

TRABAJO FIN DE GRADO

Estudio y caracterización de los manantiales y fuentes naturales del Ayuntamiento de Torrelavega

Coordinador: D. Raúl Husillos Rodríguez.

Tutores: D. José Manuel de la Iglesia Ceballos.
Dña. Gema Fernández Maroto.

Autor: José Luis Gómez de Diego.

INDICE

	<u>Página</u>
* INTRODUCCIÓN	3
* OBJETO DEL ESTUDIO	9
* HISTORICO DE ACTUACIONES	11
- Ámbito de actuación	12
- Cuenca Hidrográfica e Hidrogeológica	16
* DATOS RELEVANTES DEL ESTUDIO	19
- Descripción del Medio	20
- Descripción Geológica	25
- Descripción Hidrológica	26
* METODOLOGIA	35
- Muestreo y Métodos de Análisis	36
- Resultados de Laboratorio	57
- Normativa aplicable	90
* CONCLUSIONES DEL ESTUDIO	96
* BIBLIOGRAFÍA Y ESTUDIOS CONSULTADOS	105

INTRODUCCIÓN

EL AGUA SUBTERRANEA

El agua tal como la encontramos en la naturaleza no es utilizable directamente para el consumo humano ni para la industria, porque salvo en raros casos, no es suficientemente pura. A su paso por el suelo, por la superficie de la tierra o incluso a través del aire, el agua se contamina y se carga de materias en suspensión o en solución: partículas de arcilla, residuos de vegetación, organismos vivos (plancton, bacterias, virus), sales diversas (cloruros, sulfatos, carbonatos de sodio, calcio, hierro, manganeso...), materias orgánicas (ácidos húmicos, fúlvicos, residuos de fabricación), gases.

El primer problema que plantea a los responsables del abastecimiento público de agua, consiste en la elección de su origen: agua subterránea, tomada a mayor o menor profundidad, agua superficial de ríos o de lagos, o eventualmente, agua de mar.

Pero no siempre se tiene esta posibilidad de elección, ya que algunas regiones no disponen de agua subterránea en cantidad o calidad suficientes, dentro de las mismas o a una distancia razonable. En cambio, otras poseen importantes recursos subterráneos, por lo que no resulta dudosa la elección. Otras regiones, próximas a la costa, no tienen ni agua subterránea ni agua superficial, por lo que necesariamente ha de recurrirse al agua de mar, a menos que se prevean largas conducciones de agua no salobre o costosos transportes en barcos cisterna.

Cuando existen posibilidades de elección, los factores principales que deben tenerse en cuenta son los siguientes:

1. Calidad de las aguas disponibles.

Agua subterránea es sinónimo de agua «naturalmente pura», y agua superficial lo es de «agua contaminada» en un plazo más o menos largo.

Las aguas subterráneas, cuya temperatura es constante, son en conjunto más atractivas, a priori, que las aguas de superficie, expuestas a una contaminación procedente de los vertidos de la vida moderna; y la elección debe efectuarse

considerando no sólo los factores conocidos en el momento de la decisión, sino los que puede aportar en un futuro próximo.

Sin embargo, las aguas subterráneas raramente se mantienen puras a lo largo de todo el año, es necesario estudiar su evolución, como en el caso de las aguas de superficie, especialmente durante los períodos de fuertes precipitaciones, en los que pueden enturbiarse considerablemente y aun contaminarse por la influencia de la capa freática de algún río próximo. La contaminación puede proceder también del suelo, debido al uso de pesticidas o al vertido de aguas residuales de origen animal o humano. Aunque esta contaminación sea menos frecuente y más limitada, corrientemente, en las aguas subterráneas que en las de superficie, su efecto es más duradero en las primeras, debido a su pequeña velocidad de paso a través del terreno y a la lentitud en recobrar el equilibrio perdido.

Por último, en las aguas subterráneas la contaminación se efectúa gradualmente y por ello existe el peligro de que no se detecte a tiempo, si no se realizan análisis sistemáticamente. Es preciso, por tanto, juzgar un agua por el conjunto de sus características. La contaminación de las aguas, tanto superficiales como subterráneas, tiene su origen principalmente, en la contaminación ambiental, que puede provenir de:

- Vertidos de aguas residuales, domésticas e industriales, sin depurar.
 - Vertidos de residuos sólidos, de origen doméstico e industrial.
 - Vertidos de los excrementos del ganado.
- Malas prácticas agrarias.
- Enterramientos y abandono de animales muertos, con posibilidad de arrastre o filtración de materia orgánica.
 - Vertidos accidentales de sustancias nocivas o peligrosas.

Cuando el agua captada presenta contaminación y el tratamiento es inexistente,

irregular o insuficiente, el agua de consumo puede presentar riesgos para la salud de la población abastecida. Hasta hace unos años, los principales riesgos derivados del agua de consumo eran las **enfermedades infecciosas de transmisión hídrica**. En la mayor parte de estos brotes, están implicados bacterias y virus, y con menor frecuencia, protozoos.

Entre las enfermedades de transmisión hídrica que se registran en España, las más comunes son las **gastroenteritis inespecíficas**, en las que no se llega a determinar el agente causal. Como agentes etiológicos de las enfermedades de origen hídrico, se identifican, entre otros: virus (hepatitis A, E y Rotavirus de la familia roviridae), Escherichia coli, Salmonella sp, Shigella sp. El conocimiento de la variación de la temperatura del agua con el tiempo es tan importante como el conocimiento de la amplitud de esta variación.

El contenido de materias en suspensión, que sólo se juzga parcialmente mediante la determinación de la turbiedad, es una de las características más llamativas.

Un agua destinada al consumo humano no debe contener materias en suspensión sedimentables. El color no se tolera en un agua buena para el consumo, se tiende a no sobrepasar de 5 unidades de platino-cobalto (la norma francesa en vigor tolera 20 unidades) Tanto las aguas subterráneas como las aguas de superficie se encuentran a veces coloreadas. Las primeras aunque sean incoloras en el momento de la toma pueden colorearse cuando se oxigenan, adquiriendo coloración amarilla, roja y hasta negra. El olor y el sabor son, igualmente, características fundamentales para juzgar la calidad de un agua un agua potable debe estar exenta de olor y sabor y si no es así, es necesario prever un tratamiento que si se quiere que sea eficaz, siempre será costoso.

Hay que tener en cuenta además la mineralización de las aguas disponibles, generalmente más elevada en las aguas profundas que en las aguas superficiales mineralización simplemente molesta cuando contenga un exceso de ciertos iones, como plomo, arsénico, flúor, etc. El oxígeno disuelto debe estar

presente en cantidad suficiente para que un agua sea agradable para la bebida y para que pueda transportarse sin dar lugar a corrosiones en las tuberías metálicas. Aunque las aguas subterráneas son generalmente pobres en oxígeno disuelto, esta ausencia no puede considerarse como un índice de contaminación, el oxígeno inicialmente presente al principio del recorrido subterráneo, ha podido tomar parte en un proceso de autodepuración natural. En este caso, es necesario airear el agua de su utilización. Materias orgánicas. Es necesario conocer su contenido en aguas que pueden emplearse para el consumo humano. Las aguas subterráneas generalmente están poco cargadas en materias orgánicas, a menos que entren en contacto con un foco de contaminación, y ésta es, junto con la temperatura, su principal cualidad frente a las aguas superficiales.

El plancton debe examinarse con la mayor atención ya que su presencia puede ser causa de graves problemas, en las instalaciones de tratamiento, en las redes de distribución, o en los depósitos de agua. Se encuentra especialmente en aguas superficiales, en las que el fitoplancton (de origen vegetal) se une con frecuencia al zooplancton (de origen animal). El fitoplancton experimenta desarrollos muy fuertes y rápidos, en primavera y verano, que pueden bloquear las estaciones de tratamiento mal concebidas, producir malos sabores en el agua y propagarse en las redes de distribución donde pueden ser causa, indirectamente, del deterioro de las tuberías metálicas. El zooplancton es aún menos tolerable. Cuando comienzan a propagarse ciertas especies en una red de distribución, es muy difícil eliminarlas y aún más desagradable encontrarlas en suspensión en el agua.

Bajo el punto de vista bacteriológico, la mayor parte de las aguas se desinfectan antes de su distribución en un abastecimiento público; este tratamiento es necesario para destruir las bacterias y gérmenes patógenos que un agua de superficie contiene prácticamente siempre. En el caso de aguas profundas, es sólo una medida de seguridad, ya que normalmente son bacteriológicamente puras. Las aguas superficiales pueden contaminarse más fácilmente con virus y

por ello deben desinfectarse con más intensidad que las aguas subterráneas, las cuales no están, sin embargo, libres de tales contaminantes.

2. Cantidad de agua necesaria y seguridad de suministro.

En la elección entre aguas de diversos orígenes, hay que tener en cuenta la cantidad necesaria y las posibilidades de suministro locales o a una distancia razonable. En el caso de aguas profundas, si se trata de capas pobres o ya muy utilizadas, deberá contarse con la reserva necesaria; en el caso de aguas superficiales, deberá conocerse el caudal mínimo de estiaje, ya que existe el peligro de que se produzca un empeoramiento fuerte de su calidad durante los períodos más secos.

La seguridad de suministro es fundamental. En el caso de un agua superficial pueden conocerse fácilmente sus caudales en las distintas épocas del año y, por consiguiente, puede asegurarse una constancia del caudal de suministro. No sucede lo mismo con aguas profundas, en cuyo caso es necesario efectuar estudios precisos, basados realizados por especialistas según las técnicas modernas de investigación.

3. Costo de prospección del agua y de su conducción.

Debe estudiarse el costo de la prospección del agua especialmente en el caso de aguas profundas, sobre todo si se necesita un caudal importante.

El costo de su conducción puede ser, igualmente, un factor determinante en la elección entre diversos orígenes. Sólo estará justificada la toma a gran distancia de un agua subterránea cuando por su calidad evite todo tratamiento, y el costo de la conducción no sea prohibitivo.

OBJETO DEL ESTUDIO

OBJETO DEL ESTUDIO

El presente estudio trata de hacer una valoración sobre el estado actual de las fuentes y manantiales naturales que hay dentro del término municipal de Torrelavega.

Habiendo, en la actualidad, una gran sensibilidad hacia los temas medioambientales, me ha parecido oportuno hacer un estudio sobre el estado general de ellas.

Según información facilitada por el propio Ayuntamiento hay censadas actualmente 31 fuentes. Como se puede apreciar más adelante, nosotros hemos nombrado una de ellas como 31b. Ello es debido a que surge del mismo manantial que la 31, siendo las únicas que existen en el casco urbano. Esta fuente está situada en el lugar denominado Granja Poch y sirve de aliviadero, teniendo una forma ornamental. El agua es bombeada del gran acuífero existente en el entorno del Mercado Nacional de Ganados. Llama la atención, que hay poblaciones, en las que ya han desaparecido todas ellas, siendo un ejemplo de esto, Tanos y Ganzo. La mayoría de ellas están repartidas entre La Montaña, Sierrapando y Viernoles.

La metodología de trabajo ha consistido primero en una localización exacta del lugar y toma de muestras, para su posterior análisis de laboratorio. Se han confrontado estos resultados con la geología de la zona y los acuíferos del lugar.

Por tanto, el trabajo consiste en hacer un estudio completo de todo lo relacionado con dichas fuentes.

HISTORICO DE ACTUACIONES

HISTORICO DE ACTUACIONES

Existe un trabajo realizado por Javier Gómez, en el año 1997, que trata sobre este mismo tema y es curioso observar como muchas de las antiguas fuentes ya han desaparecido, aún así el ámbito de actuación de ese trabajo es mucho más reducido. Más recientemente, el servicio de aguas del Ayuntamiento de Torrelavega, elaboró un trabajo sobre lo mismo en el año 2005, pero no puedo dar más detalles sobre él, porque me fue denegado el acceso a este, por escrito.

- Ámbito de Actuación.

Como venimos diciendo la zona de estudio que he escogido es toda la superficie que comprende el Ayuntamiento de Torrelavega.

Torrelavega es un municipio del norte de España. Se trata de una ciudad industrial y comercial de la comunidad autónoma de Cantabria, capital de un área de influencia de unos 120.000 habitantes conocida como Comarca del Besaya. La ciudad se sitúa en un valle ó vega a unos 8 kilómetros de la costa Cantábrica y a 24,5 kilómetros de la capital. En ella confluyen los ríos Saja y Besaya.

Geografía:

- Altitud: Su cota máxima es de 606 metros y, su cota mínima, de 12 metros. La capital municipal está a 25 msnm.
- Extensión: 35,54 km². Ocupa el puesto 57 en cuanto a municipios por superficie en Cantabria .
- Posición: 43° 20'N 4°02'O.

Hidrografía:

Destacan el río Saja y el río Besaya. Ambos ríos forman la principal cuenca hidrográfica de Cantabria. El Saja nace en la sierra del Cordel, fluye desde los puertos de Sejos, recoge las aguas de Cabuérniga, pasa por Cabezón de la Sal y se dirige a Torrelavega, donde tras recibir las aguas del Besaya desemboca en

la ría de San Martín de la Arena de Suances. Otros afluentes por la derecha son el río Lodar y el río Bayones. El Besaya es otro de los principales ríos de Cantabria, que nace entre Aradillos y Cañeda (del municipio Campoo de Enmedio) muy cerca del cauce del Ebro y de Reinosa, y es la vía natural de comunicaciones entre el Ebro y Santander.

Al sur de Torrelavega nacen varios arroyos (Viar, Sorravides, Indiana) que discurren en parte soterrados bajo el centro de la ciudad.

Localidades:

- Barreda: A 2,2 kilómetros del centro de la capital municipal y a 20 metros de altitud.
- Campuzano: A 1,2 kilómetros del centro de la capital municipal y a 30 metros de altitud.
- Duález: A 2,3 kilómetros del centro de la capital municipal y a 12 metros de altitud.
- Ganzo: A 2,2 kilómetros del centro de la capital municipal y a 20 metros de altitud.
- La Montaña: A 3,9 kilómetros del centro de la capital municipal y a 220 metros de altitud.
- Sierrapando: A 1 kilómetro del centro de la capital y a 50 metros de altitud.
- Tanos: A 1,3 kilómetros del centro de la capital y a 45 metros de altitud.
- Torrelavega (Capital): A 25 metros de altitud.
- Torres: A 1,1 kilómetros del centro de la capital y a 25 metros de altitud.
- Viérnoles: A 3,2 kilómetros del centro de la capital y a 80 metros de altitud.

A continuación detallamos la relación de fuentes en el término municipal y la ubicación de estas en una foto aérea de Torrelavega:

Nº	POBLACIÓN	NOMBRE FUENTE	COORDENADAS UTM	
			X	Y
1	La Montaña	Fuente del Churro	418374	4797302
2	La Montaña	Fuente del canal la Berza	417859	4796992
3	La Montaña	Fuente del Solar	417598	4797211
4	La Montaña	Fuente de la Turbera	417130	4798652
5	La Montaña	Fuente de Algíebe	417981	4797680
6	La Montaña	Fuente de Felisa	417200	4796765
7	La Montaña	Fuente del Rión	417604	4797143
8	La Montaña	Fuente de Fuentebuena	417422	4796067
9	La Montaña	Fuente de la Sologa	418504	4797580
10	Viernoles	Fuente de Hoz	413914	4796582
11	Viernoles	Fuente del Cementerio	414575	4796622
12	Viernoles	Fuente de las Palomas	415926	4795360
13	Viernoles	Fuente de San Jorge	415433	4796846
14	Viernoles	Fuente de la Regata	415700	4796958
15	Viernoles	Fuente de Cazacedo	413825	4797506
16	Viernoles	Fuente de Sandalisas	417132	4795236
17	Viernoles	Fuente del Tronco	414554	4795760
18	Viernoles	Fuente de Paramenes	414385	4796777
19	Viernoles	Fuente del Espino	415962	4795391
20	Viernoles	Fuente de Calleja	414753	4795687
21	Sierrapando	Fuente de la Vía	417849	4799596
22	Sierrapando	Fuente de Pedrucos	417600	4800237
23	Sierrapando	Fuente C. Inseminación	416662	4800557
24	Sierrapando	Fuente de la Pozona	417610	4800359
25	Sierrapando	Fuente de Tronquerías	416202	4800185
26	Sierrapando	Fuente de la Hilera	416382	4801309
27	Torres	Fuente de la Turbera	412906	4801291
28	Barreda	Fuente de Sidro	415437	4801545
29	Campuzano	Fuente del Coterio	414390	4798933
30	Duález	Fuente el Jaro	413661	4801877
31	Torrelavega	Fuente de F. de Ganados	415126	4799703
31b	Torrelavega	Fuente G. Poch	-----	-----

Fig.- 1



Foto 1

- Acuíferos calcáreos cretácicos.

(Aptiense-Albiense-Cenomaniense) constituidos por calizas y calcarenitas con intercalaciones margo-arcillosas.

- Acuífero Cretácico terminal- Terciario.

(Campaniense Superior-Cuisiense) constituido por una serie de calizas, calcarenitas, calizas arenosas y dolomías.

Los recursos estimados del sistema, son de 91-135 hm³ al año y las reservas, hasta una profundidad de 100 m. por debajo del nivel de los manantiales, de 438 hm³. En el subsistema 4B (unidad de Comillas) sólo tiene interés el acuífero calcáreo de edad Aptiense-Albiense-Cenomaniense. Se trata en realidad de cuatro niveles acuíferos, constituidos por calizas y calcarenitas localmente dolomitizadas, separados entre sí por materiales impermeables. En conjunto la serie tiene una potencia de 1.000 a 1.250 m, siendo de los niveles permeables de 600-650 m.. Se trata de una serie calcárea y dolomítica, con transmisividad y coeficiente de almacenamiento muy variables, en función de la importancia de la fracturación y karstificación, pero en general altas.

Los materiales calcáreo-dolomíticos cretácicos constituyen un manto acuífero multicapa, en gran parte confinado, con una alimentación, fundamentalmente, a partir de la infiltración del agua de lluvia y, en menor cuantía, por la infiltración del agua de escorrentía en los materiales impermeables y de los ríos que lo atraviesan, en los puntos situados por encima del nivel piezométrico. La descarga se realiza a través de numerosos manantiales, algunos de cierta importancia como Fuente La Presa, San Miguel, etc., así como a través de los numerosos ríos y arroyos que les atraviesan (Ríos Saja, Besaya, etc.), y que en menor cuantía directamente al mar, en aquellos puntos en que el acuífero está en contacto con él.

Los recursos subterráneos se estiman en 32-48 hm³/año, evaluados a partir de la infiltración de la lluvia útil.

Las reservas, hasta una profundidad de 100 m. por debajo de la cota de manantiales, para una porosidad eficaz media del 1 por ciento, se estiman en 202 hm³/año.

Los grandes núcleos urbanos tales como Santander, Torrelavega, El Astillero, etc., constituyen por sus vertidos focos potenciales de contaminación.

Los vertidos industriales son otros focos potenciales de contaminación, los principales focos están situados en los alrededores de Torrelavega, cuyos vertidos van a los ríos Saja y Besaya, aunque esta situación va mejorando debido a la instalación de la depuradora de Vuelta Ostrera y las medidas anticontaminación de las grandes industrias de la comarca. Los demás puntos son muy locales y de poca entidad.

Las actividades agropecuarias, muy diseminadas en la zona constituyen también focos potenciales de contaminación, en la actualidad, por los análisis realizados, se observa que en algunas zonas tienen incidencia en la calidad química de las aguas subterráneas.

DATOS RELEVANTES DEL ESTUDIO

DATOS RELEVANTES DEL ESTUDIO

El estudio, objeto de este Trabajo Fin de Grado, se centra en las fuentes existentes dentro del área del Ayuntamiento de Torrelavega y, por tanto, dentro de la Cuenca Saja-Besaya, cuyas características se describen a continuación:

* **Descripción del medio.** Lo dividiremos en varios apartados:

- **Climatología.** El clima es equivalente al de las áreas bajas y litorales cantábricas, caracterizado por una temperatura moderada a lo largo de todo el año. Las temperaturas máximas no sobrepasan los 33 grados centígrados mientras las mínimas medias se mantienen todo el año por encima de los 5 grados centígrados y de los 20 en verano.
- **Precipitaciones.** La recogida de muestras se ha realizado a lo largo de todo el mes de abril de 2013 y dada la incidencia que tiene en los acuíferos que más adelante detallaremos, haremos un estudio comparativo de los últimos tres años en el citado mes de los 3 últimos años.

- Abril 2011



Fig.- 3

Fecha	Hora	C.I.M.A. LL (l/m ²)	Tipo dato
01-04-2011	00:00	0	V
02-04-2011	00:00	0.4	V
03-04-2011	00:00	6.8	V
04-04-2011	00:00	0	V
05-04-2011	00:00	0	V
06-04-2011	00:00	0	V
07-04-2011	00:00	0	V
08-04-2011	00:00	0	V
09-04-2011	00:00	0	V
10-04-2011	00:00	1.8	V
11-04-2011	00:00	1.2	V
12-04-2011	00:00	4.8	V
13-04-2011	00:00	0	V
14-04-2011	00:00	0	V
15-04-2011	00:00	0	V
16-04-2011	00:00	0	V
17-04-2011	00:00	0	V
18-04-2011	00:00	0	V
19-04-2011	00:00	0	V
20-04-2011	00:00	0.2	V
21-04-2011	00:00	0.4	V
22-04-2011	00:00	7.8	V
23-04-2011	00:00	0.4	V
24-04-2011	00:00	3.4	V
25-04-2011	00:00	7.4	V
26-04-2011	00:00	1.4	V
27-04-2011	00:00	0	V
28-04-2011	00:00	0	V
29-04-2011	00:00	0	V
30-04-2011	00:00	11.2	V

Fig.- 4

- Abril 2012



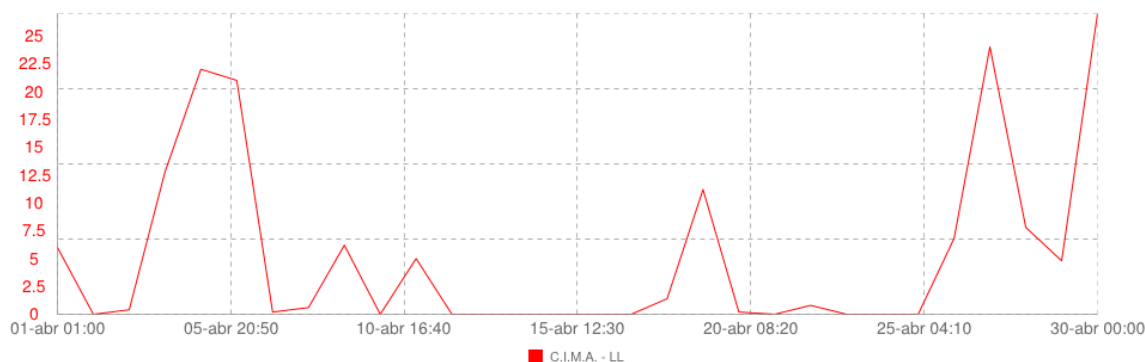
Fig.- 5

Fecha	Hora	C.I.M.A. LL (l/m ²)	Tipo dato
01-04-2012	00:00	0	V
02-04-2012	00:00	0	V
03-04-2012	00:00	0.8	V
04-04-2012	00:00	8.6	V
05-04-2012	00:00	13.8	V
06-04-2012	00:00	3.4	V
07-04-2012	00:00	19.4	V
08-04-2012	00:00	0	V
09-04-2012	00:00	0	V
10-04-2012	00:00	5	V
11-04-2012	00:00	1	V
12-04-2012	00:00	17.4	V
13-04-2012	00:00	5.8	V
14-04-2012	00:00	38.4	V
15-04-2012	00:00	24.8	V
16-04-2012	00:00	0	V
17-04-2012	00:00	0.6	V
18-04-2012	00:00	6.8	V
19-04-2012	00:00	9.4	V
20-04-2012	00:00	14	V
21-04-2012	00:00	6.8	V
22-04-2012	00:00	0	V
23-04-2012	00:00	0.6	V
24-04-2012	00:00	0.4	V
25-04-2012	00:00	0	V
26-04-2012	00:00	0	V
27-04-2012	00:00	5.4	V
28-04-2012	00:00	16.4	V
29-04-2012	00:00	6	V
30-04-2012	00:00	0.2	V

Fig.- 6

- Abril 2013

Fig.- 7



Fecha	Hora	C.I.M.A. LL (l/m ²)	Tipo dato
01-04-2013	00:00	6	V
02-04-2013	00:00	0	V
03-04-2013	00:00	0.4	V
04-04-2013	00:00	12.8	V
05-04-2013	00:00	22	V
06-04-2013	00:00	21	V
07-04-2013	00:00	0.2	V
08-04-2013	00:00	0.6	V
09-04-2013	00:00	6.2	V
10-04-2013	00:00	0	V
11-04-2013	00:00	5	V
12-04-2013	00:00	0	V
13-04-2013	00:00	0	V
14-04-2013	00:00	0	V
15-04-2013	00:00	0	V
16-04-2013	00:00	0	V
17-04-2013	00:00	0	V
18-04-2013	00:00	1.4	V
19-04-2013	00:00	11.2	V
20-04-2013	00:00	0.2	V
21-04-2013	00:00	0	V
22-04-2013	00:00	0.8	V
23-04-2013	00:00	0	V
24-04-2013	00:00	0	V
25-04-2013	00:00	0	V
26-04-2013	00:00	6.8	V
27-04-2013	00:00	24	V
28-04-2013	00:00	7.8	V
29-04-2013	00:00	4.8	V
30-04-2013	00:00	27	V

Fig.- 8

- Gráfica comparativa periodo Abril 2011- 2013

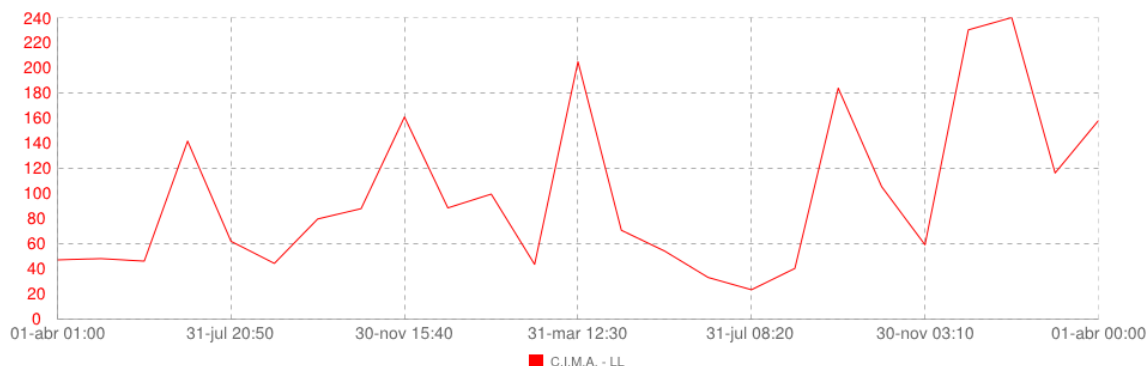


Fig.- 9

- **Vegetación.** La información sobre la cobertura vegetal y los usos del suelo en la cuenca conjunta de los ríos Saja y Besaya procede de la cartografía realizada al respecto por la Universidad de Cantabria.

La cobertura vegetal de la cuenca está constituida en su mayoría por praderas, brezal y bosque, que representan, en conjunto, más del 80% de la superficie total de la cuenca. La figura 10 representa la distribución geográfica en las Cuencas de los ríos Saja y Besaya de los principales tipos de vegetación y usos del suelo.

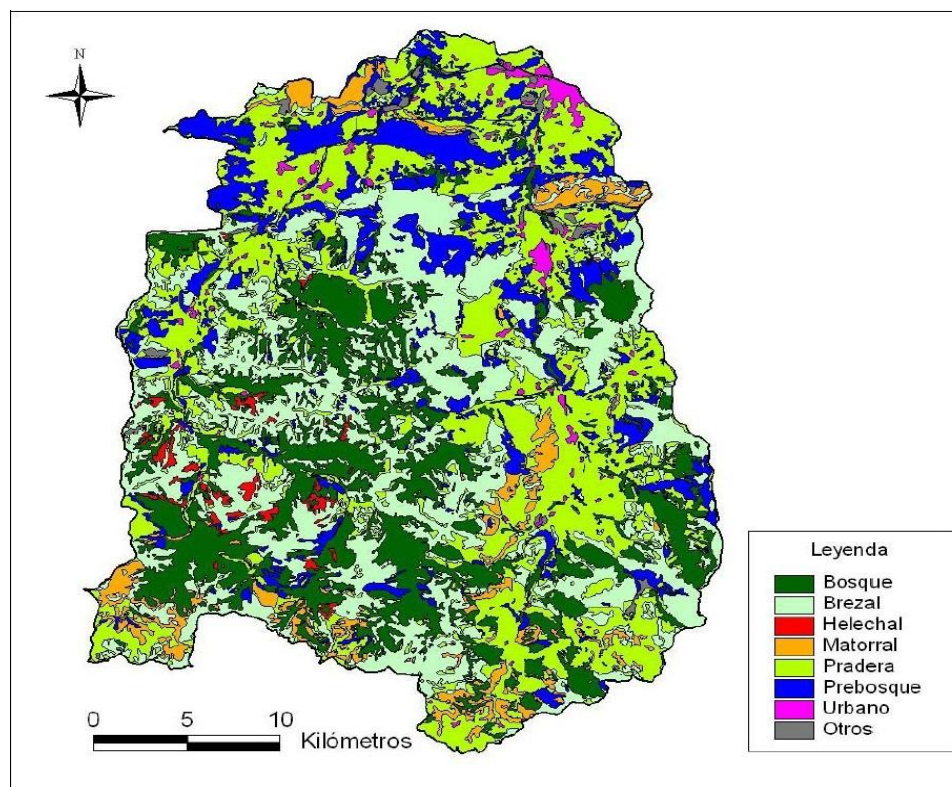


Fig.- 10 Principales tipos de vegetación y usos del suelo. Cuenca Saja-Besaya

- **Fauna.**

La fauna de esta zona es fundamentalmente vacuna y caballar de explotación intensiva, con lo esto conlleva de producción de detritus animales y la posible contaminación, producida por estos, de las aguas subterráneas.

DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

La zona en la que se ubica el estudio de las fuentes del Ayuntamiento de Torrelavega, se encuentra entre las Hojas Geológicas 34 (Torrelavega) y 58 (Los Corrales de Buelna) a escala 1:50.000 del Instituto Geológico Minero de España.

- **Estratigrafía.**

Los materiales geológicos aflorantes en la Hoja de Torrelavega pertenecen al Triásico, Jurásico, Cretácico, Paleoceno, Eoceno y Cuaternario. El Triásico está exclusivamente representado por materiales arcillosos con yesos y sal del keuper que afloran, de forma diapírica, en Polanco, Miengo, Punta de Calderón y en el borde orientado de la Hoja (Santander, Obregón y Parbayón).

Del Jurásico afloran sedimentos calizo-dolomíticos del Hettangiense-Sinemuriense Inferior al norte de Miengo, y en forma de bloques aislados en los diapiros de Polanco y Obregón, en cuyos bordes aparecen series calcáreo-margosas del Sinemuriense Superior-Toarciense.

Por lo que respecta a los distintos pisos del Cretácico, el Valanginiense Superior-Hauteriviense-Barremiense en facies Weald, constituido por limonitas y areniscas, ocupa amplias extensiones dentro de la Hoja. Aparece con facies peculiares (calizas pisolíticas y arcillas) y con reducido espesor en las proximidades de Cuchía (ría de Suances).

En la hoja de Los Corrales de Buelna afloran materiales pertenecientes al Paleozoico, Triásico, Cretácico Inferior y Cuaternario.

Del Paleozoico están representados sedimentos prehercínicos datados como Carboníferos.

El Triásico está diferenciado en Buntsandstein y Keuper.

El Cretácico Inferior consta, por una parte, de materiales en facies Purbeck y Weald.

Triásico

Los materiales más antiguos que afloran en la zona de estudio son de edad Triásica. Comprenden el Bundsandstein y el Keuper.

. Facies Buntsandstein. En la parte septentrional de la Hoja 58 (Franja cabalgante del Escudo de Cabuérniga) está representado el Buntsandstein (corte de Caldas), por un potente tramo, de unos 400 metros de espesor. Son rojizas a blanquecinas, de grano medio a fino, desde friables a bien cementadas, en capas no mayores de un metro, algo lenticulares, con estratificación cruzada con niveles de areniscas conglomeráticas y conglomerados. Estas areniscas están constituidas por granos de cuarzo, feldespatos potásicos abundantes y cemento de óxidos de hierro, en ocasiones siderita. Hacia arriba las areniscas contienen también fragmentos de rocas cuarcíticas y micáceas. Moscovita, rara biotita, circón y turmalina son accesorios constantes. En el tercio superior de la serie, aproximadamente, hay niveles de areniscas con cemento calcáreo, e incluso con fragmentos de rocas calizas ferruginadas, que pueden corresponder a un cambio lateral de las facies calcáreas del Muschelkalk.

. Facies Keuper. Los afloramientos pertenecientes al Keuper se localizan en la mitad oriental de la Hoja. Situándose las principales manchas en las zonas diapíricas de Polanco, Parbayón, Obregón, Bahía de Santander, Miengo (Playa Usgo) y Punta de Calderón.

El Keuper (T_{g23}) está constituido por arcillas plásticas, de tonos abigarrados con intercalaciones de yesos variolados (negros, blancos o rojos) y sal en profundidad (Polanco). Localmente pueden presentar masas o bloques de materiales de formaciones más modernas, principalmente «carniolas» o dolomías del Lías Inferior que, por situarse caóticamente sobre los materiales

plásticos del Keuper, así como por su reducida extensión, no pueden separarse en la cartografía de esta unidad, su potencia real no puede estimarse.

Jurásico

En la zona de estudio, el Jurásico no está representado debido a una laguna estratigráfica. En el resto de la Hoja Geológica, está constituido por sedimentos calizo-dolomíticos del Hettangiense-Sinemuriense Inferior al norte de Miengo, y en forma de bloques aislados en los diapiros de Polanco y Obregón, en cuyos bordes aparecen series calcáreo-margosas del Sinemuriense Superior-Toarciense.

Cretácico

Ampliamente representado en la hoja 34 (Torrelavega), está dividido en:

. Valanginiense Superior-Hauteriviense-Barremiense

Se presenta en dos litofacies diferentes, de acuerdo con la posición paleogeográfica dentro del área de sedimentación. La más característica, y al mismo tiempo la más extendida por toda la Hoja, está definida por una alternancia, de arcillas limo líticas rojizas y limos, presentando intercalaciones de areniscas micáceas y ferruginosas de grano medio a fino, de tonos blanquecinos a rojizos (C_{w12-14}) Es una serie normalmente azoica, que excepcionalmente contiene algunos oogonios de Charofitas referibles al genero clavator (columna de Riosapero). Generalmente se presenta muy cubierto, por lo que solamente se han podido levantar columnas parciales, como la citada de Riosapero, en la que se han medido unos 210 m., si bien la potencia real de la unidad debe ser de! orden de 550 m.

Hacia el Norte, en la zona de Suances (columna de Cuchia) la formación se reduce considerablemente de espesor, alcanzando solamente. 50 m. en la citada sección estratigráfica, al tiempo que en la parte inferior existen niveles de

calizas lacustres piso líticas o dismicríticas, que contienen Glirvanelfasp, oogonios de Charofitas y Ostrácoelos, que alternan con arcillas abigarradas plásticas con Gavatorites sp. y Cypridea dolobrata, Anders (Cw₁₂₋₁₄). La parte superior presenta facies semejantes a las descritas en la columna ele Riosapero. Esta reducción de potencia se debe a que esta zona norte de la Hoja el borde de la cuenca Weald está muy próximo.

- Aptiense.

En la mayor parte de la Hoja se han distinguido cuatro unidades cartográficas dentro del Aptiense. Se han levantado cuatro columnas detalladas para el estudio estratigráfico de este piso en Cuchía, Puente Arce, Casar de Periedo y Novales.

Cuaternario

El Pleistoceno está representado por las terrazas existentes en los valles de los ríos Saja, Pas y Besaya. Se han diferenciado cuatro niveles situados a 80 m. (Q₁T₁), 40 m. (Q₁T₂), 20 m. (Q₁T₃) y 3 m. (Q₁T₄) sobre el nivel actual de los citados ríos. Están constituidas normalmente por bolos y cantos de cuarzo y cuarcita englobados en una matriz arenosa. Los materiales del Holoceno predominantes en la zona de estudio están formados por Aluviones, constituidos por gravas y bolos heterogéneos con matriz areno-arcillosa, en la que es frecuente la presencia de materia orgánica. Destacan los de los ríos Pas, Besaya y Saja.

Téctonica

Los primeros movimientos de los que se tiene evidencia en la Hoja corresponden al subciclo paleoalpino de la orogenia alpina y están representados por los impulsos de las fases neociméricas. Regionalmente son responsables de la existencia del hiato Callovo-Oxfordiense en las áreas de sedimentación marina del Jurásico Superior, de la discordancia existente entre los materiales de la facies Purbeck y el resto del Jurásico, de la discontinuidad entre Weald y Purbeck y de la aparición de erosiones intra-weáldicas. En la zona que nos

ocupa provocan la erosión local de gran parte de los términos de edad jurásica, antes de la deposición de los sedimentos de la facies Weald (Valanginiense Superior a Barremiense), llegando a situarse esta última sobre materiales del Hettangiense-Sinemuriense Medio o del Sinemuriense Superior-Toarciense indiferentemente. Estos procesos parecen estar en relación con las primeras acumulaciones diapíricas del keuper, que darían lugar a altos paleogeográfico localizados, con zonas de erosión preferentes (Weald sobre Lías), acompañadas de un proceso regional de levantamiento.

Las estructuras de plegamiento originadas tienen una orientación aproximada ENE.-OSO., mientras que en las zonas central y oriental de la Cuenca Cantábrica son NO., SE.

Los sistemas de fracturación preferentes son los ENE.-OSO. y N.-S., desarrollándose también, con menor importancia, otro de dirección NO.-SE..

Principales diapiros

El diapirismo es un proceso relacionado con la plasticidad de las arcillas que constituyen el Keuper y la baja densidad de las sales. En Cantabria son abundantes los afloramientos de estos materiales, dando lugar a una intensa tectónica diapírica.

Los diapiros más importantes son:

- Diapiro de Polanco.
- Diapiro de Parbayón.
- Diapiro de Obregón.
- Diapiro de Santander.
- Diapiro de Miengo (Playa Usgo).
- Diapiro de Punta Calderón.
- Diapiro cubierto de Renedo.

Diapiro de polanco

De orientación general ENE.-OSO. Es quizá el más conocido, ya que las sales en él existentes han sido objeto de explotación por la sociedad Solvay y Cía. Perfora materiales que van hasta el Turoniense. Son numerosas las inclusiones de bloques de sedimentos del Lías y no se ha observado la presencia de ofitas. Se prolonga hacia el SO. bajo los sedimentos cuaternarios del río Saja hasta Torrelavega (asomos de yesos en excavaciones para la construcción hechas en dicha localidad). Ha aflorado a partir de una gran zona de fractura que va desde Torrelavega hasta Santander. En su extremo más oriental toma orientaciones N.-S. y probablemente enlaza en profundidad con el diapiro de Miengo.

Vamos a representar en la página siguiente la litología de la zona antes descrita:

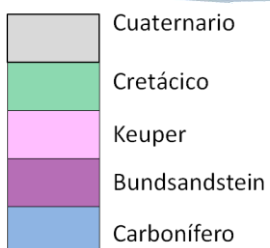
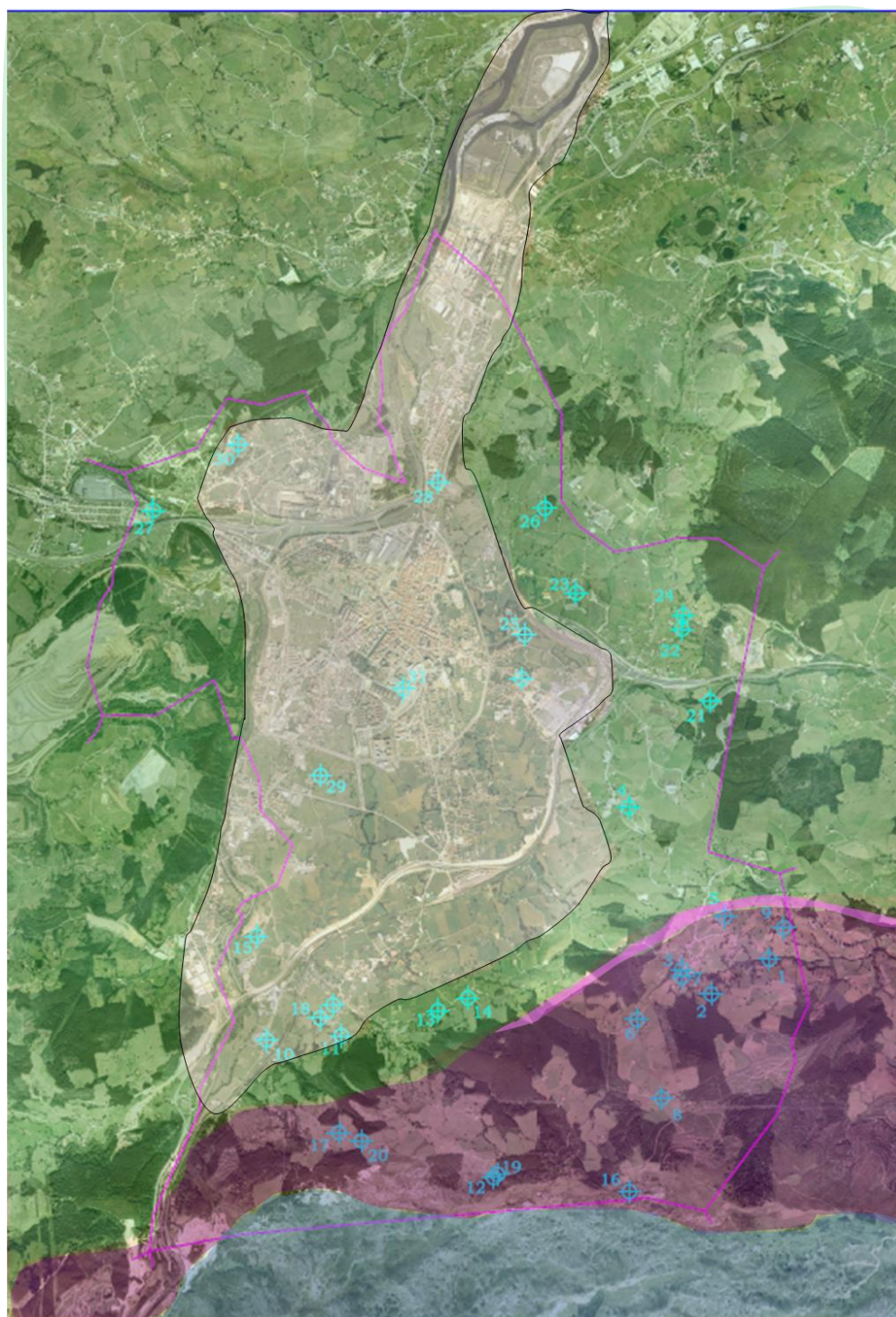


Fig.- 11

Como bien se puede apreciar, sobre una fotografía aérea de Torrelavega, se ha superpuesto la litología de la zona. En el casco urbano se pueden apreciar los sedimentos del Cuaternario, siendo la zona alrededor de ella una formación del cretácico. El Keuper ocupa una fina extensión en la falda del monte Dobra, siendo el resto una formación del Bundsandstein. Lo que es propiamente la montaña de caliza, que hoy es explotada por la empresa Solvay, es una formación del Carbonífero.

En cuanto a la distribución de las fuentes, según la litología anteriormente citada, establecemos la siguiente ordenación:

- **Estratos del Bundsandstein.** Está constituido por areniscas, conglomerados y limonitas. Pertenecen a ellos:

- Fuente del Churro. (1).
- Fuente del Canal de la Berza. (2).
- Fuente del Solar. (3).
- Fuente de Algiebe. (5).
- Fuente de Felisa. (6).
- Fuente del Rión. (7).
- Fuente de Fuentebuena. (8).
- Fuente de la Sologa. (9)
- Fuente de las Palomas. (12).
- Fuente de Sandalísas. (16).
- Fuente del Tronco. (17).
- Fuente del Espino. (19).
- Fuente de Calleja. (20).

- **Estratos del Cretácico.** Constituyen la mayor parte de los afloramientos existentes en la zona. Las areniscas, limonitas y arcillas pertenecen a la Facies

Weald. Las calizas y calcarenitas son de Aptiense. Pertenecen a este, las siguientes:

- Fuente de la Turbera. (4).
- Fuente de San Jorge. (13).
- Fuente de la Regata. (14).
- Fuente de la Vía. (21).
- Fuente de Pedrucos. (22).
- Fuente del Centro de Inseminación. (23)
- Fuente de la Pozona. (24).
- Fuente de la Hilera. (26).
- Fuente de la Turbera. (27).

- **Estratos del Cuaternario.** Está formado por un conjunto de depósitos fluviales con más o menos desarrollo, destacando los aluviales y terrazas de Torrelavega. Las fuentes que brotan aquí son:

- Fuente de Hoz. (10).
- Fuente del Cementerio. (11).
- Fuente de Cazacedo. (15).
- Fuente de Paramenes. (18).
- Fuente de Tronqueras. (25).
- Fuente de Sidro. (28).
- Fuente del Coterio. (29).
- Fuente el Jaro. (30).
- Fuente del Mercado Nacional de Ganados. (31).
- Fuente de la Granja Poch. (31b)

METODOLOGÍA

METODO DE ESTUDIO

*** Recogida de Muestras.** La recogida de muestras de los 31 manantiales y fuentes, como explicamos anteriormente, se ha realizado del 7 al 30 de abril de 2013. Esta operación se ha hecho no sin cierta dificultad debido a la orografía de esta región y a la inaccesibilidad de los parajes en que se encuentran. Para los diferentes análisis a realizar se ha recogido una cantidad de agua de 1,5 litros.



Foto - 2 (J.L.G.)

Durante la recogida de estas muestras se toman in situ los valores del caudal y la temperatura.

*** Métodos de análisis.** Las pruebas realizadas en el laboratorio en las muestras recogidas, unidas a las 2 anteriormente citadas son: medida del PH, turbidez, dureza, cloruros, sulfatos, nitratos, nitritos, amoníaco, conductividad, demanda química de oxígeno (ROQ), metales (zinc) y número de colonias desarrolladas en 24 horas. A continuación iremos desmenuzando en que consiste cada prueba y su significado.



Foto - 3 (J.L.G.)

1.- **Medida del pH.** Para establecer cuantitativamente la acidez o basicidad de una disolución, en lugar de usar las concentraciones de OH^- o H_3O^+ resulta más cómodo usar su logaritmo cambiado de signo, llamado pOH y pH respectivamente.

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] \quad \text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]$$

El cambio de signo se hace con el fin de que el pH sea un número positivo (aunque no siempre, sí en la mayoría de los casos).

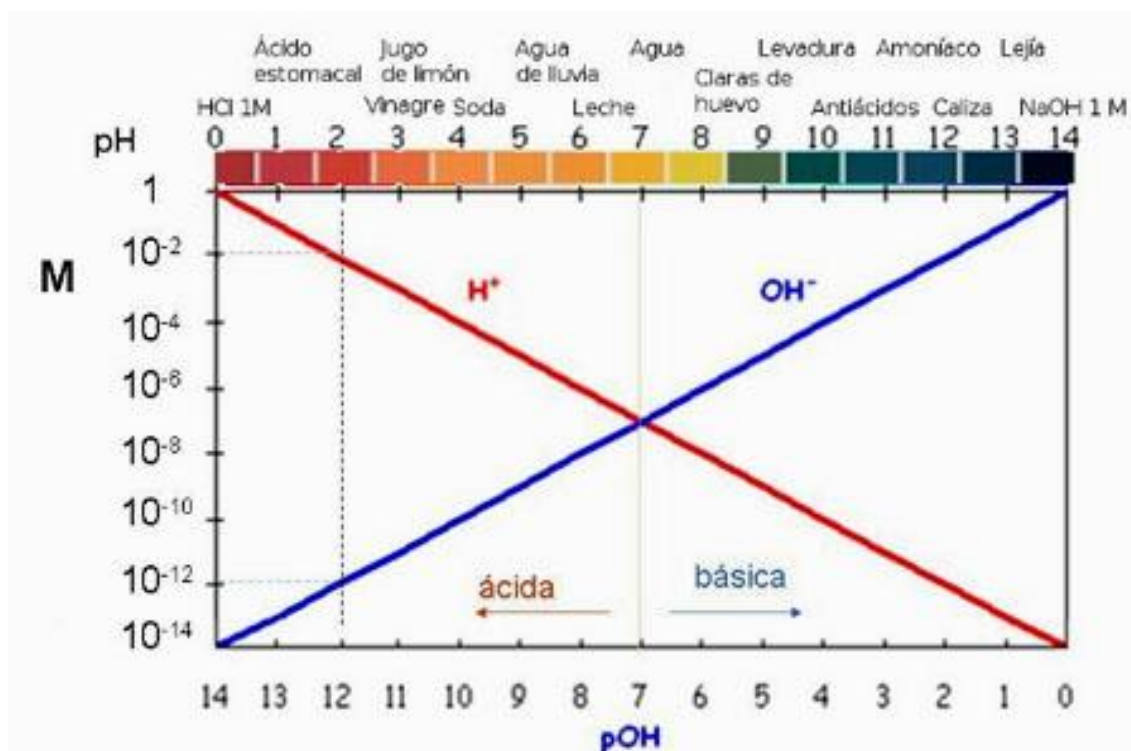


Fig.- 12

En el laboratorio de la Escuela hemos usado el peachímetro que se ve en la imagen.(foto 4)



Foto - 4 (J.L.G) Peachimetro

2.- **Turbidez.** Se entiende por turbidez la falta de transparencia de un líquido debida a la presencia de partículas en suspensión. Cuantos más sólidos en suspensión haya en el líquido (generalmente se hace referencia al agua), más sucia parecerá ésta y más alta será la turbidez. La turbidez es considerada una buena medida de la calidad del agua.

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

- Presencia de fitoplancton, y / o crecimiento de las algas.
- Presencia de sedimentos procedentes de la erosión.
- Presencia de sedimentos suspendidos del fondo (frecuentemente revueltos por peces que se alimentan por el fondo, como la carpa).
- Descarga de efluentes, como por ejemplo escorrentías urbanas, mezclados en el agua que se analiza.

Según la OMS (Organización Mundial para la Salud), la turbidez del agua para consumo humano no debe superar en ningún caso las 5 NTU, y estará idealmente por debajo de 1 NTU.



Foto - 5 (J.L.G) Turbidímetro

3.- Dureza del agua (complexometría). Se define la dureza o grado hidrotimétrico del agua como la suma de las concentraciones de cationes metálicos, exceptuando los alcalinos y el ion hidrógeno. En la mayoría de los casos, la dureza se debe principalmente al contenido de iones calcio y magnesio.

La dureza es un factor importante a la hora de valorar gastos en los procesos industriales, por las incrustaciones que pueden aparecer en calderas, dificultades en blanqueos, pero tienen escasa incidencia sobre la salud. Procedimiento de análisis:

Procedimiento. A 100 ml de la muestra, calentada a una temperatura de 60° C, añadimos 2 ml de amoníaco concentrado y una pastilla indicadora. Vertemos la solución de EDTA 0,01 M hasta viraje de rojo a verde pasando por un tono gris, que nos avisa del final. Cada ml de titriplex (EDTA), equivale a un grado francés, equivalente a 4,008 mg de Ca o 2,432 mg de Mg de disolución. El calcio se puede valorar independientemente del magnesio, empleando murexida. Debemos trabajar a un pH igual o superior a 12, para lo que adicionamos lejía de sosa (10 mg de NaOH en 100 ml de agua). Inmediatamente se agregan unas gotas de murexida (se prepara diluyendo una pequeña cantidad en pocos mililitros de agua destilada, agitando vigorosamente y dejando reposar, tomando de lo que sobrenada). Valoramos hasta viraje de anaranjado a violeta.

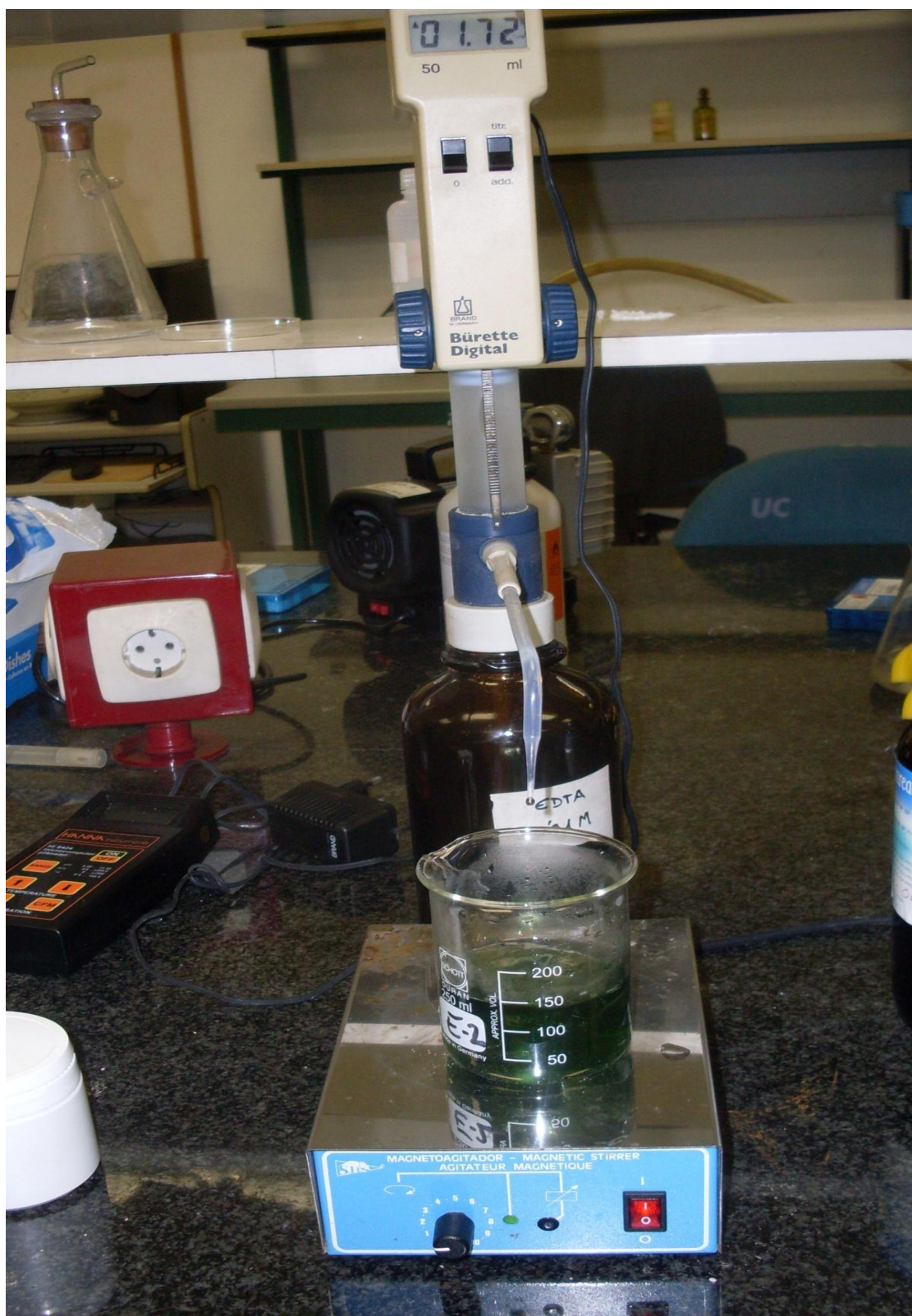


Foto - 6 (J.L.G) Prueba de Complexometría

4.- **Determinación de cloruros.** Los análisis de iones Cl^- se han realizado mediante electrodos selectivos. Sin importar las condiciones de la muestra, los componentes esenciales de un sistema de medición con electrodos selectivos a iones son:

- a) Un electrodo sensible (media célula)
- b) Un electrodo de referencia (media célula)
- c) Un dispositivo de lectura (medidor)
- d) Una solución conteniendo el ión a medir.

Cuando un electrodo sensible se expone a una solución problema de iones para los cuales es selectivo, se desarrolla un potencial a través de la superficie de la membrana sensible. Este potencial de la membrana varía con la concentración del ión a medir. La magnitud de este potencial como un voltaje puede relacionarse con la concentración. Hay varios tipos de electrodos sensibles. Se clasifican según el material usado en la membrana para construir el electrodo. Vidrio.-Es el tipo más familiar de los electrodos sensibles. Se usa para la medición de pH y de algunos iones, tales como el sodio.

Estado sólido.- La membrana está hecha de un material sólido uniforme u homogéneo. Los electrodos de cloruros, bromuros, yoduros y fluoruros son ejemplo de este tipo de electrodo.

Electrodos de referencia.-El electrodo de referencia debe proporcionar un potencial estable y reproducible bajo una amplia variedad de condiciones de la muestra. las soluciones de relleno deben de fluir libremente sin que la muestra ensucie ni obture la unión, y no deben interferir con el electrodo sensible ni con la muestra. en el caso de cloruros, esta solución de relleno puede ser nitrato de potasio.

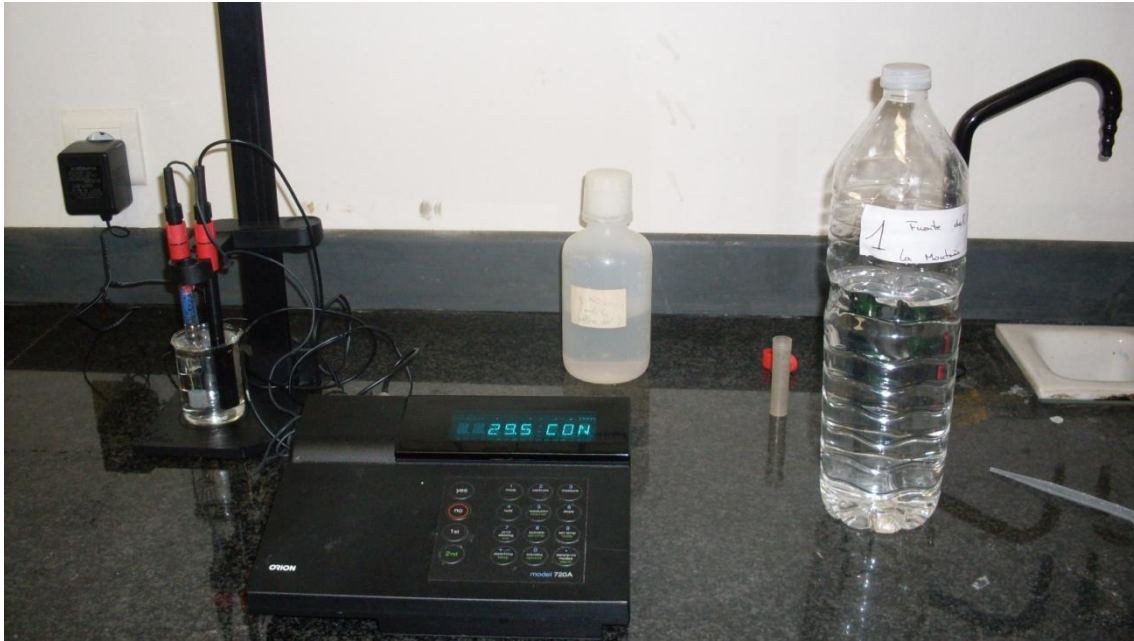


Foto - 7 (J.L.G) Clorurímetro

5.- Determinación de sulfatos de ión sulfato. Al igual que los cloruros, el contenido en sulfatos de las aguas naturales es muy variable y puede ir desde muy pocos miligramos por litro hasta cientos de miligramos por litros. Los sulfatos pueden tener su origen en que las aguas atraviesen terrenos ricos en yesos o a la contaminación con aguas residuales industriales. El contenido de sulfatos no suele presentar problema de potabilidad a las aguas de consumo pero, en ocasiones, contenidos superiores a 300 mg/l pueden ocasionar trastornos gastrointestinales en los niños. Se sabe que los sulfatos de sodio y magnesio pueden tener acción laxante, por lo que no es deseable un exceso de los mismos en las aguas de bebida. La reglamentación técnico-sanitaria española establece como valor orientador de calidad 250 mg/l y como límite máximo tolerable 400 mg/l, concentración máxima admisible. La determinación del contenido de sulfatos puede hacerse por diferentes métodos. Uno de ellos es el Test rápido de sulfatos. Este es el método utilizado en nuestro laboratorio. Cuando el test resulta negativo supone que la concentración es menor de 200 mg. por litro.



Foto - 8 (J.L.G) Determinación de iones sulfato

6.- Determinación de nitratos de ión nitrato. Los nitratos son abono para las plantas, su exceso acelera su crecimiento y ocasiona problemas para el río. Los fertilizantes empleados en agricultura son la principal causa de los nitratos en el agua. Las aguas sin contaminación normalmente presentan unos niveles de nitratos inferiores a 4 ppm (mg/L). Si la concentración de nitratos es

superior a 40 ppm el agua se considera no potable. El consumo de agua con nitratos es perjudicial para el ser humano, en especial para los niños.

¿Cómo medir la concentración de nitratos?. Primero llenar el tubo de muestra hasta la línea de 5 ml. Después se añade una pastilla para análisis de nitratos nº1. Después se tapa el tubo y se agita hasta que se disuelva por completo. A continuación se vuelve a añadir la pastilla nº2 y se agita hasta que esta se disuelva. Esperamos 5 minutos y comparamos el color de la disolución con la carta de colores y apuntamos el resultado como ppm.



Foto - 9 (J.L.G) Determinación de iones nitrato

7.- Determinación de nitritos. El Nitrito está considerado como el contaminante químico más difuso. Se produce durante la oxidación del amoníaco o se origina de los desechos agrícolas, urbanos e industriales. Dichos procesos de oxidación y reducción se dan lugar en las instalaciones para el tratamiento de aguas residuales y en las aguas naturales, a causa de la descomposición biológica de compuestos acodaos. En acuicultura y acuarios de agua dulce, el nitrito es fuertemente tóxico para los peces, privando a la sangre de oxígeno y asfixiando a los peces. El nitrito deberá mantenerse a muy bajas concentraciones (inferiores a 0,1 mg/l), dado que es cancerígeno y peligroso

tanto para humanos como para animales. En las torres de refrigeración se usan altas concentraciones de esta sustancia a fin de inhibir la corrosión. Los nitritos deben ser controlados en las aguas naturales y en las descargas, porque son sustancias cancerígenas y muy tóxicas para la vida acuática.

Los nitritos son el estado intermedio de oxidación del nitrógeno (en la oxidación del amoníaco en nitrato o en la reducción del nitrato). Tal oxidación/reducción puede ocurrir en el agua residual de las plantas de tratamiento y en las aguas naturales durante la descomposición biológica de los compuestos de nitrógeno. En pequeñas cantidades puede causar metaemoglobinemia entre los bebés. A la inversa, se usan niveles altos para inhibir la corrosión en torres de refrigeración. Las reacciones de nitrosación de los nitritos pueden producir nitrosaminas orgánicas, que se sabe son cancerígenas. Para la determinación de nitrito hemos utilizado el kit preparado para ello. Cogemos en dos frascos 5 ml. de muestra en cada uno y en uno de ello le añadimos una cucharadita del reactivo 1 y después 5 gotas del reactivo 2. Al cabo de 5 minutos, se compara con la escala colorimétrica que nos dan y obtenemos la concentración pedida.



Foto - 9 (J.L.G) Determinación de iones nitrito

8.- Medida de la conductividad de un líquido. La conductividad, capacidad de una solución acuosa para conducir una corriente eléctrica, es un parámetro de fácil medida relacionado con distintas propiedades químicas y que por ello nos permite controlar diversos procesos, permitiendo realizar valoraciones volumétricas ácido-base, calcular el grado de disociación de electrólitos débiles, medir la solubilidad de sales muy poco solubles. A nivel industrial, la medida de la conductividad nos permite conocer la salinidad de un agua y con ella el grado de dureza y, en las destiladas, la pureza de estas.

La conductividad eléctrica de un agua es la conductancia de una columna de agua comprendida entre dos electrodos metálicos de 1 cm^2 de superficie separados el uno del otro por 1 cm. Se expresa el resultado en micro-Siemens por centímetro ($\mu\text{S/cm}$). ($1 \mu\text{mhos/cm} = 0,1 \text{ mS/m}$).

La medida se basa en el principio del puente de Wheatstone, utilizando como aparato de cero un galvanómetro o una imagen catódica.

La conductividad es una propiedad coligativa, con lo que, en principio, depende de la concentración de las especies químicas y no de su naturaleza, y de la temperatura de la disolución.

Veamos una tabla en la que aparecen algunas conductividades relacionadas con concentraciones y temperaturas. El soluto es KC1 :

Concentracio (equiv./l)	En S/cm		
	0°C	18° C	25° C
1	0,06543	0,09820	0,11173
0,1	0,007154	0,011192	0,012886
0,01	0,000775	0,0012227	0,001411

Existe una relación entre el contenido en sales disueltas de un agua y su conductividad, aunque a veces la mineralización determinada a partir del estrato seco no coincide con la calculada a partir de la conductividad, dando errores inherentes a la determinación de cada una de estas medidas.

Una fórmula rápida para calcular la mineralización es la siguiente: Mineralización (mg/l) : $688000 * \text{conductividad a } 20^{\circ}\text{C} (\mu\text{S/cm})$. Aniones + Cationes (meq/l) : $10 * \text{conductividad a } 20^{\circ}\text{C} (\mu\text{S/cm})$.

Esta fórmula solo es válida para aguas de mineralización débil, entre 333 y 833 $\mu\text{S/cm}$. Para otros rangos podemos aplicar la tabla siguiente:

Conductividad ($\mu\text{S/cm}$)	Mineralización (mg/l)
conductividad $\leq 50 \mu\text{S/cm}$	$1,365079 * \text{conductividad}$
Entre 50 y 166	0,947658 "
Entre 166 y 333	0,769574 "
Entre 333 y 833	0,715920 "
Entre 833 y 10000	0,758544 "
Superior a 10000	0,850432 "

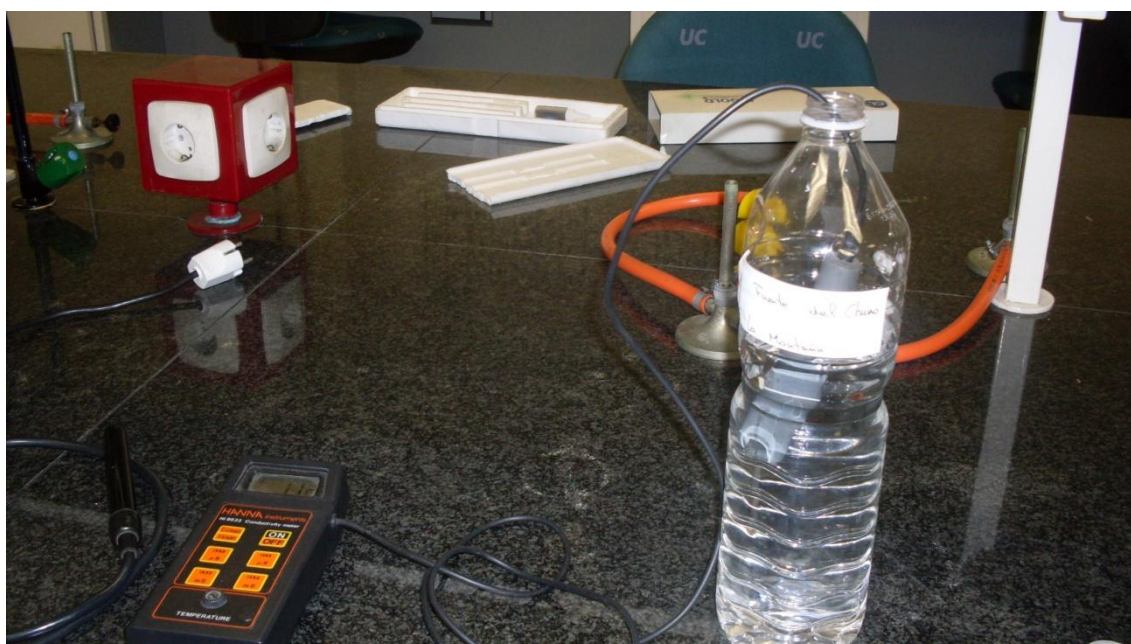


Foto - 10 (J.L.G) Conductivímetro

9.- **Demanda química de oxígeno (ROQ).** El requerimiento de oxígeno químico, llamado anteriormente demanda química de oxígeno, se utiliza como

una medida de la materia orgánica contenida en una muestra susceptible de oxidación por un oxidante químico fuerte. La mayor parte de la materia orgánica resulta oxidada por una mezcla a ebullición de los ácidos crómico y sulfúrico. Los compuestos alifáticos de cadena lineal volátiles no se oxidan apreciablemente. Se oxidan con mayor facilidad cuando se añade Ag_2SO_4 como catalizador. Sin embargo, el sulfato de plata reacciona con el cloro, el bromo y el yodo, produciendo precipitados oxidados sólo parcialmente: estas dificultades pueden ser superadas en gran medida añadiendo HgSO_4 antes del reflujo.

REACTIVOS.- Solución de digestión: unos 500 ml. de agua destilada + 10,216 gr de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, previamente secados a 103 °C durante 2 horas, + 167 ml. de H_2SO_4 conc. + 33,3 g de HgSO_4 . Disuélvase, enfríese hasta temperatura ambiente y dilúyase hasta 1 litro. Reactivo ácido sulfúrico: AgSO_4 en H_2SO_4 conc. en la proporción 5,5 g. de sulfato de plata/kg de sulfúrico. Déjese reposar de 1 a 2 días, para disolver bien. Ftalato de hidrógeno y potasio (FHP) patrón: tritúrese el ftalato ligeramente y luego séquese a 120 °C. Disolver 425 mg hasta un litro: el requerimiento teórico de esta disolución es de 500 $\mu\text{g O}_2/\text{ml}$.

Procedimiento.- Utilizando tubos de cultivo de 10 ml., preparar los patrones:

	0ppm	125 ppm	250 ppm	500 ppm	1000 ppm
FHP, vol:	0ml	0,25 ml	0,5 ml	1ml	2ml
H_2O , vol:	2,5 ml	2,25 ml	2ml	1,5 ml	0,5 ml

a estos tubos, así como a 2,5 ml de muestra, se añade 1,5 ml sol. digestión y 3,5 ml de reactivo ác. sulfúrico. Se digiere a 145 °C, durante 2 h. y se deja enfriar. Se invierte y se agitan las muestras y patrones. Las medidas se realizan en el espectrofotómetro U. V. a 600 nm.



Foto - 11 (J.L.G.) Estufa



Foto - 12 (J.L.G) Espectrofotómetro

10.- **Colonias desarrolladas en agar nutritivo a 37 °C en 24 horas.**

Determinación de microorganismos aerobios mesófilos:

Se determinan estos microorganismos que son los que se encuentran a temperatura ambiente en el agua.

El método consiste en filtrar a vacío una determinada cantidad de agua que va a ser de 100 ml. sobre una membrana filtrante estéril depositada con la cuadrícula hacia arriba.

Una vez filtrada el agua, se retira la membrana y se deposita con pinzas estériles sobre una placa Petri con medio agar nutritivo , se incuba a 37 °C durante 24 - 48 horas.

Tras la incubación se realiza un recuento de las colonias aparecidas, expresándose el resultado en u.f.c. en 100 ml..

Recuento de colonias:

Al transcurrir el período de incubación establecido se extrae la placa de Petri de la estufa y se recuentan las colonias formadas, que aparecen como pequeñas manchas, perfectamente diferenciadas.



Fotos - 13 y 14 (J.L.G.) Estufa y muestras de Coliformes

Como bien se puede apreciar en las fotografías 12 y 13 de la página anterior, las muestras que han sido introducidas en la estufa durante 24 horas a 37° C se puede ver como en la placa que está en el centro, se han reproducido 5 colonias de Coliformes.

Cuando se obtienen recuentos de más de 200 colonias sobre una misma membrana pueden dar resultados erróneos debido a la superpoblación, ya que lo que aparece como una colonia puede ser originado por varias bacterias bajo condiciones de hacinamiento. En estos casos debemos volver a muestrear el agua.

Por otra parte, un número de colonias inferior a 10 ó 20 por membrana es poco fiable como base para establecer cuantitativamente la concentración bacteriana de la muestra. Por ejemplo, la obtención de 2 colonias a partir del análisis de 1 ml de un agua, no nos permite afirmar que ese agua contenía 200 colonias en 100 ml. En estos caso conviene repetir el análisis filtrando un volumen de muestra mayor.

Cuando el recuento de colonias está entre 20-200, los resultados se expresan:
Si hemos analizado una muestra sin diluir:

Recuento de colonias = UFC / volumen de muestra filtrada.

Si hemos analizado una muestra diluida: Recuento de colonias x Factor de dilución = UFC/ volumen de muestra filtrada.

En la foto 14 , podemos observar el sistema de filtrado al vacio que tenemos en la Escuela, con la membrana filtrante ya colocada en el embolo previamente desinfectado con alcohol y apunto para verter los 100 ml. de muestra.



Foto - 15 (J.L.G.) Filtrantes de vacío para determinación de Coliformes

11.- **Determinación de la concentración de zinc en una muestra**

de agua. Espectrometría de absorción atómica de llama. Es la técnica analítica más utilizada en el Laboratorio Clínico para la medición de la concentración de zinc porque presenta una elevada sensibilidad y especificidad analítica, es rápida y requiere un volumen pequeño de muestra (53,55,56). La muestra, diluida, es aspirada y conducida a la llama mediante un nebulizador. En ésta, los átomos de zinc en estado fundamental absorben la luz emitida por una lámpara de cátodo hueco del mismo metal. La llama utilizada está compuesta por acetileno y aire. La línea de resonancia correspondiente a los átomos de zinc cuantificados se aísla de la emisión de fondo de la llama mediante una red de difracción.



Foto - 16 (J.L.G.) Espectrofotómetro de absorción atómica de llama

*** Resultados de las pruebas de laboratorio.**

Durante el mes de abril de 2013, se han realizado en la Escuela Politécnica de Ingeniería de Minas y Energía tanto los análisis químicos, como las características físicas de las 31 muestras recogidas.

A cada fuente se le ha asignado un número de orden, e irá acompañada de la foto en la parte inferior. Los valores que superen los parámetros permitidos por la legislación se subrayaran en rojo.

A continuación se detallan estos resultados:

ANÁLISIS DE AGUA		Nº 1 Fuente del Churro - La Montaña Día: 28 - 04 - 2013 Hora: 11:03		
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	UNIDAD	RESULTADO	NORMA	NIVEL GUÍA
Temperatura agua	°C	15,2	-----	-----
Caudal	l/minuto	9	-----	-----
Turbidez	UNF	0,65	5	1
Conductividad	μS/cm	115	2500	400
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS				
pH	pH	7,64	6,5-9,5	6,5-8,5
Dureza	°F	3,02	-----	-----
Cloruros	mg/l	30,8	250	25
Sulfato	mg/l	< 200	250	25
Nitratos	mg/l	50	50	25
Nitritos	mg/l	0	0,1	-----
Zinc	mg/l	0,03	-----	0,1
Amoniaco	mg/l	0	0,5	0,05
D. Química de Oxígeno (ROQ)	mg/l	< 10	-----	-----
MICROBIOLOGÍA				
Número de coliformes totales	en 100 ml	22	0	-----



ANÁLISIS DE AGUA		Nº 2 Fuente Canal de la Berza - La Montaña Día: 12 - 04 - 2013 Hora: 20:20		
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	UNIDAD	RESULTADO	NORMA	NIVEL GUÍA
Temperatura	°C	14,1	-----	-----
Caudal	l/mn.	8,5	-----	-----
Turbidez	UNF	1,86	5	1
Conductividad	μS/cm	93	2500	400
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS				
pH	pH	5,58	6,5-9,5	6,5-8,5
Dureza	°F	2,06	-----	-----
Cloruros	mg/l	31,5	250	25
Sulfato	mg/l	< 200	250	25
Nitratos	mg/l	25	50	25
Nitritos	mg/l	0	0,1	-----
Zinc	mg/l	0,05	-----	0,1
Amoniaco	mg/l	0	0,5	0,05
D. Química de Oxígeno (ROQ)	mg/l	< 10	-----	-----
MICROBIOLOGÍA				
Número de coliformes totales	en 100 ml	0	0	-----



ANÁLISIS DE AGUA		Nº 3 Fuente del Solar - La Montaña Día: 12 - 04 - 2013 Hora: 20:45		
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	UNIDAD	RESULTADO	NORMA	NIVEL GUÍA
Temperatura agua	°C	15	-----	-----
Caudal	l/minuto	12	-----	-----
Turbidez	UNF	2,96	5	1
Conductividad	µS/cm	363	2500	400
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS				
pH	pH	5,77	6,5-9,5	6,5-8,5
Dureza	°F	16,72	-----	-----
Cloruros	mg/l	47,5	250	25
Sulfato	mg/l	< 200	250	25
Nitratos	mg/l	25	50	25
Nitritos	mg/l	0	0,1	-----
Zinc	mg/l	0	-----	0,1
Amoniaco	mg/l	0	0,5	0,05
D. Química de Oxígeno (ROQ)	mgO ₂ /l	< 2	-----	-----
MICROBIOLOGÍA				
Número de coliformes totales	en 100 ml	48	0	-----



ANÁLISIS DE AGUA		Nº 4 Fuente de la Turbera - La Montaña Día: 12 - 04 - 2013 Hora: 21:13		
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	UNIDAD	RESULTADO	NORMA	NIVEL GUÍA
Temperatura agua	°C	14,9	-----	-----
Caudal	l/minuto	10	-----	-----
Turbidez	UNF	0,68	5	1
Conductividad	µS/cm	180	2500	400
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS				
pH	pH	4,53	6,5-9,5	6,5-8,5
Dureza	°F	4,12	-----	-----
Cloruros	mg/l	41,6	250	25
Sulfato	mg/l	< 200	250	25
Nitratos	mg/l	25	50	25
Nitritos	mg/l	0	0,1	-----
Zinc	mg/l	1,36	-----	0,1
Amoniaco	mg/l	0	0,5	0,05
D. Química de Oxígeno (ROQ)	mgO ₂ /l	< 10	-----	-----
MICROBIOLOGÍA				
Número de coliformes totales	en 100 ml	0	0	-----



ANÁLISIS DE AGUA		Nº 5 Fuente del Algiebe - La Montaña Día: 12 - 04 - 2013 Hora: 19:15		
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	UNIDAD	RESULTADO	NORMA	NIVEL GUÍA
Temperatura agua	°C	15,5	-----	-----
Caudal	l/minuto	12	-----	-----
Turbidez	UNF	0,78	5	1
Conductividad	μS/cm	199	2500	400
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS				
pH	pH	4,6	6,5-9,5	6,5-8,5
Dureza	°F	3,58	-----	-----
Cloruros	mg/l	38,7	250	25
Sulfato	mg/l	< 200	250	25
Nitratos	mg/l	60	50	25
Nitritos	mg/l	0	0,1	-----
Zinc	mg/l	0,15	-----	0,1
Amoniaco	mg/l	0	0,5	0,05
D. Química de Oxígeno (ROQ)	mgO ₂ /l	< 10	-----	-----
MICROBIOLOGÍA				
Número de coliformes totales	en 100 ml	8	0	-----



ANÁLISIS DE AGUA		Nº 6 Fuente de Felisa - La Montaña Día: 13 - 04 - 2013 Hora: 19:15		
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	UNIDAD	RESULTADO	NORMA	NIVEL GUÍA
Temperatura agua	°C	11,9	-----	-----
Caudal	l/minuto	12	-----	-----
Turbidez	UNF	0,86	5	1
Conductividad	µS/cm	71	2500	400
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS				
pH	pH	5,05	6,5-9,5	6,5-8,5
Dureza	°F	1,34	-----	-----
Cloruros	mg/l	18,6	250	25
Sulfato	mg/l	< 200	250	25
Nitratos	mg/l	25	50	25
Nitritos	mg/l	0	0,1	-----
Zinc	mg/l	0	-----	0,1
Amoniaco	mg/l	0	0,5	0,05
D. Química de Oxígeno (ROQ)	mgO ₂ /l	< 10	-----	-----
MICROBIOLOGÍA				
Número de coliformes totales	en 100 ml	4	0	-----



ANÁLISIS DE AGUA		Nº 7 Fuente del Rión - La Montaña Día: 12 - 04 - 2013 Hora: 20:15		
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	UNIDAD	RESULTADO	NORMA	NIVEL GUÍA
Temperatura agua	°C	12,9	-----	-----
Caudal	l/minuto	16	-----	-----
Turbidez	UNF	3,06	5	1
Conductividad	µS/cm	72	2500	400
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS				
pH	pH	5,90	6,5-9,5	6,5-8,5
Dureza	°F	1,22	-----	-----
Cloruros	mg/l	23,6	250	25
Sulfato	mg/l	< 200	250	25
Nitratos	mg/l	25	50	25
Nitritos	mg/l	0	0,1	-----
Zinc	mg/l	0	-----	0,1
Amoniaco	mg/l	0	0,5	0,05
D. Química de Oxígeno (ROQ)	mgO ₂ /l	< 10	-----	-----
MICROBIOLOGÍA				
Número de coliformes totales	en 100 ml	10	0	-----



ANÁLISIS DE AGUA		Nº 8 Fuente de Fuentebuena - La Montaña Día: 27 - 04 - 2013 Hora: 18:03		
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	UNIDAD	RESULTADO	NORMA	NIVEL GUÍA
Temperatura agua	°C	11,8	-----	-----
Caudal	l/minuto	15	-----	-----
Turbidez	UNF	0,70	5	1
Conductividad	μS/cm	66	2500	400
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS				
pH	pH	7,56	6,5-9,5	6,5-8,5
Dureza	°F	1,72	-----	-----
Cloruros	mg/l	28,9	250	25
Sulfato	mg/l	< 200	250	25
Nitratos	mg/l	25	50	25
Nitritos	mg/l	0	0,1	-----
Zinc	mg/l	0	-----	0,1
Amoniaco	mg/l	0	0,5	0,05
D. Química de Oxígeno (ROQ)	mgO ₂ /l	140	-----	-----
MICROBIOLOGÍA				
Número de coliformes totales	en 100 ml	0	0	-----



ANÁLISIS DE AGUA		Nº 9 Fuente de la Sologa - La Montaña Día: 27 - 04 - 2013 Hora: 18:37		
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	UNIDAD	RESULTADO	NORMA	NIVEL GUÍA
Temperatura agua	°C	13,7	-----	-----
Caudal	l/minuto	0,8	-----	-----
Turbidez	UNF	0,97	5	1
Conductividad	µS/cm	385	2500	400
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS				
pH	pH	7,54	6,5-9,5	6,5-8,5
Dureza	°F	21,04	-----	-----
Cloruros	mg/l	31,6	250	25
Sulfato	mg/l	< 200	250	25
Nitratos	mg/l	25	50	25
Nitritos	mg/l	0	0,1	-----
Zinc	mg/l	0	-----	0,1
Amoniaco	mg/l	0	0,5	0,05
D. Química de Oxígeno (ROQ)	mgO ₂ /l	< 200	-----	-----
MICROBIOLOGÍA				
Número de coliformes totales	en 100 ml	+ 100	0	-----



ANÁLISIS DE AGUA		Nº 10 Fuente de Hoz - Viñoles		
		Día: 19 - 04 - 2013 Hora: 9:15		
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	UNIDAD	RESULTADO	NORMA	NIVEL GUÍA
Temperatura agua	°C	16,1	-----	-----
Caudal	l/minuto	15	-----	-----
Turbidez	UNF	0,48	5	1
Conductividad	µS/cm	104	2500	400
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS				
pH	pH	5,24	6,5-9,5	6,5-8,5
Dureza	°F	2,49	-----	-----
Cloruros	mg/l	33,0	250	25
Sulfato	mg/l	< 200	250	25
Nitratos	mg/l	30	50	25
Nitritos	mg/l	0	0,1	-----
Zinc	mg/l	0	-----	0,1
Amoniaco	mg/l	0	0,5	0,05
D. Química de Oxígeno (ROQ)	mgO ₂ /l	125	-----	-----
MICROBIOLOGÍA				
Número de coliformes totales	en 100 ml	1	0	-----



ANÁLISIS DE AGUA		Nº 11 Fuente del Cementerio - Viernoles Día: 12 - 04 - 2013 Hora: 21:05		
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	UNIDAD	RESULTADO	NORMA	NIVEL GUÍA
Temperatura agua	°C	14,5	-----	-----
Caudal	l/minuto	13	-----	-----
Turbidez	UNF	1,24	5	1
Conductividad	µS/cm	119	2500	400
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS				
pH	pH	5,43	6,5-9,5	6,5-8,5
Dureza	°F	4	-----	-----
Cloruros	mg/l	30,4	250	25
Sulfato	mg/l	< 200	250	25
Nitratos	mg/l	25	50	25
Nitritos	mg/l	0	0,1	-----
Zinc	µg/l	0	-----	100
Amoniaco	mg/l	0	0,5	0,05
D. Química de Oxígeno (ROQ)	mgO ₂ /l	150	-----	-----
MICROBIOLOGÍA				
Número de coliformes totales	en 100 ml	0	0	-----



ANÁLISIS DE AGUA		Nº 12 Fuente de las Palomas - Viernoles Día: 20 - 04 - 2013 Hora: 20.30		
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	UNIDAD	RESULTADO	NORMA	NIVEL GUÍA
Temperatura agua	°C	11	-----	-----
Caudal	l/minuto	12	-----	-----
Turbidez	UNF	8,6	5	1
Conductividad	μS/cm	254	2500	400
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS				
pH	pH	5,47	6,5-9,5	6,5-8,5
Dureza	°F	14,06	-----	-----
Cloruros	mg/l	38,6	250	25
Sulfato	mg/l	< 200	250	25
Nitratos	mg/l	25	50	25
Nitritos	mg/l	0	0,1	-----
Zinc	mg/l	0,01	-----	0,1
Amoniaco	mg/l	0	0,5	0,05
D. Química de Oxígeno (ROQ)	mgO ₂ /l	170	-----	-----
MICROBIOLOGÍA				
Número de coliformes totales	en 100 ml	+ 100	0	-----



ANÁLISIS DE AGUA		Nº 13 Fuente de San Jorge - Viñoles Día: 12 - 04 - 2013 Hora: 20:48		
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	UNIDAD	RESULTADO	NORMA	NIVEL GUÍA
Temperatura agua	°C	14,8	-----	-----
Caudal	l/minuto	22,5	-----	-----
Turbidez	UNF	0,74	5	1
Conductividad	μS/cm	130	2500	400
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS				
pH	pH	5,41	6,5-9,5	6,5-8,5
Dureza	°F	4,03	-----	-----
Cloruros	mg/l	36,2	250	25
Sulfato	mg/l	< 200	250	25
Nitratos	mg/l	25	50	25
Nitritos	mg/l	0	0,1	-----
Zinc	mg/l	0,04	-----	0,1
Amoniaco	mg/l	0	0,5	0,05
D. Química de Oxígeno (ROQ)	mgO ₂ /l	< 10	-----	-----
MICROBIOLOGÍA				
Número de coliformes totales	en 100 ml	1	0	-----



ANÁLISIS DE AGUA		Nº 14 Fuente de la Regata - Viernoles Día: 19 - 04 - 2013 Hora: 21:10 Tapada con Tierra		
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	UNIDAD	RESULTADO	NORMA	NIVEL GUÍA
Temperatura agua	°C	-	-----	-----
Caudal	l/minuto	-	-----	-----
Turbidez	UNF	-	5	1
Conductividad	µS/cm		2500	400
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS				
pH	pH	-	6,5-9,5	6,5-8,5
Dureza	°F	-	-----	-----
Cloruros	mg/l	-	250	25
Sulfato	mg/l	-	250	25
Nitratos	mg/l	-	50	25
Nitritos	mg/l	-	0,1	-----
Zinc	mg/l	-	-----	0,1
Amoniaco	mg/l	-	0,5	0,05
D. Química de Oxígeno (ROQ)	mgO ₂ /l	-	-----	-----
MICROBIOLOGÍA				
Número de coliformes totales	en 100 ml	-	0	-----



ANÁLISIS DE AGUA		Nº 15 Fuente de Cazacedo - Viernoles		
		Día: 20 - 04 - 2013 Hora: 14:30		
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	UNIDAD	RESULTADO	NORMA	NIVEL GUÍA
Temperatura agua	°C	14,8	-----	-----
Caudal	l/minuto	30	-----	-----
Turbidez	UNF	0,28	5	1
Conductividad	µS/cm	348	2500	400
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS				
pH	pH	6,83	6,5-9,5	6,5-8,5
Dureza	°F	17,76	-----	-----
Cloruros	mg/l	18,5	250	25
Sulfato	mg/l	< 200	250	25
Nitratos	mg/l	25	50	25
Nitritos	mg/l	0	0,1	-----
Zinc	µg/l	0,05	-----	0,1
Amoniaco	mg/l	0	0,5	0,05
D. Química de Oxígeno (ROQ)	mgO ₂ /l	< 2000	-----	-----
MICROBIOLOGÍA				
Número de coliformes totales	en 100 ml	1	0	-----



ANÁLISIS DE AGUA		Nº 16 Fuente de Sandalisas - Viernoles Día: 27 - 04 - 2013 Hora: 17:17		
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	UNIDAD	RESULTADO	NORMA	NIVEL GUÍA
Temperatura agua	°C	11,2	-----	-----
Caudal	l/minuto	6,5	-----	-----
Turbidez	UNF	3,1	5	1
Conductividad	μS/cm	60	2500	400
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS				
pH	pH	8,26	6,5-9,5	6,5-8,5
Dureza	°F	2,94	-----	-----
Cloruros	mg/l	18,5	250	25
Sulfato	mg/l	< 200	250	25
Nitratos	mg/l	25	50	25
Nitritos	mg/l	0	0,1	-----
Zinc	mg/l	0	-----	0,1
Amoniaco	mg/l	0	0,5	0,05
D. Química de Oxígeno (ROQ)	mgO ₂ /l	150	-----	-----
MICROBIOLOGÍA				
Número de coliformes totales	en 100 ml	0	0	-----



ANÁLISIS DE AGUA		Nº 17 Fuente del Tronco - Viernoles Día: 19 - 04 - 2013 Hora: 19:30		
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	UNIDAD	RESULTADO	NORMA	NIVEL GUÍA
Temperatura agua	°C	15,3	-----	-----
Caudal	l/minuto	21	-----	-----
Turbidez	UNF	0,55	5	1
Conductividad	µS/cm	145	2500	400
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS				
pH	pH	5,49	6,5-9,5	6,5-8,5
Dureza	°F	3,66	-----	-----
Cloruros	mg/l	23,6	250	25
Sulfato	mg/l	< 200	250	25
Nitratos	mg/l	50	50	25
Nitritos	mg/l	0	0,1	-----
Zinc	mg/l	0,05	-----	0,1
Amoniac	mg/l	0	0,5	0,05
D. Química de Oxígeno (ROQ)	mgO ₂ /l	< 10	-----	-----
MICROBIOLOGÍA				
Número de coliformes totales	en 100 ml	0	0	-----



ANÁLISIS DE AGUA		Nº 18 Fuente de Paramenes - Viernoles Día: 21 - 04 - 2013 Hora: 21:00		
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	UNIDAD	RESULTADO	NORMA	NIVEL GUÍA
Temperatura agua	°C	16,2	-----	-----
Caudal	l/minuto	13	-----	-----
Turbidez	UNF	0,31	5	1
Conductividad	μS/cm	200	2500	400
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS				
pH	pH	6,62	6,5-9,5	6,5-8,5
Dureza	°F	6,67	-----	-----
Cloruros	mg/l	39,1	250	25
Sulfato	mg/l	< 200	250	25
Nitratos	mg/l	50	50	25
Nitritos	mg/l	0	0,1	-----
Zinc	mg/l	0	-----	0,1
Amoniaco	mg/l	0	0,5	0,05
D. Química de Oxígeno (ROQ)	mgO ₂ /l	< 10	-----	-----
MICROBIOLOGÍA				
Número de coliformes totales	en 100 ml	5	0	-----



ANÁLISIS DE AGUA		Nº 19 Fuente del Espino - Viernoles		
		Día: 27 - 04 - 2013 Hora: 16:54		
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	UNIDAD	RESULTADO	NORMA	NIVEL GUÍA
Temperatura agua	°C	13,3	-----	-----
Caudal	l/minuto	11	-----	-----
Turbidez	UNF	0,45	5	1
Conductividad	µS/cm	73	2500	400
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS				
pH	pH	7,93	6,5-9,5	6,5-8,5
Dureza	°F	2,66	-----	-----
Cloruros	mg/l	21,9	250	25
Sulfato	mg/l	< 200	250	25
Nitratos	mg/l	25	50	25
Nitritos	mg/l	0	0,1	-----
Zinc	mg/l	0	-----	0,1
Amoniaco	mg/l	0	0,5	0,05
D. Química de Oxígeno (ROQ)	mgO ₂ /l	263	-----	-----
MICROBIOLOGÍA				
Número de coliformes totales	en 100 ml	0	0	-----



ANÁLISIS DE AGUA		Nº 20 Fuente de Calleja - Viernoles Día: 27 - 04 - 2013 Hora: 16:39		
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	UNIDAD	RESULTADO	NORMA	NIVEL GUÍA
Temperatura agua	°C	13,6	-----	-----
Caudal	l/minuto	30	-----	-----
Turbidez	UNF	0,44	5	1
Conductividad	µS/cm	96	2500	400
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS				
pH	pH	8,07	6,5-9,5	6,5-8,5
Dureza	°F	3,34	-----	-----
Cloruros	mg/l	28,1	250	25
Sulfato	mg/l	< 200	250	25
Nitratos	mg/l	50	50	25
Nitritos	mg/l	0	0,1	-----
Zinc	mg/l	0	-----	0,1
Amoniaco	mg/l	0	0,5	0,05
D. Química de Oxígeno (ROQ)	mgO ₂ /l	110	-----	-----
MICROBIOLOGÍA				
Número de coliformes totales	en 100 ml	0	0	-----



ANÁLISIS DE AGUA		Nº 21 Fuente de la Vía - Sierrapando Día: 19 - 04 - 2013 Hora: 18:15		
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	UNIDAD	RESULTADO	NORMA	NIVEL GUÍA
Temperatura agua	°C	15,9	-----	-----
Caudal	l/minuto	3,6	-----	-----
Turbidez	UNF	0,26	5	1
Conductividad	µS/cm	130	2500	400
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS				
pH	pH	6,27	6,5-9,5	6,5-8,5
Dureza	°F	4,29	-----	-----
Cloruros	mg/l	61,7	250	25
Sulfato	mg/l	< 200	250	25
Nitratos	mg/l	25	50	25
Nitritos	mg/l	0	0,1	-----
Zinc	mg/l	0,08	-----	0,1
Amoniaco	mg/l	0	0,5	0,05
D. Química de Oxígeno (ROQ)	mgO ₂ /l	< 10	-----	-----
MICROBIOLOGÍA				
Número de coliformes totales	en 100 ml	+ 100	0	-----



ANÁLISIS DE AGUA		Nº 22 Fuente de Pedrucos - Sierrapando Día: 25 - 04 - 2013 Hora: 14:10		
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	UNIDAD	RESULTADO	NORMA	NIVEL GUÍA
Temperatura agua	°C	17,7	-----	-----
Caudal	l/minuto	8	-----	-----
Turbidez	UNF	0,37	5	1
Conductividad	µS/cm	285	2500	400
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS				
pH	pH	6,47	6,5-9,5	6,5-8,5
Dureza	°F	7,09	-----	-----
Cloruros	mg/l	37,5	250	25
Sulfato	mg/l	< 200	250	25
Nitratos	mg/l	60	50	25
Nitritos	mg/l	0	0,1	-----
Zinc	mg/l	0	-----	0,1
Amoniaco	mg/l	0	0,5	0,05
D. Química de Oxígeno (ROQ)	mgO ₂ /l	< 10	-----	-----
MICROBIOLOGÍA				
Número de coliformes totales	en 100 ml	0	0	-----



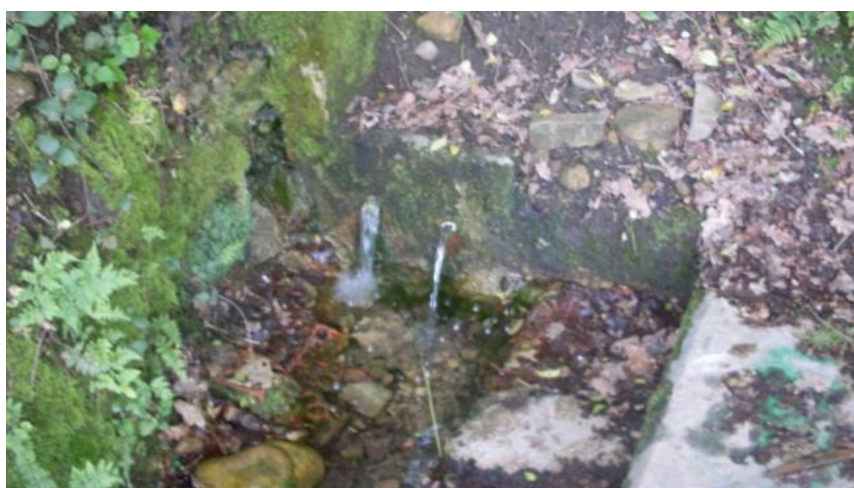
ANÁLISIS DE AGUA		Nº 23 Fuente del C. Inseminación - Sierrap. Día: 13 - 04 - 2013 Hora: 21:18		
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	UNIDAD	RESULTADO	NORMA	NIVEL GUÍA
Temperatura agua	°C	15,9	-----	-----
Caudal	l/minuto	12	-----	-----
Turbidez	UNF	1,28	5	1
Conductividad	µS/cm	170	2500	400
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS				
pH	pH	5,38	6,5-9,5	6,5-8,5
Dureza	°F	5,26	-----	-----
Cloruros	mg/l	22,3	250	25
Sulfato	mg/l	< 200	250	25
Nitratos	mg/l	50	50	25
Nitritos	mg/l	0	0,1	-----
Zinc	mg/l	0,07	-----	0,1
Amoniaco	mg/l	0	0,5	0,05
D. Química de Oxígeno (ROQ)	mgO ₂ /l	150	-----	-----
MICROBIOLOGÍA				
Número de coliformes totales	en 100 ml	0	0	-----



ANÁLISIS DE AGUA		Nº 24 Fuente de la Pozona - Sierrapando Día: 25 - 04 - 2013 Hora: 14:30		
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	UNIDAD	RESULTADO	NORMA	NIVEL GUÍA
Temperatura agua	°C	16,1	-----	-----
Caudal	l/minuto	0,25	-----	-----
Turbidez	UNF	0,73	5	1
Conductividad	µS/cm	187	2500	400
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS				
pH	pH	5,62	6,5-9,5	6,5-8,5
Dureza	°F	5,51	-----	-----
Cloruros	mg/l	26,4	250	25
Sulfato	mg/l	< 200	250	25
Nitratos	mg/l	50	50	25
Nitritos	mg/l	0	0,1	-----
Zinc	mg/l	0,093	-----	0,1
Amoniaco	mg/l	0	0,5	0,05
D. Química de Oxígeno (ROQ)	mgO ₂ /l	60	-----	-----
MICROBIOLOGÍA				
Número de coliformes totales	en 100 ml	3	0	-----



ANÁLISIS DE AGUA		Nº 25 Fuente de Tronquerías - Sierrapando		
		Día: 25 - 04 - 2013 Hora: 14:55		
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	UNIDAD	RESULTADO	NORMA	NIVEL GUÍA
Temperatura agua	°C	14,5	-----	-----
Caudal	l/minuto	6,5	-----	-----
Turbidez	UNF	0,45	5	1
Conductividad	µS/cm	124	2500	400
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS				
pH	pH	5,36	6,5-9,5	6,5-8,5
Dureza	°F	4,47	-----	-----
Cloruros	mg/l	10,3	250	25
Sulfato	mg/l	< 200	250	25
Nitratos	mg/l	30	50	25
Nitritos	mg/l	0	0,1	-----
Zinc	mg/l	0,05	-----	0,1
Amoniaco	mg/l	0	0,5	0,05
D. Química de Oxígeno (ROQ)	mgO ₂ /l	< 2	-----	-----
MICROBIOLOGÍA				
Número de coliformes totales	en 100 ml	1	0	-----



ANÁLISIS DE AGUA		Nº 26 Fuente de la Hilera - Sierrapando Día: 25 - 04 - 2013 Hora: 20:14		
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	UNIDAD	RESULTADO	NORMA	NIVEL GUÍA
Temperatura agua	°C	14,3	-----	-----
Caudal	l/minuto	18	-----	-----
Turbidez	UNF	0,52	5	1
Conductividad	µS/cm	205	2500	400
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS				
pH	pH	5,66	6,5-9,5	6,5-8,5
Dureza	°F	4,56	-----	-----
Cloruros	mg/l	38,9	250	25
Sulfato	mg/l	< 200	250	25
Nitratos	mg/l	25	50	25
Nitritos	mg/l	0	0,1	-----
Zinc	mg/l	0,05	-----	0,1
Amoniaco	mg/l	0	0,5	0,05
D. Química de Oxígeno (ROQ)	mgO ₂ /l	< 10	-----	-----
MICROBIOLOGÍA				
Número de coliformes totales	en 100 ml	6	0	-----



ANÁLISIS DE AGUA		Nº 27 Fuente de la Turbera - Torres		
		Día: 24 - 04 - 2013 Hora: 13:54		
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	UNIDAD	RESULTADO	NORMA	NIVEL GUÍA
Temperatura agua	°C	13	-----	-----
Caudal	l/minuto	7,5	-----	-----
Turbidez	UNF	1,21	5	1
Conductividad	µS/cm	264	2500	400
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS				
pH	pH	5,40	6,5-9,5	6,5-8,5
Dureza	°F	11,6	-----	-----
Cloruros	mg/l	29,8	250	25
Sulfato	mg/l	< 200	250	25
Nitratos	mg/l	25	50	25
Nitritos	mg/l	0	0,1	-----
Zinc	mg/l	0,24	-----	0,1
Amoniaco	mg/l		0,5	0,05
D. Química de Oxígeno (ROQ)	mgO ₂ /l	< 10	-----	-----
MICROBIOLOGÍA				
Número de coliformes totales	en 100 ml	0	0	-----



ANÁLISIS DE AGUA		Nº 28 Fuente de Sidro - Barreda Día: 25 - 04 - 2013 Hora: 14:55		
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	UNIDAD	RESULTADO	NORMA	NIVEL GUÍA
Temperatura agua	°C	16,5	-----	-----
Caudal	l/minuto	1	-----	-----
Turbidez	UNF	1,08	5	1
Conductividad	µS/cm	436	2500	400
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS				
pH	pH	5,61	6,5-9,5	6,5-8,5
Dureza	°F	22,27	-----	-----
Cloruros	mg/l	31,8	250	25
Sulfato	mg/l	< 200	250	25
Nitratos	mg/l	25	50	25
Nitritos	mg/l	0	0,1	-----
Zinc	mg/l	0,14	-----	0,1
Amoniaco	mg/l	0	0,5	0,05
D. Química de Oxígeno (ROQ)	mgO ₂ /l	< 10	-----	-----
MICROBIOLOGÍA				
Número de coliformes totales	en 100 ml	+ 100	0	-----



ANÁLISIS DE AGUA		Nº 29 Fuente de el Coterro - Campuzano Día: 20 - 04 - 2013 Hora: 14:34		
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	UNIDAD	RESULTADO	NORMA	NIVEL GUÍA
Temperatura agua	°C	16,3	-----	-----
Caudal	l/minuto	45	-----	-----
Turbidez	UNF	0,26	5	1
Conductividad	µS/cm	350	2500	400
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS				
pH	pH	5,95	6,5-9,5	6,5-8,5
Dureza	°F	22,05	-----	-----
Cloruros	mg/l	20,9	250	25
Sulfato	mg/l	< 200	250	25
Nitratos	mg/l	30	50	25
Nitritos	mg/l	0	0,1	-----
Zinc	mg/l	0	-----	0,1
Amoniaco	mg/l	0	0,5	0,05
D. Química de Oxígeno (ROQ)	mgO ₂ /l	< 10	-----	-----
MICROBIOLOGÍA				
Número de coliformes totales	en 100 ml	2	0	-----



ANÁLISIS DE AGUA		Nº 30 Fuente del Jaro - Dualéz Día: 24 - 04 - 2013 Hora: 14:26		
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	UNIDAD	RESULTADO	NORMA	NIVEL GUÍA
Temperatura agua	°C	17	-----	-----
Caudal	l/minuto	0,5	-----	-----
Turbidez	UNF	0,9	5	1
Conductividad	µS/cm	351	2500	400
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS				
pH	pH	5,37	6,5-9,5	6,5-8,5
Dureza	°F	15,38	-----	-----
Cloruros	mg/l	25,4	250	25
Sulfato	mg/l	< 200	250	25
Nitratos	mg/l	60	50	25
Nitritos	mg/l	0	0,1	-----
Zinc	mg/l	0,05	-----	0,1
Amoniaco	mg/l	0	0,5	0,05
D. Química de Oxígeno (ROQ)	mgO ₂ /l	675	-----	-----
MICROBIOLOGÍA				
Número de coliformes totales	en 100 ml	+ 100	0	-----



ANÁLISIS DE AGUA		Nº 31 Fuente del F. de Ganados - Torrelavega Día: 20 - 04 - 2013 Hora: 14:02		
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	UNIDAD	RESULTADO	NORMA	NIVEL GUÍA
Temperatura agua	°C	19	-----	-----
Caudal	l/minuto	13	-----	-----
Turbidez	UNF	0,27	5	1
Conductividad	µS/cm	215	2500	400
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS				
pH	pH	5,87	6,5-9,5	6,5-8,5
Dureza	°F	11,80	-----	-----
Cloruros	mg/l	38,6	250	25
Sulfato	mg/l	< 200	250	25
Nitratos	mg/l	25	50	25
Nitritos	mg/l	0	0,1	-----
Zinc	mg/l	0,05	-----	0,1
Amoniaco	mg/l	0	0,5	0,05
D. Química de Oxígeno (ROQ)	mgO ₂ /l	< 10	-----	-----
MICROBIOLOGÍA				
Número de coliformes totales	en 100 ml	0	0	-----



ANÁLISIS DE AGUA		Nº 31b Fuente de Granja Poch - Torrelavega Día: 26 - 04 - 2013 Hora: 14:12		
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	UNIDAD	RESULTADO	NORMA	NIVEL GUÍA
Temperatura agua	°C	16	-----	-----
Caudal	l/minuto	Bombeado	-----	-----
Turbidez	UNF	0,66	5	1
Conductividad	µS/cm	295	2500	400
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS				
pH	pH	7,8	6,5-9,5	6,5-8,5
Dureza	°F	14,22	-----	-----
Cloruros	mg/l	45,2	250	25
Sulfato	mg/l	< 200	250	25
Nitratos	mg/l	50	50	25
Nitritos	mg/l	0	0,1	-----
Zinc	mg/l	0,04	-----	0,1
Amoniaco	mg/l	0	0,5	0,05
D. Química de Oxígeno (ROQ)	mgO ₂ /l	< 10	-----	-----
MICROBIOLOGÍA				
Número de coliformes totales	en 100 ml	0	0	-----



NORMATIVA

- Legislación aplicable.

La calidad del agua, según la normativa europea, se rige por **DIRECTIVA 98/83/CE**, en la cual se basa la normativa nacional por el **Real Decreto 140/2003**.

Derivados de este decreto se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano, (B.O.E.21/02/2003), regula los criterios sanitarios que deben cumplir tanto las infraestructuras del abastecimiento, desde la captación hasta el grifo del consumidor, como las aguas de consumo humano. También define el control de la calidad del agua, que engloba el sistema de autocontrol a realizar por los gestores, para garantizar la calidad del agua distribuida. Todo ello con el fin de proteger la salud de las personas de los efectos adversos derivados de la contaminación de las aguas.

También se incluirán los métodos analíticos normalizados según la Orden de 27 de julio de 1983, del Ministerio de Sanidad y Consumo, por la que se establecen métodos oficiales de análisis microbiológicos de aguas potables de consumo público ("Boletín Oficial del Estado" de 13 de agosto de 1983), y en la Orden de 1 de julio de 1987, del Ministerio de Relaciones con las Cortes y de la Secretaría del Gobierno, por la que se aprueban los métodos oficiales de análisis físico-químicos para aguas potables de consumo público ("Boletín Oficial del Estado" de 9 de julio de 1987).

Las responsabilidades y competencias en el abastecimiento de agua potable a la población en las debidas condiciones higiénico-sanitarias, ha de realizarse a través de abastecimientos de agua. Dicho suministro es responsabilidad de: Los Municipios, en función de la Ley 7/1985, de 2 de abril Reguladora de las Bases de Régimen Local, y del Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.

En nuestro estudio nos detendremos en analizar **el programa de vigilancia sanitaria del agua de consumo humano**, editado por la Comunidad Autónoma de Cantabria.

El objetivo de la Dirección General de Salud Pública de la Consejería de Sanidad y Servicios Sociales, en el ámbito del agua de consumo humano, se enmarca en el derecho a la protección de la salud, derivado de las disposiciones legales, y en concreto de la Constitución Española y de las leyes que de ella emanan.

La Ley 26/1984 General de Consumidores y Usuarios, y la Ley de Cantabria 6/1998, por la que se aprueba el Estatuto de los Consumidores y Usuarios de Cantabria, establecen que la protección contra los riesgos que puedan afectar su salud o seguridad es un derecho básico de los consumidores y además, tratándose del agua de consumo humano, este derecho adquiere la condición de derecho prioritario, al ser un servicio de uso o consumo común, ordinario y generalizado.

Por su parte, la Ley 14/1986 General de Sanidad, establece la obligación de las Administraciones públicas sanitarias, de orientar sus actuaciones prioritariamente a la promoción de la salud y a la prevención de la enfermedad, y entre las actuaciones sanitarias del sistema de salud, para la protección de la salud, prevé la promoción y mejora de los sistemas de abastecimiento de aguas.

La Directiva comunitaria 98/83/CE y su transposición, por Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano,(B.O.E.21/02/2003), regula los criterios sanitarios que deben cumplir tanto las infraestructuras del abastecimiento, desde la captación hasta el grifo del consumidor, como las aguas de consumo humano. También define el control de la calidad del agua, que engloba el sistema de autocontrol a realizar por los gestores, para garantizar la calidad del agua distribuida. Todo ello con el fin de proteger la salud de las personas de los efectos adversos derivados de la contaminación de las aguas. Aunque se excluyen del ámbito de aplicación del Real Decreto 140/2003, entre otras, a

todas las aguas de consumo humano procedentes de un abastecimiento individual y domiciliario o fuente natural (que es nuestro caso) que suministre como media menos de 10 m³ diarios de agua, o que abastezca a menos de 50 personas, excepto si se percibe un riesgo sanitario, en cuyo caso la autoridad sanitaria requerirá a la administración local que adopte medidas para cumplir lo dispuesto en el Real Decreto 140/2003. La contaminación química de las aguas de consumo, a diferencia de la contaminación microbiológica, no suele originar cuadros agudos o manifestaciones clínicas a corto plazo, sin embargo, puede tener carácter acumulativo e implicar, en función del tipo de sustancia o compuesto químico, un riesgo o peligro para la salud, por su potencial efecto tóxico, carcinógeno, teratógeno, mutagénico, alergénico, de infertilidad, etc.

Los límites para los parámetros químicos impuestos por la normativa en vigor, implican un alto nivel de protección de la salud. Los parámetros han sido seleccionados, considerando la mayor probabilidad de encontrarlos en el agua y el peligro que representan para la salud. Algunos parámetros químicos recogidos en la normativa vigente son:

- Nitratos y plaguicidas. Son contaminantes que provienen de las prácticas agrícolas. Los nitratos son indirectamente tóxicos, ya que al reducirse a nitritos dentro del organismo, provocan metahemoglobinemia.
- Trihalometanos o THM (derivados del metano: bromo diclorometano, bromoformo, cloroformo, dibromoclorometano), y nitritos. Pueden formarse tras la desinfección del agua con productos de cloro y de bromo, y pueden ser carcinógenos.
- Bromato. Es un producto químico carcinógeno. Su presencia en el agua bruta no es probable, pero puede formarse durante el tratamiento por oxidación del bromuro, o estar presente como contaminante en algunos

productos químicos de tratamiento.

- Epiclorhidrina. Es un producto carcinógeno. Se utiliza en la fabricación de resinas epoxídicas y fenólicas, en síntesis orgánicas y en la industria del caucho como solvente. Su presencia en el agua puede deberse al polímero utilizado como floculante en el tratamiento del agua, y/o al material utilizado para revestir las cañerías.
- Cloruro de vinilo. Es carcinógeno. Es el monómero del cloruro de polivinilo (PVC) y de otros polímeros. Su presencia puede deberse al polímero utilizado como floculante en el tratamiento del agua, y/o al material polimérico utilizado para las conducciones y depósitos de agua.
- Acrilámida. Es otro producto carcinógeno. Es el monómero de la poliacrilamida, que puede ser utilizada como floculante en el tratamiento del agua.
- Plomo, cobre, cromo, níquel y hierro. Son elementos metálicos más o menos tóxicos. Todos estos metales pueden formar parte de canalizaciones, tuberías, depósitos, válvulas, juntas, grifos, etc., por lo que deben ser investigados, tanto en el agua distribuida, como en el agua del grifo del consumidor. El plomo es un metal acumulativo de gran toxicidad, por lo que debe ser eliminado por completo de los sistemas de abastecimiento y de las instalaciones interiores de los inmuebles. Los otros elementos metálicos son tóxicos en menor medida. El cobre se utiliza mucho en las cañerías domésticas, si es de buena calidad y se efectúa un control adecuado, el cobre no representa problema.
- Antimonio. Es un metal pesado tóxico y puede ser igualmente un contaminante geógeno. A dosis altas es letal, y a pequeñas dosis puede alterar la composición química de la sangre. Cabe señalar que la utilización de soldaduras de antimonio-estaño, pueden constituir una importante fuente de contaminación de antimonio en el agua.
- Arsénico. Provoca cánceres cutáneos. Es un contaminante geógeno poco

frecuente.

- Benceno. Es un hidrocarburo aromático que se obtiene a partir del petróleo. Se utiliza como disolvente orgánico y tiene múltiples usos en el ámbito industrial y doméstico. Es un producto tóxico, potencialmente carcinógeno.
- Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs). Son sustancias cancerígenas. El principal representante de este grupo es el benzo(a)pireno, proveniente principalmente del alquitrán de hulla, usado como recubrimiento de cañerías, que actualmente está en desuso.
- Tetracloroetano y tricloroetano. Son ejemplos de disolventes comunes que pueden encontrarse en las aguas brutas y en las tratadas.
- 1-2 dicloroetano. Es carcinógeno y puede encontrarse en las aguas brutas.
- Boro. Puede provocar atrofia testicular y se encuentra en las aguas, principalmente por el uso de perboratos. No existe una tecnología de tratamiento para eliminarlo, por lo cual hay que actuar evitando su presencia en aguas brutas.
- Mercurio y cadmio. Son metales pesados de gran toxicidad, procedentes de vertidos de origen industrial.
- Flúor (fluoruro). Es un contaminante geógeno e industrial. Sus efectos positivos y negativos para la salud, están separados únicamente por un estrecho margen de concentraciones, por tanto, el límite del valor paramétrico, debe ser respetado.
- Selenio. Es un elemento necesario para el organismo a muy bajas concentraciones, por formar parte del enzima glutatión peroxidasa y de las glicoproteínas. En exceso, produce selenosis que cursa con dermatitis eritematosas y ulcerosas, alopecia y problemas neurológicos. Tiene diversos usos industriales (fabricación de vidrio, pigmentos, baterías).

CONCLUSIONES DEL ESTUDIO

CONCLUSIONES

Aspectos Generales

El estado actual, salvo excepciones, es de abandono total. Entre las que están en un buen estado de conservación y tienen buenos accesos, se pueden citar:

- Fuente de Hoz (10).
- Fuente del Cementerio (11).
- Fuente de San Jorge (13).
- Fuente de la Turbera (27).
- Fuente de el Coterio (29).
- Fuente del Ferial de Ganados (31).
- Fuente de la Granja Poch (31b).

Las demás fuentes están en una situación que se puede definir de abandono total, añadiendo a esta circunstancia una muy difícil accesibilidad, complicada con unas mínimas condiciones de higiene y seguridad. Hay dos ellas que, por poner un ejemplo, tienen tapado el caño con un palo. Esta incidencia da la impresión que tiene que ver con un deseo de ocultarla de los vecinos. El uso, más común de muchas de ellas, es el de abrevadero del ganado que está pastando en la finca donde emerge el agua.

Llama mucho la atención que las fuentes situadas en los estratos del Bundsandtein y enumeradas en la página 32, según la figura 11, tienen unos niveles muy bajos de dureza (no superan los 5 ° F), teniendo muy cerca una cantera de caliza, actualmente en explotación. La cantera está situada sobre terrenos formados en el Carbonífero, pero el Bundsandtein está constituido por areniscas, conglomerados y limonitas, por lo tanto el Ca y Mg es escaso.

La tendencia actual es que nadie quiere tomar la responsabilidad de una posible infección masiva, y por tanto cuando hay la más mínima oportunidad se clausura. De hecho, en la relación facilitada por el Ayuntamiento, hay una, la llamada Fuente de la Regata (14) que está cubierta por lodo.

A pesar de los aspectos reseñados, las personas que viven en los alrededores consideran a estas como un bien que hay defender, es más, lo consideran como algo suyo.

Se han dado varios casos, en los que preguntando por la ubicación exacta, los lugareños se hacen los despistados y dicen no saber nada.

Estado de las fuentes

Fuente del Churro (1) Pág. 57 :

- Accesibilidad. Se encuentra al lado de la carretera por tanto es buena.
- Estado de conservación. Está prácticamente abandonada y en mal estado.
- Analítica. Tiene todos los parámetros dentro de la normalidad, excepto el número de Coliformes. Es NO potable.

Fuente del Canal de la Berza (2) Pág. 58:

- Accesibilidad. Se encuentra al lado de la carretera.
- Estado de conservación. Es un abrevadero de ganado y está abandonada.
- Analítica. Salvo el pH, toda la analítica no rebasa los límites. Es potable en los parámetros analizados.

Fuente del Solar (3) Pág. 59:

- Accesibilidad. Se encuentra al lado de la carretera.

- Estado de conservación. Es un depósito con un aliviadero. Esta semiabandonada.
- Analítica. Tiene el pH ácido y el número de Coliformes muy elevado. Es NO potable.

Fuente de la Turbera (4) Pág. 60:

- Accesibilidad. Se encuentra muy cerca de la carretera.
- Estado de conservación. Es de fácil acceso y está bien cuidada.
- Analítica. Tiene un pH ácido y unos niveles de Zinc que sobrepasa los límites. Es NO potable.

Fuente del Algiebe (5) Pág. 61:

- Accesibilidad. El lugar es inaccesible, situado en medio de una finca particular..
- Estado de conservación. La conservación es aceptable..
- Analítica. Sobrepasa los niveles legales de Zinc y Coliformes. Es NO potable.

Fuente de Felisa (6) Pág. 62:

- Accesibilidad. Se encuentra al lado de la carretera.
- Estado de conservación. Es un abrevadero para el ganado.
- Analítica. El pH es ácido y tiene Coliformes. Es NO potable.

Fuente del Rión (7) Pág. 63:

- Accesibilidad. Se encuentra al lado de la carretera.
- Estado de conservación. Es un abrevadero.
- Analítica. El pH ácido y tiene Coliformes. Es NO potable.

Fuente de Fuentebuena (8) Pág. 64:

- Accesibilidad. Es inaccesible y está situada en zona boscosa.
- Estado de conservación. Está prácticamente abandonada y en mal estado.
- Analítica. Tiene todos los parámetros dentro de la normalidad, salvo la demanda química de oxígeno que es alta. Es potable.

Fuente de la Sologa (9) Pág. 65:

- Accesibilidad. Inaccesibilidad total.
- Estado de conservación. Sirve de abrevadero en una finca privada. Situación de abandono.
- Analítica. Tiene una demanda química de oxígeno y un número de Coliformes inadmisibles. Es NO potable.

Fuente de Hoz (10) Pág. 66:

- Accesibilidad. Se encuentra al lado de la carretera por tanto es buena.
- Estado de conservación. Ha sido recientemente remodelada, con bastante buen gusto. Curiosamente la antigua fuente de Hoz se ha conectado a la red general, siendo esta la que se ha conectado a la red.
- Analítica. No cumple los parámetros del pH, ROQ y Coliformes. Es NO potable.

Fuente del Cementerio (11) Pág. 67:

- Accesibilidad. Se sitúa al lado del cementerio de Viernoles.
- Estado de conservación. Está bien cuidada.
- Analítica. Tiene el pH ácido y una demanda química de oxígeno muy alta. Es NO potable.

Fuente de las Palomas (12) Pág. 68:

- Accesibilidad. Está situada en el parque de las palomas y es accesible.
- Estado de conservación. Sirve de abrevadero de animales y no está cuidada.
- Analítica. Cuenta con niveles inadmisibles de pH, demanda de química de oxígeno y Coliformes. Es NO potable.

Fuente de San Jorge (13) Pág. 69:

- Accesibilidad. Está preparada hasta para gente con minusvalía .
- Estado de conservación. Muy bueno, situada en un parque público.
- Analítica. El pH es ácido y el número de coliformes, aunque es pequeño, tiene. Es NO potable.

Fuente de la Regata (14) Pág. 70:

- Accesibilidad. Se encuentra al lado de la carretera por tanto es buena.
- Estado de conservación. Está tapada con tierra.
- Analítica. No existe, porque no se puede coger muestra.

Fuente de Cazacedo (15) Pág. 71:

- Accesibilidad. Es inaccesible y vierte en la ladera del río Besaya.
- Estado de conservación. Está abandonada..
- Analítica. La demanda química de oxígeno es exagerada y tiene Coliformes. Es NO potable.

Fuente de Sandalisas (16) Pág. 72:

- Accesibilidad. Mala. Se puede acceder solo en todoterreno.
- Estado de conservación. Es un abrevadero de animales..
- Analítica. Tiene una demanda química alta de oxígeno. Es potable.

Fuente del Tronco (17) Pág. 73:

- Accesibilidad. Está situada en una finca privada de difícil acceso.
- Estado de conservación. Está abandonada y sirve de abrevadero.
- Analítica. Tiene todos los parámetros dentro de la normalidad, siendo el pH ácido. Es potable.

Fuente de Paramenes (18) Pág. 74:

- Accesibilidad. Situada al lado de una barriada..
- Estado de conservación. Poco cuidada, en mal estado y tapada con un palo el caño.
- Analítica. Tiene todos los parámetros dentro de la normalidad, excepto el número de Coliformes. Es NO potable.

Fuente del Espino (19) Pág. 75:

- Accesibilidad. Se encuentra dentro del parque de las Palomas.
- Estado de conservación. Abrevadero de animales.
- Analítica. Alta demanda química de oxígeno. Los demás parámetros dentro de la normalidad. Es potable.

Fuente de Calleja (20) Pág. 76:

- Accesibilidad. Mala accesibilidad.
- Estado de conservación. Está abandonada.
- Analítica. Tiene todos los parámetros dentro de la normalidad, excepto la demanda química de oxígeno un poco alta. Es potable.

Fuente de la Vía (21) Pág. 77:

- Accesibilidad. Se sitúa dentro de una finca particular. Inaccesible.
- Estado de conservación. Está prácticamente abandonada y en mal estado.
- Analítica. El número de Coliformes es inaceptable. Es NO potable.

Fuente de Pedrucos (22) Pág. 78:

- Accesibilidad. Bastante buena. Esta fuente es muy usada para coger agua para consumo humano.
- Estado de conservación. Bueno, pero no es ideal.
- Analítica. Tiene todos los parámetros dentro de la normalidad, excepto la concentración de nitratos. Es NO potable.

Fuente del Centro de Inseminación (23) Pág. 79:

- Accesibilidad. Muy buen acceso..
- Estado de conservación. Está algo descuidada. De hecho estaba tapada con un palo la salida del agua.
- Analítica. El pH es ácido y la demanda química de oxígeno es alta. Es NO potable.

Fuente de la Pozona (24) Pág. 80:

- Accesibilidad. Se encuentra al lado de la carretera.
- Estado de conservación. Abandonada y tiene un caudal ridículo.
- Analítica. Un pH ácido y analítica con Coliformes. Es NO potable.

Fuente de Tronquerías (25) Pág. 81:

- Accesibilidad. Es un lugar de difícil acceso.
- Estado de conservación. Está abandonada.
- Analítica. Tiene un pH ácido y Coliformes. Es NO potable.

Fuente de la Hilera (26) Pág. 82:

- Accesibilidad. La carretera pasa al lado.
- Estado de conservación. Está en estado de abandono total.
- Analítica. Un pH ácido y contiene Coliformes. Es NO potable.

Fuente de la Turbera (27) Pág. 83:

- Accesibilidad. Pasa a su lado una carretera nacional.
- Estado de conservación. Tiene una forma ornamental, muy bien cuidada.
- Analítica. Da un pH ácido y un nivel de Zinc superior a la norma, explicable por la cercanía de la mina de Reocin. Es NO potable.

Fuente de Sidro (28) Pág. 84:

- Accesibilidad. Situada en el barrio de las Palmeras de Barreda.
- Estado de conservación. Abandonada y semiescondida.
- Analítica. Los parámetros de Zinc y Coliformes son inaceptables. Es NO potable.

Fuente de el Coteru (29) Pág. 85:

- Accesibilidad. Muy fácil acceso, incluso con minusvalía.
- Estado de conservación. Remodelación ornamental y muy buena conservación.
- Analítica. Tiene un pH ácido y Coliformes. Es NO potable.

Fuente del Jaro (30) Pág. 86:

- Accesibilidad. Situada en una finca particular e inaccesible.
- Estado de conservación. Sirve de abrevadero y está en total abandono.
- Analítica. Los parámetros de pH, demanda química de oxígeno y Coliformes están disparados. Es NO potable.

Fuente del Ferial de Ganados (31) Pág. 87:

- Accesibilidad. Se sitúa dentro del Mercado Nacional de Ganados.
- Estado de conservación. Solo se conserva una fuente dentro del recinto que proviene de manantial.
- Analítica. Tiene todos los parámetros dentro de la normalidad, salvo el pH que es ácido. Es potable.

Fuente de Granja Poch (31b) Pág. 88:

- Accesibilidad. Situada al lado de la estación de autobuses.
- Estado de conservación. Muy bien conservada y ornamental.
- Analítica. Cumple con la normativa. Es potable.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- Clair N. S. 2001. *Química para Ingeniería Ambiental*. Ed. Mc Graw Hill. ISBN: 958-41-0164-1
- Skoog/Wess 1995. *Química Analítica*. Ed. Mc Graw Hill. ISBN: 970-10-0823-5
- Skoog/Wess 1994. *Análisis Instrumental*. Ed. McGraw Hill. ISBN:968-422-624-1
- Rodier J. 1989 . *Análisis de las aguas*. Ed. Omega. ISBN: 84-282-0625-2
- Antonio Creus 1989. *Instrumentación Industrial*. Ed. Marcombo.
- 1991. *Standard Methods for the examination of water, and wastewater*. Ed. Washington, D.C. ISBN: 0-87553-161-X
- Instituto Geológico y Minero de España, 1984. *Calidad de las aguas subterráneas en la Cuenca Norte (Zona de Cantabria)*. ISBN: 84-7474-243-9.
- Instituto Tecnológico Geominero de España 1993. *Las aguas subterráneas en España*. ISBN: 84-7840-039-7.
- IGME 1979. *Mapa geológico Nº 34. Escala 1:50.000. Torrelavega*.
- IGME 1979. *Mapa geológico Nº 58. Escala 1:50.000. Los Corrales de Buelna*.
- 2005. *Programa de vigilancia sanitaria del agua de consumo humano*. Editado por la Comunidad Autónoma de Cantabria.

ESTUDIOS CONSULTADOS

- 1997 Javier Gómez. *“Estudio parcial sobre los manantiales del Ayuntamiento de Torrelavega”*.

-
- 2005 Emilio José Centeno Aguirre. Trabajo fin de Carrera *“Estudio de los manantiales del Ayuntamiento de Reocin”*
 - 2005 Servicio de aguas del Ayuntamiento Torrelavega. *“Estudio de los manantiales del Ayuntamiento de Torrelavega”*. (Me ha sido denegada la consulta)

PÁGINAS WEB.

- Consejería de Medio Ambiente del Gobierno de Cantabria, 2013. CIMA (Centro de Investigación del Medio Ambiente). Consulta (20 de Junio de 2013).

Página web : <http://www.medioambientecantabria.es/>

AGRADECIMIENTOS

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer la colaboración prestada, a mi amigo Paulino Miera y especialmente a mi hermano Javier Gómez de Diego. Sin su colaboración en la toma de muestras, las cosas hubiesen sido mucho más difíciles.

La colaboración y asesoramiento ha sido muy valiosa, tanto del Coordinador Raúl Husillos Rodríguez como de los tutores: José Manuel de la Iglesia Ceballos y Gema Fernández Maroto. Por todo ello, es justo estar agradecido. Desearle a José Manuel una feliz jubilación.

Por último, quiero acordarme de mi familia: padres, hermanos, sobrinos y en especial de mi mujer Marisa y mi hijo Jorge.