilidad a desinfectantes comunes, incluido el cloro. Con frecuencia se encuentran especies de este microorganismo en bio-industria: para la fermentación de quesos y productos lácteos, alcoholes, tratamientos médicos, producción de toxinas en el uso de cosméticos, fabricación de agentes antivirales de la industria farmacéutica, etc.

No son exigentes, son de fácil cultivo. Son oxidasa negativo, es decir, carecen de la enzima citocromo oxidasa. Son capaces de reducir nitrato y nitrito. Son anaeróbicos facultativos. Son fermentadores de carbohidratos en condiciones anaeróbicas con o sin la producción de gas, y oxidadores de una amplia gama de sustratos en condiciones aeróbicas. Muchos géneros tienen un flagelo que sirve para desplazarse, aunque algunos géneros no son móviles.

No forman esporas, algunas producen toxinas y pueden ser encapsuladas y son organismos catalasa positivos. Son quimioheterótrofos, y necesitan para su crecimiento compuestos simples de carbono y nitrógeno, generalmente sólo con D-glucosa, aunque algunas requieren aminoácidos y vitaminas.

La aparición de este microorganismo dentro del organismo es anormal y determina la aparición de infecciones, cuya gravedad depende del punto de entrada.

Introducidas por los alimentos, provocan problemas intestinales al adherirse y atravesar la barrera de la mucosa gastrointestinal, manifestada por diarreas y deshidratación.

2.2. *Escherichia coli*.

Ver punto 1.1.

2.3. *Klebsiella pneumoniae*.

Ver punto 1.2.

2.4. *Salmonella typhimurium*.

Ver punto 1.8.

2.5. *Shigella flexneri*.

Ver punto 1.7.

2.6. *Proteus mirabilis*.

Ver punto 1.4.



FOTO 14. Cultivo Zona 3
MACCONKEY, Agar.

3. TCBS.

3.1. *Vibrio cholerae*.

Es una bacteria Gram negativa con forma de bastón (Bacilo) curvo que provoca el cólera en humanos. Junto con otra especie de género ***Vibrio*** pertenece a la subdivisión gamma de las Proteobacterias. Hay dos cepas principales de ***V. cholerae***, clásica y El Tor, y numerosos serogrupos.

3.1.1. Características.



FOTO 15. Colonia ***Vibrio cholerae***..

Es un género de bacterias Gram negativas con forma de bacilos curvados. Bioquímicamente se caracterizan por dar positivo en las pruebas de la catalasa y de la oxidasa. Es una bacteria anaerobia facultativa, y su metabolismo es fermentativo; pueden fermentar, entre otros sustratos, la glucosa. Poseen flagelación polar, que les otorga una

movilidad máxima.

Pese a que nutricionalmente son poco exigentes, se emplean medios específicos para aislarlos de muestras clínicas.

3.1.2. Diagnóstico.

Las muestras para el cultivo consisten en tomar algo de moco de las heces fecales y se cultivan en Agar TCBS que produce colonias color amarillas que son fácilmente visibles contra el fondo verde-oscuro del agar.

Si la prueba de la oxidasa para detectar la bacteria ***Vibrio cholerae*** es positiva, el mismo ha detectado un organismo gram negativo.

3.2. *Vibrio parahaemolyticus*.

Es un bacilo que reacciona negativamente a la tinción de Gram, es móvil y no presenta cápsula ni espora. Tolera la sal común por lo que se desarrolla en el agua del mar y puede crecer a pH 9 en medios ligeramente básicos. Está asociado al consumo de mariscos y en algunos lugares como en Japón hay que tener especial cuidado con él.

Es capaz de causar gastroenteritis. Las diferencias que tiene con el *Vibrio cholerae* son: no puede fermentar la sacarosa ni la lactosa y crece con hasta un 8% de sal común.

También se asocia el pescado crudo o insuficientemente cocinado.

3.3. *Pseudomonas*, *Aeromonas*.

3.3.1. *Pseudomonas*.

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 el ciclo de los ácidos tricarboxílicos.

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.

Los miembros de este género generalmente son móviles gracias a uno o más flagelos polares que poseen. El género demuestra una gran diversidad metabólica, y consecuentemente son capaces de colonizar un amplio rango de nicho.

Son de fácil cultivo in vitro y ampliamente disponibles en número, por lo que ciertas cepas son excelentes para investigaciones científicas.

Las infecciones causadas por este microorganismo pueden afectar a muchas partes del cuerpo, pero típicamente afectan las vías respiratorias, causando 50% de las pulmonías bacterianas nasocomiales. El tratamiento de dichas infecciones puede ser difícil debido a la frecuente y repetitiva resistencia antibiótica.

Puede causar peritonitis, endoftalmitis, septicemia y bacteremia. 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.

3.3.2. *Aeromonas*.

Es una bacteria con forma de bacilo, Gram-negativa, anaerobia facultativa que morfológicamente se asemeja a los miembros de la familia Enterobacteriaceae.

Se han descrito catorce especies de *Aeromonas*, la mayoría de las cuales han sido asociadas con enfermedades humanas. Estos organismos son ubícuos 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 bacteremia.

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. A pesar de que se han identificado algunos posibles factores de virulencia su papel exacto se desconoce.

Las especies de *Aeromonas* causan: enfermedades sistémicas oportunistas en pacientes inmunodeprimidos, enfermedades diarreicas en individuos por lo demás sanos e infecciones en heridas.

4. TSA AGAR.

4.1. *Escherichia coli*.

Ver punto 1.1.

4.2. *Staphylococcus aureus*.

Ver punto 1.5.

4.3. *Bacillus subtilis*.

4.3.1. Características.

Es una bacteria Gram positiva, aeróbica, que se encuentra comúnmente en el suelo. Entre las características destacadas de este microorganismo está su capacidad para controlar ciertas enfermedades en cultivos vegetales. Para esto se ha descubierto que produce ciertos compuestos de bajo peso molecular con mucha afinidad por el hierro, evitando la germinación de las esporas de hongos patógenos.

Además, produce antibióticos muy efectivos contra los hongos y, cuando se instala en las raíces y hojas, induce a la planta a producir fitoalexinas que confieren resistencia al ataque de hongos y nematodos patógenos. Esta es una característica que tiene muchas ventajas en comparación con los fungicidas químicos, ya que no es tóxico para humanos, animales y plantas y no constituye un contaminante ambiental.



FOTO 17. Preparando el medio de cultivo.



FOTO 16. *ESCHERICHIA coli*.

Puede ser usada para el control de enfermedades de los animales, como la salmonelosis, la cual constituye enfermedades zoonóticas (que pueden ser transmitidas al humano) de interés en salud pública. Esta característica está relacionada a su capacidad para desplazar y competir por el sustrato que las bacterias patógenas necesitan para crecer y secretando sustancias con características antibióticas.

Además, modifica el pH intestinal, impidiendo el desarrollo de las salmonelas.

4.3.2. Resistencia.

Este germen en ampollas cerradas herméticamente y en cultivos pueden conservarse hasta 40 años y hasta 65 años las esporas. En el suelo las esporas pueden resistir decenios de años, son altamente resistentes a los desinfectantes, por lo que para que mueran necesitan largo tiempo de contacto.

4.4. *Candida albicans*.

4.4.1. Características generales.

Candida es un género de hongos unicelulares también llamados levaduras. La especie de **candida** más significativa por su importancia clínica género es **Candida albicans**. Las infecciones causadas por hongos se denominan micosis.



FOTO 18. Hongo **CANDIDA Albicans**.

Candida albicans es un comensal de las mucosas humanas, sobre todo de la mucosa oral, digestiva y genital. Las micosis causadas por **Candida albicans** o por otras especies de **CANDIDA** se denominan (candidiasis) en humanos y en otros animales, especialmente en pacientes con inmunosupresión.

Candida albicans es un hongo que está presente en todos nosotros. Se encuentra en las membranas superficiales y en las mucosas. En cantidades pequeñas es indócil, pero cuando su crecimiento aumenta drásticamente puede estar devastando su salud.

La **Candida** se alimenta de azúcar, hidratos de carbono, comidas fermentadas como la cerveza, el vinagre y los embutidos. El hongo **Candida** suelta toxinas en el torrente sanguíneo que tiene un efecto devastador en el sistema nervioso y el sistema inmune.

Los antibióticos terapéuticos y los que se encuentran en las carnes que perturban el equilibrio delicado que existe en nuestros cuerpos.

Estos antibióticos reducen y debilitan a las bacterias amigables y permiten a la **Cándida** florecer. Las píldoras anticonceptivas, la cortisona también perturban este equilibrio.

4.4.2. Mecanismo de patogenicidad.

C. albicans es un patógeno oportunista suele encontrarse en números pequeños en la superficie de la mucosa y se disemina cuando las condiciones son favorables para ello. Están identificadas diversas adhesinas de **Candida albicans** y se cree que favorece la colonización y permite que **Candida** persista en la sup. Del cuerpo. Se cree que diversas enzimas de **Candida albicans** participan en la patogenia.

De la candidiasis, entre ellas se encuentran algunas proteasas, fosfolipasas y lisofosfolipasa. Además la capacidad de los microorganismo **C.albicans** para persistir en los tejidos e infectar a ciertos huéspedes quizás se relacionen con su producción de proteínas receptoras para esteroides y de receptores de hierro llamado Sideroforos. **C.albicans** produce una respuesta inmunitaria profunda, que ocasiona varias de las manifestaciones clínicas de la candidiasis.



FOTO 19. Hongo **ASPERGILLUS niger**.

4.5. Aspergillus niger.

4.5.1. Características.

Aspergillus niger es un hongo que produce un moho negro en vegetales. Es muy común en la lechuga, el tomate, la acelga y el limón. Es una de las especies más corrientes del género **Aspergillus**.

El **Aspergillus** es un género de alrededor de 200 hongos. Puede existir en

dos formas básicas: levaduras e hifas. El

Aspergillus es filamentoso.

4.5.2. Patologías.

Aspergillus niger no causa tantas enfermedades como otras especies de **Aspergillus**, pero en altas concentraciones puede producir aspergilosis, que provoca alteraciones pulmonares. Esta enfermedad aparece con más frecuencia en horticultores, ya que inhalan el polvo del hongo con más facilidad.

4.6. Pseudomonas aeromonas.

Ver punto 3.3.

5. AGAR SANGRE.

El agar sangre es una combinación de un agar base con fuente proteica el cual tiene un agregado de 5 % de sangre ovina, con una pequeña cantidad de hidratos de carbono naturales y cloruro sódico. El agar sangre aporta muchos factores de enriquecimiento.

Se usa también para ver la capacidad hemolítica de los microorganismos patógenos (que es un factor de virulencia). Observando los halos hemolíticos alrededor de las colonias se determina el tipo de hemólisis que posee:

- Alfa: halos verdosos.
- Beta: halos incoloros.
- Gamma: inexistencia de halos.



FOTO 20. Análisis microbiológico en medio Agar Sangre.

El AS al 5% con base de Tripticasa-Soja es un medio de uso general que permite el crecimiento tanto de microorganismos exigentes como no exigentes, que incluyen bacterias aerobias y anaerobias, aunque no es medio de elección para anaerobios.

Permite visualizar reacciones hemolíticas que producen muchas especies bacterianas. Con la adición de sangre, el medio es útil tanto para el aislamiento y cultivo de microorganismos aerobios y anaerobios nutricionalmente exigentes a partir de una gran variedad de muestras, como para la observación de reacciones de hemólisis.

5.1. *Neisseria meningitidis*.

Neisseria meningitidis, a menudo denominada **meningococo**, es una bacteria gramnegativa que puede causar meningitis y otras formas de enfermedad meningocócica, por ejemplo meningococemia, un tipo de sepsis potencialmente mortal. Esta bacteria se conoce como coco porque es redonda y más específicamente como diplococo porque tiende a formar pares.

En el género *Neisseria* sólo aparecen dos especies patógenas (*N. meningitidis* y *Neisseria gonorrhoeae*) y todas ellas tienen como característica común ser oxidasa y catalasa positivas. Las especies se diferencian por pruebas bioquímicas.

Su temperatura óptima de crecimiento es de 35-37°C, mejorando mucho el rendimiento bajo condiciones de humedad relativa del 50% y concentraciones de CO₂ cercanas al 10%.

5.1.2. Factores de riesgo.

Existen factores que favorecen la diseminación y la colonización, entre ellos el hacinamiento y el humo del tabaco o de la leña.

Por otro lado, también se han descrito factores de riesgo vinculados con el huésped y asociados con el desarrollo de la enfermedad meningocócica, como infecciones virales, deficiencias de factores del complemento y otras alteraciones del sistema inmunitario.

5.2. *Staphylococcus aureus*.

Ver punto 1.5.

5.3. *Staphylococcus epidermidis*.

Staphylococcus epidermidis es integrante de la flora normal de la superficie corporal donde sobrevive gracias a sus lipasas, mientras *S. aureus* se encuentra habitualmente a nivel de la nasofaringe y de zonas húmedas como pliegues inguinales y axilas.

Algunas poblaciones pueden tener una tasa de colonización mayor como el personal de salud, los pacientes en hemodiálisis, diabéticos, adictos a drogas intravenosas, etc.

Morfología macroscópica para apreciarla debemos contar con un aislamiento de la cepa a estudiar en una placa de Petri. El aislamiento nos permitirá observar las características de las colonias.

En medios no selectivos, *S. aureus* presenta colonias de 1 a 3 mm de diámetro, lisas, levemente elevadas, de bordes enteros, levemente convexas y generalmente pigmentadas con un color que puede ir desde el crema al amarillo. Cuando crecen en agar sangre ovina se puede observar una zona de β -hemólisis alrededor de las colonias.

S. epidermidis presenta colonias generalmente de menor tamaño y estas no presentan pigmentación.

5.4. *Streptococcus pneumoniae*.

Son cocos gram positivos, lanceolados o dispuestos en cadenas y con una capsula de polisacárido que permite su tipificación con antiseros específicos. Estos son característicos por ser solubles en las sales biliares, esto se debe a la acción de los agentes tensoactivos, los cuales probablemente retiran o inactivan los inhibidores de

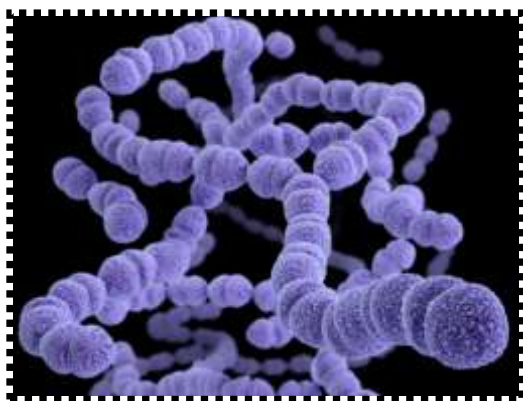


FOTO 21. Colonia de *Streptococcus pneumoniae*.

las autolisinas de la pared celular, dando paso a la lisis.

El *Streptococo pneumoniae* se puede diferenciar del *Streptococo viridans* en que solo el primero es soluble en bilis, el *viridans* no. Y la otra diferencia es que el *Streptococo pneumoniae* se inhibe en la presencia de optoquina. El *Streptococo viridans* no se inhibe con la optoquina.

El *Streptococcus pneumoniae* sintetiza la toxina neumolisina la cual degrada la hemoglobina a un producto verdoso de degeneración y causa hemólisis α en agar de sangre, por lo que se le clasifica como α -hemolítico.

Estas cepas de neumococos en su mayoría (98%) son sensibles a etilhidrocupeina (optoquina) y además casi todas se disuelven por acción de sales biliares.

El *S. pneumoniae* contiene una sustancia específica, la sustancia C y esta presente en todas las cepas.

5.5. *Streptococcus pyogenes*.

Streptococcus pyogenes, el cual se encuentra clasificado en el grupo A de los *Streptococcus*. Este es el patógeno más frecuente, es una importante causa de las enfermedades supurativas y no supurativas.

Aunque son la causa más frecuente de faringitis bacteriana, estos microorganismos son importantes por que pueden producir enfermedades graves con riesgo vital. De hecho, las noticias de estas bacterias que “devoran la carne” han inundado tanto la literatura científica como la prensa sensacionalista.

5.5.1. Fisiología y estructura.

Los aislamientos de *S. pyogenes* son cocos esféricos de 0,5 a 1,0 μ m que forman cadenas cortas en las muestras clínicas y cadenas más largas cuando crecen en medio de cultivo. El crecimiento es óptimo en un medio de agar sangre enriquecido, pero se inhibe si el medio contiene una concentración elevada de glucosa. Después de 24 horas de incubación se observan colonias blancas de 1 a 2 mm con grandes zonas de β hemólisis. Las cepas encapsuladas pueden presentar una apariencia mucoide en los medios recién preparados pero pueden estar arrugadas en los medios secos. Las colonias no encapsuladas son pequeñas y brillantes.

5.5.2. Signos y síntomas.

- La faringitis, se desarrolla generalmente entre 2 a 4 días después de la exposición al patógeno, con el inicio brusco de dolor de garganta, fiebre, malestar general y cefalea.
- La escarlatina, es una complicación de la faringitis estreptocócica que ocurre cuando la cepa infecciosa es lisogenizada por un bacteriológico templado que estimula la producción de una exotoxina pirógena.
- El pioderma, es una infección localizada y purulenta de la piel que afecta fundamentalmente las zonas expuestas (cara, brazos y piernas). La infección comienza cuando la piel se coloniza por *S. pyogenes* después de un contacto directo con un individuo o con un fómite infectado.



FOTO 22.
Síntomas del

5.5.3. Prevención.

En términos de prevención se deben priorizar acciones en la comunidad recomendadas por el Ministerio de Salud: educar respecto de medidas de higiene, evitar la automedicación (especialmente el uso de pomadas con fines cicatrizantes), estimular la consulta profesional para el manejo de lesiones de piel y mucosas, privilegiar el tratamiento por vía sistémica y no solamente con terapias tópicas y ser muy cuidadoso en condiciones predisponentes como la varicela.

Se recomienda tratar a los miembros de la familia con infección activa (cutánea o faríngea) y a los portadores faríngeos.

El desarrollo de vacuna es actualmente materia de investigación.

VI. EL AGUA.

1. GENERALIDADES.

El agua para el uso humano, por su escasez y usos alternativos certifica tres evidencias irrefutables que condicionan que:

- El agua sea un bien escaso y desigualmente repartido.
- El agua sea un factor que delimite las actividades humanas y los procesos naturales.
- La deforestación de las cuencas, el despilfarro y la contaminación de los cauces degraden su vida y su esencia.

La presencia del agua en nuestro Planeta es fundamental. La importancia que el ser humano le concedió, viene desde la más remota antigüedad, ya que junto al fuego y al aire eran un elemento indispensable para la formación de los cuerpos.

La tierra es el único Planeta de nuestro Sistema Solar, que tiene agua en estado líquido, sólido y gaseoso. Además, pasa de un estado a otro por medio de la congelación, la fusión, la condensación y la evaporación. El agua ni se produce ni se pierde en la superficie terrestre ni en la atmósfera. En realidad, existe una cantidad finita que circula en lo que se conoce como ciclo hidrológico del agua. El agua se desplaza por éste, tanto físicamente como cambiando de estado.

En la actualidad, el 97% del agua del ciclo hidrológico se encuentra en mares, océanos y lagos salinos. El 3% restante lo constituyen los ríos, lagos, depósitos subterráneos (agua dulce). Alrededor del 75% del agua dulce está en los glaciares y el manto de hielo, y apenas poco más del 24% es agua subterránea. No obstante esta distribución no es estable, pues está en continuo trasvase de una zona a otra, ya que depende del ciclo hidrológico o “ciclo planetario”.

En el aspecto biológico, el papel del agua es fundamental, puesto que de ella proviene el hidrógeno, que permite el crecimiento de la biomasa, mediante el



FOTO 23. El ciclo de agua.

proceso de la fotosíntesis. Ésta, consiste en la fijación del carbono contenido de la atmósfera en forma de anhídrido carbónico por los cloroplastos de los vegetales, con ayuda de la energía solar (fotones) para combinarse con el hidrógeno dando lugar a un hidrato de carbono.

2. PROPIEDADES DEL AGUA.

El agua, al igual que las sales minerales y gases como el CO_2 y el O_2 , se encuentra entre las biomoléculas inorgánicas, es decir, las que carecen de carbono encontrándose también en el medio inerte.

El agua es la biomolécula más abundante en la materia viva. La mayor parte de los seres vivos contienen entre un 60% y un 90% de agua.

Su incorporación en el organismo se produce por tres vías; en forma líquida, como constituyente de los alimentos sólidos y como resultado de reacciones metabólicas durante la respiración celular.

El agua no sólo es indispensable en el interior de los seres vivos, sino que también es uno de los factores ambientales que más influye en la vida de los mismos.

2.1. Breve historia.

Agua, es el nombre común que se aplica al estado líquido del compuesto de hidrógeno y oxígeno H_2O . Los antiguos filósofos consideraban el agua como un elemento básico que representaba a todas las sustancias líquidas. Los científicos no descartaron esta idea hasta la última mitad del siglo XVIII.

En 1781 el químico británico Henry Cavendish sintetizó agua detonando una mezcla de hidrógeno y aire. Sin embargo, los resultados de este experimento no fueron interpretados claramente hasta años más tarde, cuando el químico francés Antoine Laurent de Lavoisier propuso que el agua no era un elemento sino un compuesto de oxígeno e hidrógeno. En un documento científico presentado en 1804, el químico francés Joseph Louis Gay-Lussac y el naturalista alemán Alexander Von Humboldt demostraron conjuntamente que el agua consistía en dos volúmenes de hidrógeno y uno de oxígeno, tal como se expresa en la fórmula actual H_2O .

2.2. Estructura química.

Una molécula de agua consiste en un átomo de oxígeno y dos átomos de hidrógeno, unidos formando un ángulo de 105° . Al estar unido cada átomo de hidrógeno con un elemento muy electronegativo como el oxígeno, el par de electrones del enlace

estará muy atraído por éste, formándose puentes de hidrógeno. Estos electrones forman una región de carga negativa, que polariza eléctricamente a toda la molécula. Esta cualidad polar explica el fuerte enlace entre las moléculas, así como ciertas propiedades del agua poco comunes, por ejemplo, el hecho de que se expande al solidificarse.

El agua pura es un líquido inodoro e insípido. Tiene un matiz azul, que sólo puede detectarse en capas de gran profundidad. A la presión atmosférica (760 mm de mercurio), el punto de congelación del agua es de 0 °C y su punto de ebullición de 100 °C. El agua alcanza su densidad máxima a una temperatura de 4° C y se expande al congelarse.

Como muchos otros líquidos, el agua puede existir en estado sobreenfriado, es decir, que puede permanecer en estado líquido aunque su temperatura esté por debajo de su punto de congelación; se puede enfriar fácilmente a unos -25° C sin que se congele. El agua sobreenfriada se puede congelar agitándola, descendiendo más su temperatura o añadiéndole un cristal u otra partícula de hielo. Sus propiedades físicas se utilizan como patrones para definir, por ejemplo, escalas de temperatura.

2.3. Disolvente universal.

El agua es uno de los agentes ionizantes más conocidos.

Puesto que todas las sustancias son de alguna manera solubles en agua,

se le conoce frecuentemente como el disolvente universal. El agua combina con ciertas sales para formar hidratos, reacciona con los óxidos de los metales formando ácidos y actúa como catalizador en muchas reacciones químicas importantes.

El agua está presente también en la porción superior del suelo, en donde se adhiere, por acción capilar, a las partículas del mismo. En este estado, se le denomina agua ligada y tiene unas características diferentes del agua libre. Por influencia de la gravedad, el agua se acumula en los intersticios de las rocas debajo de la superficie terrestre formando depósitos de agua subterránea que abastecen a pozos y manantiales, y mantienen el flujo de algunos arroyos durante los periodos de sequía.

2.4. Tensión superficial.

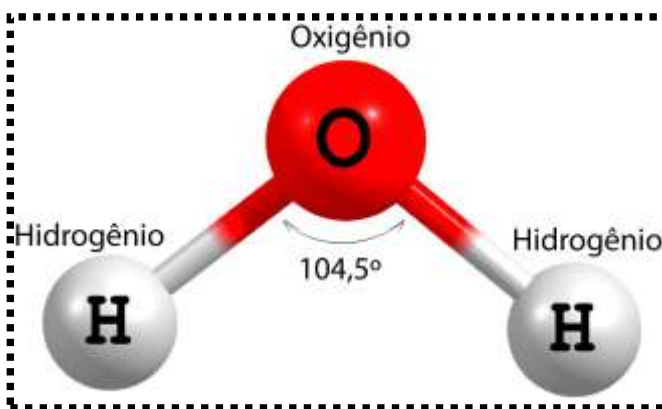


FOTO 24. Molécula de agua

La polaridad de las moléculas elementales y la existencia de hidrógeno dan viscosidad y tensión superficial al agua. La película superficial del agua es como una lámina elástica.

El agua aumenta de volumen al solidificarse. En ella se puede encontrar hidrógeno y oxígeno.

En el agua se pueden encontrar elementos metálicos o iones, o grupos inorgánicos, asociados con materiales orgánicos.

2.5. Conductividad.

La concentración de Ca^+ , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , HCO_3^- , Cl^- y SO_4^{2-} es muy elevada, y se relaciona con la conductividad eléctrica del agua.

Los elementos que muestran relación con la conductividad o salinidad son componentes principales, de proporcionalidad constante, que dan al agua su carácter.

Los elementos Ca^+ , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , Cl^- , SO_4^{2-} y HCO_3^- suelen quedar entre límites en el agua dulce. En la composición de las aguas dulces, no existe mucha uniformidad, y son muy variadas.

2.6. Contaminantes.

Dentro de las características del agua también está la de los contaminantes que hay disueltos en ella. Algunos de ellos son el bromo (Br), estroncio (Sr), flúor (F), litio (Li), rubidio (Rb), yodo (I), bario (Ba)... los cuales están disueltos en el agua de forma irregular, y varían de un lugar a otro.

Los metales en el agua también son tóxicos, y pueden estar en distintos estados. Los más peligrosos son los que se combinan con compuestos orgánicos.

3. COMPONENTES.

3.1. El sistema carbónico-carbonatos.

El CO_2 ocupa una posición especial en el agua. No es un gas elemental, sino un compuesto, presente en la atmósfera y que en el agua, forma ácido carbónico, el cual se disocia en dos etapas.

El contenido de CO_2 en el agua es de 0,3 ml . De esta cantidad una proporción muy pequeña, está en forma de H_2CO_3 . Este ácido se disocia fuertemente. Además de esto, las sales neutras presentes interfieren, de modo que es preferible hablar de actividades que de concentraciones.

Sin embargo para la comprensión de los problemas ecológicos, es imprescindible conocer el pH del agua, y ver la relación que éste tiene con el ácido.

3.2. pH.

El pH es un término que indica la concentración de iones hidrógeno en una disolución. Se trata de una medida de la acidez de la disolución. El término (del francés *pouvoir hydrogène*, 'poder del hidrógeno') se define como el logaritmo de la concentración de iones H^+ (protones) cambiado de signo: $pH = -\log [H^+]$, donde $[H^+]$ es la concentración de iones H^+ en moles por litro. Debido a que los iones H^+ se asocian con las moléculas de agua para formar iones hidronio, (H_3O^+) , el pH también se expresa a menudo en términos de concentración de iones hidronio.

En agua pura a 25 °C de temperatura, existen cantidades iguales de iones H_3O^+ y de iones hidroxilos (OH^-); la concentración de cada uno es 10^{-7} moles/litro. Por lo tanto, el pH del agua pura es 7.

Por lo tanto podríamos decir que el pH es el logaritmo decimal, con signo cambiado, de la concentración de iones hidrógeno, expresada en átomos gramo por litro.

Hay muchas formas para medir el pH, pero una de las mejores es comparar el color de algún indicador en el agua.

El pH disminuye al aumentar la temperatura aproximadamente en 0,015 pH cada °C.

El pH es la resultante y expresión de fenómenos diversos. En las aguas dulces oscila generalmente entre 6,5 y 8,7. Se encuentran valores muy bajos, desde 3 (como es el caso de las aguas que corren cerca de minas), cuando hay ácidos presentes. Sin embargo en lagos alcalinos, con gran cantidad de carbonato sódico, se miden valores de más de 9. En estas aguas la vegetación es pobre o prácticamente inexistente.

Como conclusión, en el caso de las aguas dulces, el pH de un medio es un buen indicador de un conjunto de propiedades muy importantes en la distribución de la vida.

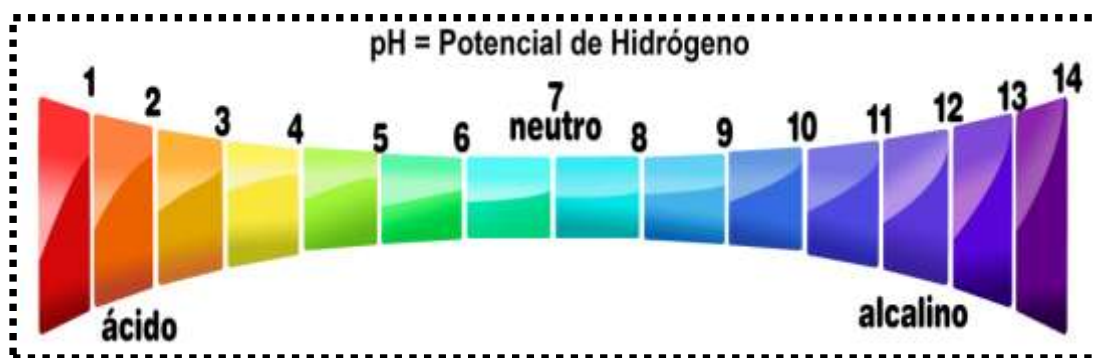


FOTO 25. Nivel de pH según la concentración H^+ .

3.3. Alcalinidad.

La alcalinidad representa la diferencia que existe entre los aniones fuertes y los cationes en la composición del agua, y, en su mayor parte es atribuible al calcio.

La alcalinidad se determina valorando el agua con ácido clorhídrico, hasta un punto final indicado por un determinado indicador, como por ejemplo la fenoftaleína.

En las aguas dulces, la alcalinidad varía entre amplios límites: de 0,3 a 4,5 miliequivalentes por litro. Los valores bajos de alcalinidad son, en su mayor parte, atribuibles al calcio, pero los valores altos se atribuyen al sodio. Además, en esta agua hasta un pH de 8 la alcalinidad está neutralizada totalmente por el bicarbonato. Esto se deduce, porque hasta este pH no hay cantidad apreciable de carbonato.

Las aguas con una mayor reserva alcalina son las más tamponadas y la medida en que la adición de ácidos o bases desvía el pH de un agua se relaciona con su reserva alcalina. Las aguas muy puras, de pequeña alcalinidad, están sometidas a oscilaciones violentas del pH.

Uno de los métodos para determinar la reserva alcalina de un agua se basa, en la desviación de su pH que se consigue con la adición de determinada cantidad de ácido o de álcali.

3.4. Carbono.

La concentración de carbono en el agua es de fundamental importancia para el desarrollo de la vida vegetal. En la naturaleza está representado por los tres isótopos C_{12} , C_{13} y C_{14} .

El C_{14} se forma en la alta atmósfera, por la acción de la radiación cósmica, a través de neutrones, sobre el N_{14} . Tiene una vida media de 5833 años.

El C_{13} es un isótopo estable, no radiactivo, y se han utilizado los análisis de sus concentraciones para interpretar el ciclo del carbono en las aguas dulces.

3.5. Metales Alcalinotérreos.

Las concentraciones de los metales alcalinotérreos han de cumplir una serie de condiciones que varían según el tiempo y el lugar, relacionándose con la temperatura, salinidad, difusión, asimilación y respiración de los organismos.

El calcio, por ejemplo, aumenta con la salinidad del agua y disminuye al aumentar la temperatura. En las aguas dulces depende principalmente de pH.

Los carbonatos del calcio y de magnesio se presentan en formas distintas, pudiendo estar hidratados o no. Los minerales más importantes son la calcita, la magnesita, y la dolomita.

La presencia del magnesio aumenta la solubilidad del carbonato cálcico, pero ambos carbonatos (magnésico y cálcico), se hallan en proporciones variables que pueden llegar hasta el 15% del total. El ciclo del calcio además, también se relaciona con el del azufre.

El estroncio precipita junto con el calcio, y esta relación es muy variable, y sobre todo es mayor en verano que en invierno.

3.6. Nitrógeno.

Existe una enorme reserva de nitrógeno molecular, en forma de gas atmosférico y disuelto en el agua; pero esta reserva es sólo asequible a un reducido número de seres, bacterias y cianofíceas, y normalmente, queda fuera del ciclo.

El contacto del agua con la atmósfera representa una pérdida de oxígeno muy grande para el agua. Del mismo modo, la desnitrificación por parte de microorganismos hace pasar nitrógeno de los compuestos inorgánicos a la forma gaseosa. Para que el equilibrio vuelva a restablecerse tiene que intervenir nitrificación orgánica.

El nitrógeno se encuentra en el agua en tres formas: gas disuelto, combinaciones inorgánicas y combinaciones orgánicas. La fijación de nitrógeno molecular por bacterias y cianofíceas tiene importancia en el agua y en el suelo. Estas bacterias fijadoras pueden tener mucha importancia en las aguas dulces.

El nitrógeno inorgánico no gaseoso se halla en forma de nitratos, nitritos y amonio. Normalmente, la concentración de nitrato es mayor que la de nitrito y amonio, pero cuando la descomposición de materia orgánica es muy activa, la concentración de nitrito y amonio es mayor.

La cantidad total de compuestos inorgánicos de nitrógeno en las aguas naturales varía entre límites amplios. En las aguas dulces es frecuentemente alrededor de 300mg N₂/m³.

3.7. Fósforo.

El ciclo del fósforo es sencillo, ha de cerrarse con el agua y los sedimentos y no hay intercambio con la atmósfera.

En los organismos, el fósforo está en forma de ésteres fosfóricos y la separación del fosfato después de la muerte es muy rápida y uniforme. Aunque el fósforo puede

variar mucho en cantidad debido a diferentes reacciones siempre queda una fracción que queda inmovilizada de manera irreversible en el sedimento.

El fósforo es un factor del cual dependen las poblaciones de organismos acuáticos.

En general, se puede decir que tanto el fósforo como el nitrógeno determinan la distribución de unas o de otras especies.

3.8. El Silicio.

En el agua, el silicio se halla en formas distintas, por ejemplo el silicato soluble.

El contenido de esta, depende principalmente del pH. El sistema silícico-silicatos

constituye un sistema amortiguados paralelo al formado por el carbónico-carbonatos.



FOTO 26. El agua, elemento necesario en nuestra vidas.

Las diatomeas son los organismos que más influyen en el ciclo del silicio, y se puede decir que entre este ciclo y el del azufre existen conexiones importantes.

3.9. Hierro.

El hierro tiene particular interés por tres razones:

- Es necesario para los organismos y se halla en débil concentración en el agua.
- Su ciclo y su acumulación son indicadores de propiedades interesantes de la respectiva masa de agua.
- Nos facilita la introducción del concepto de potencial de reducción y oxidación. El hierro se puede encontrar en forma ferrosa y en forma férrica, pero cuando está disuelto se encuentra, en su mayor proporción en forma de ion ferroso.

El bicarbonato ferroso disuelto es estable a un pH de 7, si el contenido de oxígeno es inferior a 0,5 mg/l-1. Si el contenido de oxígeno es más elevado, precipita hidróxido férrico.

El equilibrio entre el hierro ferroso y el férrico depende del potencial de reducción y oxidación, o potencial redox, que se relaciona con el pH y con el contenido de oxígeno.

Las tres formas principales de minerales de hierro que aparecen asociados con las distintas zonas del ambiente acuático son, O_2 , CO_2 y SH_2 .

3.10. Manganeso.

El manganeso acompaña al hierro y, se comporta igual que aquél, aunque su concentración es, unas cinco veces menor. El ciclo del manganeso presenta amplificadas las manifestaciones del ciclo del hierro, o permite detectar antes los efectos del agotamiento de oxígeno en el ciclo de lagos y embalses eutróficos. El color de los precipitados de manganeso es negro.

En las aguas dulces es muy frecuente observar películas, particularmente en las aguas ácidas, en las que el hierro férrico precipita al contacto con la atmósfera dando una fina lámina irisada que se fragmenta por cualquier agitación.

3.11. Otros elementos.

Muchos elementos, además de los considerados, actúan como factores importantes en la regulación de las poblaciones acuáticas. Algunos de ellos son el cobre, el arsénico, el cobalto, el molibdeno, etc.

3.12. Materia orgánica.

En las aguas naturales existe una amplia gama de material en suspensión. Si se filtra el agua se obtiene un residuo llamado seston, en el que se reconoce una parte viva, el plancton, y una fracción desprovista de vida, el tripton. Parte del tripton es de naturaleza inorgánica. Su importancia ecológica suele ser indirecta, por absorción de la luz, por servir de vehículo a sustancias orgánicas o por recargar el trabajo de los órganos filtradores.

La porción orgánica del seston consiste en restos de organismos.

3.13. Materia orgánica disuelta.

Es muy difícil decir dónde termina la materia orgánica particulada y dónde empieza la disuelta.

En las aguas dulces las determinaciones de los pioneros de la limnología química, Juday y Birge, en diversos lagos norteamericanos, señalan valores de 2,9 a 39,6 mg de materia orgánica por litro.

La materia orgánica disuelta procede, de la descomposición de material particulado, pero también de excreciones solubles y es muy importante la contribución de los organismos fotosintetizadores.

Es muy difícil clasificar toda la materia orgánica disuelta, ya que no se conocen todos los tipos que hay. Hasta ahora se ha encontrado de todos los tipos de los que se ha buscado. Hay especialmente glúcidos, aminoácidos, grasas y compuestos húmicos.

Es también interesante el hallazgo de hidrocarburos de distintos tipos, por lo que pueden contribuir a explicar el origen de petróleo. En los aminoácidos se presenta racemización y cuando quedan inmovilizados, en los sedimentos, pueden usarse como reloj geológico.

Pero la verdad es que la mayor proporción de la materia disuelta es particularmente esquiva a la investigación. Se trata de moléculas no muy grandes, pero muy resistentes a cualquier acción de los seres vivos.

Otro producto orgánico de acumulación es el petróleo. Aunque los organismos producen directamente algunos hidrocarburos, en general, puede decirse que la composición del petróleo es muy diferente de la de los organismos y de la fracción más importante de la materia orgánica disuelta en el agua. La formación del petróleo ha de ser un fenómeno usual y no un acontecimiento catastrófico.

VII. LOS RIOS DE EUSKAL HERRIA.

1. LOS RÍOS DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA VASCA.

Los ríos de la Comunidad Autónoma Vasca son de recorrido corto de caudal fluctuante, con aguas de naturaleza mineralizada y lechos duros. Son heterogéneos por lo que existen sucesiones de rápidos y remansos, que son idóneos para la buena oxigenación y los cauces son de poca profundidad.



FOTO 27. El problema de la deforestación.

Por su pendiente y su perfil se

separan en ríos de vertiente Cantábrica y Mediterránea. Nacen en los mismos montes pero la dirección que toman al discurrir es contraria, unos desembocan en el Cantábrico y otros en el Ebro a su paso por Álava.

Los recorridos de los ríos de vertiente Cantábrica se encuentran en zonas muy humanizadas y tienen importantes usos urbanos, industriales, forestales y ganaderos. El resto de los ríos y en especial los de Álava, sufren alteraciones producidas principalmente por el uso agrícola.

1.1. Alteraciones más importantes y frecuentes.

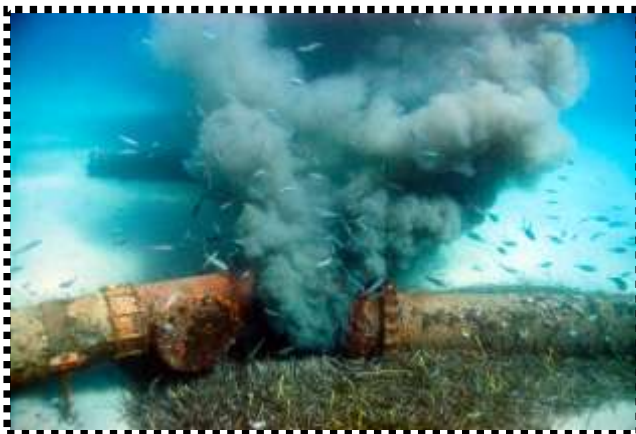
- Alteraciones en cauce, márgenes y riberas:
 - Por dragados y ahondamiento del cauce para evitar inundaciones, para drenar humedales o por la explotación de graveras.
 - Por encauzamientos, creando márgenes y cauces artificiales e incluso hormigonados. Desaparecen las irregularidades y estrechamientos en el cauce y se eliminan zonas heterogéneas por tipo de sustrato, corriente, vegetación, riqueza y diversidad biológica.
 - Tala y desaparición de vegetación ripícola con uso de terrenos hasta el cauce para la agricultura o la construcción.
- Alteraciones en el uso del agua:
 - Retirada de caudales con o sin devolución de ellos al cauce. Cuando esta agua no se devuelve es ya porque es utilizada para riego o cuando hay un

trasvase. En usos urbanos e industriales sí se suele devolver el agua a su cauce.

- Devolución o vertido de caudales de cantidad diferente a la del agua del río, por agua vertida con carga orgánica, aguas calientes de vertidos industriales o residuos de composición variada.
- Alteraciones en explotación de los recursos biológicos:
 - En general se puede considerar que el recurso de la pesca no ha sido sobreexplotado, aunque se pueden señalar impactos negativos de piscifactorías o cotos de pesca.
 - También existen impactos puntuales de sobreexplotación de alisedas en algunos puntos de ríos alaveses.
- Otras alteraciones:

Hay que mencionar también las alteraciones no efectuadas directamente en el río pero que le afectan de alguna forma, por ejemplo la contaminación dispersa o difusa, la lluvia ácida, deforestaciones, obras de infraestructuras y urbanismo, extracción de caudales subterráneos, etc.

El río ha sido tratado como un sistema físico de conducción de caudales, como si



fuera únicamente una tubería, pero nunca se ha considerado como un sistema biológico de relevancia.

Los impactos que recibe producen una pérdida en la calidad del agua y de riqueza y diversidad biológica.

FOTO 28. Vertidos industriales

2. INUNDACIONES E INFRAESTRUCTURAS DE PREVENCIÓN.

Las inundaciones son un fenómeno natural derivado de situaciones de fuertes lluvias, que afecta, en un determinado momento, a zonas más o menos extensas, causando en ocasiones tremendos destrozos que generan fuertes pérdidas económicas y que suelen acompañar de la pérdida, asimismo, de vidas humanas.

La posibilidad de crecidas en un río depende directamente de la frecuencia y la intensidad de las lluvias, aumentando esta relación por la estrechez del cauce y las caídas de árboles. Las lluvias torrenciales y la ausencia de zonas arboladas son más frecuentes hacia el sur de la C.A.P.V., elevando en ellas el riesgo de sufrir inundaciones. Sin embargo, en cualquier río existe riesgo de inundación, ya que tanto los caudales atlánticos como los mediterráneos están sujetos a crecidas periódicas.



FOTO 29. Inundación

Determinadas actuaciones inducidas por el ser humano en el río o en su cuenca se han mostrado especialmente peligrosas y favorecedoras de la acción destructiva de las riadas.

Por otro lado, es rara la cuenca para la cual no existen planes de prevención de las inundaciones por lo que los cauces de muchos ríos ven cambiar sus riberas y sus lechos, en aras de una mayor seguridad de los núcleos habitados.

2.1. Intervenciones en las laderas.

Durante cientos de años, la acción erosiva del agua ha ido modelando las laderas contiguas a los ríos, originando su actual morfología. Mientras existía un desnivel en el terreno la tarea de desgaste no cesa, si bien los cambios son casi inapreciables vistos desde una escala de vida humana.

Las laderas se modifican continuamente y tienden a alcanzar un equilibrio establecido por el clima y la vegetación, de forma que los cambios, bien naturales o bien inducidos, desencadenan transformaciones que obligan a buscar un nuevo equilibrio de forma constante.

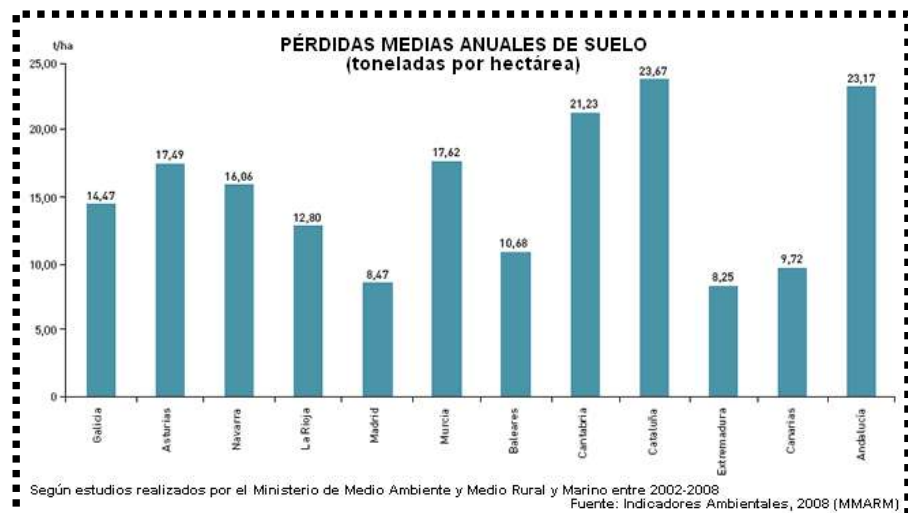


GRÁFICO 1. Gráfico sobre la erosión del agua

Existen ciertas intervenciones negativas que rompen el equilibrio y por tanto favorecen los efectos catastróficos de una riada sobre el ser humano y sus asentamientos. Estas son:

- Una de las principales alteraciones está producida por la sustitución del bosque espontáneo o bosque de ribera por especies de cultivo, por pastos o por talas desmesuradas, disminuyendo el papel protector que éste tiene en la conservación de las márgenes del cauce.

Si no se toman medidas para retrasar la concentración del agua y mantener su velocidad, se contribuye a que la acumulación de agua en su cauce sea grande en un espacio corto de tiempo y, simultáneamente, a que la corriente se cargue de arenas, limos y cantos que arrastrará hacia los tramos inferiores. La restitución de porciones de bosques con especies de árboles que se adapten bien a las características de la región y posean unas raíces potentes, junto con el desarrollo de los arbustos del sotobosque, constituirían una barrera permeable y firme que contribuirían sin duda a frenar el agua.

- También los cortes del terreno producidos en labores de construcción de carreteras, caminos, repoblaciones forestales, etc., producen deslizamientos o arrastres de tierra y consecuentemente una transformación de las laderas. Es importante incluir medidas correctoras para sostener los taludes en los proyectos y presupuestos de este tipo de obras.
- Otro factor que ayuda a la destrucción de laderas atañe a prácticas agrícolas y en especial al arar cuesta bajo. De esta forma, y si no se aplican medidas correctoras, grandes cantidades de tierra van a parar al río.

Los prados tradicionales situados en laderas de fuerte pendiente son un aprovechamiento muy eficaz en algunas zonas. Sin embargo, no protegen lo suficiente el suelo frente a los deslizamientos por lo que sería conveniente trasladar este tipo de cultivos a laderas de pendiente suave y llanuras aluviales.

Por el contrario, los árboles cultivados con distintos fines pueden producir un rendimiento ecológico rápido en zonas muy extensas, obstaculizando la circulación del agua y previniendo la pérdida de suelo, siempre y cuando la explotación maderera se lleve a cabo de forma racional.

2.2. Modificación de los cauces.



FOTO 30. Cauce de un río

Todo el conjunto de cauces de una cuenca forma un sistema intrincado que asegura la evacuación del agua y que tiene su propio equilibrio. La vegetación de ribera, los depósitos del fondo y el serpenteo del río a lo largo de su recorrido, ofrecen a la corriente un soporte rugoso que controla la velocidad de salida. En algunos casos, la pendiente

es tan escasa que el movimiento del agua río abajo se produce por el empuje continuo del aporte de agua desde tramos superiores.

Cualquier modificación inducida en un punto de este delicado sistema tiene consecuencias en el conjunto, tanto aguas abajo como aguas arriba.

En el caso de grandes lluvias, hay algunas actuaciones humanas que al modificar este sistema contribuyen a aumentar los efectos de una riada. A continuación se exponen algunas de ellas:

- La ocupación de los terrenos adyacentes al río, llegando incluso a estrechar el discurrir de éste, hace que la columna de agua sea más alta y lleve mayor velocidad, con lo que el efecto se dejará notar en zonas más bajas.

Quizá sea imposible pero sería deseable la retirada paulatina de algunos asentamientos humanos, desde los puntos más peligrosos hacia otros más seguros, como pueden ser las laderas medias o las colinas.

- Un efecto similar se produce al canalizar el río ya que, si bien las canalizaciones generalmente son efectivas en el punto en el que se construyen, se traslada el peligro con mayor fuerza, a zonas inferiores.

La eliminación de la vegetación de ribera también favorece la aceleración de la masa de agua, ya que encuentra menos obstáculos a su paso. Así, se deberían limitar las canalizaciones a las que sean estrictamente necesarias, utilizando escollera que permita el crecimiento de vegetación en los márgenes de río y actuar repoblando activamente las riberas.

- Otras intervenciones como presas y huecos de graveras también modifican la velocidad del río, pero parece que su efecto sobre la corriente no aumenta las consecuencias catastróficas.

En este sentido, sería recomendable eliminar todos los obstáculos artificiales que se encuentran fuera de uso, y que carezcan de valor histórico o patrimonial, y no realizar los dragados siempre en un mismo punto del cauce.

2.3. Llanuras y desembocaduras.

Cuando se produce un desbordamiento, las llanuras aluviales o de inundación, actúan permitiendo al río que sus aguas se extiendan y que, por tanto, pierdan velocidad.

Sin embargo, es frecuente que las llanuras de inundación de los ríos se encuentren ocupadas por asentamientos humanos diversos tales como calles, casas o fábricas, canalizadas por muros de contención y además, que hayan perdido su vegetación.



Esto trae como consecuencia un traslado del peligro de

FOTO 31. Desembocadura de un río

inundación a zonas inferiores, donde es más probable que las consecuencias de la riada sean aún mayores.

Las desembocaduras pueden sufrir una riada siempre que en algún lugar de la cuenca se dé una lluvia extraordinaria, ya que el río recibirá toda el agua que le aportan sus afluentes. Si además llueve también en la zona de la desembocadura o, en el caso de una ría, si coincide con la pleamar, el problema puede ser mucho más grave. En este caso, al contrario de lo que se recomienda en el resto de los tramos fluviales, conviene facilitar el discurrir del agua a buena velocidad, evitando retenciones de todo tipo.

VIII. LOS RIOS

1. DEFINICIÓN

Los ríos constituyen, una fuerza importante en la formación del paisaje: erosionan rocas y sedimentos, abriendo cauces e incluso valles, y modelando el paisaje de las tierras altas. Estos cauces pueden ser muy superficiales o tan profundos como el Gran Cañón que el río Colorado que ha recortado en algunos lugares hasta una profundidad de 1500m.



FOTO 32. Curso bajo de un río desde arriba.

Los ríos son además, el agente principal de transporte en un ciclo fluvial que depende de la energía del agua. Toda corriente fluvial cuenta con una red hidrográfica, compuesta por el río principal y los afluentes. Esta red ocupa una superficie denominada cuenca hidrográfica.

Un río viene caracterizado por su régimen, es decir, la forma habitual de fluir dicho río a lo largo de un período de tiempo. Se establece a partir del caudal, la irregularidad o regularidad, las variaciones estacionales o anuales, las crecidas y los estiajes y los arrastres.

El caudal de un río es la cantidad de agua que lleva en un punto determinado y se mide en m^3/seg . Conocer el caudal del río nos permite conocer los momentos de máximo caudal o crecidas y los momentos de mínimo caudal o estiajes.

Los factores del régimen fluvial son fundamentalmente el clima, el relieve, y la naturaleza del suelo. Las temperaturas y las precipitaciones condicionan el caudal de un río. El relieve con fuertes pendientes o zonas llanas hacen que un río tenga un régimen torrencial o de llanura. El suelo según sea permeable o impermeable, facilita las filtraciones.

La acción del hombre se antoja también como un factor decisivo en el régimen del río, ya que ha ido modificando los cauces, regulando los ríos con embalses, construyendo canales de derivación o desviando desembocaduras, para un mejor aprovechamiento de las aguas. Pero la contaminación en los ríos es debido al hombre

también. Un aspecto negativo, que tiene su origen en los vertidos tanto agrícolas, como industriales o como urbanos.

El tipo de régimen fluvial viene determinado por la forma de alimentarse que tiene el caudal del río. El caudal puede ser de origen nival, si proviene de la fusión de nieves o de tipo pluvial, si procede de lluvias. También pueden darse las formas mixtas, pluvio-nival o nivopluvial, según tengan mayor importancia las lluvias o las nieves.

1.1. Relación con los ecosistemas.

Un río está en contacto continuo con los ecosistemas terrestres, y esto es un factor importante para ambos ecosistemas.

Las rocas y los suelos emergidos del río, desprenden minerales que el agua toma constantemente, y tiende a normalizarse la situación cuando el río no toma agua de afluentes, ya que estos traen consigo distintos minerales.

También hay animales en las aguas de los ríos. Son llamados animales del bentos, y hay distintas formas de estudiarlos, aunque no se puede conseguir una total exactitud, ya que estos animales están en continuo movimiento lo que varía la mortalidad aparente. Estos animales dependen de los recursos del agua y nos informan acerca de su estado.

El agua corriente, aporta alimento a todos los animales pero la corriente afecta de forma muy distinta a cada uno de ellos. Como ya se ha nombrado anteriormente, la corriente reorganiza constantemente la distribución de los animales, y proporciona alimento.

2. USOS DEL RÍO

El agua es fundamental para los seres vivos teniendo en cuenta que el 70% de nuestro peso es agua. Necesitamos agua constantemente ya que la eliminamos mediante evaporación pulmonar, secreción urinal, sudoración... por esto debemos tomar unos 3 litros diarios de agua. A parte de para el uso del ser humano o incluso de los seres vivos acuáticos, el agua se usa en otros cinco grandes campos:

2.1. Agricultura, ganadería y pesca.

La que más necesita el agua es la agricultura, porque de no ser por esta, no se podrían llevar a cabo los cultivos y mucho menos, la explotación de la tierra en lugares donde la lluvia es escasa.

Por nombrar un ejemplo de la cantidad de agua destinada a este fin, tenemos que para obtener una tonelada de maíz, se necesita un millón de litros de agua. Acerca de los diseños para el regadío que se suelen utilizar se pueden nombrar los siguientes sistemas de riego:

- Inundación por surcos.
Es el más antiguo y el que más agua desaprovecha.
- Riego por aspersión.
Consta de un conjunto de mecanismos que dan vueltas echando agua. Con este sistema se aprovecha el 70% del agua y además es de maquinaria bastante costosa.
- Riego por goteo.
Con este sistema se da un aprovechamiento del 90% ya que actúa en función de la humedad. Además es menos costoso que el anterior.



FOTO 33. El agua en la Agricultura

2.2. Obtención de energía.

Se realiza mediante molinos de agua, ferrerías para conseguir energía hidráulica o hidroeléctrica. Se aprovechan los saltos de agua, los desniveles... mediante presas que luego trasladan la energía a una central.

Sus inconvenientes son que se necesita una gran cantidad de agua y que cuando hay sequías, se crean desastres ecológicos en el río porque la central utiliza todo el agua de éste.

También se usa el agua para la obtención de energía en las centrales térmicas. Se usa como refrigerador y para producir el vapor de agua que moverá los alternadores.

2.3. Uso industrial.

Las industrias necesitan mucha agua. Éstas tienden a instalarse cerca de los ríos, lagos... porque necesitan directamente el agua en los medios de producción ya que la usan como materia prima o como receptor de productos de desecho o como método de refrigeración.

Las industrias más comunes en este ámbito son: la industria alimenticia, papeleras, industria textil, siderúrgica, etc.

2.4. Consumo doméstico.

Necesitamos agua para realizar nuestras funciones vitales, el consumo diario por persona suele rondar los 250 litros: 100 litros destinados al aseo, 50 al WC, 30 litros a la vajilla por ejemplo, 25 litros en la ropa, 15 litros en alimentación, 15 en jardinería y 15 en otros.

Un ser humano necesita aproximadamente 3 litros de agua al día para sobrevivir. Sin embargo esta cifra se excede de una forma más que alarmante. Domésticos: aseo, baño, beber, cocinar...

2.5. Uso recreativo.

El agua nos sirve en diversas ocasiones de medio para realizar actividades de riesgo, de entretenimiento... por ejemplo el rafting. Los usos lúdicos que se pueden obtener de los ecosistemas fluviales son variados. Desde los más tradicionales como la pesca, a nuevos deportes que han surgido en los últimos años como son la navegación,



FOTO 34. Deportes acuáticos

descenso... Sin olvidar que muchas orillas de los ríos han sido preparadas como zonas de descanso y merenderos. No siempre con mucho acierto, ya que muchas veces se han degradado zonas que tenían gran valor ecológico.

Por el mal uso de los recursos hídricos, se da la contaminación de las aguas,

es decir, se crea una gran alteración en el medio al introducir el ser humano un agente contaminante o sustancia ajena a las que pueda llevar el agua. Y una vez que la cantidad de sustancias vertidas supera a la cantidad que el propio río puede “reciclar”, aparecerá la tan temida contaminación.

IX. CURSOS DE LOS RÍOS.

El término río proviene del latín ríus. Se trata de una corriente natural de agua continua que desemboca en otra similar, en un lago o en el mar. Cuando un río desemboca en otro, se lo conoce como afluente.

Un río puede tener su origen en una fuente o manantial, en la confluencia de varios arroyos, en la fusión de nieves o glaciares o puede ser el desagüe natural de un lago. Normalmente los ríos nacen en las montañas y finalizan su travesía en el mar.

Posee un caudal determinado, rara vez constante a lo largo del año.

Un río está compuesto por varias partes básicas. Por lo general, los ríos, especialmente los más grandes, se dividen en tres partes principales, de acuerdo con su capacidad erosiva y de transporte de sedimentos.

1. CURSO ALTO.

Es la zona más cercana al nacimiento. El curso superior de un río es donde nacen los ríos. Generalmente, coincide con las áreas montañosas de una cuenca determinada. Aquí, el potencial erosivo es mucho mayor y los ríos suelen formar valles en forma de V al encajarse en el relieve. Algunas veces, cuando esta parte de un río se encuentra en un clima seco pueden denominarse barrancos, ramblas o torrentes. Posee poco caudal, poca cantidad de agua y en buenas condiciones porque aún el ser humano no ha establecido contacto directo con el río.

2. CURSO MEDIO.

Generalmente, en el curso medio de un río suelen alternarse las áreas o zonas donde el río erosiona y donde deposita parte de sus sedimentos, lo cual se debe, principalmente, a las fluctuaciones de la pendiente y a la influencia que reciben con respecto al caudal y sedimentos de su afluentes.

A lo largo del curso medio, la sección transversal del río habitualmente se irá suavizando, tomando forma de palangana seccionada en lugar de la forma de V que prevalece en el curso superior.

A lo largo del curso medio, el río sigue teniendo la suficiente energía como para mantener un curso aproximadamente recto, excepto que haya obstáculos.

3. CURSO BAJO.

Es el tramo previo a la desembocadura. Ancho y de poca pendiente donde se depositan arenas y limos y donde se da la mayor diversidad de ecosistema. Aquí la pendiente es nula, y es el momento en el que el río alcanza su caudal máximo porque ya ha recibido a todos sus afluentes. Los valles son muy abiertos y prácticamente llanos. El río comienza a serpentear porque no tiene ni fuerza ni velocidad. En consecuencia, se da la sedimentación de los materiales.

Estas zonas suelen ser muy fértiles porque el río va dejando materiales beneficiosos que recoge a lo largo de su transcurso. Sin embargo, también afecta el hecho de que esté influenciado por el mar de una forma muy directa.

Las mareas influyen al menos en el último tramo del río, aparece cierta salinidad y por lo tanto la vegetación está condicionada a este tipo de agua, y aparecen las playas de limo (grumos de sustancias que se van quedando en el suelo) cuando la marea está baja. Es la parte en donde el río fluye en áreas relativamente planas, donde suele formar meandros: establece curvas regulares, pudiendo llegar a formar lagos en herradura. Un río termina en una boca muy ancha y profunda que se denomina estuario.



FOTO 35. Imagen explicativa

X. TIPOS DE RÍOS.

1. SEGÚN LA VISIBILIDAD.

1.1. Ríos blancos.

Los ríos blancos representan a la mayoría de los grandes ríos tropicales de los bosques lluviosos de tierras bajas. Debido a que estos bosques se encuentran en áreas llanas con pocas elevaciones, los grandes ríos tienen poco gradiente y fluyen plácidamente a través de ellos. Por ejemplo, el Amazonas desciende únicamente 345 pies (105m) desde el puerto ripario de Iquitos (Perú) hasta el océano.



FOTO 36. Ríos blancos

Unos de los animales mejor adaptados a la poca visibilidad de las aguas fangosas de los ríos blancos son los delfines de río. Éstos se encuentran en los bosques lluviosos de los ríos Amazonas, Ganges e Indo.

Los delfines de río tienen una vista débil, y al igual que los delfines oceánicos dependen del sonar para navegar y localizar a sus presas. Los delfines de río son más abundantes en los grandes canales de ríos abiertos, aunque durante las inundaciones amazónicas también ocupan las áreas boscosas inundadas. Los ríos tropicales más pequeños no tienen una corriente de agua, ni una composición tan uniforme como los grandes ríos, que tienden a ser de aguas blancas.

1.2. Ríos negros.

Los ríos negros son más comunes que los blancos en los bosques lluviosos de tierras bajas. El adjetivo de negro describe la apariencia del agua de estos ríos, la cual es de un color café oscuro.



FOTO 37. Ríos negros

Los ríos negros también se caracterizan por la sorprendente claridad del agua; tan clara que la visibilidad puede exceder los 30 pies (9 metros). Sin embargo, después de una tormenta, los ríos negros pueden perder su claridad y

color característicos con los sedimentos arrastrados desde el bosque. Las condiciones regresan a la normalidad después de unas horas o unos cuantos días.

Alrededor de algunos de estos ríos, existen bosques de ríos negros, que difieren de los bosques lluviosos convencionales. La acidez del agua limita el número de especies de árboles que pueden crecer en áreas cercanas a los ríos. La baja diversidad de especies de árboles es responsable de la poca variedad de especies de insectos, ya que aquellos que polinizan y se alimentan de otras especies de árboles, no tienen oportunidades en los bosques de ríos negros. Esto, junto con las severas condiciones de este tipo de ríos, dan como resultado una diversidad considerablemente menor de insectos que en otros bosques.

Por consiguiente, las áreas de ríos negros albergan un menor número de otras especies de animales.

Las condiciones suaves y ácidas de los ríos negros se deben al origen de la mayoría de los arroyos negros en tierras bajas del bosque tropical, en donde los suelos antiguos carecen de minerales para aumentar la dureza del agua. Los taninos provenientes de las hojas en descomposición, aumentan la acidez de los ríos negros.

El Río Negro de Brasil es uno de los ríos más grandes del mundo (cinco millas de desembocadura) y el río negro más famoso.

1.3. Ríos claros.

El nombre de los ríos claros o azules se debe a la claridad de sus aguas. Estas aguas son bastante comunes en arroyuelos y ríos que corren a lo largo de las rocas antiguas, aunque no son abundantes en tierras bajas del bosque lluvioso tropical.

Los ríos de agua clara se encuentran principalmente en las tierras altas como Guyana y la cuenca brasileña de Sudamérica, en donde crecen los bosques de montaña y neblina.

Debido a su elevación y a su tendencia de fluir por encima de las rocas, los ríos claros normalmente corren rápidamente.

Los ríos claros tienen un pH más elevado y tienen algunos minerales



FOTO 38. Ríos claros

disueltos, lo que hace que sus aguas sean más duras que las de los ríos negros y blancos. No poseen mucha materia suspendida, debido a que las formaciones de rocas son antiguas y no se erosionan con la corriente.

Debido a la claridad del agua y al contenido de minerales, algunos ríos cristalinos mantienen un crecimiento abundante de plantas. Además, en el sustrato rocoso crecen algas vigorosamente que soportan una variedad de peces gato succionadores, otros peces famosos en los acuarios, conocidos popularmente como *Plecostomus*.

2. SEGÚN SU PERIÓDO DE ACTIVIDAD.

2.1. Ríos perennes.

Estos ríos están formados por cursos de agua localizados en regiones de lluvias abundantes con escasas fluctuaciones a lo largo del año. Sin embargo, incluso en las áreas donde llueve muy poco pueden existir ríos con caudal permanente si existe una alimentación freática suficiente, es decir, de aguas subterráneas.



FOTO 39. Ríos perennes

La mayoría de los ríos pueden experimentar cambios estacionales y diarios en su caudal, debido a las fluctuaciones de las características de la cobertura vegetal, de las precipitaciones y de otras variaciones del tiempo atmosférico como la nubosidad, insolación, evaporación, etc.

2. 2. Ríos estacionales.

Estos ríos y ramblas son de zonas con clima tipo mediterráneo, en donde hay estaciones muy diferenciadas, con inviernos húmedos y veranos secos o viceversa. Suelen darse más en zonas de montaña que en las zonas de llanura.

2.3. Ríos transitorios.

Son los ríos de zonas con clima desértico o seco, en los cuales se puede estar sin precipitaciones durante años. Esto es debido a la poca frecuencia de las tormentas en zonas de clima de desierto. Pero cuando existen descargas de tormenta, que muchas veces son torrenciales, los ríos surgen rápidamente y a gran velocidad.

Reciben el nombre de wadis o uadis, a los cauces casi siempre secos de las zonas desérticas, que pueden llegar a tener crecidas violentas y muy breves.

2.4. Ríos alóctonos.

Son ríos, generalmente de zonas áridas, cuyas aguas proceden de otras regiones más lluviosas. El Nilo en Egipto siempre se ha tomado como ejemplo de este tipo de ríos.

También el Okavango, otro río africano que termina en un amplio delta interior en una cuenca endorreica de clima relativamente seco.

3. SEGÚN SU GEOMORFOLIGIA.

3.1. Ríos rectilíneos.

Son de sinuosidad baja y de un solo canal. Son muy inestables y suelen transformarse en otro tipo de río.

3.2. Ríos anastomosados.

Estas corrientes presentan canales múltiples. Tienen gran capacidad de transporte y sedimentación. Tienen menor energía que las corrientes rectilíneas, por lo que, al encontrarse con obstáculos, tienden a modificar su trayectoria adecuándose al relieve y a los sedimentos en el fondo del cauce, siendo la deposición en el fondo de sedimentos de granulometría heterogénea durante la época de aguas bajas, la principal responsable de la división del cauce en los canales anastomosados, es decir, divididos dentro del propio cauce.

A medida que se van estabilizando las islas de sedimentos, puede llegar a desarrollarse en ellas una vegetación pionera primero, y más estable después, aprovechando la dotación de agua que proporciona el propio río. A veces estos ríos pueden contener corrientes con gran capacidad de división.

3.3. Ríos meándricos.

Son de sinuosidad alta y de un único canal. Presentan una curva sobre el canal, lo que genera dos velocidades para el agua que son muy distintas en ambas orillas.



FOTO 40. Ríos anastomosados

Los principales elementos morfológicos de que consiste un sistema de ríos meándricos son: el canal principal, las barras de punto, los bordos naturales, las planicies de inundación, los lagos laterales, y las áreas de desborde. Ya que en estos sistemas los sedimentos se acumulan debido a la acción del canal principal y de la inundación periódica de la planicie adyacente, los depósitos están asociados a estos elementos morfológicos.

3.3.1. Depósitos de canal.

Son depósitos compuestos generalmente de material grueso que los ríos pueden mover o transportar durante los períodos de máxima competencia de las corrientes. Este material incluye gravas, troncos u otro material vegetal de grandes dimensiones, y lodo parcialmente consolidado que ha sido erosionado de las paredes del canal. Tienden a ser depósitos de forma lenticular, en donde lo más característico es la imbricación de clastos que presentan.

3.3.2. Depósitos de Barras de Punto.

Estos depósitos se generan en las partes interiores de las curvas del canal a partir de un flujo en espiral que se crea en dicho punto. Debido a este flujo, los granos más gruesos tienden a ser depositados en las partes basales de la barra, y los sedimentos finos en la parte superior, dando como resultado una secuencia de disminución de tamaño de grano hacia arriba de barra de punto.

La estructura sedimentaria primaria más característica de los depósitos de barras de punto es la estratificación cruzada cóncava, tanto de pequeña como de gran escala.

3.3.3. Depósitos de Bordo.

Estos depósitos se desarrollan en la porción cóncava de la curva que delimitan los meandros. Son de mayor espesor y de grano más grueso cerca de los canales, y se hacen más finos a medida que avanzamos hacia la planicie de inundación. Arenas finas con estratificación horizontal y rizaduras de corriente, sobreyacidas por lodos laminados, son muy comunes en los depósitos de muro.



FOTO 41. Ríos meándricos

3.3.4. Depósitos de Planicies de Inundación.

Están constituidos por sedimentos finos depositados por suspensión a partir de las aguas que inundan la planicie adyacente al canal. Estos depósitos tienden a desarrollar poco espesor, y comúnmente contienen grandes cantidades de material vegetal; así mismo, presentan una bioturbación moderada.

3.3.5. Depósitos de desborde.

Estos depósitos se generan cuando las aguas de la corriente principal logra romper los muros que la confinan. La sedimentación por tracción y suspensión ocurre rápidamente cuando el agua cargada, tanto con material grueso como fino, pierde su competencia en el transporte, dando como resultado depósitos gradados.

3.3.6. Depósitos de lago lateral.

Consisten de sedimentos finos, arcillas y lodo, que han sido introducidos a los lagos laterales durante las épocas de inundaciones. Son comúnmente laminados, y pueden llegar a presentar restos de plantas, así como ostrácodos y moluscos de agua dulce.

XI. PLANKTON.

1. DEFINICIÓN.

Se denomina plancton al conjunto de organismos, principalmente microscópicos, que flotan en aguas saladas o dulces, son más abundantes hasta los 200 metros de profundidad, aproximadamente.



FOTO 42. Plancton

Se distingue del necton, palabra que denomina a todos los nadadores activos, y del neuston, los que viven en la interfase o límite con el aire, es decir, en la superficie. El plancton son los organismos que viven en suspensión en el agua, los bentos son los del fondo de ecosistemas acuáticos, y los edafón los que habitan los suelos.

2. CARACTERÍSTICAS.

La mayoría de las especies son transparentes con una cierta irisación, y presentan colores sólo al microscopio. Las especies superficiales son azuladas, y las otras rojizas. Algunas emiten luminiscencia, como la *Noctiluca*.

La mayoría de las especies del plancton mide menos de un milímetro, otras, en cambio, son más grandes, como los sifonóforos, ctenóforos y medusas acalefas.

También se puede diferenciar a los organismos del plancton por su tamaño; los más pequeños presentan tallas inferiores a 5 micras, como bacterias y pequeños flagelados, y para recolectarlos se centrifuga el agua del mar y se utilizan filtros muy finos.

La talla promedio de los organismos planctónicos se encuentra entre 60 micras y un milímetro y para capturarlos se emplean redes especiales llamadas "redes de plancton".

3. CLASIFICACIÓN.

Aunque tradicionalmente se ha subdividido el plancton en fitoplancton y zooplancton, según las clasificaciones más recientes esta distinción no parece apropiada, ya que entre los organismos autótrofos se incluyen los vegetales, algunos protistas y

bacterias, y entre los heterótrofos están los animales, otros protistas y bacterias. No obstante, esta clasificación sigue utilizándose.

Se puede hacer una primera división entre holoplancton, que son aquellos organismos que pasan todo su ciclo vital perteneciendo al plancton y meroplancton, formado por organismos que sólo durante una parte de su vida integran la comunidad planctónica.

3.1. Zooplancton.

Constituido por todos los consumidores que constituyen en su gran mayoría a productores secundarios y terciarios. Este grupo está constituido por organismos generalmente microscópicos adultos y sus fases larvarias (holoplancton), y por las fases larvarias de otros organismos que en forma adulta habitan los fondos



FOTO 43. Zooplancton

acuáticos o la columna de agua pero contrarrestando el movimiento de las corrientes.

Algunos de los grupos de organismos más abundantes y característicos del zooplancton son los copépodos, cladóceros, rotíferos, cnidarios, quetognatos, eufáusidos y las larvas de los peces que por su relevancia socioeconómica de los organismos juveniles y adultos generalmente estudian y describen con el término “ictioplancton”.

Al igual que el fitoplancton, dependiendo del ambiente en que se encuentren, ya sea dulceacuícola o marino, cada uno de los grupos o especies del zooplancton variará su diversidad y abundancia.

Un componente del zooplancton relativamente menos estudiado son sus parásitos que constituyen una diversidad varios órdenes de magnitud mayor que los mismos organismos fitoplanctónicos y zooplanctónicos ya que cada organismo que existe en el planeta es propenso a infestarse o infectarse por múltiples parásitos.

3.2. Fitoplancton.

El plancton vegetal, denominado fitoplancton, se desarrolla en las aguas costeras del mar con luz solar y sales minerales abundantes (aguas de hasta 30 m de profundidad), dado que elaboran su alimento por fotosíntesis.

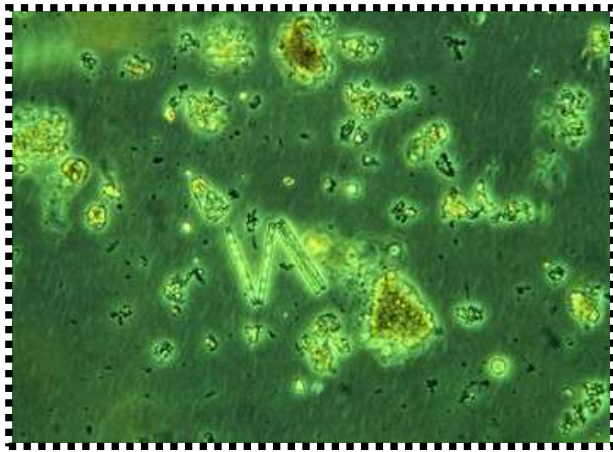


FOTO 44. Fitoplancton

Constituyen el alimento del zooplancton y producen el 50% del oxígeno molecular necesario para la vida terrestre. Los organismos que más abundan en el fitoplancton son las cianobacterias y las diatomeas, unas algas doradas unicelulares. También encontramos a los dinoflagelados, responsables de las mareas rojas.

El fitoplancton ha experimentado un significativo descenso debido al aumento de la radiación ultravioleta. Se ha observado que bajo el agujero de la capa de ozono en la Antártida la productividad del fitoplancton decreció entre el 6 % y el 12 %.

4. IMPORTANCIA DEL PLANCTON.

La cadena alimenticia en los ecosistemas acuáticos tiene como su primer eslabón al denominado plancton.

A pesar de que el plancton en todas sus formas y variaciones se encuentra de manera abundante en los ecosistemas acuáticos, la creciente y preocupante contaminación de las grandes masas de agua en todo el planeta, pone en serio riesgo la supervivencia de las formaciones planctónicas, y de este modo, en serio riesgo la alimentación de los demás seres vivos acuáticos.

5. MIGRACIONES.

El plancton vegetal está siempre cerca de la superficie del agua, pues necesita luz para realizar la fotosíntesis. En cambio el zooplancton está siempre en movimiento, de arriba hacia abajo, completando un ciclo diario con un recorrido de entre 100 a 400 metros. Están cerca de la superficie de noche para alimentarse, y más abajo durante el día para escapar de las fuertes radiaciones solares.

5.1. Migración vertical diaria.

La migración vertical diaria se refiere a un patrón de desplazamiento que realizan a diario algunos organismos que viven en el océano. Los organismos que exhiben este patrón de comportamiento van desde el plancton microscópico hasta

necton más grandes como los peces. Los organismos realizan la migración vertical diaria en respuesta a gradientes ecológicos (recursos, presas, depredadores) en la zona pelágica.

En el caso del fitoplancton autótrofo, migra hacia abajo durante la noche para obtener nutrientes, pero vuelve a la superficie durante el día para realizar fotosíntesis. Esto se debe a que la luz para la fotosíntesis disminuye exponencialmente desde la superficie, pero la disponibilidad de nutrientes aumenta bajo la columna de agua.

En cambio, el zooplancton heterotrófico y los animales más grandes no requieren luz para su crecimiento (aunque algunos mixótrofos poseen endosimbiontes que requieren luz). Sin embargo, en aguas superficiales bien iluminadas (o aún en condiciones de crepúsculo de la zona mesopelágica) donde sus presas son más abundantes, pueden ser vulnerables a depredadores más grandes que cazan utilizando la visión. Como resultado, algunos toman el patrón opuesto a la migración vertical diaria, viajando a la superficie durante la noche, y descendiendo a profundidades más oscuras y seguras durante el día.

6. MAREA ROJA.

Conocidas normalmente como “mareas rojas” son las proliferaciones de dinoflagelados (fitoplancton) que crecen exponencialmente debido a las condiciones favorables para su desarrollo (temperaturas, calidad y cantidad de luz, nutrientes y



FOTO 45. Marea roja

pasividad de la columna de agua). Su reproducción no para hasta que las condiciones sean desfavorables.

Muchas veces estas floraciones algales pasan desapercibidas, a veces es posible que la floración sea de algún tipo de fitoplancton tóxico, como

Alexandrium catenella, que provoca la muerte en vertebrados como los

humanos. No todas las floraciones tornan el agua del color rojo que le da el nombre a este fenómeno, paradójicamente las floraciones más nocivas son incoloras, por lo que los expertos suelen referirse a ellas como “Floraciones algales nocivas” (o FAN).

6.1. Marea roja.

Desde aproximadamente el año 2010, un extraño fenómeno ha estado sucediendo en las vías fluviales en el mundo. Ríos, lagos y mares e incluso lluvias se están tornando de color rojo. Los cambios de color de alguno de estos ríos han aparecido de un día para otro, tornando de color rojo sangre grandes masas de agua. Las opiniones de los científicos acerca de este fenómeno no llegan a ninguna conclusión y no pueden explicar este fenómeno. Las siguientes son algunas teorías:

- El florecimiento de algas rojas
- La contaminación
- La alta concentración de sal en la forma de planicies salinas, tornando el agua normalmente azul en un tono carmesí profundo.
- El cambio climático.

Algunas personas opinan que este fenómeno es una advertencia de los tiempos que vendrán, un período de tribulación o Armagedón. Al parecer este extraño fenómeno de tornar los ríos, lagos y mares en color rojo se está expandiendo cada vez a más masas de agua alrededor del mundo. Por este fenómeno, peces y pájaros están muriendo por millares. Conocido con el nombre de “marea roja” este fenómeno ocurre algunas veces en estuarios y a lo largo de líneas costeras, aunque también puede suceder en agua dulce. La siguiente tabla muestra las masas de agua que están tornándose rojas.

6.2. Lluvia roja.

Las nubes también pueden producir lluvia roja como la que se ha visto en lugares tales como Kerala, el Sur de India y Sri Lanka. Las diminutas partículas que se han encontrado en la lluvia son algo que los científicos no han visto nunca y son en realidad causadas por mantriaks. Estas células pueden replicarse rápidamente e incluso a temperaturas tan extremas como los 300 °C.

XII. BIOINDICADORES DEL AGUA.

1. PRINCIPALES BIOINDICADORES DEL AGUA.

La calidad del agua tradicionalmente se ha medido a través de parámetros físico-químicos, los que actúan como una fotografía del momento medido, entregando características inmediatas sobre el ecosistema y no una visión de las variaciones en el tiempo.

Otra alternativa son los indicadores biológicos conocidos como, bioindicadores.

Un organismo se considera bioindicador siempre y cuando se conozca el grado de tolerancia del mismo, no todos pueden darnos información debido a sus hábitos alimentarios o a su ciclo de vida. Por citar algunos organismos que pueden ser usados como bioindicadores están los moluscos, insectos, anélidos hirudíneos, peces y el plancton, también es importante considerar la abundancia con que se les encuentra y la época del año.

Las ventajas del uso de bioindicadores como herramienta para determinar la calidad del agua e implementar acciones sobre la recuperación son variadas.

La información resultante puede expresarse por medio de Índices Bióticos que expresan la calidad del agua mediante escalas numéricas.

No obstante el empleo de bioindicadores también presenta limitaciones tales como: el ajuste de índices bióticos para distintas regiones y el muestreo implica mayor tiempo. Para obtener una evaluación integral será necesario realizar conjuntamente análisis físicoquímicos o pruebas de toxicidad.

2. GRUPOS DE ORGANISMOS COMO BIOINDICADORES.

A continuación se mencionan algunos grupos de organismos que se emplean como bioindicadores de la calidad del agua.

2.1. Bacterias.

En las aguas destinadas al consumo doméstico, uno de los factores más importantes a tener en cuenta es su estado sanitario, reflejado en los organismos que contiene.

En este caso es necesario utilizar índices bacteriológicos que consideran la proporción de organismos indicadores de contaminación fecal presentes en las aguas a través de conteos directo de las poblaciones de coliformes (especialmente *Escherichia coli*) y de estreptococos, y a veces también de otras especies de virus, sulfabacterias, ferrobacterias.

Uno de los mayores problemas empleando índices bacteriológicos es el tiempo que necesitan para obtener resultados, puede tardar varios días y hasta una semana o más antes de obtener los grupos de organismos buscados, asimismo los resultados son difíciles de interpretar, claro está que las células fueron activas en el momento del muestreo.

Similar problema existe cuando se emplean conteos directos del número de células bacterianas ya que es difícil y sólo posible con técnicas avanzadas y costosas para distinguir entre células bacterianas viables o inviables.

2.2. Protozoos.

Al igual que las bacterias, la obtención de muestras es relativamente fácil y su respuesta a enriquecimiento orgánico es bien conocida.

Existe abundante literatura sobre la posición de estos organismos en el sistema saprobio, pero la desventaja es que se necesita mucha experiencia en la identificación taxonómica, también existen dificultades de flotación y hay grandes diferencias en la composición de sus comunidades en microhábitats, eso quiere decir que es difícil obtener muestras representativas.

El uso de sustratos artificiales puede ayudar a resolver estos problemas pero pueden crear otros problemas como la interpretación de los datos en el contexto ambiental, ya que la composición de los sustratos puede ser diferente a la del sitio de muestreo.

2.3. Fitoplancton.

La importancia de emplear algas como indicadores biológicos se debe a su relación con la eutrofización. En aguas libres, como de lagos, es el único grupo de organismos que se puede utilizar para investigar el enriquecimiento orgánico. La toma de muestra es fácil, pero la obtención de muestras cuantitativas es difícil especialmente para formar que estén atadas.

La tolerancia de las algas a la contaminación orgánica es muy conocida, sin embargo no son útiles como indicadores de contaminación por biocidas o por metales pesados. Existen muchos ejemplos de algas microscópicas para inferir sobre la calidad de los ambientes acuáticos, estas permiten conocer las fluctuaciones en la masa de agua, lo que ha permitido trascender en la caracterización de especies tolerantes o afines a la materia orgánica y en su capacidad de descomponerla.

Una de las características más importantes de las algas es su capacidad depuradora del medio ambiente, ya que a través del proceso de fotosíntesis incorporan

oxígeno, contribuyendo de esta manera a la oxidación de la materia orgánica, por un lado y por el otro a aumentar el oxígeno disuelto en el agua, el cual será utilizado por las otras comunidades u organismos que componen la flora y fauna del medio acuático donde viven.

De las microalgas, las diatomeas son preferidas para los monitoreos debido a que es el grupo autrófico dominante además de que su identificación es simple. Las ventajas de su uso es que son cosmopolitas, algunas especies son muy sensible a cambios ambientales mientras que otras muy tolerantes. El muestreo es sencillo y rápido, pueden cultivarse para estudiarlas en diseños experimentales.

2.4. Macrofitas.

Las macrófitas comprenden a todas las plantas acuáticas pluricelulares, incluyen a musgos, hepáticas y fanerógamas, son componentes naturales de la mayoría de los ecosistemas acuáticos.



FOTO 46. Macrófitas.

Las ventajas del uso de macro fito como indicadores radican en que son estacionarias y su recolección es fácil debido a su tamaño y ubicación en el cuerpo de agua (orillas). El muestreo cualitativo de estos organismos incluye una observación visual y

recolección de los tipos más representativos del área de estudio. La comunidad de macrofitas tienen influencia del clima, la geología y el tipo de substrato.

2.5. Peces.

Este grupo es el único que es monitoreado fácilmente por el público o grupos interesados como los pescadores. Al ser el ápice de la cadena alimentaría, los peces reflejan efectos de contaminación directa e indirecta, esta última por alimentarse de otros peces contaminados. Sin embargo, los peces tienen una gran movilidad dentro del ambiente acuático y pueden escapar de la contaminación y volver cuando las condiciones hayan mejorado.

En general, los peces son considerados buenos indicadores de la calidad del medio, por lo que una gran diversidad y abundancia de peces en ríos, lagos y mares indican que es un ambiente para todas las demás formas de vida.

Por el contrario, un porcentaje alto de peces enfermos podrían ser causados directa o indirectamente por niveles considerables de contaminantes.

Para considerar a un organismo como indicador biológico, debe considerarse fácil de capturar e identificar, y además que se disponga de una amplia información sobre las historias de la vida de las especies.

La presencia de peces carnívoros es otro parámetro indicador de la calidad de un ambiente estas especies indican una comunidad saludable y diversificada; a medida que la calidad del agua declina, las poblaciones de peces carnívoros disminuyen o desaparecen.

Una proporción mayor de 5% de estos individuos indica ecosistemas saludables; mientras que muestras con menos de 1% de estos organismos indican condiciones de mala salud del ecosistema.

3. LOS MACROINVERTEBRADOS.

Los macroinvertebrados son los organismos que han sido utilizados con mayor frecuencia en los estudios relacionados con la contaminación de los ríos, como indicadores de las condiciones ecológicas o de la calidad de las aguas, debido a que:

- Son razonablemente sedentarios, ya que debido a su escasa capacidad de movimiento, están directamente afectados por las sustancias vertidas en las aguas.
- Tienen un ciclo de vida largo en comparación con otros organismos, lo que
- Nos permite estudiar los cambios acontecidos durante largos periodos de tiempo.
- Abarcan en su conjunto un amplio espectro ecológico.
- Tienen un tamaño aceptable frente a otros microorganismos.

3. 1. Crustáceos.

Son animales de respiración branquial provistos de dos pares de antenas. Su cuerpo está cubierto con un exoesqueleto, fundamentalmente quitinoso y a veces endurecido por sales calcáreas (crusta = concha). Este exoesqueleto se renueva cada cierto tiempo por medio de mudas, proceso que se conoce como “ecdisis” (es cuando el

animal aprovecha para crecer ya que una vez endurecido es completamente inextensible).

3.1.1. Anatomía.

En su cuerpo pueden distinguirse tres regiones: cefálica, torácica y abdominal, reunidas normalmente las dos primeras en un bloque único llamado cefalotórax, y dotadas cada una con un cierto número de apéndices birrámeos característicos.

Los crustáceos se caracterizan por tener 2 pares de antenas y patas articuladas.

Estas últimas son tubulares, están bifurcadas en una rama interior y otra exterior, y se mueven mediante músculos existentes en su interior. Es frecuente que cuando los apéndices se desprenden por cualquier causa, se regeneren durante las mudas.

Con la cabeza suelen estar soldados algunos segmentos del tórax, constituyendo el Cefalotórax o pereión, que forma entonces una sólida unidad. Está muy quitinizado e incluye una sedimentación calcárea, ofreciendo una eficaz protección a las branquias, desarrolladas como apéndices de las patas torácicas.



FOTO 47. Crustaceos.

La principal cavidad del cuerpo es un aparato circulatorio expandido a través del cual es impulsada la sangre por un corazón dorsal. El circuito sanguíneo es siempre sencillo y abierto. Los diferentes órganos reciben la renovación sanguínea a través de senos lagunares más o menos amplios.

La sangre de los crustáceos, como la de los moluscos, contiene generalmente hemocianina.

El aparato respiratorio está formado por branquias situadas en la región torácica.

La mayoría de los crustáceos son unisexuales. En la copulación, el macho sujeta a la hembra. Le pasa el esperma mediante unos pleópodos debidamente modificados.

La fecundación de los óvulos suele producirse en muchos crustáceos bastante después de la cópula, en el ovario o en una cavidad incubadora especial. Las hembras cuidan la progenie y llevan los huevos, en unos pares de apéndices modificados, hasta que eclosionan las larvas. Las larvas atraviesan varios estadios, mudando de piel antes

de cada uno de ellos. Termina su evolución cuando se les han formado todos los segmentos y extremidades.

3. 2. Anélidos.

Los anélidos son un gran filo de animales invertebrados protóstomos de aspecto vermiforme y cuerpo segmentado en anillos. En el lenguaje popular se suele reunir a varios grupos de invertebrados bajo el nombre de gusanos.

No todos los gusanos son Anélidos. Existen diversos invertebrados con el cuerpo blando, alargado y cilíndrico que no pertenecen al grupo de los anélidos. Es el caso de los Nematodos o los Platelminetos, y de algunos Artrópodos, como el ciempiés o las orugas que dan lugar a las mariposas.

3.2.1. Anatomía.

El cuerpo de los Anélidos está compuesto por numerosos metámeros o anillos similares entre sí. La anatomía interna de los Anélidos refleja también la externa, con repetición de diversos órganos en cada metámero.

Se han descrito unas 16.500 especies que incluyen los gusanos marinos poliquetos, las lombrices de tierra y las sanguijuelas.

Se encuentran en la mayoría de los ambientes húmedos, e incluyen especies terrestres, de agua dulce y especialmente marinas. Su longitud va desde menos de un milímetro hasta más de 3 metros. Los Anélidos son animales triblásticos provistos de una cavidad del cuerpo llamada celoma. Dicha cavidad está llena de fluido en el cual están suspendidos el intestino y otros órganos.

Los Oligochaeta y Polychaeta tiene típicamente celomas espaciosos; en las sanguijuelas (Hirudinea), el celoma está en gran parte lleno de tejido y reducido a un sistema de canales estrechos. El celoma está dividido en segmentos, por medio de tabiques transversales, esto presenta una novedad evolutiva con respecto a los gusanos no segmentados, ya que al estar el celoma dividido en los distintos metámeros le permite, mediante la presión hidrostática que genera esta cavidad, realizar movimientos peristálticos, y así la locomoción del animal.

En las especies más típicas, cada tabique separa un segmento del cuerpo, que incluye una porción de los sistemas nervioso y circulatorio, permitiendo que funcionen de modo relativamente independiente. La cabeza posee ganglios cerebroides y órganos sensoriales (visuales, olfatorios, táctiles).

El cuerpo de los Anélidos está recubierto por una epidermis que segrega una delgada cutícula protectora; bajo la epidermis hay una capa de musculatura circular y

bajo ésta una de fibras musculares longitudinales.

En la lombriz de tierra, los músculos longitudinales están reforzados por laminillas de colágeno, y las sanguijuelas tienen una capa doble de músculos entre la capa de músculos circulares externa y la capa de músculos longitudinales interna. En la mayoría de las especies hay unas cerdas o quetas, lo que da nombre a los gusanos poliquetos marinos, y a las lombrices de tierra.

El sistema vascular incluye un vaso dorsal que transporta la sangre hacia el frente del gusano, y un vaso longitudinal ventral que transporta la sangre en la dirección opuesta.

Los dos sistemas están conectados por un seno vascular y por vasos laterales de varias clases; las lombrices incluso tienen ramificaciones capilares para la epidermis. El sistema nervioso consta de una cadena nerviosa ventral desde la cual los nervios laterales salen a cada metámero.

El aparato excretor está formado por metanefridios, un par en cada metámero, que eliminan los desechos del segmento. El crecimiento en muchos grupos ocurre por la duplicación de las unidades segmentarias individuales. En otros el número de segmentos está fijado desde el desarrollo temprano.

3.2.1. Reproducción.

Dependiendo de la especie, los anélidos pueden reproducirse sexual o asexualmente.

La reproducción asexual por fisión es un método usado por algunos anélidos y permite que se reproduzcan rápidamente. La parte posterior del cuerpo se desprende y forma un nuevo individuo. La posición de rotura está determinada generalmente por un crecimiento epidérmico.

Lumbriculus y ***Aulophorus***, por ejemplo, son conocidos por reproducirse rompiendo el cuerpo en fragmentos semejantes. Muchos otros grupos no pueden reproducirse de esta forma, aunque pueden regenerar la mayor parte de los segmentos posteriores en la mayoría de los casos. Esto no es universal, y especialmente no ocurre entre las lombrices de tierra.

La reproducción sexual permite que una especie se adapte mejor a su ambiente.

Algunas especies de Anélidos son hermafroditas, mientras que otras tienen sexos separados. Los Anélidos hermafroditas, como la lombriz de tierra, se aparean durante todo el año en condiciones ambientales favorables. La lombriz de tierra se aparea por copulación. Una pareja de lombrices se atrae por las secreciones de cada una: para

copular ponen sus cuerpos juntos con sus cabezas en direcciones opuestas. El esperma es transferido desde el pol o masculino a la otra lombriz.

Diferentes sistemas espermáticos han sido observados en diversos géneros: espermatecas internas (cámara para almacenar esperma) o espermatóforos, que son conectados al exterior del cuerpo de la otra lombriz.

La mayoría de los gusanos poliquetos tiene machos y hembras separados y fertilización externa. La primera etapa larval, que se pierde en algunos grupos, es una trocófora ciliada, similar a las que se encuentran en otros filos. El animal comienza a desarrollar sus segmentos, uno después de otro, hasta alcanzar su tamaño adulto. Los oligoquetos y las sanguijuelas tienden a ser hermafroditas y las larvas carecen de vida libre.

3. 3. Moluscos.

Los moluscos son, después de los insectos, el grupo más extendido sobre el planeta, del cual se han clasificado aproximadamente 200 mil especies. Se les encuentra lo mismo en la copa de los árboles que en las profundidades abisales marinas. El estudio de estos animales ha ofrecido a los científicos, a través de la historia, temas por demás interesantes, por lo que es uno de los grupos mejor entendidos en la actualidad.

3.4. Arácnidos.

Los arácnidos aparecieron probablemente hace alrededor de 350 millones de



FOTO 48. Arácnido.

años y son una de las tres clases del Subphylum de los Quelicerados, junto con los Merostomados y los Picnogónicos (artrópodos marinos). Esta clase comprende a las arañas, los escorpiones, los pseudoescorpiones, las garrapatas, los opiliones, etc.

Los arácnidos son un grupo antiguo. Los representantes fósiles de todos los órdenes se remontan al Carbonífero, y se han encontrado

escorpiones fósiles que datan del Silúrico, no obstante, éstos fueron acuáticos y contemporáneos de los Euriptéridos, de los que pudieron derivar.

3.4.1. Anatomía externa.

En los arácnidos podemos distinguir el prosoma, no segmentado, está cubierto dorsalmente por un sólido caparazón dorsal. El abdomen primitivo está segmentado y dividido en preabdomen y postabdomen.

Los apéndices comunes a todos los arácnidos están relacionados con el prosoma y son un par de quelíceros, un par de pedipalpos y cuatro pares de patas. Los quelíceros se utilizan para comer, pero los pedipalpos realizan distintas funciones y están diversamente modificados.

Tienen varios apéndices muy característicos: adelante los quelíceros que terminan en una uña aguda por donde inoculan la ponzoña. Le siguen los palpos o pedipalpos, que usan para manipular la presa, para palpar el suelo e incluso para trepar. El extremo de estos palpos es importante para nosotros. Si el extremo es fino, el animal será una hembra o un juvenil; si está engrosado será un macho, ya que allí se encuentra el órgano copulador llamado bulbo.

Después tenemos los cuatro pares de patas locomotoras. En el extremo final del abdomen podemos ver unos apéndices más chicos que son las hileras o hilanderas, que tienen las glándulas que segregan la seda o tela de araña.

Muchas hembras tienen una placa dura en el vientre, el epigino u órgano sexual externo que indica su madurez. Una vez copuladas, estas hembras pondrán muchos huevos dentro de distintos tipos de saquitos de seda (ootecas), de los cuales a cierto tiempo saldrán arañitas.

En las licosas, las madres transportan la ooteca colgando de las hileras. Cuando las arañitas salen de la ooteca se trepan sobre la madre, que las transporta hasta su dispersión.

3.5. Miriápodos.

Cuando hablamos de miriápodos nos estamos refiriendo a un grupo de artrópodos que incluyen a los ciempiés y a los milpiés. El cuerpo de los miriápodos es largo y está compuesto por segmentos, con no menos de 200 pares de patas. Los miriápodos deben vivir en lugares oscuros y húmedos ya que su cuerpo se seca con mucha facilidad.

Los milpiés tienen patas cortas pero fuertes que les sirven para abrirse paso entre las hojas secas y el suelo. La gran parte de ellos se alimenta con materiales que provienen de las plantas y mastican con sus fuertes y vigorosas mandíbulas.

Los ciempiés, por su parte, son depredadores carnívoros. La gran parte de ellos tienen patas más largas que los milpiés, y se caracterizan por correr a toda velocidad

detrás de su presa. Usan las grandes ‘garras venenosas’ que se encuentran sobre sus cabezas, para capturar y paralizar a la presa antes de comérsela.

Los milpiés tienen cuatro patas en cada segmento del cuerpo. Los varios grupos de patas se mueven coordinadamente como si fueran una ola.

Los ciempiés tienen dos patas en cada segmento de su cuerpo. Se mueven rápidamente ayudados de sus largas patas que se extienden hacia fuera. Sus cuerpos se van ondulando de un lado a otro a medida que se van desplazando.

Algunas especies de ciempiés tienen patas traseras espinosas que usan para defenderse, otras especies se trasladan en forma más lenta pero son venenosas si se las come. Estos ejemplares son por lo general de colores brillantes, lo que implica una advertencia para sus depredadores.

XIII. RESULTADOS.

1. ANÁLISIS FÍSICO- QUÍMICO.

1.1. Salinidad y cloruros.

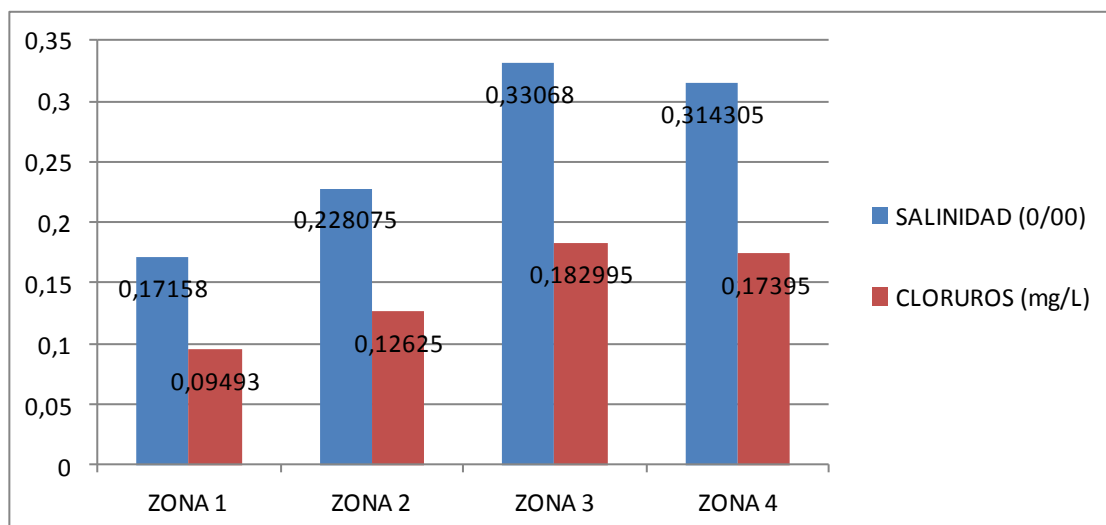


GRÁFICO 2. Salinidad (0/00) y cloruros (mg/L).

En este gráfico se comparan las cantidades, tanto de salinidad como de cloruros que se hayan presentes en el agua de las cuatro zonas.

Como se puede observar, la zona 3 es la zona en la que mayor concentración de salinidad hay, puesto que supera el valor de 0,3306. Sin embargo, la concentración de la zona 1 no llega a los 0,1715, siendo este el punto del río con menor concentración de salinidad. La salinidad de las aguas influye en la distribución de los organismos, habiendo organismos homeostáticos y poiquilostáticos, es decir, se adaptan a las condiciones externas. De modo que los organismos existentes en ambas zonas son diferentes debido a la salinidad.

En cuanto a la concentración de los cloruros, los resultados son bastante similares, ya que la zona 3 vuelve a ser la zona donde más concentración de cloruros, y la zona 1 donde menos.

1.2. Temperatura.

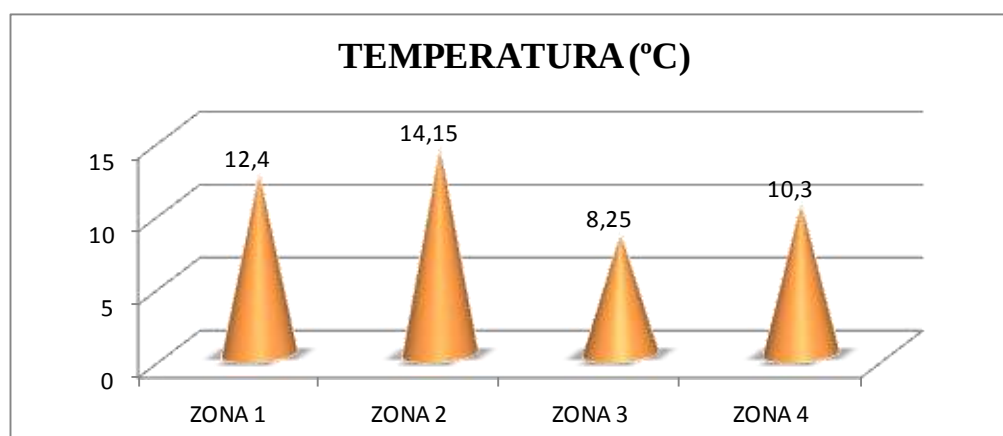


GRÁFICO 3. Temperatura (°C).

Este es el grafico de las medias de temperatura de cada zona según los datos recogidos en cada uno de los muestreos. Como podemos apreciar en este grafico la temperatura oscila entre los 8,25°C de la Zona 3 hasta los 14,15°C de la Zona 2.

Esto ocurre debido a que a la Zona 3 llega tras un espacio de cauce subterráneo, que genera un descenso de temperatura. A la Zona 2 en cambio, llega tras un espacio industrial lleno de empresas que además de residuos generan un aumento de temperatura en el agua llegando a aumentar 2°C la temperatura de la Zona 1 que es un entorno natural sin ningún tipo de modificación.

Esta gran cantidad de residuos adyacentes tanto el agua como en la orilla y su paso por la zona industrial no solo generan un aumento de temperatura, sino que causan una peor calidad del agua.

Por ultimo al llegar a la última zona vuelve a aumentar la temperatura media, ya que vuelve a atravesar un polígono industrial que causa este aumento de temperatura.

1.3. Sólidos en suspensión.

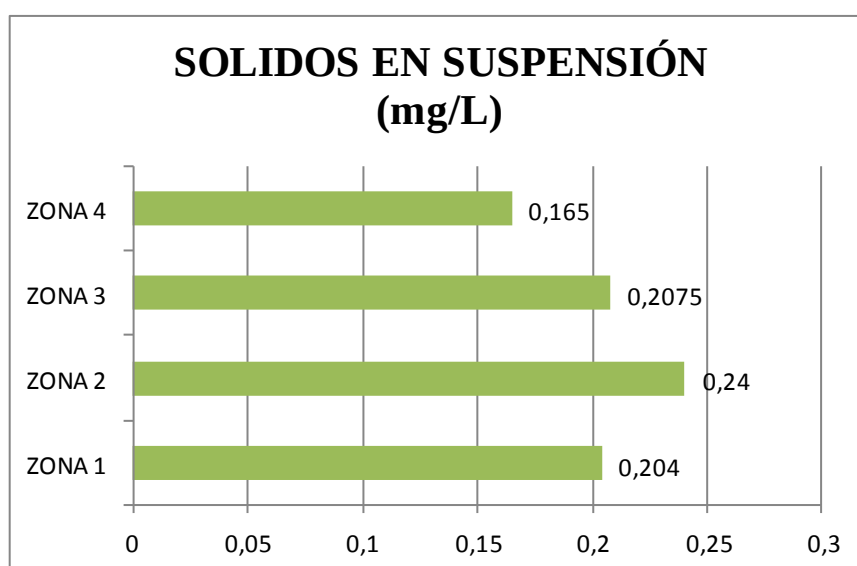


GRÁFICO 4. Sólidos en suspensión (mg/L).

En este gráfico podemos observar las medias de los sólidos en suspensión recogidos en cada punto de muestreo. Para ello utilizamos filtros de papel los cuales los pesábamos antes y después de filtrar el agua, y posteriormente calculábamos la diferencia.

Los sólidos en suspensión hacen referencia a los sólidos volátiles, es decir, a la materia orgánica que puede ser separada del agua por filtración.

Como se puede apreciar en la gráfica, la Zona 4 es la zona con la menor cantidad de solidos disueltos, ya que se trata de un paraje natural. Sin embargo, la Zona 2 es la zona con la mayor cantidad de dichos sólidos, puesto que hace referencia a una zona industrial, lo que provoca un aumento en la materia orgánica del agua.

Por tanto, el estado de limpieza de las zonas influye en la cantidad de sólidos en suspensión existentes en dichas zonas.

1.4. Permanganato, Azul de metileno y Turbidez.

	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3	ZONA 4
PERMANGANATO	No está contaminada	No está contaminada	No está contaminada	No está contaminada
AZUL DE METILENO (%)	100%	100%	100%	100%
TURBIDEZ	3,5	1.5	2.5	4

TABLA 1. Permanganato, Azul de metileno (%) y turbidez.

Como podemos apreciar esta tabla, recoge los datos obtenidos en cada punto de muestreo de permanganato, azul de metileno y de la turbidez del agua.

Se puede observar que en todas las zonas en las que se ha realizado la prueba de permanganato, se ha obtenido que ningún punto de muestreo esta contaminado.

También se puede ver que todas las zonas en las cuales se ha realizado la prueba de azul de metileno, todas han dado un 100% .

La turbidez del agua en la Zona 1 es de 3,5, ya que, en esta Zona el agua no estaba muy sucia, ya que era la única zona no industrial. En cambio, en la Zona 2, la turbidez es de 1,5, por ser una zona industrial y por su gran suciedad. En la Zona 3, también es una zona industrial, pero no se veía afectada de mucha suciedad, y por último, la Zona 4, es una Zona natural donde el agua está muy limpia.

1.5. Dureza total y de carbonatos.

Este grafico muestra la dureza de carbonatos, es decir, el total de las sales disueltas que hay en cada zona de muestreo.

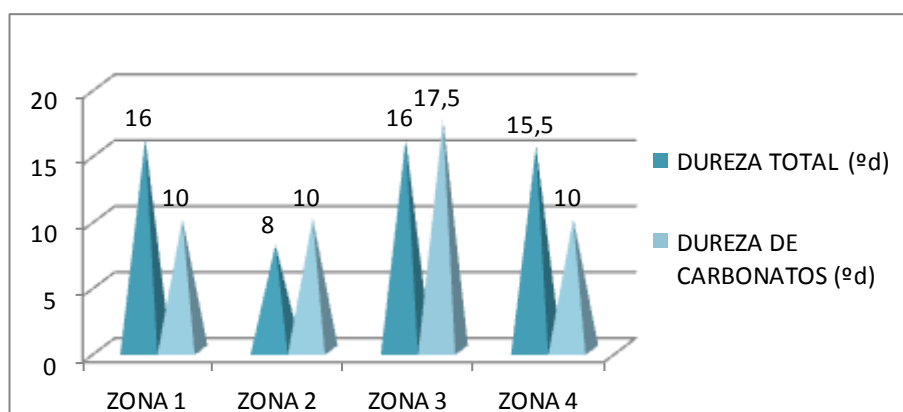


GRÁFICO 5. Dureza de carbonatos y total (dº).

Para realizar dicho gráfico, la información obtenida se dividió en dos bloques, es decir, en los dos diferentes tipos de durezas.

En la Zona 1 se puede observar que la dureza total es de 16 y la dureza de carbonatos es de 10. Esto es debido a que esta zona es natural, a pesar de que el agua se encuentra estancada.

Sin embargo, la Zona 2 es la zona donde la dureza total desciende a un 8, y el valor de la dureza de carbonatos es igual a la de la Zona 1. Esto se debe a que en esta zona hay presencia de residuos y aumenta el pH.

La Zona 3, la cual es la que mayor dureza de carbonatos tiene, posee una media de dureza total de 16.

En cambio, la Zona 4, la cual es la última zona, se encuentra en la media del resto de las zonas, puesto que tiene una dureza total de 16 y dureza de carbonatos de 10.

Por consiguiente, los valores de dureza total y de carbonatos pertenecientes a este gráfico, oscilan entre 16 y 10 respectivamente.

1.5. Fosfatos y nitritos.

Este gráfico nos muestra los valores de fosfatos y de nitritos obtenidos en las diferentes zonas de muestreo.

En el gráfico se puede observar que el valor máximo de fosfatos es de un 1,125 el cual pertenece a la Zona 2. Sin embargo, el valor máximo de nitritos se ha

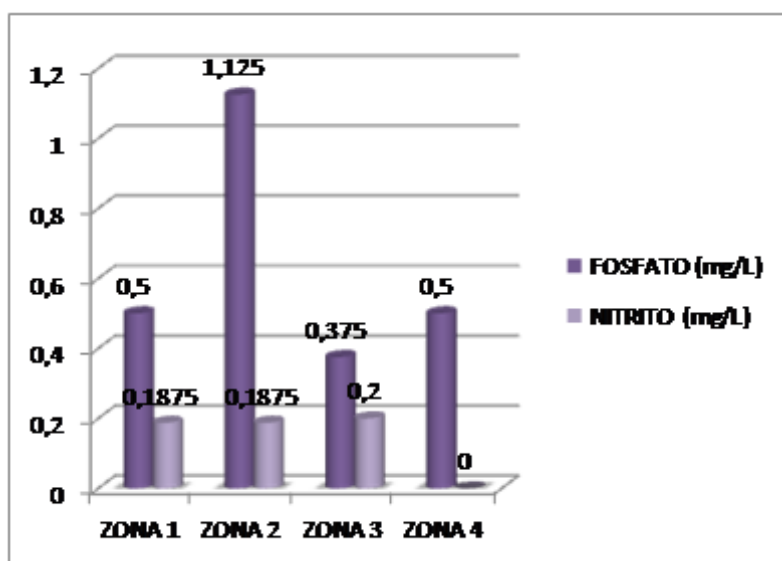


GRÁFICO 6. Fosfatos y nitritos (mg/L).

encontrado en la Zona 2, debido a que se trata de una zona industrial.

Respecto al valor general de los fosfatos, se puede observar que en todas las zonas es superior al valor de los nitritos.

Por último, se puede observar en la gráfica que el valor de los fosfatos en la Zona 1 y 4 son igual, ya que tienen 0,5.

2. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO.

2.1. Análisis de coliformes.

	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3	ZONA 4
EXISTENCIA DE COLIFORMES	X	X	X	X
E. COLI	X	X	X	X
CONFIRMACIÓN (INDOL)	Si	Si	Si	Si

TABLA 2. Determinación de coliformes.

Como podemos apreciar en esta tabla en las cuatro zonas en las que se realizó el muestreo se ha encontrado la existencia de bacterias coliformes.

Esta prueba se realizó mediante el reactivo Readycult coliforms 50, que tras incubar durante un día con su indicador de color indicaba positivo o negativo. Para confirmar esta prueba se utilizó una segunda prueba realizada con luz ultravioleta.

Por otro lado mediante la prueba del reactivo Indol, con la que se confirmó la presencia de la bacteria E. Coli. Esta bacteria es una bacteria muy común que puede producir síntomas como diarrea aguda y dolores abdominales, por eso es importante comprobar la calidad de estas aguas ya que podría ser causante de enfermedades.

2.2. Muestreo Zona 1.

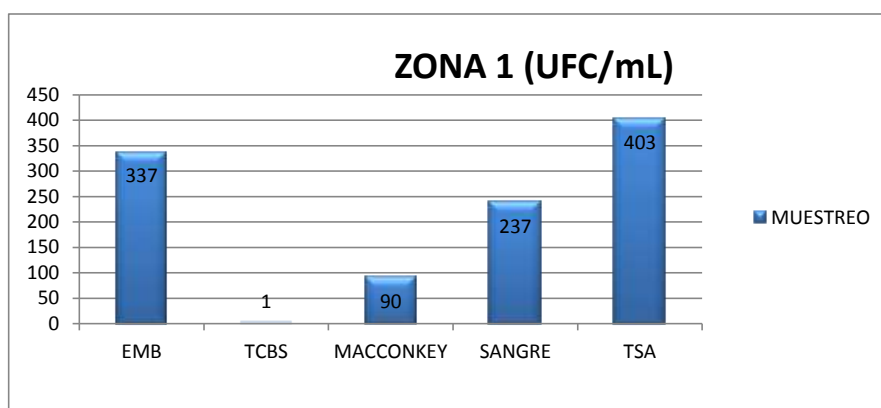


GRÁFICO 7. Muestreo Zona 1 (UFC/ml).

En este gráfico, podemos apreciar el análisis microbiológico realizado en la Zona 1. Esta zona no ha habido influencia del hombre, y por ello se encuentra en estado natural.

En primer lugar, en el medio EMB se han recogido resultados entorno a los 300 UFC/mL. Este medio de cultivo está especializado en el cultivo de *Enterobacterias*.

Por otro lado en el medio de cultivo TCBS, se han recogido resultados muy bajos, esto es debido a que en este medio se cultivan bacterias como la *Vibrio Cholerae*, que pueden generar grandes problemas. Gracias este análisis se puede comprobó la ausencia de estas bacterias.

En tercer lugar se encuentra el medio MacConkey, especifico en el cultivo de bacterias gran negativas y que fermenten la lactosa. La media de los resultados obtenidos ha sido entorno a 90 UFC/mL.

El medio Agar sangre, se utilizo con el fin de conocer las bacterias que afectan al ser humano e incluso para conocer su capacidad hemolítica. La media de los resultados ha sido de 230 UFC/mL aproximadamente.

En último lugar, se encuentra el medio TSA, un medio general que cultiva todo tipo de bacterias, y por ello el alto número de UFC/mL que hemos recogido, es de 403UFC/mL.

2.3. Muestreo Zona 2.

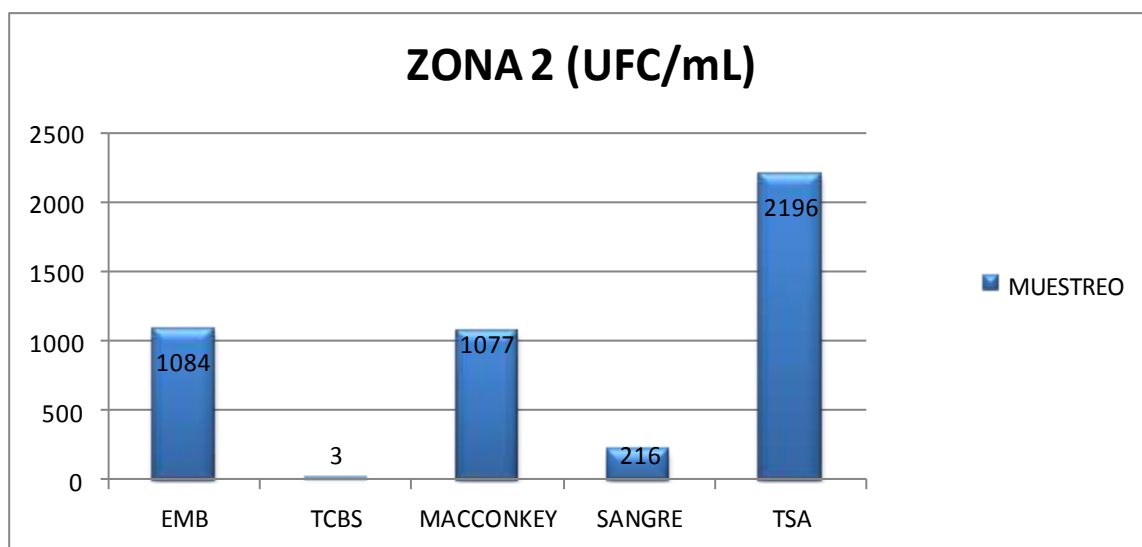


GRÁFICO 8. Muestreo Zona 2 (UFC/ml).

En esta segunda zona podemos apreciar que el número de microorganismos cultivados en la Zona 2 es mucho mayor que en la 1. En el primer medio de cultivo es de 1000 UFC/mL aproximadamente. Esto puede ser debido a que esta zona se encuentra en peores condiciones de saneamiento y por tanto es un entorno muy contaminado.

Los resultados del medio TCBS han confirmado la ausencia de bacterias como la *Vibrio parahaemolyticus*.

En el medio de cultivo MacConkey, se obtuvieron resultados muy similares como en los anteriores medios. La cantidad de UFC/mL es mucho mayor que la de la zona1, alcanzando los 1000 UFC/mL.

En el Agar TSA la media de los resultados se encuentra en torno a las 2100 UFC/mL, y en cuanto al medio de cultivo Agar Sangre no supera los 220 UFC/ML.

2.4. Muestreo Zona 3.

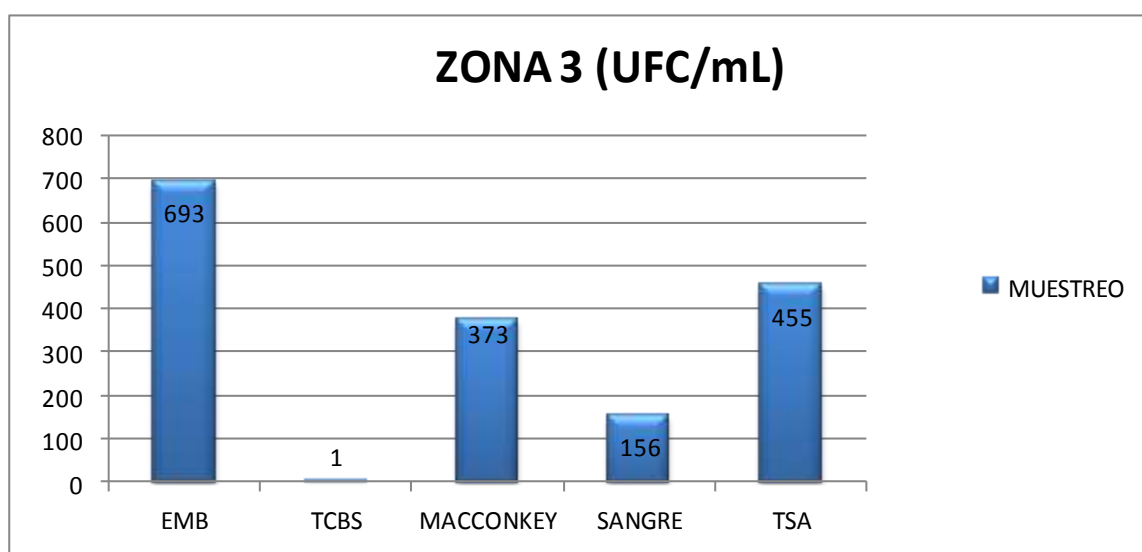


GRÁFICO 9. Muestreo Zona 3 (UFC/ml).

Esta zona se encuentra ubicada en el polígono industrial de Makarrastegi, y se halla en unas condiciones nefastas.

En el medio de cultivo EMB Agar se ha obtenido entorno a 700 UFC/ML en la media de los resultados.

Al igual que en las otras zonas en el cultivo TCBS se han obtenido resultados casi despreciables ya que son muy bajos.

En cuanto al medio de cultivo MacCokey se ha obtenido 400 UFC en la media.

En el medio de cultivo Agar Sangre, se puede apreciar en la gráfica que no supera los 160 UFC.

Por último en el medio TSA, se han observado bastantes microorganismos, ya que se encontraron 450 UFC, aproximadamente.

2.5. Muestreo Zona 4.

En esta gráfica, al igual que en las anteriores, podemos apreciar la media de los

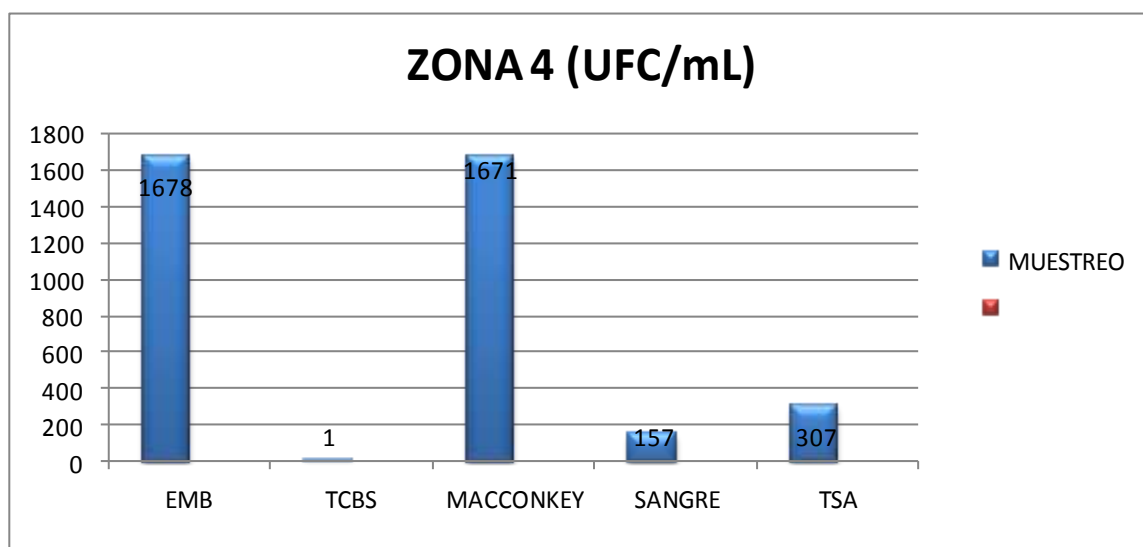


GRÁFICO 10. Muestreo Zona 4 (UFC/ml).

tres muestreos realizados, con cinco medios de cultivo diferentes.

En primer lugar tenemos el EMB Agar, con el que se han obtenido casi 1700 UFC/ML.

En segundo lugar tenemos el medio de cultivo TCBS, y como en las anteriores zonas los resultados han sido muy bajos, con 1 UFC.

En el medio de cultivo MacConkey, se ha obtenido 1671 UFC/ML de media.

A continuación, tenemos el medio Agar Sangre, en la cual el resultado final ha sido de 160 UFC, aproximadamente.

Por último, en el medio TSA no se han obtenido valores muy altos, ya que se ha encontrado 300 UFC/ML.

3. RESIDUOS SOLIDOS.

3.1. Basuras de la orilla: Zona 1.



GRÁFICO 11. Basuras orilla Zona 1 (U).

Este gráfico hace referencia a las basuras existentes en la orilla de la Zona 1, en la cual solo se encontró un tipo de basura, es decir, un envase de cristal.

Por tanto, tenemos ante nosotros una zona en la cual se respeta bastante el medio ambiente, puesto que la cantidad de basura encontrada es mínima.

3.2. Basuras en la orilla: Zona 2

Este es el gráfico que muestra las basuras que se encontraron en la orilla de la Zona 2. En ella se hallaron diferentes tipos de basuras, como escombros, polietileno, grandes objetos metálicos, envases de cristal y de plásticos, muebles electrodomésticos, bolsas de basura y distintos tipos de latas, por ejemplo de refresco y aerosoles.

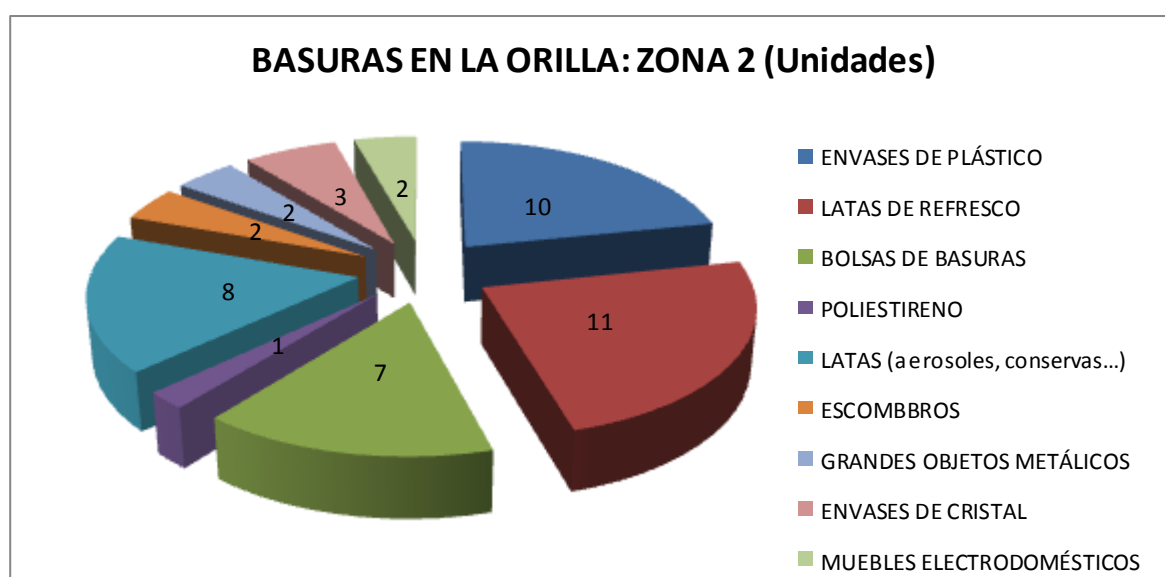


GRÁFICO 12. Basuras orilla Zona 2 (U).

Las basuras más abundantes fueron los envases de plástico, las bolsas de basura y las latas, tanto de refresco como aerosoles. Puesto que las cantidades de dichas basuras oscilan entre 7 y 11 unidades.

Sin embargo, las cantidades encontradas del poliestireno, de los grandes objetos metálicos, las bolsas de basura y de los escombros no superan el valor de 2.

3.3. Basuras en el agua: Zona 2.



GRÁFICO 13. Basuras agua Zona 2 (U).

Este gráfico indica tanto las cantidades como el tipo de basura que se hallaron en el agua de la Zona 2.

Los tipos de basuras predominantes fueron las latas de refresco, tetrabrick y las pilas y baterías. Se encontraron entre 9 y 10 unidades de dichas basuras, mientras que solo se hallaron 2 anillas portalatas, escombros y envases de plástico. Siendo estas las basuras menos abundantes en la orilla de esta zona.

Por consiguiente, observando ambos gráficos correspondientes a la Zona 2, se puede deducir que se trata de una zona no muy limpia, ya que hay más de 10 basuras diferentes.

3.4. Basuras en la orilla: Zona 3.

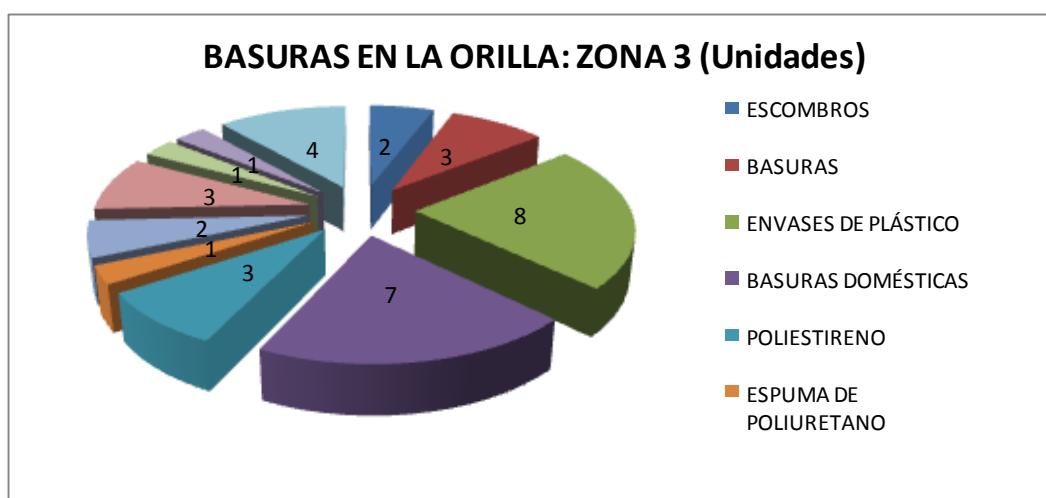


GRÁFICO 14. Basuras orilla Zona 3 (U).

En este gráfico se puede observar los 11 tipos diferentes de basuras que se encontraron en la orilla de la Zona 3. Entre ellos se encuentran los escombros, juguetes, basuras domésticas, espuma de poliuretano, restos textiles y aceites y grasas.

Las basuras principales son los envases de plásticos y las basuras domésticas, ya que se hallaron 8 y 7 unidades respectivamente. Sin embargo, solo se encontró un juguete y un resto de aceites y grasas y de espuma de poliuretano. Siendo estas las basuras menos predominantes en la orilla de esta zona.

A parte de dichas basuras, también se encontraron un par de restos textiles y de escombros, además de 3 restos de papeles y cartones y 4 restos de latas, como aerosoles y conservas.

3.5. Basuras en el agua: Zona 3.

A diferencia del anterior gráfico, en este se pueden observar las basuras existentes en el agua de la Zona 3. En ella aparecen basuras como escombros, grandes objetos metálicos, latas de refrescos, envases de plásticos y de cristal, espuma de poliuretano y basuras domésticas.

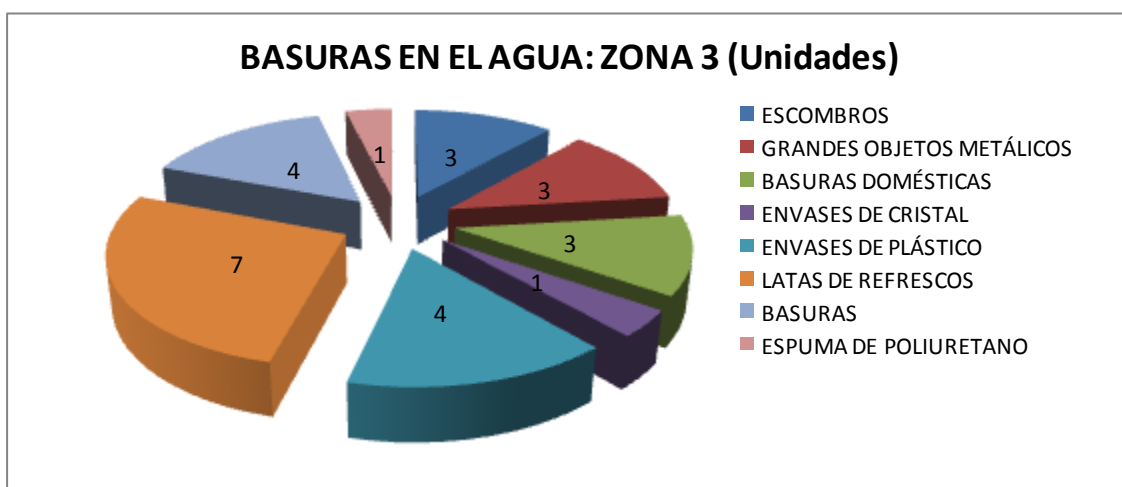


GRÁFICO 15. Basuras agua Zona 3 (U).

La basura predominante fueron las latas de refresco, puesto que se encontraron 7. También se hallaron 3 unidades de escombros, de grandes objetos metálicos y de basuras domésticas, además de 4 unidades de envases de plástico. Sin embargo, solo se encontró un resto de espuma de poliuretano y un envase de cristal.

Por consiguiente, esta zona, al igual que la Zona 2, se trata de una zona que no respeta el medio ambiente puesto que en ella abunda la presencia de basuras.

3.6. Basuras en la orilla: Zona 4.

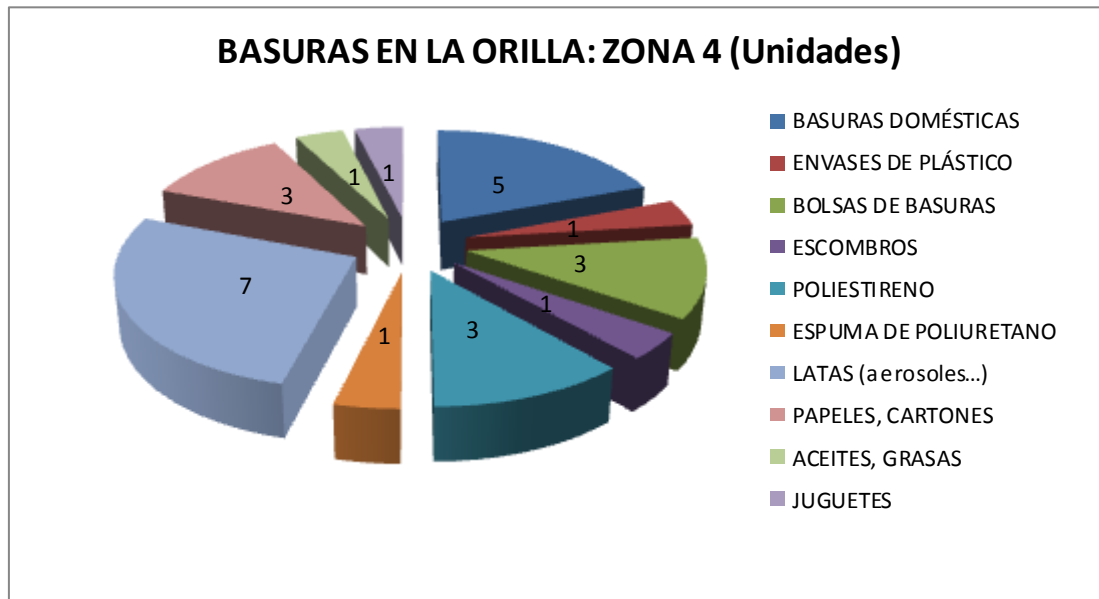


GRÁFICO 16. Basuras orilla Zona 4 (U).

Este gráfico hace referencia a las basuras encontradas en la orilla de la Zona 4, la cual se encuentra en un entorno urbano. Como podemos observar en el gráfico, se han contabilizado un gran número de residuos sólidos, algo muy común en este tipo de zonas.

El residuo predominante son las latas, como aerosoles y conservas, puesto que se encontraron 7 unidades. También se hallaron 5 basuras domésticas. Sin embargo, la cantidad de otros tipos de residuos, como juguetes, escombros, envases de plástico y aceites y grasas, no es tan elevada, ya que solo se encontraron un resto de cada uno de ellos.

3.7. Basuras en el agua: Zona 4.

En este último gráfico, se puede apreciar la cantidad de los distintos residuos sólidos que se encontraron en el agua durante el muestreo de la Zona 4.

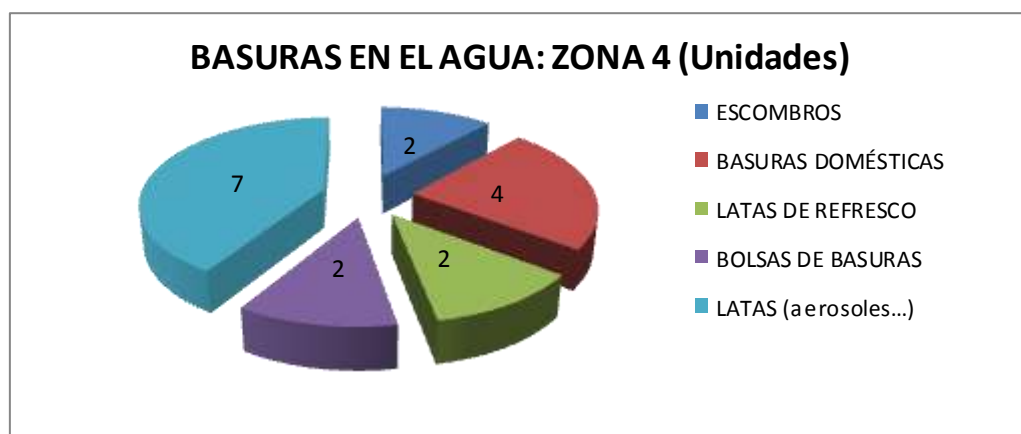


GRÁFICO 17. Basuras agua Zona 4 (U).

A pesar de que se trata de una zona urbana, no se han encontrado tantos residuos como en la orilla de dicha zona, ya que solo se hallaron 5 tipos diferentes de basura; escombros, latas de refresco y aerosoles, basuras domesticas y bolsas de basura. Los residuos más abundantes fueron las latas de conserva y aerosoles, puesto que se hallaron 7 unidades. El resto de residuos en cambio, no fueron tan abundantes, ya que solo se encontraron 2 de otros tipos de basuras.

Por tanto, en la Zona 4 se puede observar una gran cantidad de residuos tanto en el agua como en la orilla. Por lo que es una zona en la que no se respeta al medio ambiente.

XIV. CONCLUSIONES.

1. ENTORNO.

- La Zona 1 se encuentra en un entorno natural sin apenas influencia del hombre. Debido a su ubicación, en las faldas del Monte Jaizkibel, que está alejada de la zona urbana no presenta contaminación de las aguas.
- Las tres siguientes zonas se encuentran rodeadas por polígonos industriales o por zonas urbanas, causantes de la contaminación de estas tres zonas. La Zona 2 está ubicada en el Polígono Sagasti e Ipintza. La Zona 3 pertenece al Polígono Makarrastegi y la Zona 4 en la zona urbana de Lintzirin.
- En épocas de precipitaciones escasas, la zona 1 presenta un caudal mínimo e incluso, a veces, no lleva agua. Las demás zonas tienen un caudal muy pequeño.
- La profundidad del río en ninguna de las cuatro zonas superaba los 50cm, por tanto no se trata de un río muy caudaloso.
- El fondo del río estaba formado tanto por arenisca como por cantos rodados, con un tamaño regular a lo largo de todo su recorrido, hasta desembocar en el río Oiartzun, en el área de Larzábal.

- La Zona 2 y 3 presentan gran cantidad de residuos sólidos urbanos, consecuencia de los vertidos incontrolados de personas de los polígonos industriales.

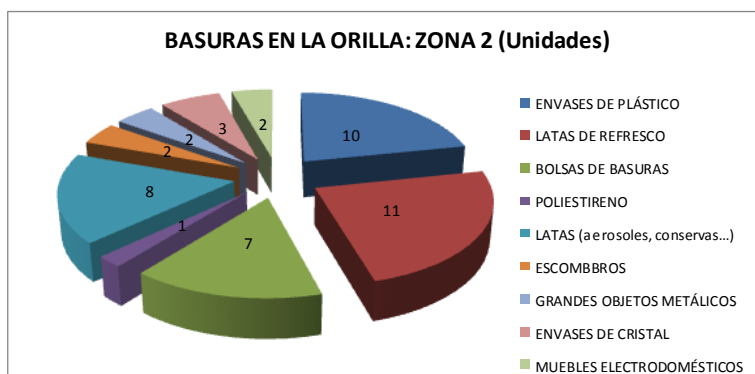


GRÁFICO 18. Basuras de la orilla Zona 2 (U).

- La Zona 2 destaca por la existencia de mal olor en sus aguas, consecuencia de los vertidos industriales aguas arriba.
- El curso del río varía según las zonas, siendo la zona 1 curso alto, las 2 y 3 curso medio y la 4 curso bajo.
- La vegetación de ribera que predomina en todas las áreas de muestreo son el sauce, aliso, helecho y musgo. Aunque en cantidad destaca sobre el resto la Zona 1.
- Todas las zonas presentan canalizaciones en los márgenes, excepto la Zona 1. La zona 2 por una escollera para evitar los desprendimientos del área industrial, la

Zona 3 en cambio, por una tubería que atraviesa el Polígono Industrial Makarrastegi, y por último, la zona 4 con un muro de contención de hormigón armado en la margen izquierda y una pequeña escollera en la margen derecha.

- Todos los residuos encontrados en las Zonas 2, 3 y 4, son sin duda consecuencia de los vertidos incontrolados por parte de viandantes, responsables de las empresas de los polígonos industriales y de las obras que se efectúan en los alrededores.
- El principal foco de contaminación de las aguas de Makarrastegi Erreka, comienza en la Zona 2 y continúa en las Zonas 3 y 4.

2. ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO.

- No se encontró mal olor en ninguna de las zonas excepto en la zona 2, pero por suerte no se encontraron animales muertos en ella. Estos olores son consecuencia de los vertidos químicos de las empresas del lugar.
- No se encontró presencia espumas o aceites en ninguna de las 4 zonas analizadas, ni señales de eutrofización. Ahora bien la presencia de algas en las 3 últimas zonas se puede considerar nula debido a los vertidos.
- El agua de las zonas 1 y 4 no presentaba apenas turbidez, ya que los resultados oscilaban entre 3 y 4 en el Disco de Secchi. En las zonas 2 y 3 en cambio se obtuvieron resultados de 2 a 3 es decir el agua no estaba clara a consecuencia de la presencia de sólidos en suspensión en el agua como resultado de los vertidos de las empresas.
- La Zona 2 presenta una temperatura del agua de 14,5°C. Máxima temperatura del agua en Makarrastegi Erreka. Valor además que se puede considerar alto para la época de año en el que se ha realizado el estudio. El agua presenta una temperatura debido a los vertidos industriales de las empresas aguas arriba de este punto.
- Por el contrario la Zona 3 con 8,25°C presenta la temperatura mínima de todo el río. Dicho valor se puede considerar normal en función de las características del río y de la época del año en el que se ha realizado el muestreo.
- Se ha apreciado una gran dureza del agua en las 4 zonas alcanzando en 3 de ellas valores superiores a 15°d. Esto es debido a las características del terreno por el que discurre Makarrastegi Erreka.

3. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO.

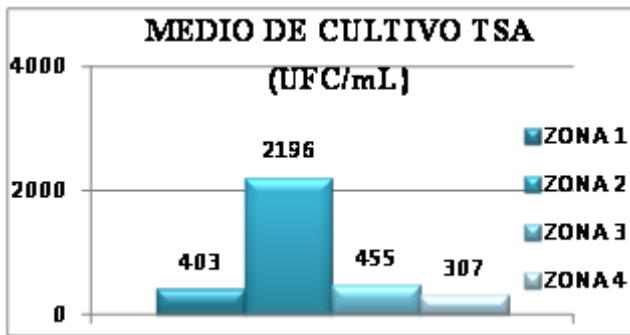


GRÁFICO 19. Medias resultados obtenidos en medio TSA (UFC/ml).

bacteria *E.coli* en las cuatro zonas.

- El cultivo realizado en las 4 zonas en el medio TCBS ha sido bajo, por tanto se puede confirmar la ausencia de bacterias como la *Vibrio cholerae*, principales causantes de enfermedades importantes como el cólera y que podría ocasionar problemas a la población en el caso de que tuviera contacto con dichas aguas.



GRÁFICO 20. Medias resultados obtenidos en medio TCBS (UFC/ml).



GRAFICO 21. Medias resultados obtenidos medio SANGRE (UFC/ml).

microorganismos que afectan al ser humano en las zonas 1 y la 2.

- Presencia abundante de microorganismos aerobios debido a el gran número de colonias formadas en el medio TSA, alcanzando en la zona 2 2000 UFC/mL aproximadamente.
- Se ha confirmado la presencia de bacterias coliformes como de la

- En el medio Agar Sangre se han observado microorganismos con hemolisis alfa, gamma e incluso hemólisis beta. Los datos obtenidos revelan una mayor cantidad de



GRÁFICO 22. Medias resultados obtenidos medio EMB (UFC/ml).

- El número de UFC/mL obtenido en el medio EMB en la Zona 4 supera con creces los resultados

obtenidos en la Zona 1.

La cantidad de bacterias

es mucho mayor y por tanto el agua está más contaminada. Los resultados son de 1678 y 337 UFC/mL respectivamente. Tras el curso del río se acumulan todos los vertidos generando en la última zona un gran número de UFC en el medio EMB. Gracias a este medio de cultivo se consigue el crecimiento de bacterias como la *Salmonella enterica* y la *Escherichia coli*.

- En el medio MacConkey agar, la zona 4 es en la que más UFC se han obtenido, con unos resultados de 1671 UFC/mL. Este medio de cultivo está especializado en el crecimiento de *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhimurium* y *Escherichia Coli*.

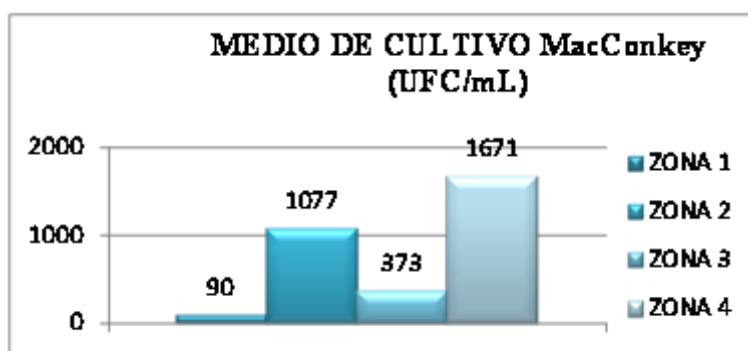


GRÁFICO 23. Medias resultados obtenidos medio MacConkey (UFC/ml).

XV. SOLUCIONES.

Tras recopilar y analizar todos los resultados obtenidos procedentes de las 4 zonas, se han obtenido una serie de conclusiones, que han dado pie al planteamiento de futuras soluciones.

- La elevada cantidad de basura encontrada algunas zonas, como es el caso de las zonas 2 y 3, producen una necesidad de un control de residuos sólidos y limpieza de dichas zonas, ante la abundancia de vertidos incontrolados de pequeño tamaño pero que en la globalidad suponen una cierta cantidad.
- Es imprescindible realizar campañas de sensibilización, tanto en las empresas cercanas al río Makarrastegi, polígonos S, Makarrestegi y Lintzirin como entre toda la ciudadanía de los 3 municipios por los que discurre Maskarrastegi Erreka. De este modo, se podría obtener un entorno acorde con el ecosistema fluvial.
- Otra medida, acorde con la anterior, sería una limpieza del cauce del río. Es importante mencionar que dicha limpieza debiera realizarse con cierta frecuencia, en los primeros momentos, para obtener resultados positivos. Nuevamente esta limpieza debería ir unida con la campaña de sensibilización anteriormente comentada.
- Por otra parte, con el fin de recuperar en la mayoría de lo posible, las riberas de Makarrastegi Erreka, sería de gran interés sustituir los muros y/o paredes de hormigón de alguna de las zonas, los cuales se encargan de canalizar el río, por muros de escollera. Estos últimos realizarían la misma función, pero con la ventaja de poder ser soporte de especies vegetales arbóreas y arbustivas de ribera que pudieran dar al río un auténtico valor de ecosistema fluvial. Esta solución está enfocada sobre todo a la zona 4, en la cual existe un muro de hormigón en la margen derecha del río.
- Tampoco se puede olvidar la necesidad de una nueva red de saneamiento en cada uno de los polígonos industriales. Dicha red debe necesariamente ser separativa de las aguas pluviales y de las aguas residuales de todos los talleres y/o empresas de las áreas industriales. Esta solución, por supuesto, debe ir acompañada de una campaña de concienciación en el sector industrial muy fuerte e incluso acompañada de posibles sanciones por incumplimiento de la normativa de vertido que debe acompañar a dicho saneamiento.

- Por último, otra de las soluciones sería exigir a las empresas, las cuales puedan generar aguas residuales tóxicas a que posean su propio sistema de depuración antes de realizar cualquier vertido a la red de saneamiento pública. De este modo, se podría disminuir, considerablemente la gravedad de los daños que estas industrias producen a nuestro ecosistema. Un claro ejemplo sería la situación de la zona 2 y 3, puesto que en ellas predominaban vertidos de aguas residuales procedentes de las propias industrias.
- Está claro que para poder llevar a cabo algunas de estas soluciones, sería necesario el apoyo económico de instituciones hacia las empresas para que estas puedan mejorar todos sus sistemas de gestión medioambiental acorde con el desarrollo sostenible.

Por consiguiente, para lograr una mejora en las condiciones del medio ambiente y para poner en marcha dichas soluciones, es necesario concienciar a toda la ciudadanía, del estado en el que se encuentra nuestro ecosistema fluvial de Makarrastegi Erreka y de la necesidad de realizar diversos cambios, como en las infraestructuras cercanas al río, puesto que posee efectos negativos sobre él.

XVI. OBJETIVOS.

- El principal objetivo es transmitir la preocupación por el ecosistema. Aún así, no todos los objetivos se basan en el medio ambiente.
- En segundo lugar, aprender a manejar el instrumental de campo y de laboratorio de manera eficiente.
- Entre los objetivos se encuentra la búsqueda de fomentar el trabajo en grupo.
- Por otro lado, mediante este trabajo buscamos aprender a desarrollar un trabajo de investigación siguiendo los principios básicos del método científico.
- La realización de la observación del ecosistema e investigar la calidad del agua de Makarrastegi Erreka.
- Aprender a redactar un informe científico.
- Comparar la calidad del agua de las diferentes zonas del río.
- Por último, obtener conclusiones y plantear soluciones para la posible mejora del río.

XVII. ANEXOS.

1. FICHAS DE CAMPO.

ZONA			
Nombre del lugar		Municipio	
<i>Cuenca</i>			

FECHA:		1	2	3	4
CONOCIMIENTO DEL LUGAR	Muy poco				
	Poco				
	Bien				
	Muy bien				
FUERTES LLUVIAS EN LAS ÚLTIMAS 48H	SI				
	NO				

			1	2	3	4
ANCHURA		< 2 m				
		2-5 m				
		5-10 m				
		> 10 m				
PROFUNDIDAD		< 0,5 m				
		0,5-1 m				
		1-2 m				
		> 2 m				
LECHO DEL RÍO		FANGO				
		CANTOS RODADOS				
		ARENAS				
		GUIJARROS				
		ROCAS				
VELOCIDAD		TIEMPO				
		DISTANCIA				
LECHO APARENTE	Izda.	< 2 m				
		2-5 m				
		> 5 m				
	Dcha.	> 2 m				
		2-5 m				
		> 5 m				

FORMA DEL VALLE					
CURSO DEL RÍO	ALTO				
	MEDIO				
	BAJO				

		1	2	3	4
VEGETACIÓN DE RIBERA (sauce, fresno...)	Izda.				
	Dcha.				
OTRAS FRONDOSAS (robles, hayas...)	Izda.				
	Dcha.				
PLANTACIÓN (pino, eucalipto...)	Izda.				
	Dcha.				
CULTIVOS	Izda.				
	Dcha.				
PRADERAS	Izda.				
	Dcha.				
MATORRAL (brezo, helecho...)	Izda.				
	Dcha.				
VEGETACIÓN PALUSTRE (juncos...)	Izda.				
	Dcha.				
OTROS	Izda.				
	Dcha.				

	1	2	3	4
AGRÍCOLA				
GANADERIA				
FORESTAL				
URBANO				
RECREO (Parques, instalaciones deportivas...)				
INDUSTRIAL				
ZONA EN ESTADO NATURAL				
INFRAESTRUCTURAS VIARIAS				
OTROS				

PRESA				SI	1	2	3	4
				CANAL PARA PECES				
				NO				
CANALIZADO	SI	MARG. DRCH		MURO				
				ESCOLLERA				
				EDIFICIO				
		MARG. IZQ		MURO				
				ESCOLLERA				
				EDIFICIO				
	NO							
CONSTRUCCIÓN ASOCIADA AL AGUA				SI				
				NO				
VERTEDEROS INCONTROLADOS				SI				
				NO				

	1	2	3	4
MAL OLOR				
PECES MUERTOS				
COLOR				
ESPUMAS				
ACEITES / GRASAS				
EUTROFIZACIÓN				

TURBIDEZ				
pH				
TEMPERATURA (°C)				
NITRATO (mg/l)				
NITRITO (mg/l)				
DUREZA TOTAL (°d)				
DUREZA DE CARBONATOS (°d)				
OXIGENO DISUELTO (mg/l)				
AMONIO (mg/l)				
FOSFATOS (mg/l)				
CLORUROS (mg/l)				
SALINIDAD				
AZUL DE METILENO (%)				
PERMANGANATO				
CAUDAL (m³/s)				
SOLIDOS DISUELTOS (g)				

		1	2	3	4
ESCOMBROS	AGUA				
	ORILLA				
GRANDES OBJETOS METÁLICOS	AGUA				
	ORILLA				
MUEBLES ELCTRODOMÉSTICOS	AGUA				
	ORILLA				
BASURAS DOMÉSTICAS (bolsas enteras)	AGUA				
	ORILLA				
OTROS (Especificar)	AGUA				
	ORILLA				

		1	2	3	4	TOTAL
ENVASES DE CRISTAL	AGUA					
	ORILLA					
ENVASES DE PLÁSTICO	AGUA					
	ORILLA					
LATAS DE REFRESCO	AGUA					
	ORILLA					
TETRABRICK	AGUA					
	ORILLA					
ANILLAS PORTALATAS	AGUA					
	ORILLA					
NEUMÁTICOS	AGUA					
	ORILLA					
BOLSAS DE BASURAS	AGUA					
	ORILLA					
PILAS Y BATERIAS	AGUA					
	ORILLA					

		1	2	3	4
POLIESTIRENO (corcho blanco)	AGUA				
	ORILLA				
ESPUMA DE POLIURETANO	AGUA				
	ORILLA				
LATAS (aerosoles, conservas...)	AGUA				
	ORILLA				
RESTOS REXTILES (ropa, calzado...)	AGUA				
	ORILLA				
PAPELES, CARTONES	AGUA				
	ORILLA				
MADERAS, RESTOS, VEGETALES	AGUA				
	ORILLA				
RESTOS DE ALIMENTOS	AGUA				
	ORILLA				
EXCREMENTOS DE ANIMALES	AGUA				
	ORILLA				
ACEITES, GRASAS	AGUA				
	ORILLA				
RESIDUOS MÉDICOS (jeringas, compresas, vendas...)					
OTROS (Especifica					

	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
Existencia de coliformes				
E. coli				
Confirmación (Indol)				

	Zona 1		Zona 2		Zona 3		Zona 4	
Medios de cultivo	A	B	A	B	A	B	A	B
EMB								
TCBS								
MacKonkey								
Sangre								
TSA								

2. POSTERS.

MAKARRASTEGI, UN RÍO DIFERENTE

METODOLOGÍA

- Formar un grupo de investigación.
- Búsqueda de información.
- Composición de las fichas de campo.
- Realizar el muestreo en Makarrastegi.
- Recopilación de datos.
- Desarrollo de conclusiones, basados en los datos obtenidos.



ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO



Acido sulfúrico



Formolenguido



Acididad



Oxígeno

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO



Determinación de coliformes



Elaboración de TMB



Análisis microbiológico



Amonio

NO₃-N

Turbidez

TIPOS DE RIO

Ríos de montaña

- Ríos grandes tropicales.

Ríos regatos

- Ríos de bosques lluviosos.

Ríos caudales

- Ríos claros de zonas altas.

OBJETIVOS

- Fomentar el trabajo en grupo.
- Transmitir la preocupación por la ecología.
- Realizar un análisis medioambiental de la zona, tanto industrial como urbana.
- Aprender a desarrollar un trabajo de investigación.
- Comparar la calidad del agua de las diferentes zonas del río.
- Concienciar a la ciudadanía de la importancia de cuidar el medio fluvial.



MEDIOS DE CULTIVO



Mckonkey Agar



EMBLEvine Agar



TSA Agar



TCBS Agar



Agar Sangre



La Anunciata
Ikastetxea
Fakultateko Ikastetxea
Calle de Lereu 2. 48013 Barakaldo

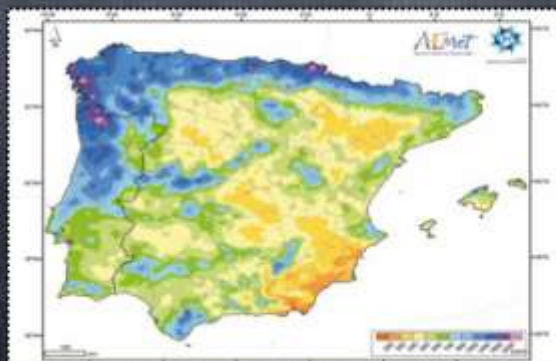
3. POWER POINT.



PRÓLOGO:

En España:

- Dominio bioclimático mediterráneo.
- Ecosistemas acuáticos degradados.
- Agua escasa y contaminada.



INTRODUCCIÓN:

- Makarrastegi erreka, es un afluente del río Oiartzun.
- Afluente de pequeña longitud; 3,5- 4km.



- A menos de 1km de su nacimiento, discurre una zona industrial, (Polígono Industrial de Lezo)
- Posteriormente, otro km aguas abajo, pasa por otra zona industrial y comercial, (Zona de Lintzirin)
- Por último, pasa por la zona residencial de reciente urbanización, (Zona Larzabal)



Pasos del trabajo:

- 1- Recopilación de datos.
- 2- Diseño de fichas de campo.
- 3- Análisis del agua del río.
- 4- Observación del agua en el laboratorio.
- 5- Análisis microbiológico.



METODOLOGÍA:

- Formar el grupo de trabajo.
- Búsqueda de un tema.
- Desastrosa situación del el río.



ZONAS DE MUESTREO



Materiales del maletín:

- Cubo pequeño con el disco de Secchi
- 3 corchos
- 1 metro
- Metileno azul
- Termómetro
- Reactivos para el oxígeno
- Tiras indicadoras



Pruebas realizadas en el laboratorio:

ANÁLISIS FISICOQUÍMICO

- Nitrito.
- Nitrato.
- Fosfato.
- Amonio.
- Oxígeno disuelto.
- Cloruros.
- Azul de metileno.
- Sólidos disueltos.
- Salinidad.
- Permanganato.



ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

- TSA AGAR.
- EMBLEvine.
- TCBS.
- AGAR SANGRE.
- MACCONKEY AGAR.
- Determinación de coliformes.

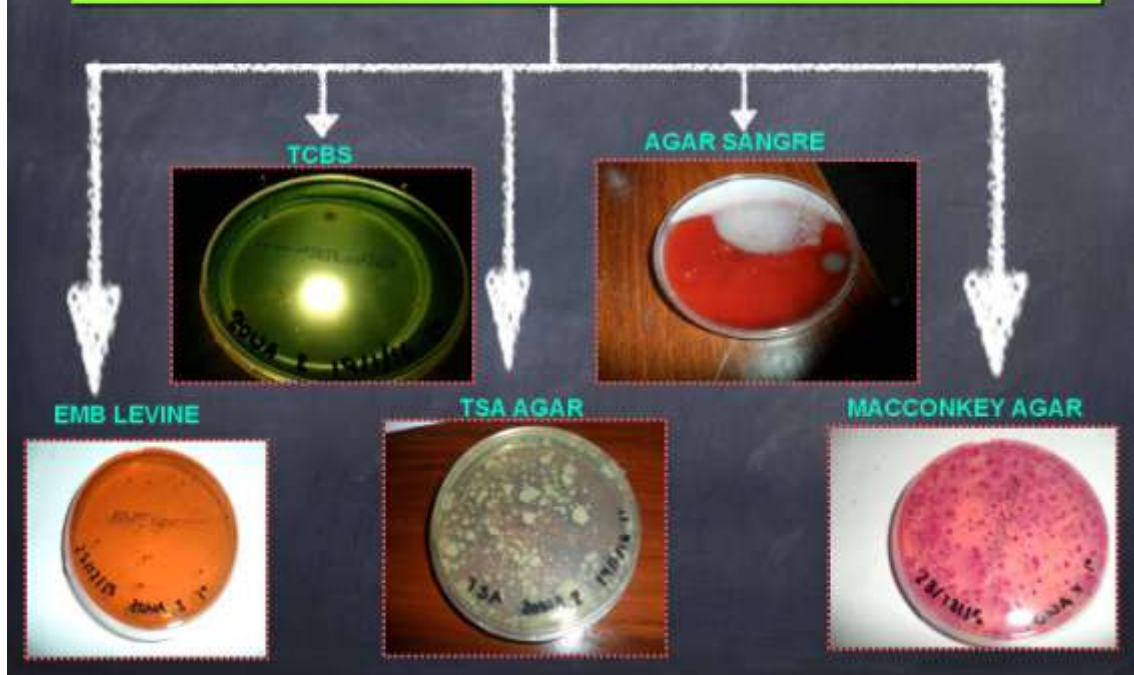


Pasos del trabajo:

- 1- Recopilación de datos.
- 2- Diseño de fichas de campo.
- 3- Análisis del agua del río.
- 4- Observación del agua en el laboratorio.
- 5- Análisis microbiológico.
- 6- Clasificación de datos.
- 7- Creación de tablas para ordenar la información recolectada.
- 8- Creación de gráficas.
- 9- Comparación y obtención de diferentes resultados.
- 10- Elaboración de conclusiones y plantear soluciones.
- 11- Realización de posters y Powerpoint.



MEDIOS DE CULTIVO:



OBJETIVOS:

- Fomentar el trabajo en grupo.
- Preocupación por la ecología.
- Análisis medioambiental de Makarrastegi.
- Calidad del agua.
- Cuidar el medio.

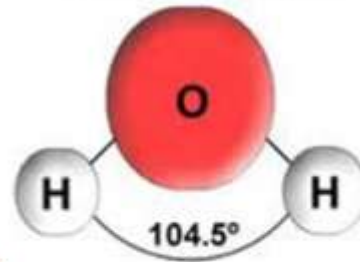


EL AGUA:

- Cambio de estado.
- Biomoléculas orgánicas.
- Abundante en materia viva.



Molécula de Agua



LOS RÍOS:

- Agentes principales de transporte fluvial.
- Relación con los ecosistemas.
- Uso del río.



CURSO DE LOS RÍOS:

curso alto

curso medio

curso bajo



Según su periodo de actividad:

Ríos perennes

Ríos estacionales

Ríos transitorios

Ríos alóctonos

Según su geomorfología:

Ríos rectilíneos

Ríos anastomosados

Ríos meándricos

LOS RÍOS DE EUSKADI:



PLANCTÓN:

- Organismos microscópicos
- Tamaño de especies; menos de un milímetro

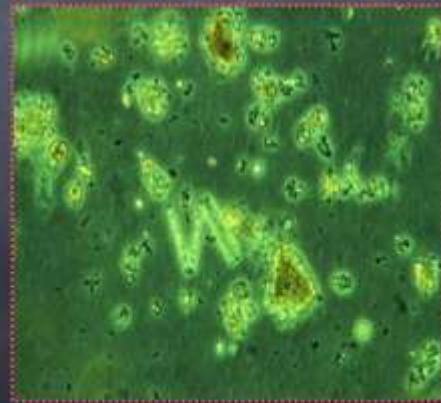


Hay dos tipos de plancton

Zooplancton



Fitoplancton



BIOINDICADORES DEL AGUA:

- Grado de tolerancia.



- Herramienta para determinar la calidad del agua.

Grupos de organismos como bioindicadores:

Bacterias



Protozoos



Fitoplacnton



Fichas de campo:

ZONA			
Nombre del lugar		Municipio	
Cuenca			

FECHA:		1	2	3	4
CONOCIMIENTO DEL LUGAR	Muy poco				
	Poco				
	Bien				
	Muy bien				
FUERTES LLUVIAS EN LAS ÚLTIMAS 48H	SI				
	NO				

			1	2	3	4			1	2	3	4
ANCHURA		< 2 m					VEGETACIÓN DE RIBERA (sauce, fresno...)	Irda.				
		2-5 m						Dcha.				
		5-10 m										
		> 10 m										
PROFUNDIDAD		< 0,5 m					OTRAS FRONDOSAS (robles, luyas...)	Irda.				
		0,5-1 m						Dcha.				
		1-2 m										
		> 2 m										
LECHO DEL RÍO		FANGO					PLANTACIÓN (pino, eucalipto...)	Irda.				
		CANTOS						Dcha.				
		RODADOS										
		ARENAS										
VELOCIDAD		GUIJARROS					CULTIVOS	Irda.				
		ROCAS						Dcha.				
		TIEMPO						Irda.				
		DISTANCIA						Dcha.				
LECHO APARENTE	Irda.	< 2 m					PRADERAS	Irda.				
		2-5 m						Dcha.				
		> 5 m										
FORMA DEL VALLE	Dcha.	> 2 m					MATORRAL (brezo, helecho...)	Irda.				
		2-5 m						Dcha.				
		> 5 m										
CURSO DEL RÍO		ALTO					VEGETACIÓN PALUSTRE (juncos...)	Irda.				
		MEDIO						Dcha.				
		BAJO						Irda.				
								Dcha.				

	1	2	3	4
MAL OLOR				
PECES MUERTOS				
COLOR				
ESPUMAS				
ACEITES / GRASAS				
EUTROFIZACIÓN				
TURBIDEZ				
pH				
TEMPERATURA (°C)				
NITRATO (mg/l)				
NITRITO (mg/l)				
DUREZA TOTAL (°d)				
DUREZA DE CARBONATOS (°d)				
OXÍGENO DISUELTO (mg/l)				
AMONIO (mg/l)				
FOSFATOS (mg/l)				
CLORUROS (mg/l)				
SALINIDAD				
AZUL DE METILENO (%)				
PERMANGANATO				
CAUDAL (m³/s)				
SÓLIDOS DISUELTOS (g)				

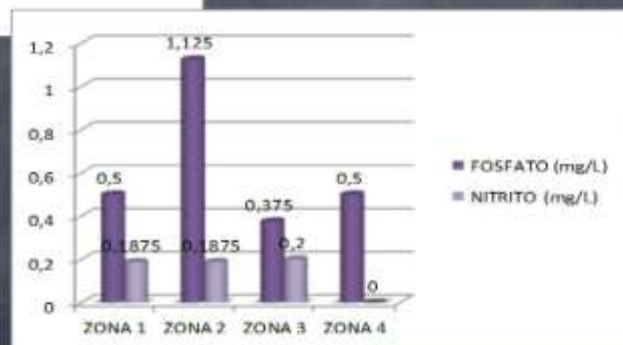
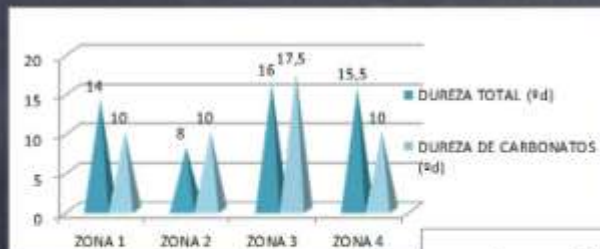
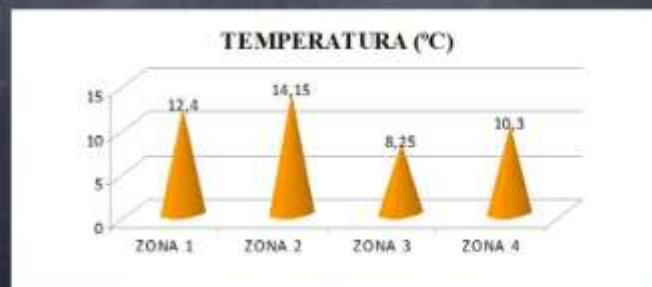
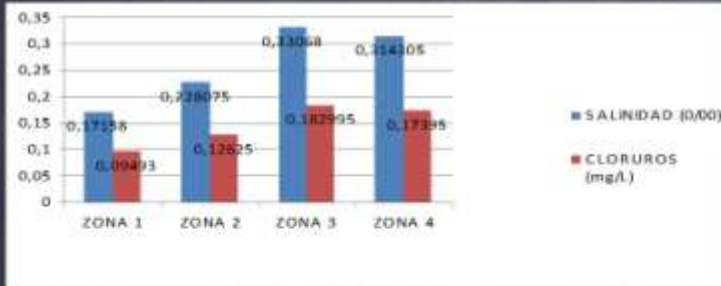
	1	2	3	4
ESCOMBROS	AGUA			
	ORILLA			
GRANDES OBJETOS METÁLICOS	AGUA			
	ORILLA			
MUEBLES ELCTRODOMÉSTICOS	AGUA			
	ORILLA			
BASURAS DOMÉSTICAS (basura negra)	AGUA			
	ORILLA			
OTROS (especificar)	AGUA			
	ORILLA			

	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3	ZONA 4
PERMANGANATO				
AZUL DE METILENO (%)				
TURBIDEZ				

	Zona 1		Zona 2		Zona 3		Zona 4	
Medios de cultivo	A	B	A	B	A	B	A	B
EMB								
TCBS								
MacKonkey								
S aure								
TSA								

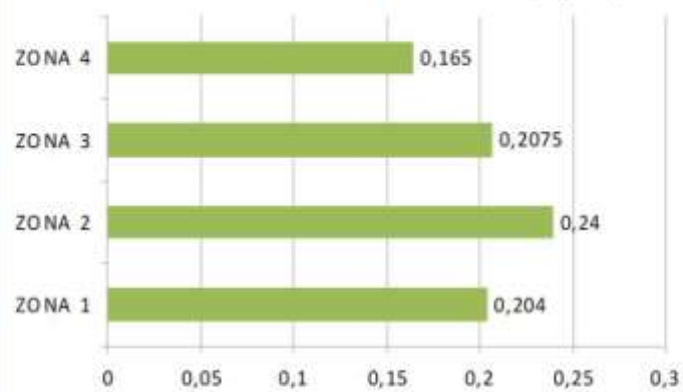
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
Existencia de coliformes				
E. coli				
Confirmación (Indol)				

RESULTADOS:



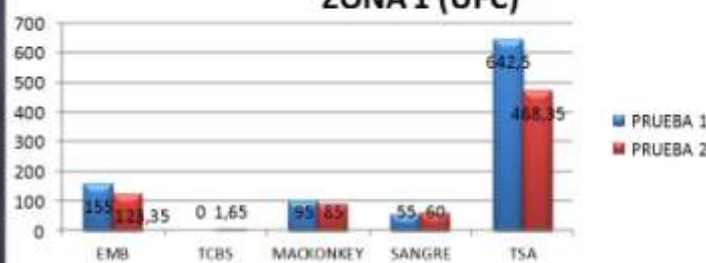
	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3	ZONA 4
PERMANGANATO	No está contaminada	No está contaminada	No está contaminada	No está contaminada
AZUL DE METILENO (%)	100%	100%	100%	100%
TURBIDEZ	3,5	1,5	2,5	4

SOLIDOS EN SUSPENSIÓN (mg/L)

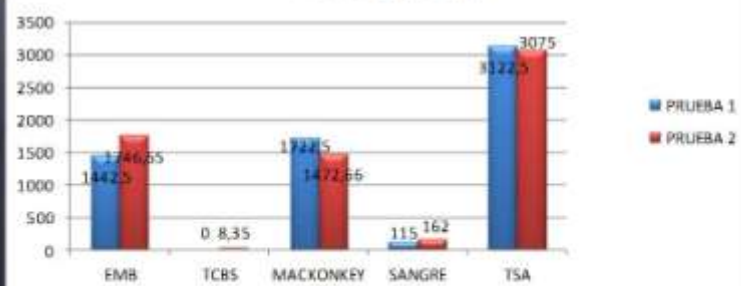


	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3	ZONA 4
EXISTENCIA DE COLIFORMES	X	X	X	X
E. COLI	X	X	X	X
CONFIRMACIÓN (INDOL)	Si	Si	Si	Si

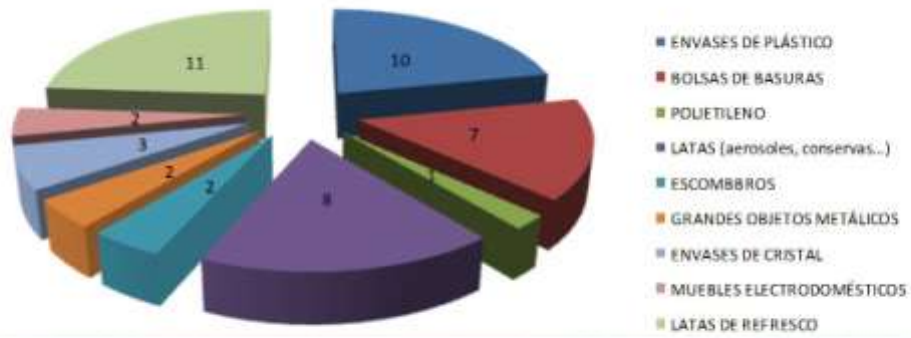
ZONA 1 (UFC)



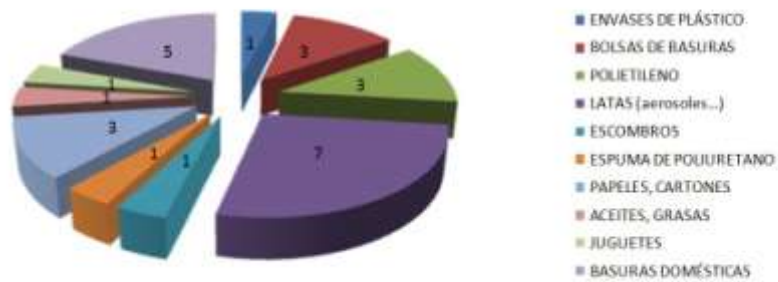
ZONA 2 (UFC)



BASURAS EN LA ORILLA: ZONA 2 (Unidades)



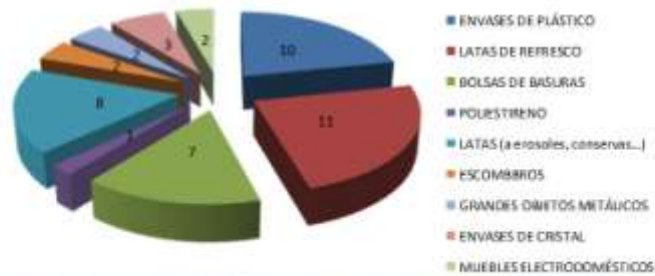
BASURAS EN LA ORILLA: ZONA 4 (Unidades)



CONCLUSIONES:

- Zona dos mayor contaminación.
- Zona 1 en estado natural.

BASURAS EN LA ORILLA: ZONA 2 (Unidades)



- Gran presencia de microorganismos aerobios en las zonas 2 y 3.



- Mayor temperatura registrada en la zona 2

SOLUCIONES:

- **Red de saneamiento** en los polígonos industriales.

- **Control de los vertidos** industriales a la red de saneamiento.



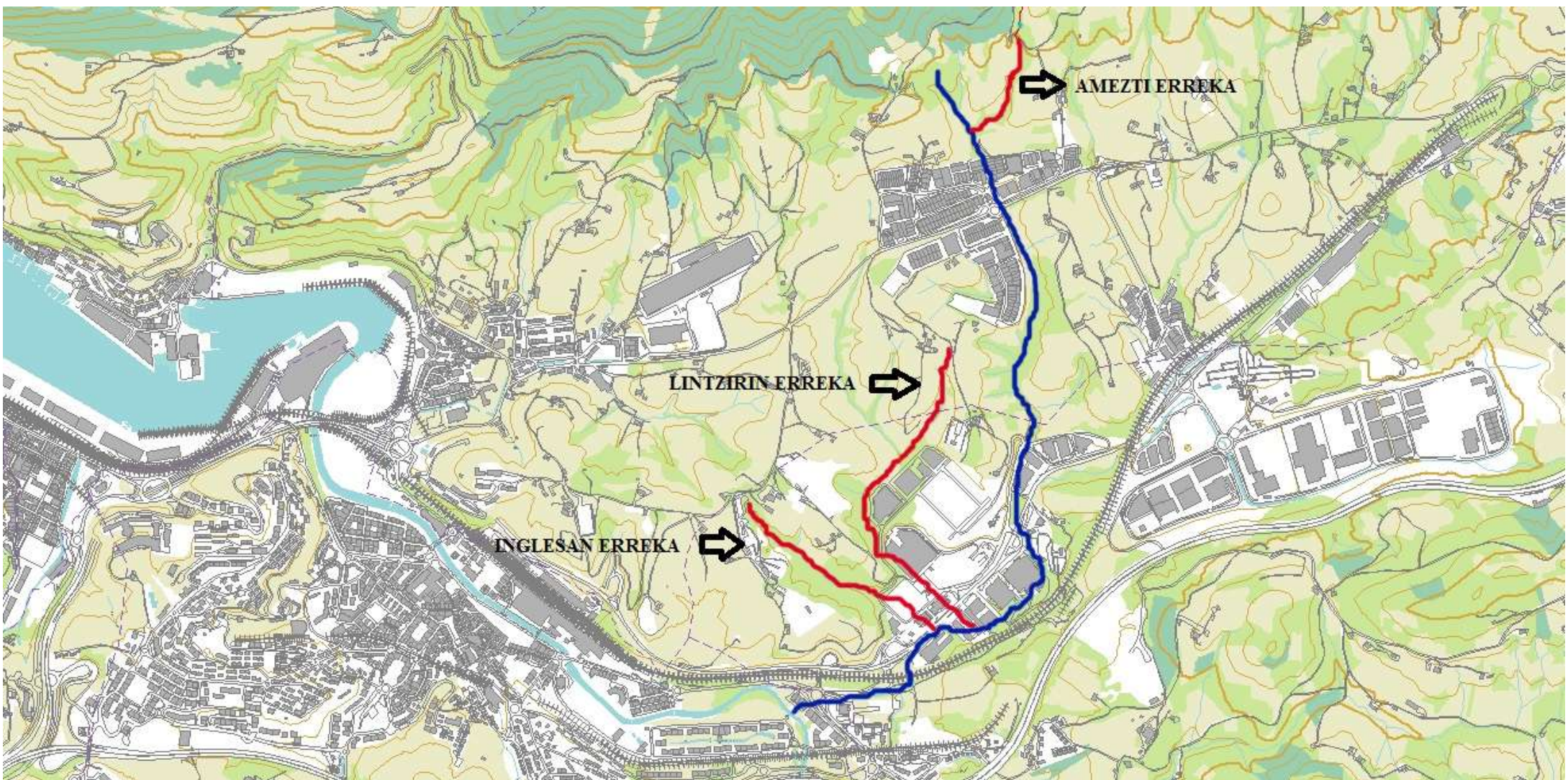
- Campaña de sensibilización para las empresas.



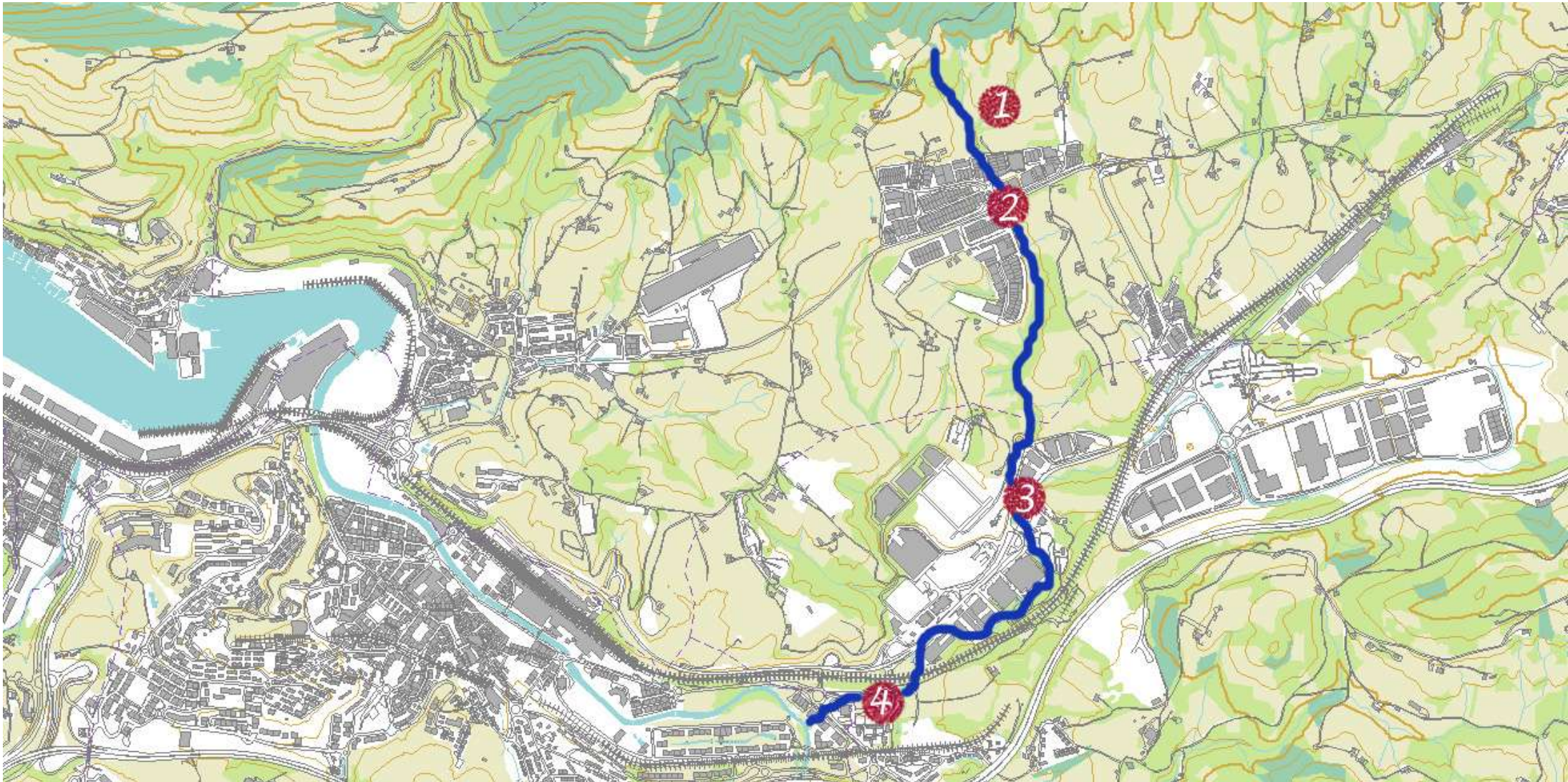
- Recuperación y renovación de las riberas en la zona 4.



4. AFLUENTES DE L RÍO MAKARRASTEGI.



5. ZONAS DE MUESTREO.



XVIII. AUTORES.

1. ALUMNOS.

COLLADO BLANCO, Nadia.

GONZALEZ SUSO, Paula.

SÁNCHEZ MONASTERIO, Iñigo.

2. COORDINADOR.

LIZARAZU HERNANDO, Juan Carlos.