

MONOGRAFÍA SOBRE
CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL AGUA
MINERAL EMBOTELLADA

ANGELA MARÍA RAMOS VALENCIA

Director

ARIEL FELIPE ARCILA ZAMBRANO

Químico Industrial

MSc (c) Ingeniería Sanitaria y Ambiental

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

ESCUELA DE QUÍMICA

FACULTAD DE TECNOLOGÍAS

TECNOLOGÍA QUÍMICA

PEREIRA

2016

MONOGRAFÍA SOBRE
CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL AGUA
MINERAL EMBOTELLADA

ANGELA MARÍA RAMOS VALENCIA

Documento presentado como requisito parcial para obtener el título de
TECNÓLOGO QUÍMICO

Director

ARIEL FELIPE ARCILA ZAMBRANO

Químico Industrial

MSc (c) Ingeniería Sanitaria y Ambiental

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

ESCUELA DE QUÍMICA

FACULTAD DE TECNOLOGÍAS

TECNOLOGÍA QUÍMICA

PEREIRA

2016

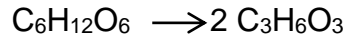
NOTA DE ACEPTACIÓN

ARIEL FELIPE ARCILA ZAMBRANO
MSc (c) Ingeniería Sanitaria y Ambiental

GLOSARIO

ACCIONES ENZIMÁTICAS: Las enzimas provocan una reacción en la cual se forman o se destruyen enlaces químicos, necesarias para la sobrevivencia celular.

ACIDO LÁCTICO: El ácido láctico es producido por glicólisis: degradación de los carbohidratos a ácidos por un proceso de fermentación:



1 mol glucosa \longrightarrow 2 mol de ácido láctico

ACOPLAMIENTO INDUCTIVO DE PLASMA (ICP): El plasma de acoplamiento inductivo (ICP), también conocido como ICP-AES (espectrometría de emisión atómica) o ICP-OES (espectrometría de emisión óptica), se utiliza para analizar simultáneamente muchos elementos y en niveles tan bajos como 1-10 partes por mil millones o ppb. Se utiliza en una gran variedad de mercados, incluidos el de alimentos y bebidas, el metálico, el farmacéutico, el geológico, el hidrológico y el del cemento.

ACUÍFERO: Un acuífero es una capa de agua que se almacena y transmite en un estrato rocoso permeable de la litósfera de la Tierra, saturando sus poros o grietas y que puede extraerse en cantidades económicamente aprovechables. Los acuíferos pueden ser desde muy someros (poco profundos) y alcanzar profundidades de hasta 3 km.

ACUÍFERO LIBRE: Son aquellos en los cuales existe una superficie libre de formaciones impermeables, el agua encerrada en ellos se encuentra a presión atmosférica.

La superficie del agua será el nivel freático y podrá estar en contacto directo con el aire o no, pero lo importante es que no tenga por encima ningún material impermeable.

En estos acuíferos, al perforar pozos que los atraviesen total o parcialmente, el agua alcanza un nivel que sería el mismo que tendría dentro de la formación geológica, es decir el nivel freático (nivel real) coincide con el nivel piezométrico (nivel ideal que alcanzaría el agua a presión atmosférica).

ACUÍFERO CONFINADO: Los acuíferos “confinados”, “cautivos”, “a presión” o “en carga” son aquellos cuerpos de agua que se acumulan en la roca permeable y están encerrados entre dos capas impermeables.

En estos acuíferos el agua está sometida a una presión mayor a la de la atmósfera y ocupa todos los poros y huecos de la formación geológica saturándola totalmente. No existe “zona no saturada”

Si se perfora este acuífero, el nivel de agua ascenderá hasta situarse en una posición que coincidirá con el nivel de saturación del acuífero en el área de recarga. El agua está sometida a una presión mayor a la atmosférica y sólo recibe agua de lluvia en zonas donde los materiales son permeables en puntos generalmente distintos de donde reside el cuerpo del agua.

AGENTES TENSIOACTIVOS: Los tensioactivos llamados también surfactantes o agentes de superficie activa, son especies químicas con una naturaleza o estructura polar-no polar, con tendencia a localizarse en la interfase formando una capa monomolecular adsorbida en la interfase que cambia el valor de la tensión superficial.

AGUA PURIFICADA: El agua purificada o agua potable es el agua tomada de los ríos, lagos o manantiales subterráneos que ha sido objeto de algún tipo de tratamiento. Puede ser producida por "destilación, desionización, ósmosis inversa u otros procesos adecuados". Puede ser tratada químicamente con el fin de tener algunos componentes desaparecen.

AIRE ESTÉRIL: Aire “libre de bacterias u otros microorganismos.”

ASEPSIA: Es la ausencia total de microorganismos patógenos y no patógenos.

BABILONIOS: Los Babilonios vivieron en Mesopotamia, en unos claros de tierras fértiles entre los ríos Tigris y Éufrates, hacia finales del milenio IV antes de Cristo.

BACTERIAS: Las bacterias son organismos unicelulares microscópicos, sin núcleo ni clorofila, que pueden presentarse desnudas o con una cápsula gelatinosa, aisladas o en grupos y que pueden tener cilios o flagelos.

Las bacterias son muy importantes para el ser humano, tanto para bien como para mal, debido a sus efectos químicos y al rol que juegan en diseminar enfermedades.

BALNEOTERAPIA: Es el tratamiento del cuidado y la prevención de la salud, así como del tratamiento de enfermedades y lesiones con determinados remedios curativos (generalmente con aguas y peloides curativos) en el contexto de una instalación termal.

BAÑOS DE VAPOR: El baño de vapor es un tratamiento en donde se aplica calor húmedo, el cual ayuda a estimular la circulación, la sudoración y eliminar toxinas e impurezas de la piel.

CAPA FREÁTICA: Una capa freática es una acumulación de agua subterránea que se encuentra a una profundidad relativamente pequeña bajo el nivel del suelo, es decir, aquella en que los huecos entre los granos de tierra están completamente llenos de agua. Si el estrato que está por encima no es impermeable, habrá tierras no saturadas, cuyos intersticios contienen, además de agua, también aire.

CAPAS GEOLÓGICAS: En geología, una capa o estrato es la división más pequeña de una formación geológica o serie de rocas estratificadas, marcada por planos de división bien delimitados (planos de estratificación) que separan los estratos de encima y de abajo. Es la unidad litoestratigráfica más pequeña, normalmente con espesor de un centímetro a varios metros, distinguible en estratos superiores e inferiores.

CAPILARIDAD: Ascensión del agua por encima del nivel freático del terreno a través de los espacios intersticiales del suelo, en un movimiento contrario al de la gravedad.

CARBÓN ACTIVADO: Es un material que se caracteriza por poseer una cantidad muy grande de microporos (poros menores a dos nanómetros de radio). A causa de su alta microporosidad, un solo gramo de carbón activado puede poseer una superficie de 500 m² o más.

CATADOR: Persona que se dedica a probar o catar un alimento o una bebida para informar de su calidad y de sus propiedades.

CICLO HIDROLÓGICO: El ciclo hidrológico se define como la secuencia de fenómenos por medio de los cuales el agua pasa de la superficie terrestre a la atmósfera en la fase de vapor y regresa a este medio, en sus fases líquida o sólida.

CODEX ALIMENTARIUS: El Codex Alimentarius, o código alimentario, fue establecido por la FAO y la Organización Mundial de la Salud en 1963 para elaborar normas alimentarias internacionales armonizadas, que protegen la salud de los consumidores y fomentan prácticas leales en el comercio de los alimentos.

COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES: Los compuestos orgánicos son sustancias químicas que contienen carbono y se encuentran en todos los elementos vivos. Los compuestos orgánicos volátiles, se convierten fácilmente en vapores o gases. Junto con el carbono, contienen elementos como hidrógeno, oxígeno, flúor, cloro, bromo, azufre o nitrógeno.

CONTACTOS LITOLÓGICOS: La superficie que separa los cuerpos de rocas de diferentes litologías, o tipos de rocas. Un contacto puede ser concordante o

discordante, según los tipos de rocas, sus edades relativas y sus disposiciones. Una superficie de falla también puede actuar como un contacto.

CROMATOGRAFIA DE GASES: La cromatografía de gases es una técnica cromatográfica en la que la muestra se volatiliza y se inyecta en la cabeza de una columna cromatográfica. La elución se produce por el flujo de una fase móvil de gas inerte. A diferencia de los otros tipos de cromatografía, la fase móvil no interactúa con las moléculas del analito; su única función es la de transportar el analito a través de la columna.

DECANTACIÓN: La decantación es una técnica que permite separar un sólido mezclado heterogéneamente con un líquido en el que es insoluble o bien dos líquidos inmiscibles (que no se pueden mezclar homogéneamente) con densidades diferente.

DESIONIZACIÓN: Consiste en la eliminación de iones inorgánicos presentes en el agua mediante el uso de resinas absorbentes de iones. Pueden utilizarse con relativa facilidad y no requieren aporte energético, pero no eliminan impurezas orgánicas, es decir que no producen agua estéril, siendo vulnerable a la contaminación bacteriana, particularmente en un medio caluroso.

DILATACIÓN TÉRMICA: La dilatación térmica es el proceso por el cual los cuerpos aumentan su volumen debido a su temperatura. Afecta a todos los estados de agregación de la materia.

DÚCTIL: Se aplica al metal que puede someterse a grandes deformaciones y estirarse en forma de hilos o alambres sin romperse.

ELECTRONEGATIVIDAD: La electronegatividad de un elemento mide su tendencia a atraer hacia sí electrones, cuando está químicamente combinado con otro átomo. Cuanto mayor sea, mayor será su capacidad para atraerlos.

ELEMENTO TRAZA: El elemento traza; en química analítica, elemento presente en una muestra que posee una media de concentración menor de 100 partes por millón, realizando la medición en un contador atómico, o menor de 100 microgramos por gramo.

ENZIMA: Las enzimas son moléculas de naturaleza proteica que catalizan reacciones químicas.

EQUILIBRIO QUÍMICO: El equilibrio químico es el estado de un sistema reaccionante en el que no se observan cambios a medida que transcurre el tiempo, a pesar de que siguen reaccionando entre si las sustancias presentes. Es decir, el equilibrio químico se establece cuando existen dos reacciones opuestas que tiene lugar simultáneamente a la misma velocidad.

ESTRATOS ACUÍFEROS: Todo cuerpo macizo (capa) de rocas permeables que contiene agua mineral natural (CAC/RCP 33-1985).

ESTRATO GEOLÓGICO: En Geología se llama estrato a cada una de las capas en que se presentan divididos los sedimentos, las rocas sedimentarias, las rocas piroclásticas y las rocas metamórficas cuando esas capas se deben al proceso de sedimentación.

EUTROFIZACIÓN DE LAS AGUAS: Proceso natural y/o antropogénico que consiste en el enriquecimiento de las aguas con nutrientes, a un ritmo tal que no puede ser compensado por la mineralización total, de manera que la descomposición del exceso de materia orgánica produce una disminución del oxígeno en las aguas profundas.

EXTRUSIÓN: La extrusión de polímeros es un proceso industrial mecánico, en donde se realiza una acción de moldeado del plástico, que por flujo continuo con presión y empuje, se lo hace pasar por un molde encargado de darle la forma deseada.

FALLAS: En geología, una falla es una fractura en el terreno a lo largo de la cual hubo movimiento de uno de los lados respecto del otro. Las fallas se forman por esfuerzos tectónicos o gravitatorios actuantes en la corteza. El fallamiento (o formación de fallas) es uno de los procesos geológicos importantes durante la formación de montañas. Asimismo, los bordes de las placas tectónicas están formados por fallas de hasta miles de kilómetros de longitud.

FAO: La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, mundialmente conocida como FAO, es un organismo especializado de la ONU que dirige las actividades internacionales encaminadas a erradicar el hambre.

FLUCTUACION: Fluctuación es la variación de un parámetro con respecto a algo. Así, la idea de fluctuación implica necesariamente que una realidad va cambiando en algún sentido.

FOTOQUÍMICA: La fotoquímica es el estudio de las transformaciones químicas provocadas o catalizadas por la emisión o absorción de luz visible o radiación ultravioleta. Una molécula en su estado fundamental (no excitada) puede absorber un quantum de energía lumínica, esto produce una transición electrónica y la molécula pasa a un estado de mayor energía o estado excitado. Una molécula excitada es más reactiva que una molécula en su estado fundamental.

FUENTES TERMALES: Las fuentes termales son manantiales de aguas calientes que contienen sales minerales en diversas cantidades. Se forman en una región

volcánica, cuando el agua de la lluvia se filtra en el terreno hasta que alcanza la roca porosa que la absorbe como si fuera una esponja.

Existen otras fuentes termales que no salen al exterior de la Tierra y que son las fumarolas submarinas, que emergen de las chimeneas formadas durante miles de años por los depósitos minerales en el océano.

GEOQUÍMICA: Es una especialidad de las ciencias naturales, que sobre la base de la Geología y de la Química estudia la composición y dinámica de los elementos químicos en la Tierra.

GRANEL: Se aplica al producto que se vende sin envasar o sin empaquetar, o a la manera de comprar o vender productos de este tipo.

HIDROQUÍMICA: Rama de la Hidrogeología que estudia la química de las aguas subterráneas, aunque también es aplicable para las aguas superficiales.

HIDROTERAPIA: La hidroterapia es la parte de la terapéutica física que tiene como objetivo el empleo del agua como agente terapéutico en cualquier estado físico o temperatura, utilizando sus características químicas, mecánicas y térmicas, contribuyendo al alivio y curación de diversas enfermedades.

INERTE: Que no es químicamente reactivo.

LITOSFERA: La litosfera, que comprende la corteza más el manto superior sólido o residual, es una capa de la Tierra que forma los continentes y las islas y de donde brota el agua, cubriendo la corteza oceánica, la cual se introduce debajo de la corteza continental, que es la tierra firme y se hace más gruesa en las zonas montañosas, que se producen por fallas.

LIXIVIACIÓN: Se conoce como lixiviación al proceso de extraer desde un mineral una especie de interés por medio de reactivos que la disuelven o transforman en sales solubles. En otras palabras, en la lixiviación se recuperan especies útiles desde una fase líquida, correspondiente a la sustancia o una sal de esta en disolución acuosa. Los minerales que usualmente son lixiviados son aquellas menas oxidadas (óxidos, carbonatos, sulfatos, silicatos, etc.).

LOTE: Un lote es una cantidad de agua mineral natural producida en condiciones idénticas, todos cuyos envases deberán llevar un número de lote que identifique la producción durante un determinado período de tiempo, y en general de una "línea" particular u otra unidad de elaboración importante.

MALEABLE: La maleabilidad es la propiedad de un material duro de adquirir una deformación mediante una descompresión sin romperse. A diferencia de la ductilidad, que permite la obtención de hilos, la maleabilidad favorece la obtención de delgadas láminas de material.

MANANTIALES NATURALES: Un manantial es una fuente natural de agua que brota de la tierra o entre las rocas. Puede ser permanente o temporal. Se origina en la filtración de agua, de lluvia o de nieve, que penetra en un área y emerge en otra de menor altitud, donde el agua no está confinada en un conducto impermeable. Estas surgencias suelen ser abundantes.

MATERIAL TERMOENCOGIBLE: Esto sucede al aplicar un flujo de calor al material y este se adapta fácilmente a la superficie.

MENA: Una mena de un elemento químico, generalmente un metal, es un mineral del que se puede extraer aquel elemento porque lo contiene en cantidad suficiente para poderlo aprovechar. Así, se dice que un mineral es mena de un elemento químico, o más concretamente de un metal, cuando mediante un proceso de extracción a base de minería se puede conseguir ese mineral a partir de un yacimiento y luego, mediante metalurgia, obtener el metal a partir de ese mineral.

MICROORGANISMOS: Los microorganismos son seres vivos invisibles al ojo humano. Pueden ser parte de distintas clases, abarcado hongos, bacterias, algas, etc.

OLIGOELEMENTOS: Los oligoelementos son bioelementos presentes en pequeñas cantidades en los seres vivos y tanto su ausencia como su exceso pueden ser perjudiciales para el organismo, llegando a ser hepatotóxicos. Además de los cuatro elementos de los que se compone mayoritariamente la vida (carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno), existe una gran variedad de elementos químicos esenciales.

PANELISTA: Persona que participa en un debate o en una discusión pública sobre un tema determinado.

PERCOLACIÓN: En física, química y ciencia de los materiales, la percolación se refiere al paso lento de fluidos a través de materiales porosos. Ejemplos de este proceso son la filtración y la lixiviación. Así se originan las corrientes subterráneas.

PETROQUÍMICA: Petroquímica es lo perteneciente o relativo a la industria que utiliza el petróleo o el gas natural como materias primas para la obtención de productos químicos.

RADIOACTIVO: La radiactividad o radioactividad es un fenómeno físico por el cual los núcleos de algunos elementos químicos, llamados radiactivos, emiten radiaciones que tienen la propiedad de impresionar placas radiográficas, ionizar gases, producir fluorescencia, atravesar cuerpos opacos a la luz ordinaria, entre otros.

RESISTENCIA TÉRMICA: La resistencia térmica de un material representa la capacidad del material de oponerse al flujo del calor. En el caso de materiales

homogéneos es la razón entre el espesor y la conductividad térmica del material; en materiales no homogéneos la resistencia es el inverso de la conductancia térmica.

ROCA ESQUISTO: El esquisto, de modo similar a la pizarra, es una roca en cuya composición son muy abundantes minerales del grupo de los filosilicatos de formas planas, formado cristales de aspecto laminar y finísimo.

SILICATOS: Los silicatos son los componentes más importantes de las rocas y, por consiguiente, de la corteza terrestre, integrando el 95 por ciento de ésta. Es, además, el grupo de minerales más rico en especies.

Son silicatos todos los minerales en los cuales el silicio y el oxígeno se coordinan en estructura tetraédrica, formando los denominados tetraedros (SiO_4).

SOLIDOS DISUELTOS TOTALES óTDS: Un TDS de agua se hace normalmente principalmente de carbonatos, bicarbonatos, cloruros, sulfatos, fosfatos, nitratos, calcio, magnesio, sodio, potasio, hierro, manganeso, y algunos otros minerales. Gases, coloides, o sedimento no está incluido en la medición TDS.

TERMOSELLADO: El termosellado es el proceso de soldado de un termoplástico a otro termoplástico u otro material compatible usando calor y presión.

VIRUS: Un virus es un agente infeccioso microscópico acelular que solo puede multiplicarse dentro de las células de otros organismos. Los virus infectan todos los tipos de organismos, desde animales y plantas, hasta bacterias y arqueas

YESO: Mineral constituido por sulfato cálcico, incoloro, blanco verdoso o castaño que, al calentarlo a cierta temperatura y perder parte de su agua, forma una sustancia pulverulenta, y al mezclar esta con agua, forma una masa plástica que se endurece al secarse; se emplea como material de construcción y para obtener moldes de estatuas, monedas, etc.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVO GENERAL	2
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
1) CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL AGUA MINERAL NATURAL.....	3
1.1 Historia del uso del Agua	3
1.1.1 Principales usos del agua mineral natural a través de la historia	3
1.2 Definición Agua Mineral Natural.....	6
1.2.1 Origen físico del Agua mineral.....	7
1.2.2 Particularidades del Agua mineral	10
1.3 Clasificación de las Aguas Minerales.....	12
1.4 Iones Minerales y otros componentes del agua mineral: Aspectos beneficiosos y efectos sobre la salud.	14
1.5 Contaminantes del Agua	21
2) FUENTES DE EXTRACCIÓN DEL AGUA MINERAL	26
2.1 Aguas Subterráneas.....	26
2.1.1 Factores del movimiento de aguas subterráneas.....	27
2.1.2 Evolución en el suelo	28
2.1.3 Evolución en los acuíferos	28
2.1.4 Modelo hidrogeológico conceptual	29
2.1.4.1 Evaluación Geológica	29
2.1.4.2 Evaluación Geofísica	30
2.1.4.3 Análisis Hidrológico	31
2.1.4.4 Caracterización Hidrogeoquímica y determinación de la Calidad del Agua Subterránea	32
2.1.5 Isótopos Ambientales.....	36
2.1.6 Hidráulica de Pozos	36
2.1.7 Perímetros de protección de captaciones	37
2.1.8 Riesgos de contaminación de las aguas subterráneas.....	38

2.1.8.1	Riesgo por agotamiento.....	39
2.1.9	Protección y remediación de acuíferos.....	40
3)	NORMATIVIDAD DEL AGUA MINERAL NATURAL	41
3.1	Protección sanitaria de las instalaciones y área de captación	41
3.1.1	Protección de los estratos acuíferos.....	41
3.1.2	Higiene en la extracción y la captación de las aguas minerales naturales	42
3.1.3	Explotación y vigilancia de las aguas minerales naturales	43
3.1.4	Manipulación, y almacenamiento de las aguas minerales naturales destinadas al envasado	43
3.1.5	Limpieza, mantenimiento e higiene del personal en la producción primaria	44
3.1.6	Edificios y Salas	44
3.1.7	Tratamiento	46
3.1.8	Transporte y almacenamiento de las aguas minerales envasadas	46
3.1.9	Mantenimiento y limpieza de las instalaciones.....	47
3.1.10	Criterios microbiológicos.....	47
3.2	Normatividad Colombiana	47
3.2.1	NTC 3525	47
3.2.2	INVIMA.....	48
3.3	Legislación Europea.....	48
3.4	Requisitos para el etiquetado.....	49
4)	COMPORTAMIENTO DEL MERCADO DEL AGUA MINERAL EMBOTELLADA	52
4.1	Compañías de agua embotellada	53
4.2	Las tendencias del mercado de agua embotellada	55
4.2.1	Desarrollo internacional.	55
4.3	Canales de distribución	59
4.4	Precios.....	59
4.5	El agua embotellada en Colombia	60
5)	ALGUNAS MARCAS DE AGUA MINERAL	63
5.1	Continente Americano.....	63
5.2	Continente Oceánico.....	71

5.3	Continente Africano	73
5.4	Continente Asiático	75
5.5	Continente Europeo	77
6)	PROCESO DE EMBOTELLAMIENTO DEL AGUA MINERAL NATURAL.....	90
6.1	La captación de agua mineral	90
6.2	Tratamientos de las Aguas Minerales.....	92
6.2.1	Filtración.....	92
6.2.2	Eliminación del Hierro y el Manganeseo	93
6.2.3	Gasificación de las aguas no gaseosas	94
6.3	Proceso de embotellado y embalaje	95
6.3.1	Almacenamiento de Botellas de plástico vacías	95
6.3.2	Enjuagado de Botellas	97
6.3.3	Llenado de las botellas.	98
6.3.4	Tapamiento de las botellas.	100
6.3.5	Etiquetado y Codificación.	100
6.3.6	Embalaje.	101
6.3.6.1	Paletización.....	102
6.3.7	Almacenamiento del producto terminado.	102
6.3.8	Distribución.	102
6.4	Control de Calidad.....	103
6.5	Aseguramiento de la calidad.....	103
7)	TIPOS DE MATERIAL DE ENVASE PARA EL AGUA MINERAL.....	105
7.1	Envase en vidrio.....	105
7.2	Envase de Tereftalato de Polietileno (PET).....	107
7.3	Otros materiales de envase	110
7.3.1	Biopolímeros	110
7.3.2	Polietileno (PE)	110
7.3.3	Envases metálicos	111
7.3.4	Bolsas plásticas	111
8)	PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS DEL AGUA MINERAL NATURAL EMBOTELLADA	114

8.1 Análisis Sensorial del Agua	115
8.2 El gusto del agua.	116
8.2.1 Estimulación Química	117
8.3 Cómo influye el Material de envasado en el sabor.....	118
9) CALIDAD MICROBIOLÓGICA Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DE AGUAS MINERALES DE ALGUNAS PARTES DEL MUNDO ANALIZADAS MEDIANTE MÉTODOS ANALÍTICOS.	119
9.1 CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA MINERAL NATURAL EMBOTELLADA.....	119
<i>CALIDAD BACTERIOLÓGICA DE LAS AGUAS MINERALES NATURALES EMBOTELLADAS COMERCIALIZADOS EN HUNGRÍA. (Varga, 2011) [82]...</i>	119
9.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL AGUA MINERAL NATURAL EMBOTELLADA.....	121
9.2.1 Continente Europeo	121
9.2.2 Continente Asiático	128
9.2.3 Continente Africano.....	130
9.3 Estudio de las características fisicoquímicas presentes en el etiquetado de algunas aguas minerales embotelladas del mundo.	133
DISCUSIÓN GENERAL.....	135
BIBLIOGRAFÍA.....	136
ANEXOS	143

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Empleo de métodos Geofísicos para las evaluaciones Hidrogeológicas.....	30
Tabla 2. Constituyentes disueltos en el Agua Subterránea y sus efectos en la salud humana.....	32
Tabla 3. Error aceptable en el balance iónico de la conductividad eléctrica..	33
Tabla 4. Error aceptable en el balance iónico según sumatoria de aniones ..	33
Tabla 5. Requisitos para la información del etiquetado referente a la carbonatación.	49
Tabla 6. Límites máximos para componentes en el agua mineral.	50
Tabla 7. Consumo de agua embotellada a nivel mundial en Galones/persona/año.	57
Tabla 8. Incremento anual del consumo de agua en botella por región.	58
Tabla 9. Canales de distribución.....	59
Tabla 10. Marcas colombianas de agua mineral.	64
Tabla 11. Algunas marcas de agua mineral en Argentina.....	65
Tabla 12. Ejemplo de marcas de agua mineral del continente Americano.	69
Tabla 13. Otras marcas de agua mineral del continente Americano	70
Tabla 14. Ejemplo de marcas de agua mineral del continente Oceánico.....	72
Tabla 15. Ejemplo de marcas de agua mineral del continente Africano.	74
Tabla 16. Algunas marcas de agua mineral del continente Asiático	76
Tabla 17. Ejemplos de algunas marcas de agua mineral embotellada de Europa.....	82
Tabla 18. Recuento en placa heterotrófica (RPH) de agua mineral sin gas y sin gas muestras analizadas a 22° C o 37 ° C.	119
Tabla 19. Bacterias potencialmente patógenas en las aguas minerales embotelladas probadas en este estudio.	120
Tabla 20. Concentraciones máximas y mínimas, la mediana y el diferencial (máx. / min.) para todos los parámetros analizados del conjunto de datos de agua embotellada (22 muestras) y del grifo (18 muestras), respectivamente.	122
Tabla 21. Resumen de la totalidad de los parámetros medidos en el agua de grifo y las aguas embotelladas minerales italianas. La concentración Mínima, máxima y la mediana reportadas para cada grupo. n: número de observaciones por encima del límite de detección; Método: método analítico utilizado.	124
Tabla 22. Datos generales relativos a los pozos utilizados para el agua mineral embotellada y la litología de acuíferos en Estonia.	126

Tabla 23. El pH, la conductividad eléctrica (EC), la concentración de los principales cationes y aniones de las aguas minerales embotelladas en Estonia y el agua del grifo de Tallin (distrito de Nõmme).	126
Tabla 24. Las concentraciones de elementos traza en las aguas minerales embotelladas en Estonia y agua del grifo de Tallin (distrito de Nõmme). Valores límite de elementos para el agua potable propuestos por los reglamentos de la Unión Europea y Normas de Estonia.	127
Tabla 25. Los resultados del análisis de parámetros físicos y los principales constituyentes iónicos las concentraciones de elementos traza obtenida en 70 aguas embotelladas turcos por análisis ICP-MS	129
Tabla 26. Resultados analíticos de los principales constituyentes de las 8 marcas de agua embotellada y la concentración de elementos traza.	131
Tabla 27. Características fisicoquímicas de aguas minerales alrededor del mundo y concentración de iones y oligoelementos.	133
Tabla 28. Concentración máxima, mínima y la media de la composición fisicoquímica, y otros constituyentes del agua mineral natural.	134

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Representación esquemática de la circulación del agua mineral.	8
Figura 2. Representación esquemática de un Acuífero.	11
Figura 3. Representación de la concentración de tres iones en el diagrama de Piper.	35
Figura 4. Ejemplo de diagrama de Piper con rombo.	35
Figura 5. Perímetros de protección de pozos en un acuífero libre.	37
Figura 6. Flujo del proceso para las aguas minerales naturales.	45
Figura 7. Cobertura Geográfica de compañías líderes en el mercado del agua embotellada.	54
Figura 8. Proceso de embotellamiento del agua mineral natural.	91
Figura 9. Silos para almacenamiento.	96
Figura 10. Proceso de inyección en la enjuagadora de tres canales.	98
Figura 11. Máquina rotatoria para llenado de botellas de plástico Automática	99
Figura 12. Máquina llenadora para botellas de plástico Semiautomática.	99
Figura 13. Ejemplo de Marcas de embalaje.	101
Figura 14. Proceso de producción de botellas de vidrio.	105
Figura 15. Formado automático de botellas	106
Figura 16. Química de polimerización de Tereftalato de Polietileno	107
Figura 17. Moldeo por extrusión-soplado	108
Figura 18. Moldeo por inyección-soplado	109
Figura 19. Proceso de producción de bolsas de plástico.	112
Figura 20. Diagrama de Piper de 8 marcas de agua embotellada que muestran los tipos de agua.	132

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1. Criterios microbiológicos. Punto de aplicación: en la fuente, y durante la producción y en el producto final.	143
ANEXO 2. Justificación de los parámetros seleccionados.....	144
ANEXO 3. Requisitos para el etiquetado sobre el contenido mineral.	145

INTRODUCCIÓN

Debido a sus propiedades fisicoquímicas únicas y su estructura polar, el agua se conoce como un "solvente universal" e incluso en condiciones ambientales prístinas puede contener cantidad de elementos en concentraciones bastante altas.

Desde sus principales usos en la industria y a nivel doméstico, el agua también se conoce por sus beneficios medicinales, por ejemplo las terapias con aguas termales son una de las más solicitadas para ayudar a las personas a superar ciertas dolencias.

Las aguas minerales naturales se han consumido desde los tiempos de los romanos, pero sólo hasta el siglo XX se ha visto la aparición de la industria del agua mineral natural y el consumo de éstos productos a gran escala como alternativa al agua del grifo y bebidas sin alcohol.

Las sustancias disueltas en un agua pueden sumar de unos pocos mg/L en un manantial hasta más de 100000 mg/L. En concentraciones elevadas, algunos elementos pueden ser perjudiciales para la salud y pueden causar anomalías morfológicas, efectos mutágenos, reducción del crecimiento y aumento de la mortalidad en los seres humanos.

Un fenómeno es cada vez más creciente a nivel mundial y es el aumento en el consumo de agua embotellada. Los consumidores aseguran que esto es por el aumento de la contaminación del agua y los olores ofensivos de los suministros de agua municipales como el cloro y otros aditivos. Por consiguiente, el consumo del agua mineral embotellada a nivel mundial proporciona seguridad para el consumidor de beber agua con menos impurezas y con más beneficios para la salud que el beber agua de grifo.

Por lo tanto, las normas han sido desarrolladas por las organizaciones nacionales e internacionales para definir una calidad de agua que es segura y aceptable para los consumidores. La mayoría de estas normas establecen límites máximos para los parámetros físicos, componentes químicos y microorganismos que son peligrosos, potencialmente peligrosos, o desagradables para los consumidores.

En el presente estudio se halla información detallada investigada mediante una extensa revisión bibliográfica concerniente al agua mineral natural, en el que se exponen temas como las fuentes de agua mineral, la normatividad actual, el mercado global, las marcas a nivel mundial, el proceso de embotellamiento desde su captación hasta su envasado, el material de envasado y las propiedades organolépticas del agua mineral natural embotellada.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Documentar la información existente de las características generales del agua mineral natural y en particular de las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua mineral natural embotellada.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Realizar una revisión bibliográfica en las bases de datos disponibles de la biblioteca de la Universidad Tecnológica de Pereira sobre estudios de composición química del agua mineral natural embotellada y obtener una visión general más amplia de las aguas minerales embotelladas disponibles actualmente en el mercado.

- ✓ Identificar las características fisicoquímicas de algunas aguas embotelladas de otras partes del mundo con el fin de realizar estadísticas de los datos para evaluar la variabilidad en la composición de las aguas minerales embotelladas e identificar los diferentes tipos de fuentes.

- ✓ Analizar la información recolectada y los datos estadísticos obtenidos, con el fin de seleccionar lo más significativo y que sirva de aporte informativo para la descripción de los datos.

1) CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL AGUA MINERAL NATURAL

1.1 Historia del uso del Agua

1.1.1 Principales usos del agua mineral natural a través de la historia

Desde el principio de los tiempos, el agua ha cumplido un papel histórico pues ha participado durante el avance de las diferentes civilizaciones que forjaron el mundo antiguo debido a que se le ha atribuido un especial uso medicinal, individualmente a aquellas aguas provenientes de los distintos manantiales y fuentes termales alrededor del mundo.

En el artículo “Revisión histórica de las aguas minerales” de las autoras Samanta Nunes y Bhertha Miyuki Tamura, se hallan algunos de los acontecimientos que significaron la entrada y la contemplación de las aguas como baños beneficiosos y enriquecedores para el cuerpo y el alma.

En el apartado “La historia del uso del agua” aparece un breve resumen en orden cronológico de lo que fue la llegada de estas aguas manantiales y minerales hasta nuestros días y se expone a continuación.

Inicialmente, el agua se utilizaba en la purificación y en rituales medicinales:

En la edad antigua, los babilonios se referían a los médicos como especialistas del agua, ya que se aplicaban compresas frías y calientes y se utilizaban los baños en el río como parte de sus terapias.

Luego, en la época de los faraones, los agricultores egipcios adoraban el río Nilo, atribuyendo poderes sobrenaturales a estas aguas. Los sacerdotes debían purificarse, bañándose dos veces al día y dos veces por noche, con el fin de ser dignos de entrar en los templos.

Estos baños tenían gran importancia para la antigua civilización griega. Los griegos usaban inicialmente bañeras individuales, pero evolucionaron a los baños públicos porque los consideraban una terapia para el tratamiento de enfermedades.

En la antigua Grecia, el médico Hipócrates (460-370 a.C.) estableció los cuatro elementos esenciales (agua, aire, fuego y tierra) como determinantes de los estados de salud o enfermedad.

Posteriormente, Asclepiades (c.124 a.C.) introdujo la hidroterapia para sus pacientes, quienes utilizaron la ingestión de agua como una parte importante de su método de tratamiento (preventivo y curativo). Esa práctica fue rápidamente adoptada por los romanos, que estaban fascinados en cómo los griegos usaban el agua. Los primeros baños romanos se llevaron a cabo en agua fría.

Bajo el reinado de César, el número de baños públicos, con agua caliente (tepidarium o calidarium) y agua fría (frigidarium) aumentó rápidamente. Había balnearios muy conocidos, tales como Tito, Caracalla de Constantino, y se construyeron nuevos baños para la curación en el tratamiento de diversas condiciones, como la gota, la fiebre, la psoriasis, las quemaduras, entre otros.

Varios años después, el médico griego Galeno (131 – 201 d.C.) propuso el uso de agua, particularmente fría para el tratamiento de diversas enfermedades, un concepto que sería adoptado e implementado durante los siguientes dos milenios. El agua y los baños se habían convertido en una parte importante de la civilización europea, debido a la influencia del Imperio Romano.

Los puntos de vista de Galeno dominaron la medicina europea a lo largo de más de mil años. Es así como algunos de los países europeos más influyentes comenzaron a adoptar las prácticas referentes a los baños medicinales:

- ✓ Los romanos crearon baños públicos en las regiones cercanas a Inglaterra.
- ✓ En Alemania, se adoptaron los baños públicos y los baños de vapor se introdujeron con fines terapéuticos.
- ✓ En Europa del Este, los turcos y rusos también adoptaron baños de vapor.

Sin embargo, con la caída del Imperio Romano en el año 476 d.C. y el surgimiento del cristianismo, estos baños fueron muy criticados por la Iglesia Católica, la cual afirmaba que los baños, sobre todo en caliente, eran infames y significaban "un ataque contra la castidad." Como resultado, se abandonaron las termas romanas existentes.

Después de la época medieval, la iglesia revisó su posición y comenzó a apoyar las peregrinaciones en busca de fuentes de aguas curativas.

En el siglo XVI, muchos médicos italianos renombrados comenzaron a dirigir su atención a la balneoterapia. Sin embargo, los médicos finalmente perdieron su enfoque y se terminó proponiendo el uso rutinario de agua en lugar de emplearlo para situaciones empíricas específicas.

Durante los siguientes 200 años, el interés en el agua permaneció restringido a Inglaterra, donde los médicos prominentes como: Edmund Deane (1632), Edward Jorden (1631), y Sir John Floyer (1649-1734), reconocieron el valor del agua mineral para el tratamiento de numerosas enfermedades.

En 1632, Ludovic Rowzee compiló una lista de enfermedades que podrían ser tratadas con agua mineral, incluyendo gonorrea y fiebre reumática y las correspondientes del sistema nervioso.

Desde el siglo XVII, algunos balnearios, como Lucca y Montecatini, se podían encontrar en el continente europeo. Las aguas de Vichy y Bourbon-Lancy se hicieron conocidas en Francia durante este período. En el siglo XVIII, los baños fueron rehabilitados por la aristocracia, especialmente los franceses.

Subsiguientemente, en el siglo XIX, se buscaron fuentes termales por sus propiedades curativas; estos lugares fueron denominados por los visitantes como "estaciones de sanación" o de "curación y placer". Las diversiones sociales en el mismo, en lugar de la búsqueda de la salud, fueron más atractivos para los visitantes.

Los diversos autores que escribieron sobre la vida en los balnearios en los siglos XIX y XX hicieron hincapié en el lado juguetón, y la búsqueda de ocio y entretenimiento en las estaciones de agua.

Vicente Priessnitz (1799-1851) denominado "el padre de la hidroterapia", creó un centro de curación con agua fría en Graefenberg, Austria, que debido a su popularidad, se convirtió en una escuela de medicina.

Por consiguiente, el uso terapéutico de las aguas minerales fue transmitido a América del Norte, donde se adoptaron los pozos de agua y balnearios y las aguas termales se desarrollaron en lugares muy populares.

Como consecuencia, el agua mineral y los spas se convirtieron en una actividad importante en los Estados Unidos.

En el siglo XX, el mundo había comenzado a interesarse en las propiedades de los minerales contenidos en las aguas minerales, de manera que ciertos reumatólogos, dermatólogos y también psiquiatras las fueron utilizando ampliamente en sus tratamientos. (Nunes, Tamura, & Clinic, 2012) [1]

Hasta la década de 1950, el agua mineral se vendía en farmacias como un producto de salud. Ahora se ha convertido en un producto cotidiano.

El agua mineral natural, ahora se vende en el supermercado, no lleva a lo largo de más esta imagen médica. Ahora la gente compra agua embotellada para sentirse bien, en respuesta a las campañas de publicidad basadas en el bienestar, energía, adelgazamiento, fitness, etc.

De esta manera, el agua embotellada se convierte en una alternativa saludable a otras bebidas (refrescos, alcohol, bebidas que contienen edulcorantes artificiales y colorantes), porque es libre de calorías y es atractiva para la gente que quiere

bajar de peso: "una de las chispas que disparó el consumo del agua embotellada fue la manía de la aptitud que se disparó a principios del 1980".

De hecho, el consumo de agua embotellada está estrechamente ligado a la forma como los consumidores se enfrentan a su nutrición, es decir, las tendencias actuales para una alimentación saludable.

1.2 Definición Agua Mineral Natural

Según la norma CODEX para las aguas minerales, estas se distinguen de otros tipos de agua embotellada debido a:

- ✓ Se caracteriza por su contenido de determinadas sales minerales y sus proporciones relativas, así como por la presencia de oligoelementos o de otros constituyentes;
- ✓ Se obtiene directamente de manantiales naturales o fuentes perforadas de agua subterránea procedente de estratos acuíferos, en los cuales, dentro de los perímetros protegidos, deberían adoptarse todas las precauciones necesarias para evitar que las calidades químicas o físicas del agua mineral natural sufran algún tipo de contaminación o influencia externa;
- ✓ Su composición y la calidad de su flujo son constantes, teniendo en cuenta los ciclos de las fluctuaciones naturales menores;
- ✓ Se recoge en condiciones que garantizan la pureza microbiológica original y la composición química en sus constituyentes esenciales;
- ✓ Se embotella cerca del punto de emergencia de la fuente, adoptando precauciones higiénicas especiales. (FAO, 2011b)[2]

El agua mineral natural, en la Unión Europea, corresponde a un agua microbiológicamente sana, originaria en una capa freática o yacimiento subterráneo y que brota de un manantial en una o más salidas físicas y se obtiene directamente de fuentes naturales o perforadas de aguas subterráneas procedentes de estratos acuíferos.

Su composición y la estabilidad de su flujo y temperatura son constantes, teniendo en cuenta los ciclos de las fluctuaciones naturales y se capta en condiciones que garantizan la pureza microbiológica original. Esta agua no puede ser tratada, ni se adicionan elementos exógenos, tales como aromas o aditivos.

Las normas de agua mineral establecen por lo general, que éstas deben poseer más de un gramo de minerales disueltos por Kilogramo de agua o bien componentes especiales por cantidad superior a determinadas proporciones,

también se establecen restricciones con relación a temperatura y no deben poseer gérmenes patógenos.

Por ejemplo, la Organización Mundial de la Salud (OMS) en 1969, consideró como agua mineral natural la bacteriológicamente incontaminada, procedente de fuentes subterráneas, con un mínimo de mineralización de 1 g por kg de agua o 250 mg de CO₂ libre, con propiedades favorables para la salud, según criterios admitidos por el Comité Coordinador de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)/OMS (1985).

Según el libro: Contribuciones al desarrollo de la Hidrogeoquímica de Juan Reynerio Fagundo Castillo, un agua mineral es aquella con un residuo seco superior a 1g/L, o sin tener la cantidad de residuo, tenga más de: 1 mg/L de litio, 5 mg/L de hierro, 5 mg/L de estroncio, 1 mg/L de yodo, 2 mg/L de flúor, 1,2 mg/L de sílice, etc. Si no se dispone de la información sobre el residuo seco se puede utilizar el total de sólidos disueltos (igual a la suma de aniones y cationes), en exceso a 1g/L. (Castillo, 2007) [3]

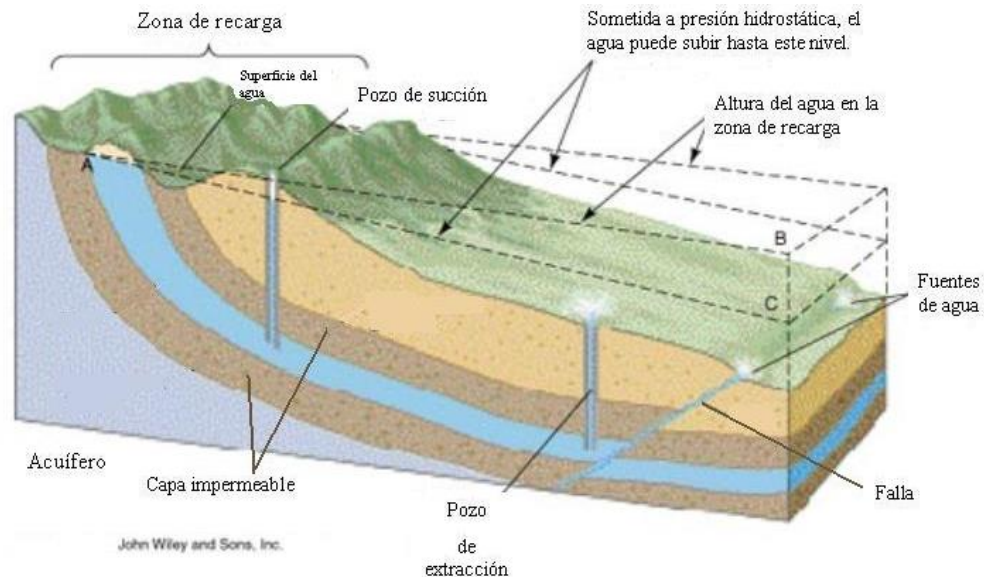
1.2.1 Origen físico del Agua mineral.

El agua natural constituye un sistema complejo y heterogéneo, formado por una fase acuosa, una gaseosa y una o varias fases sólidas, las cuales se encuentran interactuando entre sí mediante equilibrios químicos regidos por leyes termodinámicas, y en cuya composición química intervienen, además, otros factores (geológicos, hidrogeológicos, geomorfológicos, pedológicos, microbiológicos, climáticos y ambientales). Estos equilibrios dependen de la temperatura y de la presión del sistema. (Reynerio, Castillo, & González, 2010) [4]

Uno de los mayores cambios que presenta el agua se produce porque está sometida a la radiación procedente del sol, por este motivo se presenta el ciclo hidrológico, donde el agua sufre un cambio de estado pasando a vapor, el cual llega a la atmósfera donde, debido a las bajas temperaturas, se condensa formando pequeñas gotas que constituyen las nubes. Estas gotas, al aumentar de tamaño provocan la precipitación en forma de lluvia, nieve o granizo a la superficie de la tierra.

El agua de lluvia contiene pequeñas cantidades de sustancias disueltas procedentes del polvo atmosférico (cantidades del orden de 0,2 – 0,4 mg/L cada ion) y tras ser absorbida por la tierra, queda retenida por una capa impermeable formando acuíferos o depósitos subterráneos. (J. S. S. Román, 2012) [5]

Figura 1. Representación esquemática de la circulación del agua mineral.



Fuente. Página web: sobrelatierra.over-blog.es

Los terrenos que el agua atraviesa en ese camino actúan como un filtro que elimina los microorganismos y las sustancias extrañas, pero además, los fenómenos de gravedad y capilaridad y la lenta percolación del fluido dentro de estos depósitos (del orden de centímetros al día), hace que se disuelvan en ella minerales procedentes de las rocas con las que está en contacto.

El resultado es un agua de alta pureza, con contenido de los minerales que se adquirieron hasta su depósito y que posee una composición química prácticamente constante, lo que la diferencia de las aguas de ríos, lagos y embalses, que pueden estar contaminadas por vertidos industriales o domésticos (Española, 2012) [6]

Estas aguas proceden de acuíferos profundos, que yacen generalmente en condiciones artesianas (manantiales) y su ascenso a la superficie se origina a través de fallas o contactos litológicos. Si este ascenso es rápido, las aguas conservan parte de su temperatura original, adquirida bajo el efecto del gradiente geotérmico, de lo contrario llegan frías. En todos los casos dicha temperatura es constante a menos que se mezcle con aguas más someras afectadas por las oscilaciones del ciclo hidrológico.

A las aguas minerales que poseen una temperatura elevada se les suelen denominar termales o termo minerales y si poseen propiedades curativas se les llaman mineromedicinales. (Zamaora & Piña, 2007)[7]

De la mineralización total del agua dependen muchas propiedades, tales como sus efectos osmóticos, densidad, viscosidad, etc., de gran significación bioquímica. Del mismo modo, cualquier cambio en condiciones de temperatura y presión produce una variación en la composición química, que da lugar a una mayor disolución de los minerales o a la precipitación de éstos por recombinación iónica.

Sin embargo, la mayoría de los efectos sobre el organismo se relacionan con su composición, esto es, el contenido de sus iones disueltos, entre los que figuran los cationes sodio, calcio, magnesio, potasio, litio, hierro, etc., y los aniones cloruro, sulfato, bicarbonato, fluoruro, yoduro, entre otros. [5]

La composición mineral de cada agua depende de los cruces de agua entre capas geológicas y del tiempo de permanencia en el suelo.

La composición variará según el curso del agua, ya que a su paso va disolviendo los minerales de las rocas o las tierras, adquiriendo propiedades mineralizadoras diferentes.

Así, aguas que circulen por terrenos poco atacables, como pueden ser aquellos que contengan granito, cuarzo serán poco mineralizadas y contendrán sólo trazas de cloruro de silicio, sulfatos y materia orgánica; si los terrenos son calcáreos, las aguas se enriquecen en sulfatos de cal y/o carbonatos; si existen materias vegetales en abundancia, las aguas tendrán excesivas cantidades de materia orgánica, cloruros y nitratos. Estos elementos tanto orgánicos como inorgánicos y su interacción son esenciales para la constitución del cuerpo humano.

La edad del agua mineral depende de la longitud del circuito de infiltración, así como de la estructura y naturaleza geológica del depósito, y se puede calcular entre algunas decenas y varios miles de años.

Es importante aclarar que el agua mineral que aflora de un manantial u otro o que es perforada a la profundidad de un pozo subterráneo, posee características muy diferentes de las otras aguas minerales, es decir, cada agua mineral es única porque además de haber estado protegida de la contaminación, ha perdurado por un período de tiempo como agua subterránea adquiriendo propiedades del terreno por el que circule, que la distinguen de cualquier otra agua embotellada.

Cabe destacar que esta agua aunque puede ser beneficiosa por sus sales minerales, a menudo puede ser altamente concentrada en minerales, muy por encima de los límites generalmente admitidos para el agua del grifo y beber en exceso de dichas aguas podría, a la larga, ser perjudicial para la salud humana.

1.2.2 Particularidades del Agua mineral

El agua mineral natural debe ser reconocida como tal por la autoridad responsable, se debe llevar a cabo la evaluación de sus características desde puntos de vista geológicos, hidrológicos, físicos, químicos y microbiológicos. Si es necesario se deben efectuar las pruebas farmacológicas, fisiológicas y clínicas.

En ocasiones las aguas minerales son más radiactivas que el valor medio de las aguas subterráneas, en especial las que discurren por granitos. Su actividad es en su mayor parte asociada al radón.

El agua mineral es un producto crudo que no puede ser tratado, es decir, no puede ser sometido a una desinfección, ni tener algún tipo de elemento exógeno, tal como aditivos o sabores. Sin embargo, se admiten algunas excepciones, siempre y cuando no alteren la composición del agua, en particular:

- ✓ la separación de elementos inestables, como los compuestos de hierro y azufre;
- ✓ la separación de constituyentes indeseables, como el manganeso o el arsénico;
- ✓ la eliminación total o parcial de anhídrido carbónico libre por procedimientos exclusivamente físicos.
- ✓ la introducción o la reintroducción de dióxido de carbono para la producción de agua mineral natural efervescente.

En Estados Unidos, la definición de agua mineral natural embotellada tiene menos restricciones, según la Asociación Internacional de Agua Embotellada (IBWA), este tipo de agua no debe contener menos de 250 partes por millón (ppm) de sólidos disueltos totales, el agua debe provenir de una fuente girada en una o más perforaciones o manantiales, procedente de una fuente de agua subterránea geográficamente y físicamente protegida. [8]

Muchas marcas de agua embotellada basan su publicidad en la supuesta pureza de su producto. Sin embargo, el agua pura sólo es verdaderamente agua destilada, que no es adecuado para consumo humano. El agua que está disponible en botellas o el agua de grifo, siempre contiene una cierta cantidad de minerales y oligoelementos, recogidas a lo largo de su curso geológico.

Según la Asociación Internacional de Agua Embotellada, existen cuatro tipos de agua que se pueden considerar como “aguas minerales” si cumplen con el contenido mínimo requerido de minerales (250 ppm): (matters, 2016)[8]

1. Agua de pozo artesiano: es el agua embotellada de un pozo que se nutre de un acuífero confinado (una capa subterránea acuífero de roca o arena) en el que el nivel del agua se encuentra a cierta altura por encima de la parte superior del acuífero.

2. El agua potable es el agua que se vende para el consumo humano en recipientes sanitarios y no contiene edulcorantes añadidos o aditivos químicos (excepto sabores, extractos o esencias).

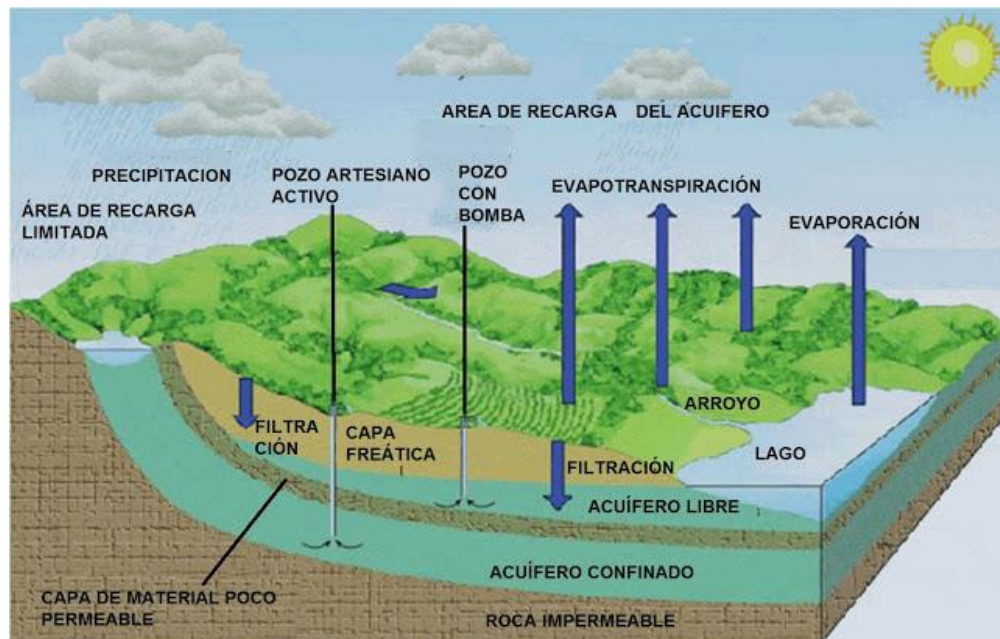
Debe ser libre de calorías y sin azúcar. Sabores, extractos o esencias pueden añadirse al agua que comprende menos de uno por ciento por peso del producto final o el producto potable será considerado un refresco. El agua potable puede ser libre de sodio o contener cantidades muy bajas de sodio.

3. Agua con gas: es el agua que después del tratamiento y posible reemplazo con dióxido de carbono contiene la misma cantidad de dióxido de carbono que tenía en el surgimiento de la fuente.

4. El agua de pozo es el agua embotellada de un agujero perforado, perforado o de otra construida en un terreno para aprovechar el agua de un acuífero.

En la figura 2, se observa la formación de un pozo artesiano o un manantial y un pozo perforado:

Figura 2. Representación esquemática de un Acuífero.



Fuente. Página web: cienciasdelatierragh.blogspot.com

1.3 Clasificación de las Aguas Minerales

Los minerales están compuestos de electrolitos: aniones (cloro, bicarbonato, fósforo, azufre, ácidos orgánicos, proteínas) y cationes (sodio, potasio, calcio, magnesio). Por ejemplo, los sulfatos son importantes para la digestión; el calcio es esencial para la fabricación de dientes y huesos; el fósforo es necesario para la asimilación del calcio y contribuye a la actividad cerebral y la protección dientes.

Los oligoelementos son metales y metaloides constantemente presentes en cantidades muy pequeñas en el cuerpo humano y que participan en la mayoría de sus reacciones bioquímicas. Los principales elementos traza del agua son: Hierro, flúor, selenio, silicio y vanadio. Algunas aguas pueden contener yodo, zinc, cobre o plata.

El criterio de clasificación de las aguas minerales puede ser asumido desde diversos puntos de vista: uso, origen, Temperatura, mineralización, pH, caudal, tonalidad, mineralización global, composición química, acción fisiológica, actividad terapéutica, bacteriológico y otros.

Según su origen se clasifica en:

- ✓ Meteorológica: Producido por la lluvia, la nieve y el deshielo.
- ✓ Juvenil: El agua de muchos manantiales situados en regiones de actividad volcánica o reciente de las montañas jóvenes
- ✓ Fósiles: Formado a partir de sedimentos depositados en el fondo del mar.
- ✓ Mixto: Compuesto a partir de una mezcla de meteorológica, juvenil, y agua fósil.

Atendiendo a la mineralización global o mineralización cuantitativa, se han dividido las aguas minerales, atendiendo al residuo seco a 180 °C, en: aguas Oligominerales las de menos de 0,2 g/L; Mediominaerales las que contienen entre 0,2 y 1 g/L, y Minerales si sobrepasan 1 g/L. [4]

Las clasificaciones de mayor aceptación en todo el mundo son las basadas en la mineralización predominante que pueden contener las aguas.

En todas ellas se considera la mineralización total, la predominante y también la especial, dándose carácter de predominante a aquellos gases, aniones o cationes que representan más del 20 % de la masa iónica correspondiente, expresada en mili equivalente. [4]

Siguiendo estas normas, que se podrían considerar internacionales, las aguas minerales se clasifican como sigue:

Aguas con más de un gramo por litro de sustancias mineralizantes:

- 1) *Sulfatadas*: con más de 1 g/L de sustancias mineralizantes, donde predomina el anión sulfato y están influidas fuertemente en sus propiedades terapéuticas por otros iones como sodio, magnesio, bicarbonato y cloruro.
- 2) *Cloruradas*: con más de 1 g/L de sustancias mineralizantes, donde el ion cloruro suele estar acompañado de sodio en proporción semejante. La composición de este tipo de agua refleja un origen profundo y la presencia de mares pretéritos. La ocurrencia de fallas y grietas facilita su ascenso a la superficie. Se subdividen en: fuertes (más de 50 g/L), medianas (entre 10 y 50 g/L) y débiles (menos de 10 g/L).
- 3) *Bicarbonatadas*: con más de 1 g/L de sustancia mineralizante, donde el ion bicarbonato es acompañado de calcio, magnesio, sodio, cloruro y otros. Estas aguas cuando poseen gran cantidad de ácidos libres (CO_2 mayor de 250 mg/L), también se denominan carbónicas o carbo gaseosas.

Aguas Oligominerales:

En ellas la mineralización es inferior a 1 g/L, aunque pueden poseer abundante cantidad de los microelementos: cobalto, vanadio, molibdeno, silicio, fósforo, germanio, etc.

Se admiten dos subgrupos, uno de débil mineralización (menos de 0.2 g/L) y otro de mediana mineralización (0.2-1 g/L), pero sin considerárseles factores mineralizantes especiales.

Aguas con iones reconocidos por su actividad biológica en determinadas proporciones:

Desde este punto de vista, se consideran también aguas minerales, aquellas que poseen determinados componentes de acción biológica reconocida, a partir de determinada concentración establecida en las normas:

- ✓ *Sulfuradas o sulfhídricas*: con más de 1 mg/L de sulfuro de hidrógeno (H_2S) o ion sulfhídrico (SH^-). La proporción en que se encuentran estas dos especies depende del pH. A valores de pH inferiores de 7.5 prevalece el H_2S , mientras que a valores mayores es más abundante el SH^- .
- ✓ *Carbogaseosas*: con una cantidad de CO_2 superior a 250 mg/L.
- ✓ *Silícicas*: con una cantidad de SiO_2 superior a 50 mg/L.
- ✓ *Arsénicas*: con un contenido de As entre 0,2 – 0,3 mg/L.

- ✓ *Bóricas*: con un contenido de Ba superior a 4 mg/L.
- ✓ *Fluóricas*: con un contenido de F⁻ entre 1,0 – 2,0 mg/L.
- ✓ *Brómicas*: con un contenido de Br⁻ superior a 4 mg/L.
- ✓ *Iodhídricas*: con un contenido de I⁻ superior a 1 mg/L.
- ✓ *Líticas*: con un contenido de Li superior a 1 mg/L.
- ✓ *Estróncicas*: con un contenido de Sr superior a 10 mg/L.
- ✓ *Báricas*: con un contenido de Ba superior a 5 mg/L.
- ✓ *Ferruginosas*: con más de 5 g/L de sustancias mineralizantes, donde los iones de hierro se encuentran en su forma reducida y poseen una concentración superior a 5 g/L. Estas aguas se destacan por la apreciable coloración de la superficie de la roca por donde discurren.

- ✓ *Radónicas*: con contenidos de radón (Rn) mayor de 1,82 g/L.

1.4 Iones Minerales y otros componentes del agua mineral: Aspectos beneficiosos y efectos sobre la salud.

Las aguas minerales llevan en su seno los elementos que han ido reuniendo de los terrenos por los que discurre desde su nacimiento, de manera que ofrecen un rico muestrario de su paso por rocas y tierras. Es en estos elementos que ha ido arrastrando en los que la sabiduría popular, desde los romanos hasta la actualidad, ha basado determinadas propiedades curativas, son indispensables para un adecuado equilibrio iónico para que todos los fenómenos vitales se produzcan normalmente.

A continuación se exponen algunos de los elementos que componen la variedad en la calidad del agua mineral:

Ión Cloruro

Las rocas por lo común presentan escasa proporción de cloruros. Sin embargo, dada la elevada solubilidad de sus sales, éstos pasan rápidamente a la fase acuosa pudiendo alcanzar concentraciones muy altas.

El agua de lluvia puede ser una fuente importante de ión cloruro, especialmente en zonas próximas a la costa, disminuyendo rápidamente tierra adentro. El ión cloruro no forma sales de baja solubilidad, no se oxida ni se reduce en aguas naturales, no es adsorbido significativamente ni entra a formar parte de procesos bioquímicos, lo que le da un carácter de trazador casi ideal.

La concentración de cloruros en aguas subterráneas es muy variable, desde menos de 10 mg/L a más de 3000 mg/L. (“Generación de la composición química del agua. Relación composición química - litología. Fenómenos modificadores.” 2012) [9]

Nitritos

El nitrógeno puede aparecer en forma de NH_3 , NH_4 y, por oxidación, estas formas reducidas pueden transformarse en NO_2 y, finalmente en NO_3 que es la forma más usual y estable.

El ión nitrito puede estar presente en las aguas bien como consecuencia de la oxidación del NH_3 o como resultado de la reducción, microbiana o no, de los nitratos. Su presencia en el agua debe considerarse como un indicio fundado de una posible contaminación reciente (dada su inestabilidad) y, tal vez, de la impotabilidad del agua debida a la toxicidad de este ión. No obstante, la sola presencia de nitrito y amonio en el agua subterránea no debe ser considerada como resultado de una contaminación, sin analizar las posibles causas de su presencia, dado que en un acuífero las condiciones de oxidación no son siempre favorables y estos iones, incorporados de manera natural al acuífero, pueden mantenerse durante cierto tiempo en el equilibrio con su forma oxidada, el nitrato. [9]

Nitratos

Los nitratos pueden estar presentes en las aguas subterráneas bien como resultado de la disolución de rocas que los contengan, lo que ocurre raramente, bien por la oxidación bacteriana de materia orgánica.

Su concentración en aguas subterráneas no contaminadas raramente excede de 10 mg/L. Cuando hay contaminación, en los acuíferos subterráneos esta concentración trepa a valores de 50 mg/L, 100 mg/L o superiores.

El origen de los nitratos en las aguas subterráneas no siempre es claro. Son relativamente estables pero pueden ser fijados por el terreno o ser reducidos a nitrógeno o amonio en ambientes reductores. A menudo son indicadores de contaminación alcanzando entonces elevadas concentraciones y presentando, por regla general, una estratificación clara con predominio de las concentraciones más elevadas en la parte superior de los acuíferos libres.

El tipo de contaminación a que es debida su presencia en el agua subterránea está relacionado con las actividades urbanas, industriales y ganaderas, y muy frecuentemente, con carácter no puntual, con las prácticas de abonados intensivos inadecuados con compuestos nitrogenados. [9]

Los nitratos no son en si mismos tóxicos. Se sabe que se absorben rápidamente a nivel intestinal y se eliminan por orina. El peligro potencial de los nitratos radica en la eventual transformación en nitritos (NO_2^-) dentro del organismo. Esta transformación, que implica una reducción enzimática, puede ocurrir en la cavidad bucal y bajo ciertas condiciones, en el tubo digestivo. (Consultora de Aguas, 2011) [10]

El flúor.

A condiciones estándar de temperatura y presión, el flúor se encuentra en forma de gas. Este es el elemento más electronegativo y posee notables cualidades químicas y fisiológicas, está presente en casi todos los elementos, su concentración es alta en aguas minerales, pescados, té y en determinadas harinas.

Del mismo modo, una fuente de suministro de flúor es el agua potable. El flúor ayuda a prevenir la caries dental. La OMS recomienda añadir flúor en el agua del grifo (1 mg a 1,5 mg / litro); el hierro es el elemento principal de la hemoglobina, gracias a la cual la sangre puede transportar oxígeno por todo el cuerpo. Sin embargo, el hierro es inestable en agua y se retira antes del embotellado. [5]

En el agua mineral, se consideran como fluoradas aquellas con un contenido de fluoruros superior a los 2 mg/L.

El flúor estimula la proliferación osteoblástica y por tanto, aumenta la velocidad de formación ósea. La administración conjunta de flúor y calcio, en el caso de las aguas minerales, produce un efecto benéfico para combatir la osteoporosis, en pequeñas cantidades.

Asimismo, el metabolismo del flúor en el cuerpo humano viene dado por la absorción a través del tracto intestinal, después pasa a la sangre y se distribuye por difusión simple a órganos y tejidos. El ambiente ácido del estómago convierte el flúor iónico en ácido fluorhídrico.

A nivel de sangre, la cantidad total de flúor oscila entre 0,10 y 0,45 ppm y esta concentración disminuye debido a la distribución y a la excreción.

El litio.

El litio es el más ligero de los metales ($\rho = 0,534$) y es considerado también como el más reductor con un potencial estándar de reducción de -3,045 para el sistema Li^+/Li .

Su uso terapéutico se aplica desde el siglo XIX, utilizándose en el tratamiento de la gota, como sedante y anticonvulsivante. En la actualidad, el litio sirve de instrumento para investigar la etiología bioquímica de una enfermedad mental específica, y se ha demostrado, por primera vez, que un catión sencillo goza de un importante efecto sobre la química del cerebro.

En la naturaleza, el litio se encuentra difundido en la litosfera en forma de fosfatos y silicatos y mayormente en las rocas “esquistos” durante el proceso de sedimentación. Del mismo modo, forma parte de algunos minerales como la lepidolita, la espodumena (silicato de aluminio y litio), está en el agua de mar, mineral, en los suelos con una concentración de 0,07 a 200 ppm.

Las sales de litio son un tratamiento reservado para los trastornos anímicos más severos y son estos pacientes los que se recuperan más satisfactoriamente.

El calcio.

Suele ser el catión principal en la mayoría de las aguas naturales debido a su amplia difusión en rocas ígneas, sedimentarias (calcita, aragonito y dolomita, yeso y anhidrita) y metamórficas.

Este es el mineral más abundante en el cuerpo humano, el 99% del calcio se encuentra formando parte de los huesos y dientes. La cantidad diaria recomendada es de 500 mg. Su función principal es actuar en coordinación con el fósforo, para formar y mantener los huesos y dientes.

Uno de los beneficios de calcio se debe a su especial importancia en los períodos de embarazo y lactancia, porque el cuerpo requiere una cantidad adicional de este elemento. Además, ha sido utilizado en el tratamiento del raquitismo en niños y osteomalacia en adultos, en la prevención de las quemaduras y ayuda a mantener la piel sana.

Los alimentos con un elevado nivel de calcio son: productos lácteos, verduras de hoja verde, sardinas, pasas y soja y en aguas minerales con contenido de calcio.

El magnesio.

Procede de la disolución de rocas carbonatadas (dolomías y calizas magnesianas), evaporitas y de la alteración de silicatos ferromagnesianos, así como de agua marina.

Este mineral es esencial para el sistema nervioso y muscular y es vital para prevenir los ataques al corazón. Ayuda a formar el esmalte duro que evita el

desgaste de los dientes y es utilizado en el tratamiento de diarreas, vómitos, nerviosismo y en pacientes epilépticos.

Los iones Mg actúan, además, en la mucosa duodenal con la liberación de colecistocinina y pancreomicina, las cuales son sustancias que mejoran el proceso digestivo y aumentan el peristaltismo intestinal.

Entre los alimentos con contenido ideal de magnesio se sugieren: vegetales de hoja verde, mariscos, nueces, carnes y algunos lácteos.

El potasio.

Procede de la meteorización de los feldspatos y ocasionalmente de la solubilización de depósitos de evaporitas, en particular de sales tipo silvina (KCl) o carnalita (KCl MgCl₂).

El potasio es la sustancia mineral característica del líquido intracelular, es necesario para el funcionamiento de los tejidos, músculos y el sistema nervioso. De igual manera, limpia y desintoxica las venas y las arterias de la posible acumulación de grasas saturadas.

Ha sido comprobado de manera efectiva el uso de este mineral en el tratamiento de alergias, presión alta y el nivel de azúcares en pacientes diabéticos. Está disponible en alimentos como: frutas, vegetales, carnes frescas, legumbres, pescado y grano entero.

El sodio.

El sodio es liberado por la meteorización de silicatos tipo albita y la disolución de rocas sedimentarias de origen marino y depósitos evaporíticos en que se presenta fundamentalmente como NaCl.

A diferencia del potasio, el sodio se encuentra en una mayor concentración en los líquidos extracelulares del organismo. En equilibrio con los iones de cloro, el sodio constituye uno de los factores principales de la regulación osmótica y del equilibrio ácido – base.

Una de las consecuencias de la falta de la ingesta de este mineral son: trastornos digestivos, retención de líquidos, pérdida de peso, entre otros inconvenientes. Para mantener un balance normal se necesitan de 4 a 6 g de sodio por día

Los sulfatos. SO₄⁻

La disolución de sales sulfatadas (yeso y anhidrita fundamentalmente) representa el aporte cuantitativamente más importante de este ión a las aguas subterráneas. Los sulfatos ayudan al hígado en la desintoxicación y en la digestión mediante la estimulación de la vesícula biliar. Los sulfatos en dosis altas actúan como un

laxante. El pescado, la carne y la leche contienen sulfatos, que son un componente importante de proteínas.

El cuerpo humano sólo absorbe pequeñas cantidades de sulfatos, pero estas cantidades son suficientes para estimular la peristalsis mediante la unión de magnesio y de sodio al agua en el intestino. Este efecto hace que las aguas minerales ricas en sulfatos, de sabor ligeramente amargo, sean adecuadas después de una comida.

La mayoría de las aguas embotelladas contienen sulfatos muy por debajo de 100 mg/L, pero San Pellegrino y algunos otros pueden llegar a 500 mg/L. (society, 2014) [11]

La sílice. SiO_2

El origen fundamental de la sílice en el agua subterránea son los procesos de hidrólisis de feldspatos y silicatos en general.

La mayoría de los adultos necesitan entre veinte y treinta miligramos de sílice diarias. Es un elemento esencial mineral y uno de los mayores nutrientes energizantes del cuerpo.

La sílice reduce el riesgo de enfermedades del corazón y puede prevenir la osteoporosis; también ayuda a la reparación de tejidos y puede servir como un antioxidante. El pelo y las uñas se fortalecen con sílice.

Las aguas embotelladas, por lo general contienen menos de 20 mg/L de sílice, y los niveles más altos en aguas como Fiji y Antípodes están muy por debajo de 100 mg/L. [11]

El bicarbonato. HCO_3^-

La disolución de calizas y dolomías, potenciada por el aporte de CO_2 y/o ácidos orgánicos o inorgánicos, es una fuente principal de bicarbonatos.

Se encuentra presente en todos los fluidos biológicos y es esencial para mantener el equilibrio del pH de nuestro cuerpo. También se encuentra en las secreciones del estómago.

El ácido láctico generado por la actividad física se neutraliza por el bicarbonato disuelto en agua; un proceso similar eleva el pH de algunos alimentos ácidos. El rango típico de bicarbonato en el agua embotellada es de 50 a 200 mg/L, pero puede alcanzar hasta aproximadamente 1800 mg/L en aguas como Apolinar, Gerolsteiner, y Borsec. [11]

Aguas bicarbonatadas sódicas.

Las aguas bicarbonatadas sódicas carbogaseosas naturales actúan favorablemente sobre las acciones enzimáticas hepatocitarias, estimulando especialmente la acción de la transaminasa-glutámico-pirúvica y de las peroxidasas, de importante actividad antitóxica.

Estas aguas estimulan la secreción externa del páncreas y también pueden actuar sobre la secreción interna que, además, potencia su acción en un medio más alcalino. Asimismo, ejercen efectos sobre el sistema neurovegetativo, sobre la eliminación urinaria de electrolitos, sobre el equilibrio ácido-base, favorecen la eliminación de ácido úrico, siendo destacables sus propiedades antialérgicas, anti-anafilácticas y anti-histamínicas.

Otros minerales están presentes en muy poca cantidad pero cumplen funciones reguladoras de gran importancia, entre estas se mencionan las siguientes:

- ✓ Formar el esqueleto, en especial el calcio, dándole consistencia y larga persistencia.
- ✓ Mediante un balance iónico adecuado entre el sodio, potasio, calcio y magnesio, se influye en todas las funciones celulares y se regula la excitabilidad nerviosa y muscular.
- ✓ Mantienen la presión osmótica y el equilibrio ácido – base del organismo.
- ✓ Intervienen en la regulación del metabolismo del agua y el volumen de la sangre.
- ✓ Participan en la mecánica respiratoria y en algunos sistemas enzimáticos.
- ✓ El yodo influye sobre la función de la tiroides y forma parte de las hormonas tiroideas que regulan la intensidad de las combustiones en el organismo.
- ✓ El sodio es el catión más abundante de los líquidos extracelulares del organismo, donde se encuentra en estado de cloruro y bicarbonato.
- ✓ Los bicarbonatos regulan el equilibrio ácido – base de los líquidos orgánicos y, al mismo tiempo, facilitan la digestión.
- ✓ Hay informes sobre la importancia de varios iones inorgánicos, tales como calcio, sodio, zinc, magnesio, manganeso, y potasio en la composición de la capa córnea.

Las aguas minerales naturales proporcionan algunos de estos elementos según su constitución. Igualmente, los beneficios del agua mineral son los que proporcionan los iones que la contienen.

1.5 Contaminantes del Agua

Existe un gran número de contaminantes del agua que se pueden clasificar de diferentes maneras. (Libro electrónico: Ciencias de la tierra y el medio ambiente)[12]

Una posibilidad bastante usada es agruparlos en los siguientes ocho grupos:

1) Microorganismos patógenos. Son los diferentes tipos de bacterias, virus, protozoos y otros organismos que transmiten enfermedades como el cólera, tifus, gastroenteritis diversas, hepatitis, etc. En los países en vías de desarrollo las enfermedades producidas por estos patógenos son uno de los motivos más importantes de muerte prematura, sobre todo de niños.

Normalmente estos microorganismos llegan al agua en las heces y otros restos orgánicos que producen las personas infectadas. Por esto, un buen índice para medir la salubridad de las aguas, es el número de bacterias coliformes presentes en el agua. La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda que en el agua para beber haya 0 colonias de coliformes por 100 mL de agua.

2) Desechos orgánicos. Son el conjunto de residuos orgánicos producidos por los seres humanos, ganado, etc. Incluyen heces y otros materiales que pueden ser descompuestos por bacterias aeróbicas, es decir en procesos con consumo de oxígeno.

Cuando este tipo de desechos se encuentran en exceso, la proliferación de bacterias agota el oxígeno, y ya no pueden vivir en estas aguas peces y otros seres vivos que necesitan oxígeno. Los índices para medir la contaminación por desechos orgánicos son la cantidad de Oxígeno disuelto (OD), en agua, o la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO).

3) Sustancias químicas inorgánicas. En este grupo están incluidos ácidos, sales y metales tóxicos como el mercurio y el plomo. Si están en cantidades altas pueden causar graves daños a los seres vivos, disminuir los rendimientos agrícolas y corroer los equipos que se usan para trabajar con el agua. Entre estos se encuentran:

3.1) Arsénico: es un elemento de la naturaleza de color gris y brillo metálico, muy quebradizo, se sublima muy fácilmente, quiere decir que se transforma del estado sólido al gaseoso o a la inversa directamente. Es muy tóxico, el valor máximo permitido por es de 0,02 mg/L en el agua, el máximo deseable es de aproximadamente 0,001 mg/L. Este elemento es muy común en las aguas de red y muy difícil de filtrar.

Algunos de los síntomas por contaminación por arsénico son: hiperpigmentación (oscurecimiento de la piel), melanodermis (manchas como gotas de lluvia en la espalda y el torax. (Villa Giardino Agua mineral natural de Manantial, 2009) [13]

- 3.2) Cromo: es un metal de transición de color blanco, duro y cristalino y se extrae de la cromita (cromato ferroso), mineral pardo oscuro, óxido de hierro y cromo. El nivel máximo permitido en agua es de 0,05 mg/L. Algunas de las actividades humanas que pueden incrementar las concentraciones de Cromo (III) en el agua son: el acero, las peleterías y las industrias textiles; La pintura eléctrica y otras aplicaciones industriales incrementan el Cromo (VI).
- 3.3) Mercurio: es el único metal líquido a temperatura ordinaria, se utiliza en bombas al vacío, como líquido barométrico y/o termométrico, muy nocivo para la salud y cancerígeno, su enfermedad se denomina mercurialismo y consiste en una intoxicación irreversible. El nivel máximo permitido de mercurio en agua es de 0,001 mg/L.
- 3.4) Plomo: es un metal pesado, dúctil, maleable, su utilización en la vida cotidiana es variable, se mezcla con arsénico para formar perdigones. La enfermedad provocada por el contacto del ser humano con una sal de plomo es denominada Saturnismo. El valor máximo permitido es 0,05 mg/L en el agua.
- 3.5) Cianuro: La sal de ácido cianhídrico es muy tóxica, se emplea para producir oro y plata, en galvanoplastia, en fotografía, en la cementación del acero y en la preparación de insecticidas. Es extremadamente nocivo para la salud. El valor máximo permitido en el agua es de 0,01 mg/L.
- 3.6) Nitrito: sal formada por la combinación del ácido nitroso con una base. Los nitritos son sustancias químicas de olor agradable, que dan sales azoicas por hidratación y aniones por reducción. Este compuesto es contaminante por ser un medio ambiente existente para la vida bacteriana. Sin la proliferación de nitritos en el agua se desvanece la posibilidad de supervivencia de dichas bacterias. El máximo permitido es de 0,1 mg/L.
- 3.7) Nitrógeno amoniacal: gas procedente de la descomposición bacteriana y de vegetales, pasando por el estado de nitratos hacia la formación de amoníacos, compuesto por tres átomos de hidrógeno y uno de nitrógeno,

de sabor caustico y olor penetrante y de carácter metálico (formado por sales). El máximo permitido es de 0,2 mg/L.

- 3.8) Cloro residual: pertenece al grupo de los halógenos, es un gas amarillo verdoso irritante y más pesado que el aire, se utiliza para esterilizar el agua potable, pero con efectos cancerígenos muy serios.
- 3.9) Sulfuros: El Gas de sulfuro de hidrógeno es sumamente tóxico y una causa principal de muerte entre los trabajadores de los sistemas de alcantarillado sanitario. Se forma por hidrólisis de los sulfuros en el agua.

Sin embargo, la concentración de sulfuro de hidrógeno en el agua de consumo será generalmente baja porque los sulfuros se oxidan rápidamente en aguas bien oxigenadas. Por consiguiente, el sulfuro de hidrógeno no debe ser detectable en el agua de consumo por su sabor u olor.

La toxicidad para las personas que inhalan el sulfuro de hidrógeno es alta; se puede observar irritación ocular por inhalación de concentraciones del gas entre 15 y 30 mg/mL. Aunque no hay datos sobre su toxicidad por vía oral, es improbable que una persona pueda ingerir una dosis nociva de sulfuro de hidrógeno en el agua de consumo. (CARUS GROUP Inc, 2016) [14]

- 4) Nutrientes vegetales inorgánicos. Los nitratos y fosfatos son sustancias solubles en agua que las plantas necesitan para su desarrollo, pero si se encuentran en cantidad excesiva inducen el crecimiento desmesurado de algas y otros organismos provocando la eutrofización de las aguas. Cuando estas algas y otros vegetales mueren, al ser descompuestos por los microorganismos, se agota el oxígeno y se hace imposible la vida de otros seres vivos. El resultado es un agua maloliente e inutilizable.

- 5) Compuestos orgánicos. Muchas moléculas orgánicas como petróleo, gasolina, plásticos, plaguicidas, disolventes, detergentes, etc. acaban en el agua y permanecen, en algunos casos, largos períodos de tiempo, porque, al ser productos fabricados por el hombre, tienen estructuras moleculares complejas difíciles de degradar por los microorganismos.

- 5.1) Trihalometanos: Los trihalometanos (THM) son subproductos de la desinfección del agua que se generan debido a la reacción del cloro con la materia orgánica presente en el agua. El cloroformo es el THM más

abundante y acostumbra a ser el principal subproducto de la desinfección encontrado en el agua clorada. Los estudios epidemiológicos asocian determinadas exposiciones a THM y en general la exposición a subproductos de la desinfección con efectos sobre la salud, como un incremento del riesgo de cáncer de vejiga debido a largas exposiciones a los THM y determinados defectos de nacimiento en recién nacidos de madres expuestas.

La concentración máxima permitida de THM totales (suma de cloroformo, bromodiclorometano, dibromoclorometano y bromoformo) de 0,1 mg/L. (Barcelona, 2012) [15]

- 5.2) Plaguicidas. Los plaguicidas comprenden todos los productos químicos utilizados para destruir las plagas o controlarlas. Cuando los plaguicidas son esparcidos en los campos de las cosechas de verduras pueden contaminar los acuíferos y si existen filtraciones de agua superficial contaminada, pueden ocurrir derramamientos accidentales que se filtran a través de grietas.

La dosis letal (DL50) provoca la muerte de la mitad de los organismos de prueba durante un período especificado de prueba.

Cuanto más baja es la DL₅₀, mayor es la toxicidad; los valores de 0 a 10 son extremadamente tóxicos. (Departamento de Desarrollo Sostenible de la FAO). [16]

- 5.3) PET. Las botellas de agua fabricadas con el material plástico de Tereftalato de Polietileno (PET) que se exponen al calor por un período largo de tiempo pueden llegar a contener altos niveles de antimonio, por lo cual se recomienda evitar exponerlas a fuentes de calor. El óxido de antimonio es considerado como un posible cancerígeno.

Algunos trabajadores que han quedado expuestos a este químico por largos períodos de tiempo han desarrollado problemas respiratorios e irritación de la piel. De igual manera, ha aumentado la incidencia de problemas menstruales y aborto espontáneo en las mujeres. Si bien no existe evidencia de que pueda suceder nada de esto por la exposición a las cantidades reducidas de antimonio en los productos de PET, lo ideal sería evitarlo por completo para descartar las posibilidades que existan.

Por otro lado, se ha encontrado evidencia de que el PET libera disruptores endocrinos derivados de los ftalatos. Se descubrió también, que estos derivados liberan compuestos bromosos. El bromo actúa como depresor del sistema nervioso, por lo cual puede disparar varios trastornos psicológicos, incluyendo psicosis o paranoia. (Consciencia Oceánica, 2015) [17]

- 5.4) HAPs. Los hidrocarburos aromáticos policíclicos o HAPs son un grupo de más de 100 sustancias químicas diferentes que se forman durante la combustión incompleta del carbón, petróleo y gasolina, basuras y otras sustancias orgánicas. Son una clase importante de contaminantes o xenobióticos que persisten en suelos, sedimentos y material particulado suspendido en el aire.

Puede decirse que son contaminantes ubicuos, derivados de la utilización del petróleo y del carbón, y sus consecuencias en el ambiente son nocivas, ya que tienen propiedades tóxicas, mutagénicas o cancerígenas. Ejemplos: naftaleno, fenantreno y antraceno.

En el suelo, es probable que los HAPs se adhieran firmemente a partículas; ciertos HAPs se movilizan a través del suelo y contaminan el agua subterránea. Ciertas personas que han respirado o tocado mezclas de HAPs y otros compuestos químicos por largo tiempo han contraído cáncer. (Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades, 2016) [18]

- 6) Sedimentos y materiales suspendidos. Muchas partículas arrancadas del suelo y arrastradas a las aguas, junto con otros materiales que hay en suspensión en las aguas, son, en términos de masa total, la mayor fuente de contaminación del agua. La turbidez que provocan en el agua dificulta la vida de algunos organismos, y los sedimentos que se van acumulando destruyen sitios de alimentación o desove de los peces, rellenan lagos o pantanos y obstruyen canales, ríos y puertos.

- 7) Sustancias radiactivas. Los isótopos radiactivos solubles pueden estar presentes en el agua y, a veces, se pueden ir acumulando a lo largo de las cadenas tróficas, alcanzando concentraciones considerablemente más altas en algunos tejidos vivos que las que tenían en el agua.

- 8) Contaminación térmica. El agua caliente liberada por centrales de energía o procesos industriales eleva, en ocasiones, la temperatura de ríos o embalses con lo que disminuye su capacidad de contener oxígeno y afecta a la vida de los organismos.

2) FUENTES DE EXTRACCIÓN DEL AGUA MINERAL

El agua mineral natural se obtiene directamente de manantiales naturales o fuentes perforadas de agua subterránea procedente de estratos acuíferos, en los cuales, dentro de los perímetros protegidos, deben adoptarse todas las precauciones necesarias para evitar que las calidades químicas o físicas del agua mineral natural sufran algún tipo de contaminación o influencia externa.

El conocimiento de una cuenca o de un sistema acuífero requiere entender el sistema regional de flujo, áreas de recarga y descarga, etc. La composición química de las aguas subterráneas puede aportar una información muy valiosa sobre el comportamiento hidrogeológico regional, el análisis químico es como el *curriculum vitae* de esa agua. [5]

Igualmente, la fuente de agua que extrae una población para uso consuntivo difiere en todo el mundo, dependiendo de las características físicas y geológicas de la ubicación y la consideración de la eficiencia económica y ambiental.

Sin embargo, la fuente de agua utilizada puede cambiar con el tiempo, influenciada por el cambio debido a factores tales como las condiciones ambientales y climáticas, el tamaño de la población y las circunstancias económicas. (Dolnicar, Hurlimann, & Grün, 2014) [19]

Las variaciones climáticas afectan la calidad y cantidad del agua subterránea. La primera se debe a la intrusión salina, y la segunda, a la reducción de la precipitación total, el aumento de la temperatura media y de la evapotranspiración, lo cual puede causar decrecimiento en los volúmenes de recarga.

Se ha detectado que el fenómeno macroclimático El Niño, influye fuertemente en el ciclo anual de lluvias, con diferencias importantes que afectan directamente la recarga de acuíferos; durante la fase cálida (años El Niño) se presentan en general menos lluvias respecto a un año normal promedio, mientras que en la fase fría (años La Niña) las lluvias aumentan respecto a un año normal promedio. (Manuel & Calderón, 2014) [20]

2.1 Aguas Subterráneas

Una de las principales fuentes de agua mineral en gran parte de los países productores de esta agua, la constituye el agua subterránea.

En general, estas aguas poseen una composición química que se origina como resultado de un proceso complejo de interacciones, hacen parte del ciclo hidrológico, y son el resultado de la infiltración profunda a través de las grietas o poros de las rocas o sedimentos, del agua proveniente de la precipitación, o de fuentes superficiales interconectadas, como ríos, lagos o lagunas. [5]

Las aguas subterráneas son aquella porción del agua existente bajo la superficie terrestre que se acumula en la llamada zona de saturación para formar un depósito de agua, cuya superficie se conoce como nivel freático. Puede ser colectada mediante perforaciones, túneles o galerías de drenaje o también fluye naturalmente hacia la superficie después de transcurrir varios cientos o miles de años, a través de manantiales o filtraciones a los cursos fluviales y se halla almacenada en acuíferos. (Gálvez, 2011) [21]

La importancia global de estas aguas puede entenderse al observar las estadísticas sobre la disponibilidad de los recursos hídricos, que señalan que el 75% del planeta está cubierto por agua, de la cual el 97.5% se encuentra en los océanos.

Del 2.5% del agua fresca restante, más del 70% no está disponible para consumo humano debido a que se encuentra en forma de glaciares, nieve o hielo, un 0.3% se encuentra en lagos, ríos, humedad del suelo y, el 29.7% corresponde al agua subterránea, por lo que éstas se consideran las mayores reservas de agua dulce disponible del planeta.

Hoy, son la mayor reserva de agua potable existente en las regiones habitadas por los seres humanos, representan más del 95% del total de las aguas dulces de todos los continentes e islas y son esenciales para mantener el caudal de base de muchos ríos y la humedad del suelo en las riberas y áreas bajas de las cuencas. [20]

2.1.1 Factores del movimiento de aguas subterráneas

Los principales factores que intervienen en el flujo subterráneo del agua son los siguientes.

Porosidad: Se refiere a la cantidad de espacios vacíos dentro de la masa rocosa, por ejemplo; una arenisca mal cementada o una roca fracturada o con planos de disolución porque hay volumen de espacios vacíos en el seno de la roca.

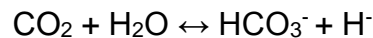
Permeabilidad: La permeabilidad se refiere a la capacidad que tiene un material de permitir que se establezca el flujo de aguas subterráneas, o cualquier fluido, a

través suyo. Ello dependerá de la porosidad y de la conexión entre las aberturas e intersticios, y del tamaño y forma de tales conductos.

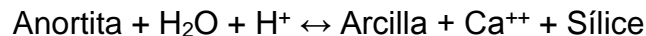
Filtración: La filtración varía mucho, según la naturaleza del suelo, la vegetación y la estación. Por ejemplo; un suelo arenoso y desnudo puede absorber del 30% al 60% del agua lluvia caída. El mismo terreno arenoso recubierto de vegetación, sólo deja filtrar un 10%, exclusivamente durante el otoño y el invierno. [21]

2.1.2 Evolución en el suelo

Durante los primeros metros del recorrido en el subsuelo, el agua subterránea adquiere gran parte de sus características geoquímicas. Esto se debe a que en la etapa de infiltración del agua en el suelo, ocurre la siguiente reacción:



El producto ácido de la reacción anterior le proporciona la acidez al agua y de esta manera obtiene la disolución de minerales y de los silicatos y carbonatos, proceso por el cual intervienen los H^+ y la acidez disminuye. Ejemplo:



Cuando el agua ha llegado a un acuífero pierde la acidez y por tanto pierde la capacidad de disolver carbonatos y alterar silicatos. [5]

2.1.3 Evolución en los acuíferos

La evolución química del agua depende de los minerales con los que permanezca en contacto a lo largo del flujo subterráneo. Si atraviesa yesos se obtendrán SO_4^- y Ca^{++} , si encuentra niveles salinos, con sales cloruradas adquirirá Cl^- y Na^+ , si atraviesa formaciones calizas adquirirá HCO_3^- y Ca^{++} . Esta evolución se denomina *secuencia de Chevotareb*:

	Recorrido y tiempo de permanencia en el acuífero
Aniones predominantes	$\text{HCO}_3^- \rightarrow \text{HCO}_3^-$ y $\text{SO}_4^- \rightarrow \text{SO}_4^- \rightarrow \text{SO}_4^-$ y $\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}^-$
	→ Aumento de la salinidad →

La distribución de la geoquímica del agua distingue tres zonas en profundidad:

✓ Zona superior. Flujo activo, recorridos cortos y tiempos de permanencia de años o decenas de años: Aguas bicarbonatadas y poco salinas.

✓ Zona intermedia. Flujo menos activo, recorridos más largos y tiempos de permanencia de cientos a miles de años: Aguas salinas y el anión predominante será el sulfato.

✓ Zona inferior. Flujo muy lento, largos recorridos y tiempos de miles a millones de años: La salinidad es elevada y el agua es clorurada. [5]

2.1.4 Modelo hidrogeológico conceptual

La gestión de los recursos hídricos subterráneos debe basarse en información confiable, actualizada y pertinente sobre el estado de estos recursos, de los ecosistemas asociados, de los usuarios y de factores externos que pueden incidir sobre los mismos, tales como el uso de la tierra, las fuentes potenciales de contaminación y factores climáticos, entre otros aspectos.

A continuación se presenta un modelo hidrogeológico conceptual de acuíferos basado en el documento Formulación de planes de manejo ambiental de acuíferos de 2014, para recolectar, analizar, evaluar e integrar información sobre la geología, geofísica, inventario de puntos de agua subterránea, hidrología, hidroquímica, hidráulica subterránea, entre otros [20]

2.1.4.1 Evaluación Geológica

Las aguas subterráneas ocurren generalmente en los siguientes ambientes geológicos:

✓ Depósitos no consolidados de gravas y arenas intercalados frecuentemente con niveles o paquetes de limos y arcillas, que son comúnmente el resultado de procesos aluviales o de depósito en las vertientes.

✓ Rocas sedimentarias: materiales de origen sedimentario, normalmente consolidadas y semiconsolidadas de conglomerados y areniscas, que tienen permeabilidad y porosidades primarias (intergranulares) y secundarias como consecuencia del fracturamiento (fallas, y diaclasas principalmente).

Dentro de este grupo se encuentran las *detriticas* si se originan a partir de otras rocas, o las químicas y orgánicas, si se forman a partir de precipitación de compuestos químicos o por acumulación de restos de seres vivos.

✓ Rocas ígneas y metamórficas: estas rocas cristalinas pueden ser bastante impermeables, sin embargo el fracturamiento originado por esfuerzos tectónicos a través de su historia geológica, puede favorecer el desarrollo de permeabilidad secundaria que permiten la circulación y almacenamiento del agua. [20]

2.1.4.2 Evaluación Geofísica

Tabla 1. Empleo de métodos Geofísicos para las evaluaciones Hidrogeológicas.

Métodos	Principios	Información que puede obtenerse
Geoelectrico	Conductividad o Resistividad eléctrica	Geometría del acuífero (profundidad de formaciones impermeables y estructura del subsuelo), extensión lateral, propiedades de las formaciones (arena - arcilla), salinidad del agua, plumas de contaminación.
Sísmica de Refracción	Velocidad de propagación de un esfuerzo mecánico	Depósitos secos - saturados, espesores de diferentes estratos y detección de zonas de fracturamiento.
Sísmica de Reflexión	Velocidad de propagación de un esfuerzo mecánico	Zona de fallas, cartografía de estructuras de recubrimiento
Gravimetría	Densidad	Relleno - basamento
Magnetometría	Susceptibilidad magnética	Geometría del acuífero (profundidad de formaciones impermeables y estructura del subsuelo), extensión lateral

Fuente: Formulación de planes de manejo ambiental de acuíferos 2014.

Los estudios de exploración o prospección geofísica para aguas subterráneas han generalizado el empleo de métodos geoelectricos como sondeos eléctricos verticales, dentro de los equipos se encuentran vehículos, sondas eléctricas para medición de niveles, medidores de parámetros de campo como pH, temperatura y

conductividad eléctrica, instrumentos para aforos volumétricos de caudales, equipos de geofísica, de laboratorio, o de perforación de pozos, en caso de requerirse, haciendo especial énfasis en los formatos y equipos para el seguimiento y monitoreo de variables de estado (caudales, niveles) y de calidad del agua subterránea.

Los métodos geofísicos, en algunos casos, pueden generar interferencia la presencia de objetos metálicos y campos eléctricos próximos (línea de transmisión eléctrica, transformadores) imposibilitando la interpretación de los datos. [20]

2.1.4.3 Análisis Hidrológico

Recarga de Acuíferos

A través del análisis de las variables hidroclimatológicas puede determinarse la recarga de los acuíferos, la cual es fundamental para establecer medidas apropiadas para el manejo y sostenibilidad del recurso hídrico subterráneo.

Dicha recarga se define como el ingreso de agua en la zona saturada, donde comienza a hacer parte de las reservas subterráneas de agua.

Esta entrada sucede de dos maneras:

✓ La primera por un movimiento descendente del agua debido a la fuerza de gravedad, denominado recarga natural.

La recarga natural de un acuífero puede darse por precipitación; por aguas superficiales, es decir, a través de ríos y lagos o; por medio de transferencias desde otras unidades hidrogeológicas o acuíferos; pero también de manera artificial, producto de actividades como la irrigación, fugas de redes de acueducto o alcantarillado o por infiltraciones de embalses y depósitos.

✓ A diferencia de la anterior, la segunda entrada se presenta luego del movimiento horizontal del flujo debido a las diferentes condiciones hidráulicas de las capas que constituyen el perfil del suelo, denominado recarga artificial.

La recarga artificial tiene como objetivo el aumento de los almacenamientos naturales de agua subterránea mediante la modificación del movimiento natural de las aguas superficiales utilizando técnicas adecuadas de construcción civil.

Esta puede hacerse en superficie, infiltración del agua por medio de obras que no están en contacto directo con la zona saturada del suelo como: lagunas de infiltración, zanjas, surcos, riegos por aspersión, o mejorando los lechos de los ríos

o en profundidad, y se debe cumplir con criterios de calidad que no afecten el estado actual de las aguas subterráneas.

En general la recarga por lluvia es la más importante, mientras que la recarga producida por ríos y lagos es importante en climas secos, y la debida a fugas en redes de acueducto y alcantarillado es de gran importancia en las zonas urbanizadas. [20]

2.1.4.4 Caracterización Hidrogeoquímica y determinación de la Calidad del Agua Subterránea

En aguas subterráneas existe una marcada tendencia de utilizar la caracterización *Hidrogeoquímica* para definir la calidad del agua en función de su potencial aprovechamiento para diferentes propósitos. En algunos países con mayores niveles de aprovechamiento de aguas subterráneas esta evaluación se extiende a un amplio espectro de variables. (González, n.d.) [22]

Tabla 2. Constituyentes disueltos en el Agua Subterránea y sus efectos en la salud humana.

Elementos principales (mg/L)			Elementos Trazas (µg/L)				
Mg*	Na*	HCO ₃ *	V*	Ni*	Li*	P*	Sr*
K*	Ca*		Se*	Cr*	Ba*	B	F*
Si*	SO ₄ *		As	Pb	Cu*	Br	
	Cl*		Cd	Al	Mn*	Fe*	
	NO ₃ *		Co*		U	Zn*	
					I*		

Al: Aluminio
As: Arsénico
B: Boro
Ba: Bario
Br: Bromo
Ca: Calcio
Cd: Cadmio
Cl: Cloro
Co: Cobalto
Cr: Cromo

Li: Litio
Mg: Magnesio
Mn: Manganeseo
Na: Sodio
Ni: Níquel
NO₃⁻: Nitrato
P: Fósforo
Pb: Plomo
Se: Selenio
Si: Sílice

*Probablemente esencial para la salud humana

As: Tóxico o indeseado en cantidades excesivas **B:** Otros

Fuente: Formulación de planes de manejo ambiental de acuíferos 2014.

Las características químicas del agua subterránea están condicionadas o controladas por la litología y mineralogía de los sedimentos y rocas por las que circula. Esta interacción imprime una “marca” o “huella” al agua subterránea, que permite validar un sistema preliminar de flujo y determinar zonas de recarga, a través de análisis de iones principales y trazas, y de los llamados trazadores físicos como la temperatura, el pH y la conductividad. Esta validación puede ser complementada luego con análisis isotópicos.

La proporción de los constituyentes químicos como Na, Ca, Mg, K, HCO₃, Cl, SO₄, NO₃ y Si, que conforman el contenido soluto en las aguas subterráneas naturales así como la de elementos traza asociados, reflejan la trayectoria del flujo del agua subterránea y su evolución Hidrogeoquímica. [20]

Como un primer paso antes de determinar la calidad del agua subterránea, se debe verificar la consistencia y confiabilidad de los análisis de laboratorio, a través del balance iónico (electroneutralidad) y la verificación por medio de algunas relaciones interparamétricas.

El balance iónico, mide la diferencia entre el total de aniones y cationes expresados en mili- equivalentes por litro (meq/L), determinados analíticamente. El error del balance iónico, se define según la siguiente ecuación:

$$Error (\%) = \frac{\Sigma \text{ cationes} - \Sigma \text{ aniones}}{\Sigma \text{ cationes} + \Sigma \text{ aniones}} * 100$$

Los rangos de error aceptables dependen del valor de conductividad eléctrica o de la sumatoria de aniones como se muestra a continuación:

Tabla 3. Error aceptable en el balance iónico de la conductividad eléctrica.

Conductividad Eléctrica (µs/cm)	50	200	500	2000	> 2000
Error Aceptable %	± 30	± 100	± 8	± 4	± 4

Tabla 4. Error aceptable en el balance iónico según sumatoria de aniones

Σ Aniones (meq/L)	Error Aceptable (%)
0 - 3	± 0.2
3 - 10	± 2
10 - 800	± 5

Las relaciones interparamétricas más comunes para complementar el criterio de verificación de análisis químicos son las siguientes:

La relación $\frac{k}{(Na + k)}$ debe ser menor al 20%

La relación $\frac{Mg}{(Ca + Mg)}$ debe ser menor al 40 %

La relación $\frac{Ca}{(Ca + SO_4)}$ debe ser mayor al 50 %

La relación $\frac{Na}{(Na + Cl)}$ debe ser mayor al 50 %

La relación entre los sólidos disueltos totales (SDT) y la conductividad eléctrica debe ser:

$$0.55 < \frac{\text{SDT medido}}{\text{conductividad eléctrica}} < 0.75$$

La relación entre la conductividad eléctrica y el total de cationes debe ser:

$$90 < \frac{\text{Conductividad eléctrica}}{\Sigma \text{cationes meq/L}} < 100$$

Los datos hidroquímicos pueden ser representados a través de gráficas que muestran sintéticamente las características químicas principales del agua, facilitando su clasificación.

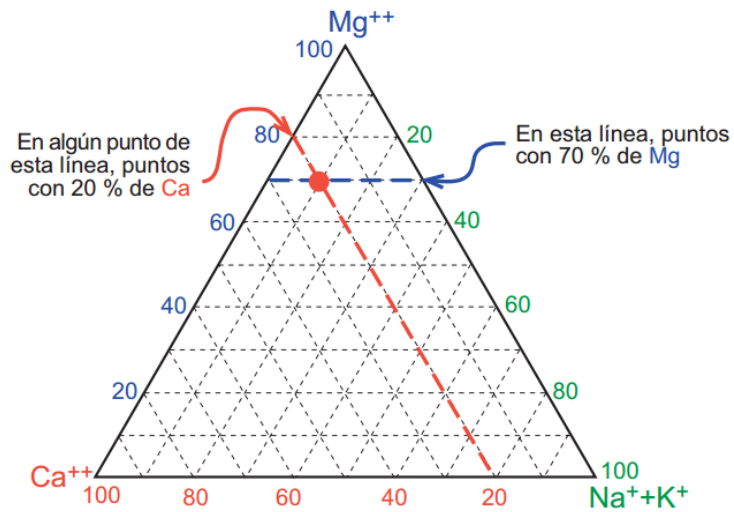
Dentro de estos se encuentran los diagramas de Piper, de Schoeller, columnar de Collins y de Stiff, entre otros.

Diagramas de Piper

Los diagramas de Piper o diagramas triangulares se utilizan para representar la proporción de tres componentes en la composición de un conjunto o de una sustancia. La suma de los tres componentes debe representar el 100% de la composición de lo que se considera. En hidroquímica se utiliza un triángulo para los cationes principales y otro para los aniones. (F. J. S. S. Román, 2008) [23]

Un ejemplo de cómo representar la información en este diagrama es el siguiente: Un punto que tiene 20% de Ca^{++} , 70% de Mg^{++} y 10% de $(Na^{++}K^+)$ se representa así:

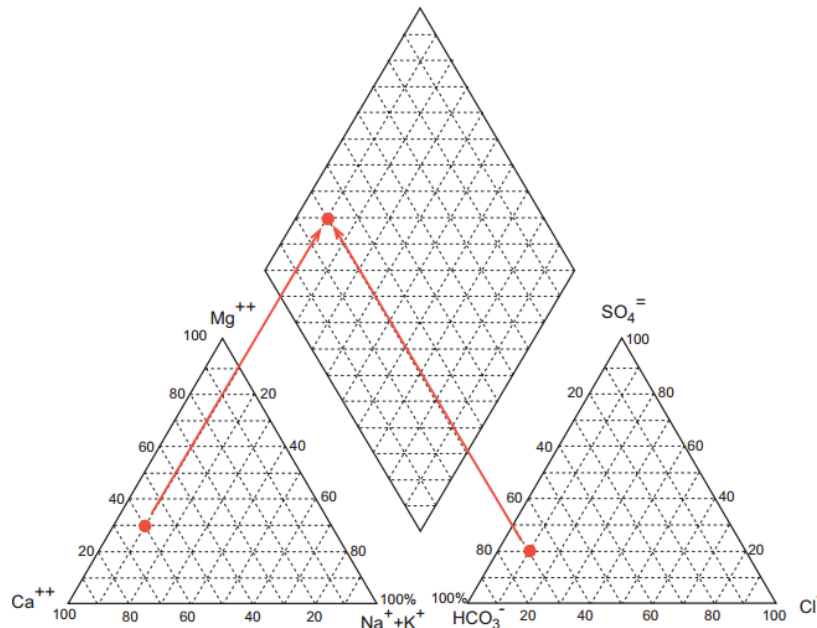
Figura 3. Representación de la concentración de tres iones en el diagrama de Piper.



Fuente. Diagramas Hidroquímicos de Piper y Stiff de la página web hidrologia.usal.es

Donde se cortan las dos líneas se sitúa el punto. El diagrama de Piper está formado por dos triángulos con un rombo que recoge la información de ambos triángulos:

Figura 4. Ejemplo de diagrama de Piper con rombo.



Fuente. Diagramas Hidroquímicos de Piper y Stiff de la página web hidrologia.usal.es

Los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos permiten determinar la calidad del agua subterránea para diferentes usos, definir medidas de manejo en aquellas captaciones en que los límites estén por encima de las normas establecidas y, determinar zonas en las que existen procesos de contaminación. [20]

2.1.5 Isótopos Ambientales

Aunque algunos de los elementos que se presentan en los acuíferos pueden tener varios isótopos, sólo algunos de ellos son de importancia práctica para hidrogeología. Los más utilizados en estudios hidrogeológicos son los isótopos del H: H₂ (Deuterio); H₃ (Tritio); del oxígeno: O₁₈, C: C₁₃ y C₁₄, los cuales permiten verificar las hipótesis del modelo hidrogeológico en los siguientes temas:

- ✓ Áreas de recarga.
- ✓ Patrones de circulación de aguas subterráneas.
- ✓ Tiempo de residencia del agua subterránea o edad del agua.
- ✓ Verificación de balances hídricos.
- ✓ Identificación de posibles fuentes de contaminantes en acuíferos contaminados [20]

2.1.6 Hidráulica de Pozos

Para establecer el comportamiento actual y a futuro de un acuífero es indispensable la estimación de sus parámetros hidráulicos como:

Conductividad hidráulica (K [L/T]): Es la propiedad de las rocas de permitir o no el flujo del agua; es decir, un estrato geológico siendo poroso puede contener agua, pero si los espacios vacíos no se interconectan, el agua no circula.

Transmisividad (T [L²/ t]): Es una medida de la capacidad de un acuífero para conducir agua o transmitir agua, definiéndose como el volumen de agua que pasa por unidad de tiempo, a través de una franja vertical de acuífero de ancho unitario, extendida en todo el espesor saturado, cuando el gradiente hidráulico es unitario y a una temperatura de 15°C.

Coefficiente de almacenamiento (S): Es adimensional. Se refiere al volumen que es capaz de liberar el acuífero al descender en una unidad el nivel piezométrico (o la presión). [21]

Los anteriores pueden obtenerse por medio de pruebas de bombeo. Las pruebas de bombeo, se utilizan también para estimación de recursos, para inferir el

comportamiento de un acuífero ante regímenes de extracción de agua y, para determinar los caudales de explotación, entre otros.

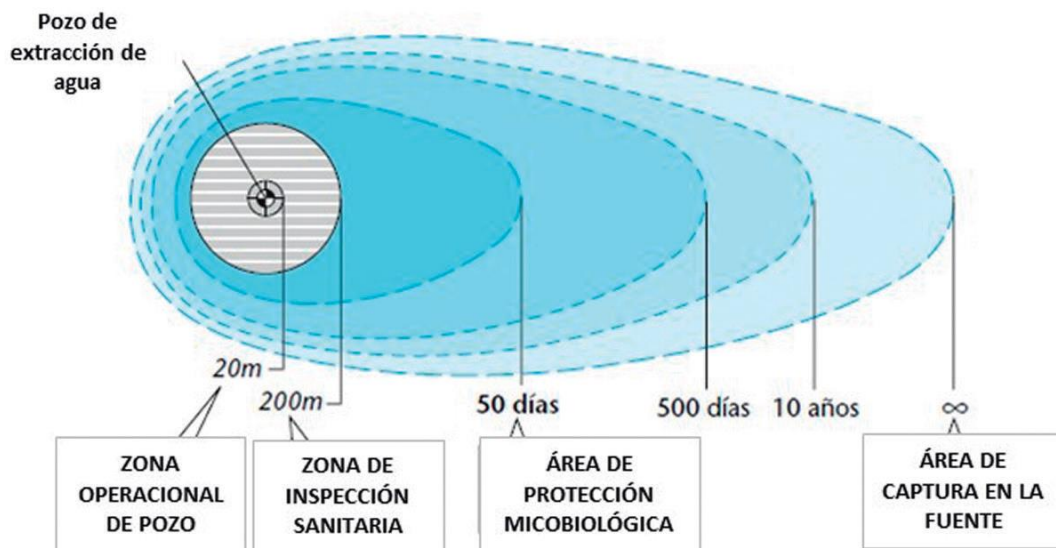
Para la correcta realización de una prueba de bombeo, es indispensable contar con equipos adecuados para tener un control constante sobre el caudal bombeado y las variaciones de los niveles del agua subterránea con el tiempo. [20]

2.1.7 Perímetros de protección de captaciones

Una de las formas más antiguas de proteger las aguas subterráneas de la contaminación indeseada, es la restricción de ciertas actividades y del uso del terreno en la zona que circunda una fuente de captación de estos recursos hídricos.

Con estas zonas de restricción o protección, se busca proteger el área que alimenta directamente al pozo, o sea su “zona de captura”, la cual es función tanto de las condiciones hidrogeológicas del acuífero, como de los caudales bombeados por los pozos.

Figura 5. Perímetros de protección de pozos en un acuífero libre.



Fuente: Formulación de planes de manejo ambiental de acuíferos 2014.

Existen diferentes niveles de perímetros de protección de pozos que responden a objetivos y criterios diferentes, el ejemplo tomado plantea cuatro niveles correspondientes a: la zona operacional; la zona de inspección sanitaria; el área de protección microbiológica y; el área de captura total de la fuente.

De acuerdo con estos niveles, se definen estrategias de protección de los acuíferos a través de las cuales se podrán prohibir, restringir o, aceptar condicionadamente, la ubicación de ciertas actividades potencialmente contaminantes. [20]

2.1.8 Riesgos de contaminación de las aguas subterráneas

Se entiende que las aguas subterráneas pueden regresar a la superficie por medio de accidentes geológicos. Esta zona de resurgimiento es la zona de mayores cambios, pues no sólo cambia la calidad original del agua como consecuencia de las modificaciones naturales del ambiente físico: descompresión, eliminación de gases, enfriamiento, disolución, precipitación, etc., sino también por la intervención del hombre, cuyas actividades agrícolas, industriales y domésticas pueden alterar las aguas por aportaciones externas.

El análisis de los riesgos asociados con el recurso hídrico subterráneo, involucra necesariamente una interrelación de las variables del componente natural (que condicionan el funcionamiento del sistema acuífero y su respuesta ante factores externos), con las variables sociales, económicas y culturales de una población que puede beneficiarse del recurso, implementar medidas para su protección, o constituirse en una amenaza para la sostenibilidad del mismo en términos de calidad y de cantidad.

El riesgo por contaminación de los acuíferos, se entiende como la probabilidad o posibilidad de que una carga contaminante ingrese al acuífero como resultado de procesos naturales o antrópicos, e impacte negativamente la calidad del agua subterránea, por ejemplo, el agua mineral natural no es un agua estéril y puede contener microflora natural.

Las amenazas (cargas contaminantes) naturales se relacionan con condiciones ambientales no inducidas por el hombre, que pueden estar asociadas con la naturaleza química del sustrato litológico o con las fronteras hidrológicas como sucede en las zonas costeras.

El riesgo por contaminación, será el resultado del análisis conjunto de la vulnerabilidad intrínseca del acuífero, y/o la delimitación de los perímetros de

protección de pozos, con el análisis de las fuentes potenciales de contaminación, o amenaza. [20]

2.1.8.1 Riesgo por agotamiento

El agotamiento de un acuífero puede considerarse de manera literal como una reducción en el volumen de agua en la zona saturada, independientemente de consideraciones de calidad del agua, o desde otra perspectiva que involucre la reducción en el volumen útil de agua dulce subterránea en el almacenamiento.

Algunos de los efectos negativos del agotamiento del agua subterránea por efectos de la explotación excesiva son:

✓ Agotamiento de los pozos: esto genera pérdidas de pozos, necesidad de profundizar más las captaciones, aumentar la cabeza de bombeo de la bomba y además disminuir las tasas de rendimiento del pozo.

✓ Reducción de agua en cauces, arroyos y lagos: si existe conexión hidráulica entre el agua superficial y el agua subterránea, de tal forma que las fuentes superficiales se mantienen en periodos de estiaje por el flujo de las aguas subterráneas, estas condiciones cambian por completo cuando los niveles descienden.

El cambio en las direcciones de flujo del agua subterránea y de la forma como se mueve en el acuífero también pueden afectar las conexiones hidráulicas.

✓ El deterioro de la calidad del agua: dos causas del deterioro de la calidad pueden darse, una en los acuíferos costeros por intrusión marina o en acuíferos continentales por bombeo de capas confinadas cercanas, de otros niveles acuíferos o de otro nivel del mismo acuífero de mala calidad o por inducir flujo de corrientes superficiales contaminadas.

✓ Aumento de los costos de bombeo: La necesidad del cambio físico en las captaciones y del sistema de extracción por la profundidad de los niveles eleva los costos de extracción de agua. En el caso en que el agotamiento se define por calidad, se pueden generar costos de tratamiento insostenibles.

✓ Hundimiento de terreno – subsidencia: por la sobreexplotación los poros del suelo se quedan vacíos, lo que genera fallas en el suelo y posteriores asentamientos en el terreno. Este efecto es irreversible y además de afectar las construcciones en superficie puede colapsar los pozos de explotación de acuíferos. [20]

2.1.9 Protección y remediación de acuíferos

La contaminación del agua subterránea puede comprometer el desarrollo de varios sectores de la sociedad y ha llegado a ser un problema de consecuencias económicas y ambientales importantes.

Para afrontarlo existen metodologías que ofrecen la posibilidad de descontaminar parcial o completamente el agua subterránea, o en algunos casos de aislar la zona del agente contaminante, mediante la inmovilización, degradación o transformación de las sustancias contaminantes.

Las técnicas de remediación pueden ser físicas, físico-químicas o biológicas, las físicas buscan principalmente evitar que el contaminante alcance el agua subterránea, como por ejemplo el uso de barreras; las físico-químicas emplean principalmente sustancias químicas para lograr que se alcancen niveles de contaminación admisibles, mientras que las medidas biológicas consisten principalmente en el uso de los microorganismos naturales (levaduras, hongos o bacterias) existentes en el medio para descomponer o degradar sustancias peligrosas, en sustancias de carácter menos tóxico, o bien inocuas para el medio ambiente y la salud humana. [20]

3) **NORMATIVIDAD DEL AGUA MINERAL NATURAL**

3.1 Protección sanitaria de las instalaciones y área de captación

El código internacional de captación **CAC/RCP 33-1985 (Revisado en 2011)** establece prácticas generales para la captación del agua mineral natural, su elaboración, embotellamiento, embalaje, almacenamiento, transporte, distribución y venta para el consumo directo, a fin de garantizar un producto inocuo, sano y saludable. (FAO, 2011a) [24]

Algunas de las medidas son las siguientes:

3.1.1 Protección de los estratos acuíferos

3.1.1.1 Autorización: Esto hace referencia a toda fuente, pozo o perforación destinada a la captación de aguas minerales naturales, la cual debe ser aprobada por la autoridad oficial competente.

3.1.1.2 Determinación del origen de las aguas minerales naturales: Siempre que se disponga de una metodología adecuada, debe realizarse un análisis preciso sobre la procedencia de las aguas minerales naturales, la duración de su permanencia bajo tierra antes de la captación, así como de sus propiedades químicas y físicas.

3.1.1.3 Perímetro de protección:

- ✓ Deben determinarse las áreas en cuyo interior las aguas minerales naturales podrán ser contaminadas o afectadas negativamente de otra manera en cuanto a sus características químicas, físicas, radiológicas y microbiológicas. Cuando lo indiquen las condiciones hidrogeológicas y al tomarse en cuenta los riesgos de contaminación, pueden preverse varios perímetros de diferentes dimensiones.
- ✓ Deben llevarse a cabo estudios hidrogeológicos a manos de expertos calificados para determinar y describir la cuenca de captación.

Los estudios hidrogeológicos deben incluir:

- ✓ La ubicación de los puntos de extracción
- ✓ La determinación del alcance y las propiedades del estrato acuífero que contiene el recurso de las aguas subterráneas

- ✓ La ubicación y el alcance de la cuenca de captación
- ✓ El grado y la naturaleza de la protección natural contra la contaminación
- ✓ Las características de las aguas superficiales, identificando aquellas que interactúan con el recurso de aguas subterráneas
- ✓ Otros extractores de agua, identificando aquellos que exploten el mismo recurso de aguas subterráneas
- ✓ La química y la calidad del recurso de aguas subterráneas
- ✓ La determinación de la tasa de recarga de las aguas subterráneas y el rendimiento seguro
- ✓ Los tiempos de recorrido de las aguas subterráneas entre la zona de recarga y los puntos de extracción

3.1.1.4 Medidas de protección.

Se recomienda dictar prescripciones relativas a la evacuación de desechos líquidos, sólidos o gaseosos, la utilización de sustancias que pueden alterar el agua mineral natural (por ejemplo, las que proceden de la agricultura), así como toda posibilidad de modificación accidental del agua mineral natural debida a fenómenos naturales tales como las condiciones hidrogeológicas.

Deben tenerse especialmente en cuenta los posibles agentes de contaminación: bacterias, virus, fertilizantes, hidrocarburos, detergentes, plaguicidas, compuestos fenólicos, metales tóxicos, sustancias radiactivas y otras sustancias orgánicas o inorgánicas solubles.

Deben tenerse en cuenta las actividades que tengan más probabilidades de causar contaminación, tales como la minería, la construcción, etc.

3.1.2 Higiene en la extracción y la captación de las aguas minerales naturales

3.1.2.1 Extracción

Las extracciones de aguas minerales naturales (de fuentes, pozos naturales o perforados) deben realizarse en función de las condiciones hidrogeológicas, de tal manera que se evite la captación de otras aguas que no sean las designadas como aguas minerales naturales o, en el caso de bombeo, que se pueda impedir que entre otra agua al reducir el caudal. Las aguas minerales naturales que surjan de dicha captación o que sean bombeadas deberían ser protegidas de tal manera que no puedan ser contaminadas por causas naturales o por actos de negligencia o de mala fe.

3.1.2.2 Protección de la zona de extracción

- ✓ En la zona de extracción se debe impedir el acceso a las personas no autorizadas mediante la colocación de dispositivos adecuados (por ejemplo, cercas), y no debe permitirse ninguna otra actividad que no sea la destinada a la obtención de las aguas minerales naturales.
- ✓ Las tuberías, bombas y otros posibles dispositivos que entren en contacto con las aguas minerales naturales y que sean utilizados para la captación, deben estar hechos de materiales inertes a fin de que aseguren que no se modificarán las características y cualidades originales de las aguas minerales naturales.

3.1.3 Explotación y vigilancia de las aguas minerales naturales

Debe examinarse periódicamente el estado de las instalaciones de extracción, las zonas de extracción y los perímetros de protección, así como la calidad de las aguas minerales naturales.

Para vigilar la estabilidad de los parámetros químicos y físicos de las aguas minerales naturales, tomando en cuenta las variaciones naturales, debe procederse a tomar mediciones automáticas o manuales de las características típicas del agua y documentarlas.

La vigilancia periódica debería incluir los siguientes parámetros básicos:

- ✓ Apariencia, olor y sabor
- ✓ Físicos: medida del caudal, temperatura, conductividad eléctrica, nivel piezométrico
- ✓ Fisicoquímicos: pH
- ✓ Químicos: conforme a las características del agua, el contenido de dióxido de carbono

3.1.4 Manipulación, y almacenamiento de las aguas minerales naturales destinadas al envasado

Los métodos y procedimientos para el mantenimiento de las instalaciones de manipulación y almacenamiento deberían ser higiénicos y no constituir un posible peligro para la salud humana o una fuente de contaminación para las aguas minerales naturales.

3.1.4.1 Almacenamiento en el punto de extracción

La cantidad de aguas minerales naturales que se almacena en el punto de extracción debe ser lo más baja posible.

El agua debe permanecer almacenada por el menor tiempo posible, a fin de reducir al mínimo la posibilidad de la contaminación y evitar su estancamiento.

El aire que entra en el espacio superior de los depósitos debería ser filtrado o tratado para evitar la contaminación del agua. Los filtros de aire deberán tener un tamaño de poro de 0.45 µm o menor.

3.1.4.2 Conductos y Depósitos

Todo conducto o depósito usado en el procesamiento de las aguas minerales naturales para llevarlas de su origen a las instalaciones de envasado, debe cumplir los requisitos necesarios establecidos por las autoridades oficiales competentes y estar construido de materiales inertes aprobados para entrar en contacto con los alimentos, tales como la cerámica y el acero inoxidable, que impidan toda modificación adversa, ya sea por el agua, la manipulación, el mantenimiento o la desinfección.

3.1.5 Limpieza, mantenimiento e higiene del personal en la producción primaria

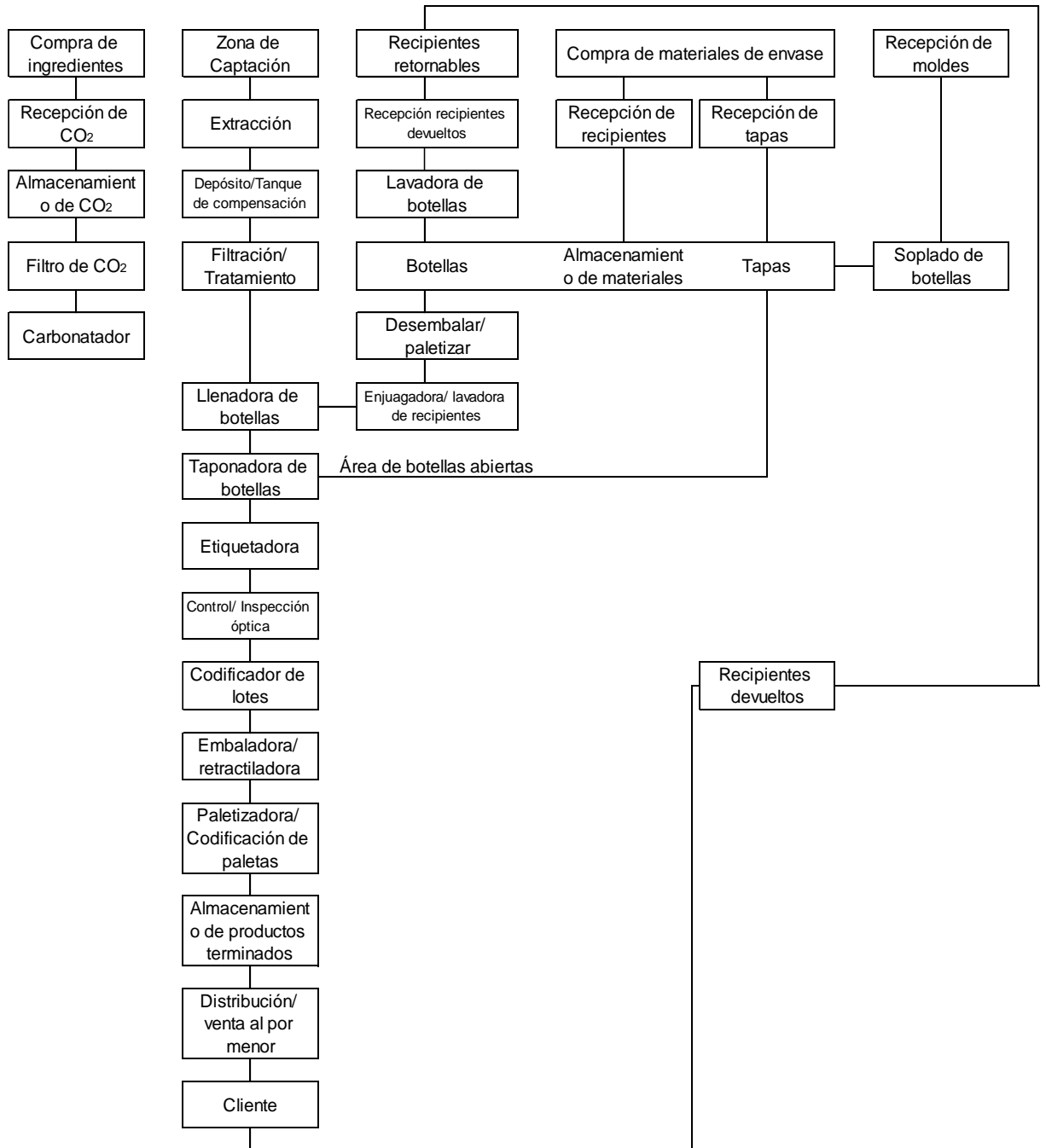
La red de extracción y abastecimiento de agua debe ser debidamente gestionado y conservado, y limpiarse o desinfectarse para proteger todos los componentes contra el riesgo de contaminación química, física y microbiológica.

También debe elaborarse un plan de contingencias detallado en colaboración con los expertos y las autoridades pertinentes a fin de responder a la brevedad posible a acontecimientos excepcionales (p. ej., la contaminación del recurso de aguas subterráneas, un terremoto, incendios forestales, según corresponda a la ubicación específica), de modo que puedan reducirse al mínimo las consecuencias.

3.1.6 Edificios y Salas

El equipo de llenado (enjuagadora, llenadora, taponadora) deberá ser protegido por un gabinete bajo aire filtrado de presión positiva o en una sala bajo filtración de aire estéril con presión positiva.

Figura 6. Flujo del proceso para las aguas minerales naturales.



Fuente. **CAC/RCP 33-1985 (Revisado en 2011)**

Las operaciones tales como el etiquetado, la codificación, el retractilado, etc., pueden generar una cantidad considerable de partículas en suspensión; por lo tanto, es preferible excluir estas actividades de las áreas de enjuague, llenado y tapado.

- ✓ El almacenamiento de materiales debería estar separado en áreas designadas para materiales de envasado, tapas y botellas y, donde sea posible, también según diferentes tipos de botellas, tales como de vidrio, PET, PE, PC y PVC.

Debe realizarse un análisis de peligros, desde la captación hasta la distribución, que tome en cuenta los peligros microbiológicos, físicos, químicos y radiológicos, conforme a los principios del sistema de APPCC (Análisis de peligros y puntos de control críticos), para reducir, eliminar o prevenir los peligros para la producción de aguas minerales naturales inocuas.

3.1.7 Tratamiento

Las aguas de manantial, naturalmente potables, y las aguas minerales naturales no pueden, por definición, ser sometidas a rehabilitación alguna. En consecuencia no deben adquirir ningún contaminante del tipo que sea. Sólo una estrategia de prevención puede responder a estas especificaciones.

Los tratamientos utilizados para eliminar o reducir los constituyentes inestables y las sustancias relacionadas con la salud, podrían incluir la adsorción y la filtración de partículas (mecánica), tal como la lograda con filtros de superficie (p. ej., filtros de membrana plisada) o con filtros de profundidad (p. ej., filtros de arena o filtros de cartucho de fibra comprimida) oxigenación (O₂) y aireación.

Todos los tratamientos de aguas minerales naturales deben llevarse a cabo bajo condiciones controladas para evitar todo tipo de contaminación.

3.1.8 Transporte y almacenamiento de las aguas minerales envasadas

El almacenamiento y el transporte de las aguas minerales naturales envasadas, a temperaturas excesivamente altas o bajas, debe evitarse puesto que podría resultar en una reducción en la calidad (p. ej., el riesgo de la migración del compuesto de los materiales de envase primario).

3.1.9 Mantenimiento y limpieza de las instalaciones

Deben tomarse precauciones adecuadas para evitar que las aguas minerales naturales se contaminen durante la limpieza o la desinfección de las salas, el equipo o los utensilios, con el agua y los detergentes o con los desinfectantes y sus soluciones.

No deben realizarse trabajos de pintura durante el tiempo de producción. Se debe tener cuidado al seleccionar la pintura a utilizarse.

3.1.10 Criterios microbiológicos. Ver anexo 1 y 2.

3.2 Normatividad Colombiana

En Colombia, la Resolución No. 12186 del 20 de septiembre 1991, Por la cual se fijan las condiciones para los procesos de obtención, envasado y comercialización de agua potable tratada con destino al consumo humano, establece las condiciones y requisitos de obtención, envasado y comercialización de las aguas minerales naturales.

Igualmente, el Decreto 1541 de julio 26 de 1978, Reglamentario del Decreto Ley 2811 de 1974, menciona un régimen especial para ciertas categorías de aguas como las aguas lluvias, las subterráneas y las aguas minerales y termales.

3.2.1 NTC 3525

La Norma Técnica Colombiana, NTC 3525 de Agua Envasada define el Agua envasada. Es el agua potable tratada, envasada y comercializada con destino al consumo humano, que puede contener minerales que se hallan presentes naturalmente o que se agregan intencionalmente; puede contener dióxido de carbono por encontrarse naturalmente o porque se agrega intencionalmente, pero no azúcares, edulcorantes, aromatizantes u otras sustancias alimentarias.

De igual manera establece mediante el numeral 3.2.1 que las Aguas Naturales Aquellas sometidas únicamente a los siguientes tratamientos permitidos: decantación, filtración, aireación, microfiltración, aplicación de rayos ultravioleta,

gasificación y/o desgasificación y no pueden ser adicionadas con minerales. (NTC, 2012) [25]

3.2.2 INVIMA

El Manual de Inspección con enfoque en el riesgo del INVIMA adquiere unas indicaciones de vigilancia e inspección para diferentes tipos de aguas, entre ellas el agua mineral y establece lo siguiente de acuerdo con el envasado:

Procedimientos de vigilancia

El inspector deberá verificar que las siguientes actividades se estén realizando por parte del establecimiento:

- a. Toma de muestras y control de parámetros físicos, químicos y microbiológicos para constatar que el proceso de envasado resulte conforme a la reglamentación vigente.
- b. Control organoléptico sistemático (degustación) para comprobar que el agua mantenga las características originales del acuífero y que el proceso industrial no influya sobre ellas, en el caso de las aguas minerales y de las definidas según su origen. Además para asegurarse que los tratamientos de purificación, adecuación y elaboración aplicados, alguna deficiencia en ellos, los envases empleados y los aditivos usados (en el caso de los refrescos y gaseosas), no confieren sabores extraños al producto. (Alimentos, Bebidas, & INVIMA, 2015) [26]

3.3 Legislación Europea

En Europa las normas que establecen los límites para las aguas minerales como son:

- ✓ DIRECTIVA 2003/40/CE de la comisión de 16 de mayo de 2003, por la que se fija la lista, los límites de concentración y las indicaciones de etiquetado para los componentes de las aguas minerales naturales, así como las condiciones de utilización del aire enriquecido con ozono para el tratamiento de las aguas minerales naturales y de las aguas de manantial.
- ✓ DIRECTIVA 2009/54/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 18 de junio de 2009 sobre explotación y comercialización de aguas minerales naturales (Diario Oficial de la Unión Europea, 2009) [27]

Esta Directiva establece los criterios para el etiquetado de altas concentraciones de sales contenido de mineral ($>1500 \text{ mg L}^{-1}$), HCO_3^- ($>600 \text{ mg L}^{-1}$), SO_4^{2-} ($>200 \text{ mg L}^{-1}$), Cl^- ($>200 \text{ mg L}^{-1}$), Ca ($>150 \text{ mg L}^{-1}$), Mg ($>50 \text{ mg L}^{-1}$), Fe ($>1 \text{ mg L}^{-1}$), F^- ($>1 \text{ mg L}^{-1}$), CO_2 ($>250 \text{ mg L}^{-1}$) y Na ($>200 \text{ mg L}^{-1}$).

3.4 Requisitos para el etiquetado

La norma Codex Alimentarius en el numeral 6 establece requisitos para el etiquetado de las aguas minerales embotelladas, por lo cual refiere las siguientes disposiciones [2]:

Nombre del producto

- ✓ El nombre del producto será “agua mineral natural”.
- ✓ Las denominaciones siguientes podrán ir acompañadas de términos calificativos adecuados (por ej., agua no gaseosa y gaseosa) como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 5. Requisitos para la información del etiquetado referente a la carbonatación.

<i>Etiquetado</i>	<i>Carbonatación</i>
Agua mineral natural carbonatada naturalmente	Tras el embotellado el contenido de CO_2 es el mismo que el de la fuente y no se ha sustituido.
Agua mineral natural no carbonatada	Después del envasado, no contiene CO_2 libre en medida superior a la cantidad necesaria para mantener presentes los hidrogenocarbonatos disueltos en el agua.
Agua mineral natural descarbonatada	El CO_2 se elimina mediante un tratamiento físico.
Agua mineral natural enriquecida con dióxido de carbono de la fuente	El contenido de CO_2 es mayor que en la fuente, pero el CO_2 proviene de la misma fuente.
Agua mineral natural carbonatada	Parte o todo el CO_2 proviene de un origen distinto al de la fuente.

Nombre y dirección: Debe declararse la localidad y el nombre de la fuente.

Requisitos de etiquetado adicionales:

✓ Composición química

En la etiqueta debe indicarse la composición analítica y las características del producto.

Este numeral establece que el agua mineral natural embotellada no deberá contener, de las sustancias que se indican a continuación:

Tabla 6. Límites máximos para componentes en el agua mineral.

Componentes	Límites máximos en mg/L
<i>Antimonio</i>	0,005
<i>Arsénico</i>	0,01 <i>calculado como As total</i>
<i>Bario</i>	0,7
<i>Borato</i>	5 <i>calculado como B</i>
<i>Cadmio</i>	0,003
<i>Cromo</i>	0,05 <i>calculado como cromo total</i>
<i>Cobre</i>	1
<i>Cianuro</i>	0,07
<i>Fluoruro</i>	1
<i>Plomo</i>	0,01
<i>Manganeso</i>	0,4
<i>Mercurio</i>	0,001
<i>Niquel</i>	0,02
<i>Nitrato</i>	50 <i>calculado como nitrato</i>
<i>Nitrito</i>	0,1 <i>calculado como nitrito</i>
<i>Selenio</i>	0,01

Fluoruro. En caso de que el producto contenga más de 1 mg/l de fluoruro, en la etiqueta deberán figurar, como parte del nombre del producto, o muy cerca de éste, o en cualquier otro lugar visible, las palabras “contiene fluoruro”.

Además, en caso de que el producto contenga más de 1,5 mg/l de fluoruros, debe figurar la frase siguiente: “*El producto no es idóneo para lactantes y niños menores de siete años de edad*”.

Cuando se realicen ensayos de conformidad con los métodos de análisis y muestreo no deberá contener, de las sustancias que se indican a continuación, cantidades superiores al límite de cuantificación: Agentes tensioactivos, plaguicidas y bifenilos policlorados, Aceite mineral, Hidrocarburos aromáticos policíclicos.

✓ Si un agua mineral natural se ha sometido a tratamiento (Entre los tratamientos permitidos se incluye la separación de los constituyentes inestables, como por ejemplo los compuestos que contienen hierro, manganeso, azufre o arsénico, por decantación o filtración, de ser necesario, acelerada mediante aireación previa, numeral 3.1.1) deberá indicarse dicho tratamiento en la etiqueta.

Prohibiciones relativas al etiquetado

Las siguientes son las prohibiciones más importantes para el que los productores de agua mineral establezcan en el etiquetado de sus aguas:

✓ No deberá hacerse ninguna declaración de efectos medicinales (para prevenir, curar o aliviar enfermedades) en lo que respecta a las propiedades del producto regulado por la Norma.

✓ No deberá hacerse tampoco ninguna declaración de otros efectos benéficos para la salud del consumidor que no sean reales o que induzcan a error al consumidor.

✓ No deberá formar parte del nombre comercial el nombre de una localidad, aldea o lugar especificado, a menos que se refiera al agua mineral natural extraída en el lugar designado por ese nombre comercial.

✓ Está prohibida la utilización de toda indicación o imagen que pueda resultar equívoca para el consumidor o que en cualquier otra forma pueda ser engañosa para éste, con respecto a la naturaleza, origen, composición y propiedades de las aguas minerales naturales puestas en venta.

En la normatividad para el agua mineral natural, el agua de manantial y demás aguas de bebida envasada, se establecen una serie de condiciones para cada tipo de agua y en particular, para el agua mineral natural, como la cantidad estándar de mineralización para dichas aguas, las cuales pueden ser adoptadas a nivel global. (“The Natural Mineral Water , Spring Water and Bottled Drinking Water (England) Regulations 2007,” 2007) [28] **Ver anexo tabla 3.**

Muchos países, especialmente los países desarrollados, regulan la calidad del agua embotellada a través de estándares del gobierno, normalmente utilizados para garantizar que la calidad del agua es segura y las etiquetas reflejan con precisión el contenido de la botella. En muchos países en desarrollo, sin embargo, tales normas son variables y suelen ser menos estrictos que los de las naciones desarrolladas.

4) COMPORTAMIENTO DEL MERCADO DEL AGUA MINERAL EMBOTELLADA

Según un estudio de Victoria Corchs, Jorge Costas y Alexander Hanglin, autores del trabajo de investigación “La industria de agua embotellada: Aproximación al costo en el mercado”, en cuestión de 30 años el agua embotellada ha pasado a tener una importancia relevante, ya se habla de ella como la segunda o tercera mercancía que más dinero mueve en el mundo, después del petróleo y el café. (Victoria Corchs, 2009) [29].

Los europeos occidentales son los grandes consumidores de agua embotellada del mundo (85 litros / persona / año), pero los mercados más prometedores se encuentran en Asia y el Pacífico, con un incremento anual del 15%. El consumo medio mundial crece un 7% cada año.

El continuo aumento en el consumo per cápita indica que los consumidores ven el agua embotellada como una alternativa saludable a otras bebidas envasadas.

Actualmente, hay algunas razones principales para el consumo de agua envasada y se pueden resumir en:

- ✓ suplir la falta total de este líquido en estado potable en algunas zonas geográficas;
- ✓ atenuar la deficiente prestación del servicio de acueducto en otras;
- ✓ proveer hidratación en algunas actividades humanas de carácter laboral, deportiva o recreativa;
- ✓ sustituir ocasionalmente o en algunas actividades el agua del grifo debido a su presunta mala calidad;
- ✓ suplir la necesidad de agua potable en zonas desabastecidas temporalmente por efecto de cambios climáticos (verano/sequia, ola invernal);
- ✓ o simplemente exhibir una imagen de vida sana. [26]

Los restaurantes han comenzado a presentar a sus clientes cartas de aguas junto a las de vinos.

En París, el restaurante “Aqua- Colette” ofrece noventa marcas de agua, por ejemplo la marca “Cloud-Juice” que contiene en cada botella 7800 gotas de agua de Tasmania y cuesta 8 euros por botella, también ofrece la neozelandesa “Antipodes” (su fabricante no permite que se venda en supermercados) y cuesta unos 7,50 euros por litro y la “Chateldon” de Francia que es más barata, sólo cuesta 5 euros por litro. Este furor de consumo de agua embotellada alcanza

incluso a las mascotas para las cuales se puede elegir entre las marcas “Purely Pets H₂O” o la “Pet Pure”.

El precio del agua embotellada es en promedio de 500 a 1000 veces superior a la del agua de grifo, para lo cual las personas prefieren gastar hasta 1000 veces en agua embotellada que tomarla directamente de la red doméstica.

Por otra parte, el agua embotellada es preferida en envases de plástico por encima del material de vidrio en casi cada país, según las estadísticas del año 2013. [29]

El uso de plástico (PVC, PET) hace las botellas más ligeras y más fácil de llevar que las de vidrio.

La versatilidad de agua embotellada hace que sea apta para el consumo a cualquier hora del día y en casi cualquier entorno o situación. No tiene por qué mantenerse en frío (como refrescos o zumos) o caliente (como el café o el té convencional).

Para mejorar la calidad del agua embotellada, las empresas deben garantizar sus pruebas de calidad sobre una base diaria y ponerlas a disposición de un amplio número de personas, por ejemplo a través de Internet.

Además, es esencial que los consumidores tengan acceso a información importante directamente en las etiquetas de las botellas, es decir, el "tipo" de agua (agua mineral natural, agua purificada, etc.), su composición mineral, la ubicación de la fuente o los tratamientos a los que el agua pudo haber sido sometida.

El desarrollo de las normas internacionales sobre el agua embotellada podría facilitar el acceso de los consumidores a este producto, por ejemplo, la simplificación de las denominaciones de agua embotellada y la garantía de su buena calidad.

Las normas de la Comisión del Codex Alimentarius trabajan para dar más importancia al agua embotellada en el futuro debido al comercio en aumento. Una vez estén listas las recomendaciones, estas normas podrían ser mencionadas en las controversias comerciales en el marco de las normas de la Organización Mundial del Comercio.

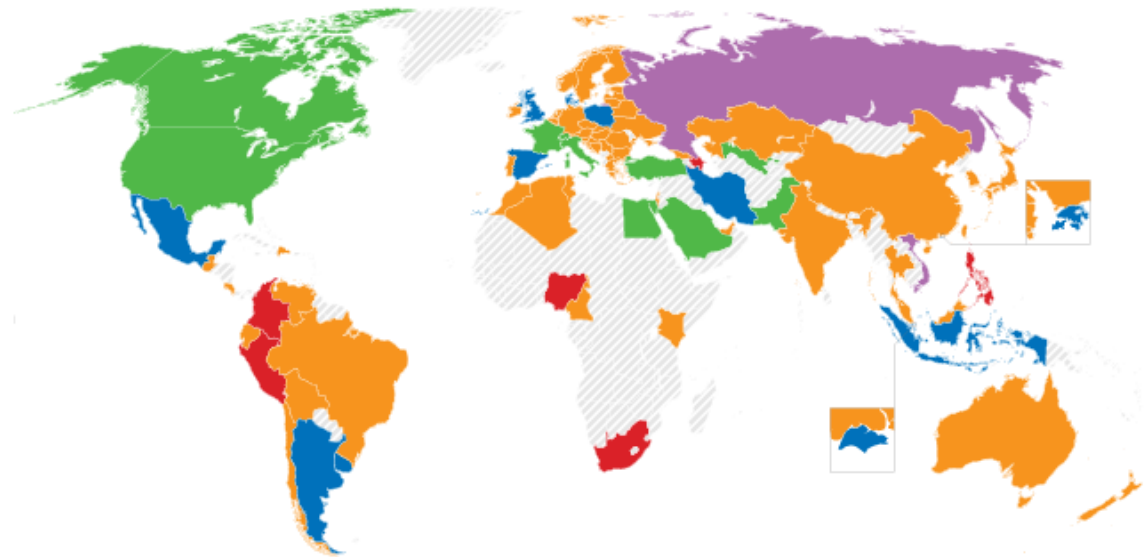
4.1 Compañías de agua embotellada

De acuerdo con la publicación anual del señor John G. Rodwan, Jr., autor del reporte de Beverage Marketing Corporation sobre el mercado global del agua

embotellada 2013, gran parte del mercado de agua embotellada en el mundo sigue siendo muy fragmentado y controlado por las marcas locales, pero la consolidación es definitiva, ya que cuatro compañías han llegado a dominar gran parte del mercado.

Figura 7. Cobertura Geográfica de compañías líderes en el mercado del agua embotellada.

Empresas de Agua embotellada: el predominio varía según el mercado.



Compañía Líder Comercio al por menor 2012	
■	Nestlé
■	Danone
■	Coca-Cola
■	Pepsi-co
■	Mercado local
■	No se ilustra

Ventaja de las mercados locales.
Coca - Cola, Danone, Nestlé y Pepsi-co, líderes mundiales en ventas con 35,2% del mercado, demuestra la ventaja que las empresas locales tienen en la distribución, la clave para llevar el agua embotellada al por mayor para los consumidores rurales de los mercados emergentes.

Un mercado divergente.
La cuota del agua embotellada se está desplazando hacia las marcas más pequeñas. En los mercados desarrollados, los productos de las empresas global premium se están perdiendo de ser marcas posicionadas en el mercado del agua embotellada. Para los mercados emergentes, las empresas locales embotellan el agua con materias primas baratas.

Fuente. Euromonitor International. Enero 2016

El gigante grupo de alimentos y bebidas suizo Nestlé y Danone de Francia son los líderes tradicionales del envase del agua embotellada. Ambas compañías se centraron inicialmente sus operaciones en torno a los principales mercados de Europa occidental y los Estados Unidos. (John G. Rodwan, 2013) [30]

Sin embargo, ya que el crecimiento del agua está llegando cada vez más lejos del mundo en desarrollo, Nestlé y Danone han ampliado sus iniciativas para los campos de competencia de Asia, América Latina y otras áreas. De hecho, Danone se apartó del mercado de EE.UU. para concentrarse en algunos de esos otros mercados.

Los líderes de la industria de bebidas gaseosas Coca-Cola y PepsiCo también entraron en el ámbito del agua embotellada. Después de alcanzar posiciones sólidas en los Estados Unidos, las dos empresas están dedicadas cada vez más a la renovación de sus recursos y la energía para el desarrollo de sus negocios mundiales de agua embotellada.

4.2 Las tendencias del mercado de agua embotellada

4.2.1 Desarrollo internacional.

El agua embotellada surgió como un fenómeno industrial entre las bebidas no sólo en los Estados Unidos, sino también en prácticamente todas las principales regiones geográficas del mundo. El agua embotellada se convirtió en una bebida comercial en Europa occidental, donde el consumo de la misma ha sido durante mucho tiempo parte de la rutina diaria de muchos de los residentes. Ahora es una bebida verdaderamente global, que se encuentra incluso en algunos de los rincones más remotos del globo.

Varios de los mercados asiáticos lograron un fuerte crecimiento para convertirse en los principales mercados de agua embotellada durante la década de 2000. De hecho, la propia Asia se convirtió en el mayor mercado regional en 2011, superando a Europa y América del Norte fácilmente.

Se estima que el consumo mundial de agua embotellada se acercó a los 70,4 mil millones de galones en 2013, según los datos de la última edición de Beverage Marketing Global de agua embotellada. El consumo total aumentó en más de un 6% durante el año. El consumo per cápita de 9,9 litros representó una ganancia de más de 2 galones en el transcurso de cinco años.

Claramente, el consumo per cápita por región o país individuo puede diferir significativamente de la media global. Por ejemplo, varios países de Europa occidental tienen niveles de consumo per cápita muy por encima de 25 galones, y el mercado N° 1, México, superó los 67 litros por persona en 2013. Al mismo tiempo, gran parte del mundo en desarrollo, donde la mayoría de la población

mundial reside, sus cifras de consumo per cápita todavía se encuentran en el rango de un solo dígito.

Los consumidores representan tanto los mercados desarrollados, como los menos desarrollados y las economías en transición. En los países desarrollados, como Estados Unidos y Canadá, el agua embotellada se convirtió en una importante categoría de bebidas comercialmente particular y dinámica registrándose como una opción atractiva para los consumidores.

Al mismo tiempo, el agua embotellada sirve como una solución parcial al problema del agua, a menudo de procedencia insegura en muchos países en vías de desarrollo económico.

Antes de los desafíos económicos al final de la primera década del siglo, el agua embotellada experimentó un notable período de crecimiento en el volumen, como se documenta en la última edición del análisis anual del mercado de agua embotellada de *Beverage Marketing Corporation* de EE.UU. Durante la década de 2000, el volumen de agua embotellada logró tasas de crecimiento de dos dígitos porcentuales en dos años (2002 y 2005) y avanzó a tasas cercanas a ese nivel en varios otros. El volumen de agua embotellada creció en cerca de un 12% en 2002, y, después de haber crecido en un 10,8% en 2005, volvió a florecer en 2006, con un incremento del 9,5%.

Cuando el crecimiento del agua embotellada se reanudó en 2010, se restauró el volumen a donde había estado antes de los descensos.

El crecimiento se aceleró en cada uno de los dos años siguientes. Para el 2013, el volumen alcanzó una cifra sin precedentes de casi 1,4 millones de galones por encima de donde lo había sido en 2007.

A pesar de que las bebidas deportivas (como *Gatorade*) pueden competir activamente frente al agua embotellada para los consumidores que buscan hidratación, su volumen de consumo fue de aproximadamente una séptima parte de la del agua embotellada en 2013. De igual manera, la categoría de refrescos sufrió su noveno año consecutivo de reducción de volumen en 2013.

En 2013, el volumen de agua embotellada logró un nivel sin precedentes: excediendo los 10 billones de galones.

Los envases de plástico son preferidos por los consumidores sobre el vidrio en casi todos los países, con la excepción de Alemania, donde las leyes de reciclaje facilitan un impacto determinante en las tendencias de envasado.

Incluso en Alemania y en otros países como el Reino Unido, donde el vidrio tiene una fuerte presencia, el PET es el segmento más dinámico y de rápido crecimiento.

Año tras año, México es líder mundial en el agua embotellada en el consumo per cápita, la ingesta media en México aumentó de 56,6 litros en 2008 a 67,3 galones cinco años más tarde.

Tabla 7. Consumo de agua embotellada a nivel mundial en Galones/persona/año.

MERCADO GLOBAL DEL AGUA EMBOTELLADA			
Consumo per-cápita de los países líderes			
2013		Galones per-cápita	
Rango	Países	2008	2013
1	México	56,6	67,3
2	Tailandia	25,8	59,5
3	Italia	51,8	51,9
4	Bélgica	36,9	39,1
5	Alemania	34,6	38
6	Emiratos Arabes	27	37,3
7	Francia	34,5	36,5
8	Estados Unidos	28,5	32
9	España	27,8	31,9
10	Hong Kong	21,3	31,2
11	Libano	28,7	29,8
12	Croacia	25,4	28,5
13	Eslovenia	25,9	28,5
14	Hungría	28,2	28,4
15	Arabia Saudita	26,6	28,2
16	Suiza	26	27,7
17	Austria	23,1	24,6
18	Polonia	19,4	24,4
19	Brasil	19,7	23,9
20	Rumania	18,7	22,6

Fuente. Estadísticas de Beverage Marketing Corporation (BMC) 2013 del agua embotellada.

Varios mercados de Oriente Medio obtuvieron un rango muy alto en el consumo de agua embotellada per cápita. Con el equivalente de más de 37 galones para cada residente en el año 2013, los Emiratos Árabes Unidos (EAU) tenían el sexto nivel más alto del consumo de agua embotellado en el mundo. Además de los EAU, la región de Oriente Medio tiene al Líbano y Arabia Saudita en el top 20 en el consumo de agua embotellada per cápita.

Alemania, Francia, España, e Italia fueron los países europeos con mayor consumo per cápita de 30 litros.

Por otro lado, a pesar de su estatus como el segundo mercado más grande, China continental tenía un número consumo per cápita muy por debajo de la norma mundial a pesar de que la ingesta aumentó en más de casi 4 galones por persona entre 2008-2013. [30]

Tabla 8. Incremento anual del consumo de agua en botella por región.

MERCADO GLOBAL DEL AGUA EMBOTELLADA				
Países líderes: Consumo y Porcentaje de Crecimiento Anual (CA)				
2013		Millones de Galones		% CA
Rango	Países	2008	2013	2008/13
1	China	5160	10418	15,1%
2	Estados Unidos	8666	10130	3,2%
3	México	6502	8235	4,8%
4	Indonesia	2900	4825	10,7%
5	Brasil	3776	4797	4,9%
6	Tailandia	1706	3985	18,5%
7	Italia	3097	3175	0,5%
8	Alemania	2841	3109	1,8%
9	Francia	2219	2409	1,7%
10	India	1035	1035	13,9%

Fuente. Estadísticas de Beverage Marketing Corporation (BMC) 2013 del agua embotellada.

América del Norte cuenta con dos de los tres mayores mercados de agua embotellada individuales, los Estados Unidos y México, que en conjunto representaron el 26,1 % del mercado del agua envasada del mundo en 2013. A pesar de que el mercado del agua embotellada de Estados Unidos había sido un catalizador de gran parte de la expansión mundial hasta mediados de la década de 2000, su tasa de crecimiento anual (% CA) del 3,2 % para los cinco años de período que termina con 2013 era notablemente más lenta que la tasa anual del 6,2 % alcanzado por el mercado global durante el mismo período.

México representó por sí solo el 11,7 % del volumen global con 8,2 mil millones de galones en 2013.

Aunque la industria del agua embotellada tiene un alto potencial de crecimiento, las empresas pertenecientes a la industria de bebidas están entrando en conflicto

por la posesión de las fuentes hídricas, en el momento no existen leyes claras sobre la posesión de este recurso natural, el cual es cada día más valioso y vital para la humanidad.

En el futuro, Beverage Marketing espera que el agua embotellada crezca mucho más rápido, a diferencia de las bebidas gaseosas, las cuales continuarán a estancarse. La mayoría de las otras grandes categorías de bebidas, incluyendo el café, la leche y el té, es probable que crezca mucho más lentamente que el agua embotellada, que está a punto de alcanzar todavía otro alto crecimiento en el consumo per cápita en el futuro.

4.3 Canales de distribución

Un canal de distribución es el camino que sigue un producto para pasar del productor a los consumidores finales, deteniéndose en varios puntos de su trayectoria.

Tabla 9. Canales de distribución

CANALES DE DISTRIBUCIÓN						
1. Productos de consumo popular				2. Productos Industriales		
a	b	c	d	a	b	c
Productor - Consumidor	Productor - Minorista - Consumidor	Productor - Mayorista - Minorista - Consumidor	Productor - Agente - Mayorista - Minorista - Consumidor	Productor - Usuario Industrial	Productor - Distribuidor Industrial - Usuario Industrial	Producto - Agente - Distribuidor - Usuario Industrial

El agua mineral se vende por medio de distribuidores mayoristas y minoristas, como restaurantes, bares, spas, gimnasios, farmacias, almacenes de cadena y en tiendas online.

Algunas compañías se encargan solamente de embotellar el agua y luego por medio de distribuidores la venden en el mercado, otras compañías tienen toda la cadena de abastecimiento desde el embotellamiento hasta llegar al cliente final. (Felipe Ochoa y Asociados S.C., 2011) [31]

4.4 Precios

Los precios del agua mineral son altos, es un bien de lujo en algunos países, en su mayoría el agua mineral debe pasar por procesos de embotellado, transporte y

distribución que por la naturaleza del producto son de alto costo. A continuación los precios de diferentes aguas minerales del mundo.

El precio promedio del agua mineral Evian de 1,5 litros en el mercado es de US\$33, el de agua mineral Karoo (Sudáfrica) de 1 litro es de US\$73, el de agua mineral Perrier de 1,5 litros es de US\$68. El precio del agua mineral varía dependiendo de su lugar de extracción, entre más exótico y remoto sea el lugar se garantiza que el agua es más pura y con mayores beneficios para la salud. De igual manera, el precio varía dependiendo del país de procedencia, si debe hacer recorridos largos para llegar a el país de destino los costos son más altos por transporte. (LOPEZ RODRIGUEZ & ROJAS ISAZA, 2012) [32]

4.5 El agua embotellada en Colombia

El mercado en Colombia es aún incipiente, convirtiéndose así en un mar de oportunidades inexplorado, teniendo en cuenta que el mayor consumo per cápita de agua embotellada lo tienen los argentinos con 112,3 litros al año, luego los brasileños con 25,3 litros y los colombianos con 15,5 litros.

Aunque el consumo de agua en botella es menor en el país en comparación con otras naciones, en 2011 en Colombia, según Raddar, se vendieron más de US\$176 millones. La participación del agua normal en grandes superficies es del 15,97%, con gas es del 41,12%.

Argentina lideró con ventas durante el año por US\$3.051 millones. En el caso de Chile el monto ascendió a US\$168 millones. (El Espectador, 2012) [33]

En cuanto a ciudades, el estudio indica que las que se encuentran a menor altura sobre el nivel del mar son las principales consumidoras. En este listado Montería ocupa el primer lugar, seguida de Villavicencio, Barranquilla, Cartagena y Neiva. Las que menos consumen en son Pasto, Bogotá, Manizales y Bucaramanga. (Ecolife) [34]

El total de las importaciones supera por un alto porcentaje las exportaciones, lo que quiere decir que en el mercado local existe mayor presencia de aguas importadas que aguas nacionales.

Durante 2014, el agua embotellada continuó su expansión, creciendo un 3% en volumen y 9% en términos de valor actual. Este aumento fue causado por la expansión de la tendencia del bienestar y la salud y la mejora de los envases (especialmente en relación con el crecimiento del valor actual, ya que los consumidores se trasladaron de bolsas de plástico para botellas de plástico PET).

El crecimiento en los hogares de ingresos medios y altos sustenta la demanda de agua embotellada, dado que representan una parte significativa de los consumidores. (Bottled water in Colombia, 2015) [35]

Sin embargo, el conocimiento sobre el agua mineral en el país es muy bajo y no hay un nicho de mercado específico en el cual el consumidor pueda encontrar fácilmente el producto y las especificaciones que hagan que la concientización sea cada vez mayor en temas de salud y bienestar del cuerpo humano.

De acuerdo con una investigación realizada por Sebastián López autor del trabajo de grado sobre agua mineromedicinal, en la cual se utilizó un muestreo aleatorio estratificado, se recolectó información y se utilizó para los resultados de la muestra sobre el consumo de agua mineral y el conocimiento de los beneficios que esta tiene para la salud y el cuerpo humano.

Los dos grupos de muestreo fueron divididos en personas y empresas. Para la muestra se tuvo en cuenta algunos aspectos importantes como frecuencia de consumo, conocimiento de los beneficios de los componentes del agua mineral para el cuerpo, precio, cantidad, calidad.

El total de las encuestas realizadas fue de 60, de las cuales 28 pertenecen a empresas entre spa, centros estéticos y tiendas naturistas, el 32 restante pertenece a personas tanto mujeres como hombres.

De las 32 personas encuestadas entre hombres y mujeres y de acuerdo a cada pregunta que se realizó, los resultados más relevantes fueron los siguientes:

- ✓ El 46,8% de las personas encuestadas consume 1L de agua diariamente,
- ✓ El 59,4% lo hace por razones de salud, el 21,9% lo hace por costumbre y el 18,7% restante consume agua por necesidad,
- ✓ El 50% consume agua embotellada,
- ✓ El 37,5% escoge su agua embotellada por el sabor, el 34,37% la escoge por la publicidad de la marca, el 25% se fija en el precio al momento de adquirir su agua embotellada,
- ✓ El 81,5% adquiere su agua en las tiendas de barrio, el 18,7% restante la adquiere en los supermercados,
- ✓ El 78,1% pagaría entre \$1000 y \$1500 pesos por una botella de agua,
- ✓ Y el 84,4% no tiene conocimientos sobre el agua mineral y sus beneficios.

De las 28 empresas encuestadas entre spa, tiendas naturistas y centros estéticos y de acuerdo a cada pregunta realizada, los resultados arrojados fueron los siguientes:

- ✓ El 60% de las empresas encuestadas ha vendido agua embotellada,
- ✓ El 74,1 se fija en el precio del agua embotellada al momento de adquirirla,

- ✓ El 66,7% pagaría entre \$1000 y \$1500 pesos por una botella de agua,
- ✓ Y el 81,5% no tiene conocimiento sobre el agua mineral natural.

Los resultados anteriores tanto de personas como de las empresas encuestadas sirven para obtener una idea de cómo es el comportamiento de consumo en relación al agua embotellada y el conocimiento sobre los beneficios del agua mineral. Como se pudo observar la cultura del agua mineral embotellada es muy poco común en la ciudad. (“ANALISIS DEL CANAL DE DISTRIBUCION DE AGUA MINEROMEDICINAL TERA-AGUA PARA TERATUR SPA S.A.S.,” 2012) [36]

5) ALGUNAS MARCAS DE AGUA MINERAL

Existen una variedad de marcas cada una con beneficios para la salud y características únicas en su composición que las hace diferente a las demás. El agua mineral se caracteriza por ser extraída de lugares remotos y exóticos, que garantizan su pureza, su composición mineral, el sabor, el nivel de pH y la antigüedad, aspectos de gran importancia para el consumidor el cual estará dispuesto a pagar altos precios por una botella de agua. [11]

5.1 Continente Americano

Colombia.

1) El agua mineral *BE* es extraída de manera natural a más de 924 m de profundidad y se capta a una temperatura de 28°C.

Nace en las partes altas de la Cordillera de los Andes colombianos a una altura de 2400 m.s.n.m (metros sobre el nivel del mar). Contiene Oligoelementos, sales minerales y electrolitos, es agua orgánica sin tratamientos ni aditivos.

Su envase y su color permiten que todas y cada una de las propiedades se mantengan, así mismo puede ser almacenada durante un año sin que se degrade su contenido. (Agua mineral BE, 2013) [37]

2) El agua mineral natural *San Vicente*, es tomada de las montañas de la cordillera central, en las Termas de Ecotermas San Vicente en Santa Rosa de Cabal, Risaralda a 2420 m.s.n.m.

Es captada desde la misma falla en la roca, en una fuente subterránea a 28,5 °C y a una temperatura ambiente promedio de 14 °C, protegida por un extenso bosque primario de 450 hectáreas pertenecientes a las Termas de San Vicente, además de las montañas primarias y secundarias del Parque Nacional Natural de los Nevados.



Su composición natural es resultado del tipo de rocas que conforman el acuífero y de los estratos geológicos por los que ha circulado años y años impregnándose de sales minerales y oligoelementos que determinan su efecto favorable de protección para la salud humana. (Betancourt, 2015) [38]

Tabla 10. Marcas colombianas de agua mineral.

Marca	Descripción	Marca	Descripción
	Agua mineral BE. Agua comercializada por la empresa AGUA MINERAL BE ubicada en Bogotá, Colombia		Agua mineral natural Kumanday. Agua envasada por la empresa ALIVAL (Alimentos de Valle S.A.)
	Agua mineral natural HVO. Agua comercializada por Drogas Don Saludero S.A. en todo el país.		Agua Manantial. Envasada y comercializada por The Coca Cola Company para Colombia.
	Agua mineral Evolv. Agua comercializada por EVOLV HEALTH INTERNATIONAL ubicada en Bogotá.		Agua mineral natural San Vicente. Envasada y comercializada por Termales San Vicente de Santa Rosa de Cabal.

Fuente: Análisis del canal de distribución Teratur Spa S.A.S.




Además, nuevas marcas se quieren posicionar en el mercado como son:

Marca	Descripción	Contenido Mineral
	Agua mineral Pureza	Contiene trazas de minerales como calcio, magnesio y flúor.
Tomado de: http://aguamineralpureza.com/index.html#		
Marca	Descripción	Contenido Mineral
	Agua mineral Gaia	Contiene minerales y bicarbonatos.
Tomado de: https://www.youtube.com/watch?v=KveChHPyk-o		

La Patagonia es el nombre de un vasto territorio en el cono sur de América del Sur que comparten Argentina y Chile.

Argentina

Tabla 11. Algunas marcas de agua mineral en Argentina.

Marca	Descripción	Contenido Mineral
	Agua de la Patagonia. Agua mineral natural de manantial artesiano. Envasada por Aguas primitivas de la Patagonia S.A.	Mineralidad baja. pH (7,7)
	Agua de las misiones. Agua Mineral Natural. Envasada y comercializada por Aguas misioneras sociedad del estado.	Posee un muy bajo indice de nitratos y de sodio. pH neutro (7)
	Gota Water. Agua mineral natural premium. Envasada por la compañía Gota water S.A.	Con y sin gas pH neutro (7,2) Bajo sodio (25 mg/L) Bajo fluor (0,4 mg/L) 2 años de vida útil
	Lauquen. Agua mineral natural de pozo artesiano. Envasada por Lauquen.	Baja mineralización pH neutro 7,2

Fuente. Tomado de la página web www.finewaters.com

1) La fuente del *Agua de la Patagonia* es un acuífero artesiano que contiene agua a presión permitiendo que el agua suba en la fuente bajo su propia presión. La presión positiva protege el acuífero de cualquier otro tipo de agua que penetra.

El acuífero Patagonia se extiende como un gran lago debajo de la piedra caliza basal en la provincia de *Neuquén*. El agua depositada allí ha caído en forma de nieve o lluvia durante los últimos 150 años en la frontera montañosa cerca del Lago del León.

El agua llega a la superficie a través de fisuras de basalto, filtrándose a una velocidad de 1 m/año, se recoge a 3.600 ft (1200 m) sobre el nivel del mar en el rango *Collon Cura* de la montaña, en el corazón de los Andes patagónicos y se desprende a una temperatura constante de 10°C en invierno y verano, lo cual muestra la profundidad y la distancia en metros que recorre el agua. (Patagonia The world's purest water, 2016) [39]

La Patagonia es una de las áreas remotas del mundo que no ha sido tocada completamente por el hombre.

2) El "*Agua de las Misiones Gourmet*" viene de la provincia de Misiones, en la Mesopotamia Argentina y de una de las nuevas maravillas naturales del mundo: las Cataratas de Iguazú. La zona alberga las aguas milenarias de una de las mayores reservas de agua dulce en el planeta: el Sistema Acuífero Guaraní (SAG).

Se extrae de la Santa María a una profundidad de 114 m y una temperatura de 21,8°C en un área con actividad humana mínima, que protege el acuífero de cualquier tipo de contaminación originada de las actividades antrópicas, se embotella en el origen y no contiene aditivos ni preservantes. (Aguas Misioneras, 2014) [40]

Chile

Con la economía en auge, las ventas del sector de agua embotellada se incrementaron en un 6,1% en los primeros nueve meses de 2007, según la asociación de fabricantes de bebidas no alcohólicas.

El agua mineral *Aonni* proviene de un acuífero ubicado dentro de una propiedad privada de 600 hectáreas de granja, totalmente protegido de cualquier intervención industrial o humano. La zona se caracteriza por la virginidad de sus suelos y los bosques de la Patagonia que han permanecido intactos desde el principio de los tiempos.

El acuífero se formó por los suelos glaciofluviales vinculados a los procesos erosivos y sedimentarios durante los últimos 10000 años. El agua se recoge en el manantial y por gravedad en tuberías de acero inoxidable hasta la planta embotelladora donde el agua es embotellada. (Aonni Patagonian virgin water, 2015) [41]

Brasil

Fuera de Europa, Brasil tiene tal vez la industria del agua mineral mejor regulada y organizada. Alrededor de 300 manantiales de agua mineral y cerca de 100 balnearios están disponibles para el disfrute de los brasileños.

El tamaño y la variedad de las características geológicas representan una proporción muy variada en las fuentes, desde un alto contenido de TDS hasta las aguas de bajo contenido mineral. La mayoría de estas aguas están ampliamente disponibles en todo Brasil. [11]

El agua mineral Serra da Graciosa debe su nombre a la sección de la cadena de montañas Sierra do Mar que corre a lo largo de la costa atlántica del sudeste

Fundada en 2001, la empresa se encuentra en Morretes, Estado de Paraná / Brasil, aproximadamente a 50 km de Curitiba. La ciudad está cubierta por la selva tropical del Atlántico, donde la precipitación (2500 a 3000 mm por año) es mayor que en el Amazonas.

Estas precipitaciones dan como resultado un agua mineral de alta calidad que penetra a través de formaciones de granito que llegan al punto de extracción después de 50 años de proceso de filtración y la mineralización que crea una agua pura y rica en minerales. (Serra da Graciosa água mineral natural, 2016) [42]

Canadá

La industria del agua embotellada canadiense ha estado creciendo rápidamente en la última década. Muchos canadienses beben el agua embotellada de manera regular.

Gize es un agua mineral filtrada cuya fuente se encuentra en los Spa Springs, Nueva Escocia. Esta agua ha hecho su camino a través de las capas de roca que llevan la impronta de los cambios continentales, erupciones volcánicas y movimientos de glaciares para obtener un nivel único de pureza y la mineralización.

Las personas reverenciaron el agua rica en minerales como una fuente de la juventud en 1500 y se creía que tenía poderosas propiedades curativas.

En el siglo XIX, los visitantes venían desde muy de lejos para bañarse en las aguas, entre estos se encontraban miembros de la aristocracia británica, como el Príncipe de Gales, que más tarde pasaría a ascender al trono como el rey Jorge V.

Ahora, el agua ha sido finalmente envasada en botellas especialmente diseñadas pero sólo después de haber sido refinadas y perfeccionadas con el uso de filtros de oro, por supuesto.

Gize es rica en calcio y la única de América del Norte que ha sido certificada oficialmente como un agua mineral natural. (gize) [43]

Ecuador

Aunque es el más pequeño de todos los países andinos, la República del Ecuador tiene maravillas históricas, culturales y naturales acorde a todo un continente.

Ecuador cuenta con una increíble diversidad, que contrasta con su diminuto tamaño; los pueblos indígenas, los afluentes del Amazonas, las ruinas incas, los picos andinos, las iglesias del siglo XVI, y las Islas Galápagos ricas en vida silvestre.

Perú

El agua mineral *Aguamantra* emerge de forma natural sobre la superficie de la Cordillera Occidental de los Andes del Perú y sin intervención humana.

El muelle se encuentra a 60 kilómetros al este de la ciudad de Lima, y está rodeado por un enclave de montañas hechas de piedra caliza y rocas volcánicas que es muy rica en sales y minerales.

Debido a que el agua corre a través de las zonas sísmicas en el metro Andino, contiene litio, lo cual la hace única entre las aguas embotelladas del mundo. Es embotellada en su lugar de origen a 1646 m.s.n.m mar bajo estrictos controles de calidad.





Además de las botellas de vidrio en forma de gota de agua, los casquillos utilizados han sido cuidadosamente diseñados para permitir la reutilización de las botellas. Las tapas están hechas de cerámica y aluminio y también se pueden reciclar. (Aguamantra, 2011) [44]

Uruguay

El agua de la fuente del agua mineral natural Virgen se origina a partir de la lluvia aislada de las legendarias montañas Arequita, una notable formación geológica que data de 300 millones de años, se mineraliza y se purifica a lo largo de su recorrido por el acuífero. Con una temperatura constante de 12,2°C y con un toque dulce debido a su pH casi neutro.

Es embotellada en la fuente en una planta ecológica especialmente diseñada con el fin de mantener la experiencia de la fuente de agua, cumpliendo con los más altos estándares de calidad y seguridad. [11]

Tabla 12. Ejemplo de marcas de agua mineral del continente Americano.




PAIS	Marca	Descripción	Contenido Mineral
CHILE		Aonni. Agua mineral natural Distribuida por la compañía Patagonia Mineral S.A.	Mineralización media pH: 6,8
		Puyehe. Agua mineral termal Distribuida por la compañía Embotelladora de Agua Mineral Puyehe S.A.	Mineralización baja pH alcalino (8,5)
BRASIL		Serra da Graciosa. Distribuida por la Empresa de Águas Pé da Serra Ltda.	Agua Rica en Sulfatos (250 ppm) pH: 7,04 a 25°C
CANADÁ		Gize. Agua mineral natural distribuida por la compañía Canadian Mineral Water S.A.	Alta mineralización pH alcalino (8,1). Alto contenido de Calcio (286 ppm) y sulfatos (692 ppm)

ECUADOR		GÜITIG. Agua Mineral natural distribuida por la compañía CBC - Tesaila.	Mineralización alta. pH: 6,4 Rica en Cloruros (114,7 ppm) y magnesio (84,4 ppm)
PERU		Aguamantra. Agua mineral natural artesiana distribuida por la compañía Corporación Dharma S.A.C.	Mineralización media. pH alcalino (8). Importante contenido de Calcio (97,4 ppm) y Sodio (41 ppm)
URUGUAY		Virgen. Agua mineral natural distribuida por la compañía PremiumBevs.	Mineralización media. pH: 7,5 Con alto contenido de Calcio (85 ppm)

Fuente. Tomado de la página web www.finewaters.com

Tabla 13. Otras marcas de agua mineral del continente Americano

PAIS	Marca	Descripción	Contenido Mineral
MEXICO		Peñafiel. Agua mineral distribuida por el agarupo Peñafiel.	Contenido de Carbonatos, Cloruros, Sulfatos, Calcio, Sodio.
		Tomado de sitio web: http://grupopenafiel.com.mx/bebida/penafiel-mineral/	
	Marca	Descripción	Contenido Mineral
		Agua mineral Topo Chico	La composición mineral incluye sodio, magnesio, potasio y manganeso.
		Tomado de sitio web: http://www.topochico.com/	

VENEZUELA		Agua mineral Los Alpes	TDS 127 mg/L
	Tomado de sitio web: www.gpoalpes.com/		
	<i>Marca</i>	<i>Descripción</i>	<i>Contenido Mineral</i>
VENEZUELA		Agua mineral LUSO	Contiene mas de 1 g/L de Bicarbonatos
	Tomado de sitio web: http://ddex.com/		
	<i>Marca</i>	<i>Descripción</i>	<i>Contenido Mineral</i>
PANAMÁ		AQUAÇAI	Contiene trazas de minerales como el potasio, sílice, calcio, y magnesio.
	Tomado de: http://aquacai.com/pristine-source.html		
	<i>Marca</i>	<i>Descripción</i>	<i>Contenido Mineral</i>

5.2 Continente Oceánico

Fiji

Bajo la superficie del suelo del valle Yaqara en la isla de Viti Levu se encuentra un gran acuífero artesiano, una enorme cámara volcánica encapsulada por las paredes de roca de un antiguo cráter.




Este acuífero fue un gran descubrimiento, existente en un valle en el extremo norte de Viti Levu. Por encima de los 4.000 pies, picos envueltos por la niebla de las montañas Nakauvadra y con temperaturas siempre frescas.

A partir de estos picos, el agua de lluvia se filtra en suelo por acción de la gravedad en un largo viaje hacia el acuífero. Aquí se mantiene confinado, tratando de llegar a la superficie en una cámara presurizada de forma natural sellada que protege el agua de toda influencia exterior.

La datación por carbono indica que esta agua cayó en forma de lluvia hace más de 450 a 200 años antes de la revolución industrial y se ha sido desde entonces filtrando a través de capas de sílice, basalto y piedra arenisca.

El resultado es un sistema de filtración natural perfecto, tan perfecto que los sistemas de agua municipales tratan de emular este tipo de formación en el diseño de plantas de tratamiento de agua. [11]

Tabla 14. Ejemplo de marcas de agua mineral del continente Océánico

PAIS	Marca	Descripción	Contenido Mineral
FIJI		ACQUA Pacific. Agua mineral Artesiana distribuída por la compañía Frezco Beverages Limited.	Baja mineralización. pH alcalino (8). Contenido importante de Sílice (61 ppm)
AUSTRALIA		Beloka Water. Agua mineral distribuída por la compañía Beloka Water Pty Ltd.	Mineralización media. pH 7,1 Con alto contenido de Cloruros (156 ppm), Sodio (73 ppm) y Sulfatos (141 ppm).
NUEVA ZELANDA		Antípodes. Agua mineral distribuída por Antípodes Water Company	Bajo contenido mineral. pH neutro (6,9) Con contenido importante de sílice (76 ppm)

Fuente. Tomado de la página web www.finewaters.com

Australia

El agua mineral *Beloka* agua proviene de un acuífero subterráneo protegido y el agua se filtra a través de las capas geológicas de 500 millones de años de edad, en los Alpes Australianos en la frontera oriental del *Kosciuszko National Park*.

A diferencia de muchas aguas embotelladas australianas, que tienen múltiples fuente y tratan el agua químicamente, el agua mineral *Beloka* fluye de un acuífero subterráneo protegido y se embotella en la fuente. (beloka water australian alps, 2015) [45]

Nueva Zelanda

El agua mineral *Antípodes* proviene de un acuífero a presión entre 150 a 300 m de profundidad y tiene una residencia de unos 50 años, la filtración se realiza a través de un estrato secundario de ignimbrita. El área de recarga para el acuífero es la Rotoma Hills, que tiene una densidad de población humana históricamente baja, menos de 1 persona por cada 250 acres, sin actividad comercial o industrial. El agua mineral *antípodes* es embotellada en la fuente en Otakiri, Bay of Plenty. (antipodes) [46]





5.3 Continente Africano

Egipto

El Sistema Acuífero de Piedra Arenisca de Nubia es el mayor acuífero de agua fósil del mundo, esto es, la mayor reserva de agua subterránea no reabastecida por otras fuentes. Cubre unos 2, 000,000 de km² en la parte oriental del Desierto del Sáhara, entre Libia, Egipto, Chad y Sudán y se estima que contiene unos 150,000 km³ de agua.

El sistema debe su nombre a que está compuesto básicamente de piedra arenisca ferruginosa dura (arenisca Nubia) con abundante presencia de pizarra y arcilla con un grosor de entre 140 y 200 metros. Su salinidad oscila entre 240 y 1300 ppm lo que la hace adecuada en su mayor parte para su uso humano, con predominio del catión sodio sobre el calcio y magnesio, y el anión cloruro sobre el sulfato y bicarbonato. El agua se cree que es de origen meteórico (filtraciones de agua de lluvia) acumulada durante la última era glacial, cuando la zona era húmeda y fértil. (El acuífero de Nubia y su potencial estratégico, 2014) [47]

Tabla 15. Ejemplo de marcas de agua mineral del continente Africano.

PAIS	Marca	Descripción	Contenido Mineral
EGIPTO		ACQUA. Agua de Pozo	253 TDS. Niveles de Calcio: 30,4 ppm, Sodio: 38 ppm
		Nubia. Agua de Pozo	250 ppm. Niveles de Calcio: 26 ppm, Sodio: 40 ppm, Cloruros: 20 ppm, Sílice: 24 ppm
SUR AFRICA		Blue Republic. Agua mineral natural distribuida por la compañía Blue Republic.	Baja mineralización. pH 7,7
		Karoo. Agua mineral natural distribuida por la compañía Karoo Spring Water (Pty) Ltd.	Baja mineralización. pH 6,8. Contenido importante de Cloruros (38,1 ppm)

Fuente. Tomado de la página web www.finewaters.com

Sur África

El agua mineral *República Azul* se origina a partir de una fuente subterránea protegida físicamente a los pies de la cordillera de Magaliesburg en África del Sur, considerada como la cuna de la humanidad.

El embotellado se realiza en el sitio de extracción, la fuente tiene un rendimiento de desbordamiento de 7600 L por hora, 63 millones de litros por año, y una vida útil de un año.

La inspiración detrás del diseño orbe y el nombre de la marca es el planeta tierra también conocido como el planeta azul. Un tornillo de la tapa de acero adorna la parte superior de la esfera que simboliza la capa de hielo polar. (blue republic Artesian water South Africa, 2015) [48]

5.4 Continente Asiático

China

El agua mineral *KRYSTAL* fluye desde las montañas vírgenes Khingan Menores en la frontera chino-siberiano del acuífero Brian, donde se embotella. Es abundante en minerales y oligoelementos incluyendo el bicarbonato de sodio, ácido meta silícico (H_2SiO_3), calcio y sílice.

Los análisis químicos indican que la fuente de agua tiene un pH alcalino de 8 a 8,8.

Esta agua se presenta en botellas de vidrio icónica y botellas de PET reciclables. (Krystal Nature's alkaline water, 2015) [49]

Rusia

Kluchevaya es un agua mineral cristalina única del manantial de un lago subterráneo que se formó hace millones de años y es parte del antiguo acuífero Vendian.

Se toma de una profundidad de más de 220 metros. Las capas gruesas de arcilla impermeable protegen de forma fiable el antiguo. El agua mineral *Kluchevaya* se recomienda para la preparación de alimentos, para mezclar con cremas y máscaras de cuidado de la piel, y para la preparación de infusiones y café.





Historia

El sistema acuífero Vendian, uno de los más antiguos del mundo, recibe su nombre por el período Vendian al final del Proterozoico (hace unos 600 millones de años).

Las aguas subterráneas purificadas se formaron por millones años de filtración natural a través de capas de arena y están máximamente protegidas de la contaminación superficial. Las areniscas acuíferas se encuentran en la parte superior de las rocas cristalinas, y ocultas desde arriba por capas de arcilla

impermeable. La contaminación moderna hecha por el hombre no puede penetrar este escudo natural. (Polyustrovo, 2013) [50]

Tabla 16. Algunas marcas de agua mineral del continente Asiático

PAIS	Marca	Descripción	Contenido Mineral
CHINA		Krystal. Agua mineral distribuida por la compañía Heilongjiang Woour Aquifer Technique Eco-Research Company Limited (Heilongjiang W.A.T.E.R. Co. Ltd.)	Mineralización media. pH 8,8. Alto contenido de Sodio (130 ppm)
RUSIA		Ivershaya. Distribuida por la compañía Firm Akva-Don LLC.	Baja mineralización. TDS 250 ppm.
TURQUÍA		Uludağ Premium. Agua mineral natural distribuida por la compañía Uludag Mineral Water, Turkish Inc.	Mineralización alta. Con alto contenido de Calcio (153 ppm), Magnesio (79 ppm) y Sodio (185 ppm)
NEPAL		Himalayan. Agua mineral natural.	Baja mineralización. pH 6,7

Fuente. Tomado de la página web www.finewaters.com

Turquía

Hay alrededor de 250 productores de agua de manantial y 30 productores de agua mineral con gas natural en Turquía, y alrededor de 288 marcas de agua embotellada. El más antiguo productor de agua mineral con gas natural es Uludağ.

El agua mineral natural *Uludağ* Premium es embotellada en la misma fuente desde 1912, situada en el pueblo de Monte Caybasi Uludağ, a una altitud de 2543 metros, con una temperatura constante de 7,8°C. Es rica en calcio, magnesio, bicarbonato y fluoruro.

La montaña donde se encuentra la fuente se llama Olympos del 500 a.C. y Kesis Dağı del año 1300 a.C. El agua mineral se origina a partir de una cubierta aluvial enriquecida con esquistos cristalinos y raíces magnéticas, y la estructura geológica de la zona se llama el "complejo Monte Uludağ". (Uludag, 2016) [51]

Nepal

Nepal está situado en la región central del Gran Himalaya y contiene las montañas más altas que cualquier otro país. Estas incluyen el Makalu, Lhotse, Annapurna, Manaslu, Dhaulagiri y, por supuesto, el Everest.

5.5 Continente Europeo

En el continente Europeo existe una amplia gama de aguas minerales debido al auge en la fabricación y comercialización de este tipo de agua, además de la variedad de fuentes y el excesivo uso de balnearios y demás. [11]

Alemania

El agua mineral *CAVE H₂O* proviene del manantial mineral de Hohenstein el cual se ha comercializado recientemente.

El área de conservación Hohenstein con sus escarpados acantilados de 50 metros se extiende sobre más de 800 hectáreas en el corazón de este parque natural. Desde las profundidades de este paisaje protegido y único, plagado de cuevas, emerge el manantial mineral de Hohenstein.

El agua de lluvia se escurre a través de margas y arcillas esquistosas, continuando a través de depósitos calcáreos, y finalmente encuentra su camino de manera natural a la superficie a través de la piedra arenisca.

Los geólogos creen que el agua también se alimenta desde una cueva de estalactitas localizada cerca de la fuente. [11]

Dinamarca

El nombre del agua mineral "*Iskilde*" significa "manantial frío" en danés.

El acuífero del cual fluye el manantial se encuentra entre 150 a 180 pies (45 a 55 m) por debajo de la superficie con una temperatura por debajo de 8°C y está cubierto por capas de cuarzo-arena y arcilla dura alterna. La edad exacta del agua no se conoce, pero se cree que es bastante antigua, posiblemente data de la última edad de hielo de acuerdo con un geólogo familiarizado con el área. (ISKILDE, 2014) [52]

España

Con una tasa de consumo de 120 litros por año, España es el cuarto mayor consumidor per cápita de agua mineral en el mundo, y podría superar a Italia y a Francia en los próximos cinco años.

Las propiedades de las aguas son objeto de un intenso debate y en un restaurante no es raro ordenar aguas minerales al igual que un buen vino o coñac.

Existen aproximadamente 170 marcas de agua embotellada españolas en la actualidad.

Eslovaquia

La fuente de agua mineral natural *Saint Andrew* proviene de uno de los cuatro manantiales en la región noreste del balneario Baldovce de Eslovaquia, que cuentan con una larga historia y tradición. El agua se embotelló por primera vez en 1876 para la exportación a otros países europeos. Debido a su contenido en minerales estables, bien equilibrado, los consumidores pueden esperar el mismo producto cada vez. Su sabor único y coherente constituye la base de su atractivo para el mercado. [11]

Eslovenia

La fuente del agua mineral *ROI* está situada en medio de la naturaleza virgen, en Rogaska Slatina, es una de las aguas minerales ricas en magnesio en el mundo.

Los manantiales se encuentran en el centro de las zonas más tectónicamente diversas del mundo, con tres fallas regionales, Alpes Dináricos, Cuenca Panonia y la capa de roca más antigua probablemente cerca de 285 millones de años. La

datación por Radiocarbono aproxima la edad del agua ROI Rogaska en alrededor de 8000 años.

El agua carbonatada naturalmente, sube a la superficie desde 300 metros de profundidad sin la ayuda de bombas, ya que es impulsada por el dióxido de carbono presente en ella. (ROI Roitschocrene, 2012) [53]

Francia

El agua de las fuentes de agua mineral de *Saint-Géron* emerge del manantial después de un viaje de 1000 años a través de la formación de roca con gas natural.

A finales del siglo XIX se descubrieron monedas de la época galo-romana en la fuente. Una de las monedas tenían un retrato de la emperatriz Faustina Augusta II (130 a.C.) en la parte frontal y una imagen de Ceres, diosa de la fertilidad en la espalda y posteriormente las imágenes fueron utilizadas en las etiquetas de agua.

El agua siempre ha sido recomendada como una ayuda en el tratamiento de la anemia, problemas digestivos, diabetes e incluso la gota. Su elegante botella de vidrio fue creado por el pintor y diseñador Alberto Bali. (saintgeron.com) [54]

Italia

El consumo de agua embotellada per cápita es de 155 litros por año. Actualmente, hay alrededor de 600 marcas italianas de agua embotellada.

Uliveto es una de las pocas aguas minerales con gas natural en el mundo. Emerge ligeramente efervescente de la fuente del Vicopisano en el parque termal Toscana conocido como "Parco Termale di Uliveto". La fuente se conoce desde la antigüedad y desde el año 1835 el agua se ha descrito que posee un efecto beneficioso sobre el sistema digestivo.

El primer análisis químico del agua se hizo en 1868 y la distribución del agua comenzó en Europa, donde se hizo muy famosa. La primera planta de embotellamiento se estableció en 1910. (ACQUA DELLA SALUTE, 2016) [55]

Irlanda

La fuente del agua mineral *Tipperary* se encuentra en Borrisoleigh en el condado de Tipperary, donde las montañas del Diablo forman un gran filtro natural de la naturaleza virgen.

El agua mineral natural Tipperary se obtiene a una profundidad de 300 pies (91 m), la fuente está cubierta de piedra arenisca del período Devónico, proporcionando el más alto grado de filtración y protección.

El agua es microbiológicamente muy pura, aunque es baja en minerales tiene un alto contenido de potasio. (Tipperary) [56]

Kosovo

Rugove, un agua de bajo contenido de mineral proveniente desde un área remota en Kosovo disponible en botella PET y en botella de vidrio de alta calidad.

La fuente del agua Rugove es un manantial que fluye libremente a una altitud de 3300 pies (1000 m), situado en el hermoso Valle Rugove, ambientalmente protegido. La fuente también se conoce como el "Manantial Blanco", a causa de las piedras que rodean la manantial. El agua es tan limpia y pura que refleja el color de las piedras a su alrededor.

Hoy en día el agua para Rugove es embotellada en la fuente y está disponible en botella de vidrio y PET de alta calidad. (RUGOVE, 2014) [57]

Lituania

El agua mineral Vytautas (pronunciado: VEE - tau - Tuss) es un agua con un alto contenido de minerales. La fuente proviene de las afueras de la ciudad de Birštonas, Lituania y se encuentra en un santuario natural de 25000 hectáreas de tierra, protegido por la república y reconocido como un tesoro nacional de hábitat natural virgen.

A mediados del siglo XIX, después de que pacientes con diversas enfermedades fueran tratados con éxito por beber el agua mineral, se le concedió a esta agua habilidades curativas. En 1924, se añadió la carbonatación al agua mineral y actualmente se embotella y se vende para el consumo a gran escala.

Hoy Vytautas es la marca de agua mineral más reconocida y apreciada de Lituania. (BIRSTONO MINERALINIAI VANDENYS, 2016) [58]

Serbia

Voda Voda es el agua de manantial natural de la Vrujci, Spa que ha sido famoso desde finales del siglo XIX. El Spa Vrujci se encuentra en la parte norte-occidental de Serbia, en la base norte de las montañas Suvobor en el valle del río Toplica.

El agua que sale de la fuente proviene de una profundidad de 896 pies (273 m), y se filtra de manera natural a través de capas de cal de piedra. Su estado original se preserva debido a que el embotellado es realizado directamente en la fuente, sin tratamientos adicionales y procesos químicos. De acuerdo a la datación con Radiocarbono, la edad de esta agua mineral es aproximadamente de 7700 ± 150 años. [11]

Portugal

Además de vino, en el norte de Portugal hay algunas fuentes importantes de aguas carbonatadas naturales. La ciudad de Vidago fue una vez uno de los balnearios más visitados.

La fuente de Vidago está en el terreno de la Vidago Palace Hotel y el agua mineral carbonatada naturalmente puede ser muestreada en la fuente. Un acuífero profundo con una antigüedad de unos 200 años interacciona cerca de la corteza terrestre creando de forma natural las aguas carbonatadas.

Para embotellar el agua se elimina el hierro de una manera suave y natural y el resultado es un agua mineral con alto contenido de pequeñas burbujas gaseosas y un nivel significativo de bicarbonatos. El agua de Vidago se ha embotellado desde 1873. (UNICER, 2015) [59]

Polonia

Cisowianka Perlage es un agua mineral natural embotellada en la fuente en el área de Nałęczów. La región es famosa por su microclima específico y el spa, que se especializa en la curación de problemas cardiovasculares e hipertensión. Gracias a su mineralización y su bajo nivel de sodio, Cisowianka se recomienda para las personas con problemas de salud, tales como trastornos del corazón y la presión arterial.

El agua mineral Cisowianka es embotellada en su fuente y se extrae a 320 pies (98 m) de profundidad utilizando los más altos estándares de seguridad y calidad. La extracción y el embotellado son tecnológicamente los más modernos de Europa. (PERLAGE, 2013) [60]

Suiza

La fuente de agua mineral *Swiss Mountain* fue descubierta en 1461, su origen proviene de la montaña bajo un glaciar en la base de los Alpes suizos. Esta agua

se encuentra protegida de cualquier contaminante por filtros naturales de las capas de roca y arcilla, y burbujea de manera natural a la parte superior de la fuente en su forma más pura.

La singularidad de Swiss Mountain se deriva de su mineralización equilibrada, es muy baja en nitratos, sulfatos y sodio, lo que hace al agua muy especial y poco frecuente y es recomendada para los niños.


Es especialmente adecuada para dietas bajas en sodio y en la preparación de alimentos para bebés. (Swiss Mountain The king of Mineral Waters, 2015) [61]






Suecia






El agua mineral Malmberg proviene de un pozo artesiano de agua prehistórica en Yngsjö, un pequeño pueblo en la costa sureste de Suecia. La edad de esta agua mineral se ha determinado que es de 5245 ± 75 años de edad, lo que la convierte en el agua sueca más antigua.






El agua mineral se descubrió a una profundidad de alrededor de 200 metros, donde se encuentra bajo presión hidrostática. Esto significa que el agua se eleva espontáneamente a través del agujero perforado a la superficie de la tierra por su propia fuerza. (Malmber, 2016) [62]






Tabla 17. Ejemplos de algunas marcas de agua mineral embotellada de Europa.






ESLOVAQUIA		Salvator. Agua mineral natural proveniente de las montañas Branisko.	Mineralización muy alta (3775 TDS).
		St. Andrew. Agua mineral natural Proveniente del manantial Baldovce.	Mineralización alta (1806 TDS).






ESPAÑA		Vilajuiga. Agua mineral distribuida por la compañía Aguas minerales de Vilajuiga.	Mineralización muy alta (1946 TDS). pH ácido (6,4). Alto contenido de Calcio (85 ppm), Cloruros (257 ppm) y Sodio (591 ppm).
		Vichy Catalan. Agua mineral natural muy reconocida en España.	Mineralización muy alta (2900 TDS). pH alcalino (8,3). Alto contenido de Cloruro (680 ppm), Bicarbonato (2081 ppm) y Sodio (1100 ppm).
		Solan de Cabras	Mineralización débil (261 TDS), oligometálica. Contenido de Cloruro (7,9 ppm), Bicarbonato (285,8 ppm) y Calcio (58,3 ppm).
		Peñaclara 22. Agua mineral natural distribuida por la compañía Mineraqua S.A.	Mineralización media (663 TDS). pH 7,6. Alto contenido de Calcio (142,2 ppm), Bicarbonato (224 ppm) y Sulfatos (288 ppm).
IRLANDA		Tipperary. Agua mineral natural distribuida por la compañía Tipperary.	Mineralización media (272 TDS). pH 7,7. Contenido significativo de Calcio (37 ppm) y Bicarbonato (282 ppm).





PAIS	Marca	Descripción	Contenido Mineral
ALEMANIA		Cave H2O. Agua mineral distribuida por la compañía LPS GmbH.	Mineralización media. pH neutro (7). Alto contenido de Calcio (105 ppm) y Sulfatos (67 ppm).
		Staatl. Fachingen. Agua mineral distribuida por la compañía Fachingen GmbH.	Mineralización muy alta (2864 TDS). Alto contenido de Cloruros (131 ppm), Calcio (92,5 ppm), Magnesio (56,6 ppm), Bicarbonato (1812 ppm) y Sodio (560 ppm).
		Agua mineral sin gas Gerolsteiner.	Mineralización muy alta (2527 mg/L). pH ácido (5,9). Alto contenido de Bicarbonato (1817 ppm), Calcio (347 ppm), Magnesio (108ppm) y Sodio (119 ppm)
SUIZA		PURE SWISS. Agua mineral natural distribuida por la compañía PURE SWISS, Inc.	Mineralización media (385 TDS). pH alcalino (8,21). Contenido superior de Calcio (71,2 ppm), Bicarbonato (75,7 ppm) y Sulfatos (200,4 ppm).
		SwissMountain. Agua mineral natural fabricada por la compañía SwissMountain International.	Mineralización media (537 TDS). pH neutro (7,2). Contenido en cantidad superior de Calcio (88 ppm) y Bicarbonato (371 ppm).

FRANCIA		Saint-Géron. Agua mineral distribuida por la compañía Eaux de Saint Gerón.	Mineralización alta (1158 TDS). pH ácido (6). Con importante contenido de Calcio (79,1 ppm), Cloruro (44,2 ppm), Magnesio (53,7 ppm) y alto contenido de Bicarbonato (1128,9 ppm) y Sodio (225,5 ppm).
		Perrier. Agua mineral carbonatada Distribuida por la compañía Nestlé.	Mineralización baja (475 TDS). pH ácido (5,46). Contenido importante de Calcio (147,3 ppm) y Bicarbonato (390 ppm).
		Agua mineral sin gas Evian de los alpes franceses.	Mineralización media (357 TDS). pH neutro (7,2). Contenido importante de Calcio (78 ppm) y Bicarbonato (357 ppm).
		Ô Muse. Agua mineral natural distribuida por la compañía O Muse.	Mineralización media (354 TDS). pH alcalino (8,2). Con importante contenido de Bicarbonatos (127 ppm) y Sodio (100 ppm).
KOSOVO		Rugove. Agua mineral natural distribuida por la compañía Rugove L.L.C.	Mineralización baja (192 TDS). pH: 7,5. Importante contenido de Calcio (59 ppm) y Bicarbonato (178 ppm).

PORTUGAL		Pedras. Agua mineral natural distribuída por la compañía Unicer - Bebidas de Portugal.	Mineralización muy alta (3011 TDS). pH ácido (6,1). Alto contenido de Calcio (103 ppm), Bicarbonato (2125 ppm) y Sodio (622 ppm).
		Vidago. Agua mineral natural distribuída por la compañía Unicer - Bebidas de Portugal.	Mineralización muy alta (2853 TDS). pH ácido. Alto contenido de Bicarbonatos (1995 ppm) y Sodio (619 ppm).
		Vitalis. Agua mineral natural distribuída por la compañía Unicer Bebidas S.A.	Mineralización baja (45 TDS). pH ácido (5,7). Contenido de Cloruros (7,4 ppm), Bicarbonato(5,1 ppm) y Sodio (5,8 ppm).
POLONIA		Cisowianka Perlage. Agua mineral natural embotellada por la compañía Nałęczów Zdrój.	Mineralización media (714 TDS). pH neutro (7,2). Alto contenido de Calcio (128,3 ppm) y Bicarbonato (518,7 ppm).
		Voda Naturalna. Agua mineral natural embotellada por la compañía Voda Naturalna Sp. z o.o.	Mineralización media (380 TDS). pH 7,6. Contenido significativo de Calcio (43 ppm) y Bicarbonato (242 ppm).

ITALIA		Acqua Armani. Agua mineral distribuída por la compañía Fonte Sole.	Mineralización media (412 TDS). Con importante contenido de Calcio (108 ppm), Bicarbonato (439,3 ppm) y Potasio (43 ppm).
		Galvanina. Agua mineral distribuída por la compañía LA GALVANINA S.p.A	Mineralización media (475 TDS). pH neutro (7,1). Contenido importante de Calcio (113 ppm), Bicarbonato (365 ppm) y Sulfato (89 ppm).
		Uliveto. Agua mineral natural distribuída por la compañía CO.GE.DI. International Spa.	Mineralización media (752 TDS). pH ácido (5,8). Importante contenido de Calcio (171 ppm), Cloruro (79 ppm), Bicarbonato (574 ppm), Sodio (74 ppm) y Sulfatos (104 ppm).
DINAMARCA		Iskilde. Agua mineral distribuída por la compañía Iskilde ApS.	Mineralización media (426 TDS). pH 7,7. Contenido significativo de Calcio (63 ppm), Cloruro (94 ppm), Bicarbonato (246 ppm) y Sodio (70,6 ppm).
		Krusmølle Kilde. Agua mineral natural distribuída por la compañía Krusmølle Kilde.	Mineralización media (330 TDS). pH 7,7. Contenido significativo de Calcio (80 ppm).

SUECIA		Malmberg. Agua mineral natural distribuída por la compañía Malmberg Original Water AB.	Mineralización baja (220 TDS). pH alcalino (8,2). Contenido significativo de Bicarbonato (220 ppm) y Calcio (68 ppm).
		Agua mineral natural Ramlösa sin gas.	Mineralización media (520 TDS). pH ácido (5,6). Contenido significativo de Sodio (222 ppm), Dióxido de Silicio (22 ppm), Cloruro (23 ppm) y Bicarbonato (12 ppm).
REINO UNIDO		Abbey Well. Agua mineral natural distribuída por la compañía Abbey Well.	Mineralización media (390 TDS). Contenido significativo de Calcio (60 ppm), Cloruro (75 ppm) Y Sodio (62 ppm).
		Agua mineral Hildon.	Mineralización media (312 TDS). pH neutro (7,2). Contenido de Bicarbonato (136 ppm), Calcio (97 ppm), Dióxido de silicio (19 ppm) y Cloruros (16 ppm).
		Agua mineral Speyside Glenlivet, distribuída por la compañía Highland Spring Group.	Mineralización baja (58 TDS). pH neutro (7,2). Contenido de Bicarbonato (45 ppm), Calcio (12 ppm).

ESLOVENIA		ROI. Agua mineral natural distribuída por la compañía ROI Rogaska d.o.o.	Mineralización muy alta (7481 TDS). pH neutro (6,8). Alto contenido de Calcio (370 ppm), Bicarbonato (7700 ppm), Magnesio (1050 ppm), Sodio (1600 ppm) y Sulfato (2100 ppm).
		Agua mineral natural Radenska.	Mineralización muy alta (3263 TDS). pH neutro (6,3). Alto contenido de Calcio (230 ppm), Bicarbonato (2370 ppm), Sodio (390 ppm), Magnesio (87 ppm), Sulfato (76 ppm), Potasio(64 ppm).
LITUANIA		Vytautas. Agua mineral distribuída por la compañía UAB ir Ko.	Mineralización muy alta (7200 ppm). Alto contenido de Calcio (534 ppm), Cloruro (3437 ppm), Bicarbonato (315 ppm), Magnesio (254 ppm), Sodio (1600 ppm) y Sulfatos (990 ppm).
SERBIA		Voda Voda. Agua mineral natural distribuída por la compañía Arteska Int. Company.	Mineralización media (383 TDS). pH neutro (7,2). Importante contenido de Calcio (77,7 ppm) y Sodio (37 ppm).

Fuente. Tomado de la página web www.finewaters.com

6) PROCESO DE EMBOTELLAMIENTO DEL AGUA MINERAL NATURAL

El agua mineral natural se diferencia del resto de las aguas envasadas por su peculiar y constante composición y por su pureza original, características que deben mantenerse a lo largo de todo el proceso del envasado.

Puesto que son muy pocos los tratamientos permitidos durante el proceso de envasado del agua mineral, la tecnología que se requiere es relativamente sencilla.

La legislación para las aguas minerales, por ejemplo el CODEX estándar 108, determina la prohibición de cualquier tratamiento que lleve consigo la alteración de las propiedades originales del agua mineral en su punto de emergencia.

Del mismo modo, la manipulación que persiga la esterilización o desinfección del agua envasada queda totalmente prohibida. Toda inversión realizada en una planta de envasado va encauzada para conseguir un producto final con unas características idénticas a las que tiene el producto en su punto de emergencia, y llevarla así, tal cual, a la mesa del consumidor.

Es, por ello, que se utilizan conducciones de acero inoxidable o de otros materiales alimentarios, equipos de llenado y taponado higiénicos, estaciones de filtrado para eliminar materia sedimentable, salas de envasado con atmósfera controlada, etc.

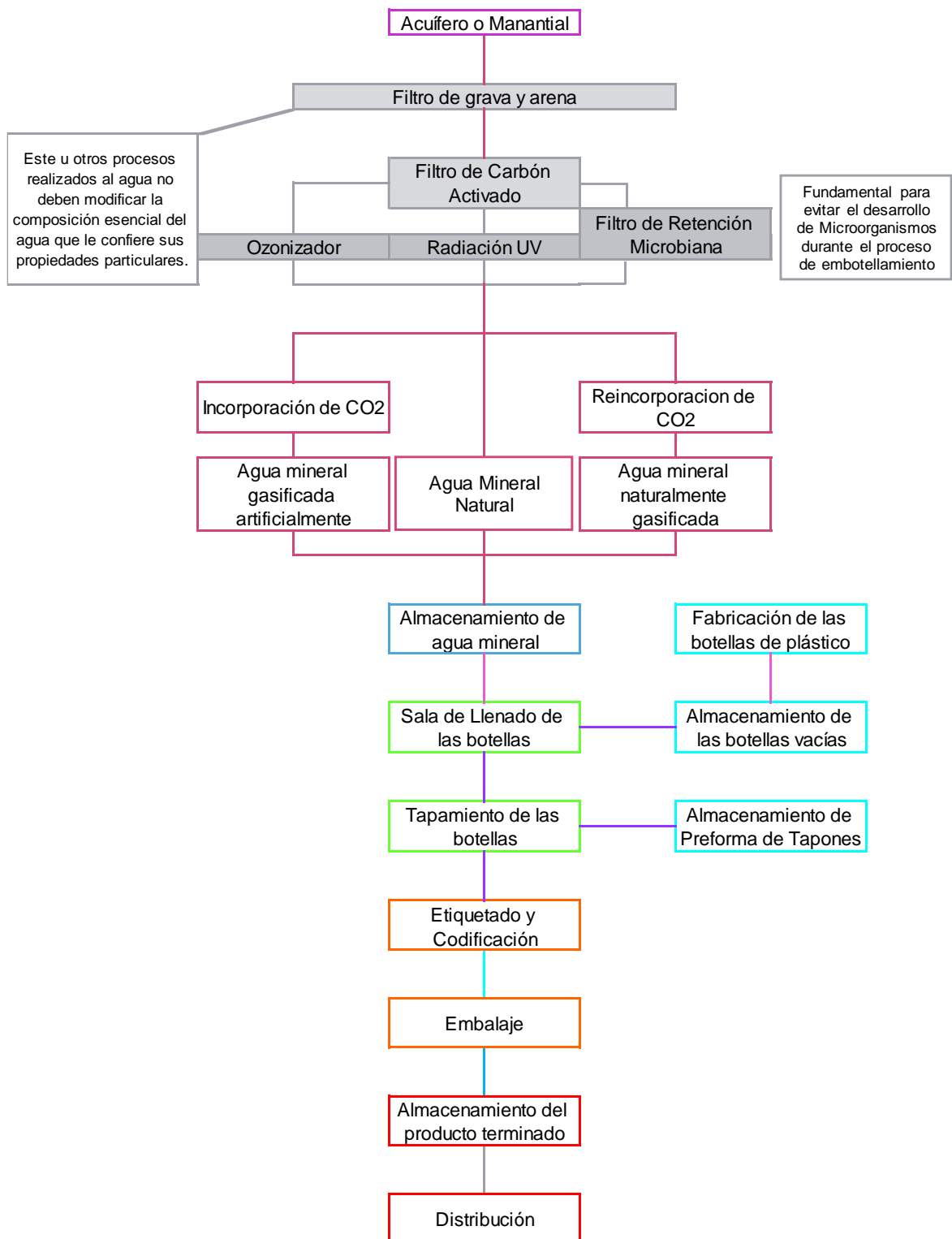
A continuación, se exponen los puntos más destacables en el proceso del envasado de agua mineral.

6.1 La captación de agua mineral

Algunas plantas de envasado están alimentadas de un manantial espontáneo natural o pozo artesiano, en el que el agua brota por su propia presión. En otros casos, es preciso hacer uso de bombas impulsoras para extraer el agua del subsuelo.

En este último caso, es esencial mantener un protocolo de limpieza y desinfección del grupo impulsor para prevenir todo tipo de contaminación de la captación. El manantial debe poseer un perímetro de protección concedido por la administración competente con el fin de evitar determinadas actuaciones que puedan perjudicar a la “salud” de la captación. (Mineraqua, 2016) [63]

Figura 8. Proceso de embotellamiento del agua mineral natural.



Transporte hacia la planta de embotellamiento.

La conducción del agua desde el punto de emergencia hasta la planta de envasado se ha de hacer en un material apto para el contacto con alimentos, como el acero inoxidable, algunos materiales plásticos, etc.

En cualquier caso, la conducción debe ser inspeccionable, cerrada, continua y estar totalmente protegida frente a la eventual contaminación.

Los almacenamientos de grandes masas de agua en recintos previos a la planta no son recomendables, pues esta práctica conlleva una proliferación de la flora bacteriana hasta límites no deseados. (Minoprio, Germán, Síntesis, & Proyecto, 2011) [64]

6.2 Tratamientos de las Aguas Minerales

6.2.1 Filtración

Este proceso se realiza con el propósito de eliminar los posibles elementos extraños que contaminan el agua que la convierten en un producto no apto para el consumo humano. Para que el agua a ser embotellada alcance el grado de pureza requerido ésta debe pasar por los siguientes elementos de purificación:

- ✓ Almacenamiento
- ✓ Filtro de arena
- ✓ Filtro de carbón activado
- ✓ Filtro pulidor
- ✓ Luz ultravioleta
- ✓ Ozonizador

Mediante el uso de bombas, el agua pasa a *Filtros de Arena y Grava* en los que se detienen los sólidos en suspensión o partículas más grandes; el agua filtrada es ahora obligada a pasar por un *Filtro de Carbón Activado* el cual elimina los olores y sabores presentes en el agua producidos por la materia orgánica y el cloro presente.

En estas condiciones el agua es conducida a los *Filtros Pulidores* que son elementos de cartuchos sintéticos con micro perforaciones que retienen cualquier partícula de carbón presente en el agua.

El siguiente paso consiste en hacer pasar el agua a través de una *Lámpara Ultravioleta* que inhibe la capacidad de reproducción de las bacterias que pudiera

haber en los procesos anteriores, quedando el agua totalmente pura. (Karen Pérez, 2015) [65]

Finalmente para mantener el agua en su estado de pureza e impedir la formación de microorganismos contaminantes se aplica al agua una fuente de *Ozono* es decir, el agua ingresa a un tanque mezclador en la que también se inyecta O_3 el cual tiene propiedades bactericidas, la misma que ayuda a que el agua continúe pura hasta su paso por un *Tanque Pulmón* justo antes de entrar a la *Llenadora* y comenzar el proceso de embotellado

6.2.2 Eliminación del Hierro y el Manganeseo

En el mundo, gran parte de las fuentes de abastecimiento de agua subterránea se ven afectadas por la presencia de hierro (Fe) y manganeso (Mn), los cuales se encuentran en forma soluble, que al oxidarse, ya sea al momento de la cloración o con el oxígeno del aire, se precipitan generando un color oscuro que provoca el rechazo de los consumidores, manchan la ropa, obstruyen tuberías, accesorios y bombas. (Red Iberoamericana de Potabilización y Depuración del Agua, 2011) [66]

Las técnicas comunes empleadas para la remoción de hierro y manganeso presentan diversas limitaciones, como se mencionan a continuación:

Aireación–Filtración.

El proceso de aireación-filtración se recomienda para agua con alta concentración de hierro (mayor de 5 mg/L) con el fin de disminuir los costos en reactivos.

El equipo usado en este proceso incluye comúnmente un aireador, un tanque de retención y filtros. El oxígeno de la atmósfera reacciona con las formas solubles de hierro y manganeso (Fe^{+2} y Mn^{+2}) para producir óxidos relativamente insolubles (Fe^{+3} y Mn^{+4}) de estos elementos.

La velocidad de reacción depende del pH de la solución, siendo más rápida a valores de pH altos. Ya que el manganeso tiene una velocidad de oxidación muy lenta vía el O_2 (aq) esta técnica no es muy efectiva para la remoción de Mn^{+2} , excepto a valores de pH mayores de 9,5.

Para disminuir las concentraciones de manganeso al nivel deseado se requieren frecuentemente un tiempo de reacción y un tratamiento químico adicionales.

Remoción in-situ.

La remoción in-situ consiste en la remoción de Fe y Mn directamente en el manto acuífero para obtener un agua de buena calidad.

Este proceso es relativamente nuevo y solo existen algunas instalaciones en operación en Europa y en los Estados Unidos. Consiste en disolver oxígeno atmosférico en el agua que se utiliza para la recarga del acuífero, para posteriormente ser inyectada.

El agua de recarga rica en oxidante (oxígeno) causa que el Fe y Mn formen una superficie de óxidos hidratados alrededor del acuífero, creando una zona de tratamiento. Cuando se termina la recarga, el agua subterránea rica en Fe y Mn pasa a través de esta zona por efecto de la extracción por bombeo.

Las superficies de óxidos hidratados adsorben los iones de Fe y Mn, reduciendo las concentraciones de Fe y Mn disueltos. Cuando la zona de tratamiento se agota (se pierde la capacidad de adsorción de Fe y Mn), se reactiva nuevamente, inyectando agua oxigenada de recarga. Los ciclos de recarga y extracción se repiten cuantas veces sea necesario.

La duración de los ciclos está en función del agua extraída antes de que los niveles de Fe y Mn rebasen las concentraciones deseadas.

6.2.3 Gasificación de las aguas no gaseosas

El gas carbónico natural se genera, normalmente, a una profundidad de entre 3 y 30 km. Si durante su ascenso a la superficie se topa con un acuífero, comienza un proceso de saturación del agua subterránea en este gas. La solubilidad del carbónico en agua está en función de la temperatura (es más soluble en frío que en caliente), de la salinidad y de la presión, pero suele variar entre 1,5 y 2,5 mg/L en los ambientes más generales. Por tanto, toda la cantidad de gas que sobrepase este límite se convertirá en burbujas al abrir la botella.

El agua carbonatada, conocida también como soda, es agua que contiene ácido carbónico (H_2CO_2) que, al ser inestable, se descompone fácilmente en agua y dióxido de carbono (CO_2), el cual sale en forma de burbujas cuando la bebida se despresuriza. Cuando contiene un mayor contenido de minerales, por provenir de deshielo se la denomina agua mineral gasificada; si se obtienen los minerales artificialmente se la denomina agua gasificada artificialmente mineralizada.

De manera industrial el agua carbonatada se prepara añadiendo ácido carbónico y dióxido de carbono en una reacción exotérmica en tanques de almacenamiento a

presión para que no exista despresurización y disociación de los minerales. De este proceso, sale como residuo carbonato de calcio.

Las técnicas actuales de carbonatación incluyen dióxido de carbono que lo presuriza antes de adicionarlo al agua, ya que la presión aumenta el monto de dióxido de carbono que se puede disolver. Al abrir la botella de agua, la presión se libera, permitiendo que el dióxido de carbono forme burbujas que antes no eran visibles. El tamaño, espacio y cantidad de las burbujas en el agua carbonatada está regida por la cantidad de dióxido de carbono que se le adicione. La mayor parte de las aguas carbonatadas artificialmente tienen entre 1mg/L y 10 mg/L de dióxido de carbono. (Valencia, 2012) [67]

6.3 Proceso de embotellado y embalaje

Los procesos fundamentales durante el envasado del agua mineral son: fabricación de envases, almacenamiento de envases, transporte de envases a equipos de llenado-taponado, etiquetado, codificación, paletizado, control de calidad, almacenaje de producto terminado y distribución. [67]

Fabricación de las botellas de plástico.

En el área de producción, el alimentador de la máquina recibe el material a procesar y automáticamente se efectúa el moldeo por soplado, el cual emplea 10 segundos por botella. El proceso en el interior de ésta máquina es el siguiente: del alimentador el material pasa a una cámara por medio de una canaleta, en la cámara se calienta el material a una temperatura de 150 - 290°C para obtener plasticidad, después, por medio de un pistón se inyecta el material en moldes fríos en donde por medio de aire, el material toma la forma del propio molde. Cuando este se abre, automáticamente la máquina realiza un rebabeo, es decir que elimina contenido excedentes en las botellas. [65]

6.3.1 Almacenamiento de Botellas de plástico vacías

Las botellas se almacenan en sistemas de Silos, los cuales pueden estar equipados con protección contra presión estática y dinámica. Se debe asegurar que cada instalación de Silos no provoque daño alguno a las botellas. Un sistema opcional de presurización de Silos elimina todas las posibilidades de

contaminación del producto. Los Silos están diseñados para maximizar la capacidad de almacenaje por metro cuadrado.

Figura 9. Silos para almacenamiento.



Fuente. Tomado de página web imocom

Por ejemplo, el sistema de silos se divide en tres secciones:

- a) Sistema de Carga: un sistema neumático o de bandas a granel transporta las botellas provenientes de la máquina de soplado o etiquetado hacia el área de silos. Las botellas se distribuyen uniformemente en cada Silo para optimizar la capacidad de almacenaje
- b) Sistema de Almacenaje: el Sistema de Silos se compone de uno o varios Silos modulares. Su capacidad puede ser fácilmente incrementada posteriormente agregando módulos para ajustarse a los futuros requerimientos de producción. Existen varios tipos de silos de diferentes tamaños y capacidades.
- c) Sistema de Descarga: un sistema de bandas recibe las botellas del (los) Silo(s) y los transporta hacia el posicionador de la línea de llenado. La cantidad de botellas que se remueve del(los) Silo(s) es de acuerdo a la demanda de la línea de llenado.

Todos los Sistemas de Silos están automatizados para una operación a “luz apagada”. (IMOCOM, 2014) [68]

Los materiales de envasado deben almacenarse en un lugar seco y protegerse contra el calor, el polvo, las plagas y las sustancias químicas. [26]

6.3.2 Enjuagado de Botellas

Se toma como ejemplo para la explicación de esta sección, la enjuagadora *Variojet*, la cual sirve para enjuagar, soplar o aplicar un desinfectante en las botellas antes de empezar el llenado.

Independientemente de si se trata de botellas de vidrio o de plástico, la Variojet admite una amplia gama de medios, entre los que se encuentran el aire, el aire ionizado, el agua, el agua ozonizada, el vapor saturado, el aire estéril, soluciones desinfectantes o el producto a llenar. En diferentes versiones de uno, dos o tres canales que alimentan el medio respectivo, la Variojet permite adaptar el proceso de enjuague exactamente al respectivo producto.

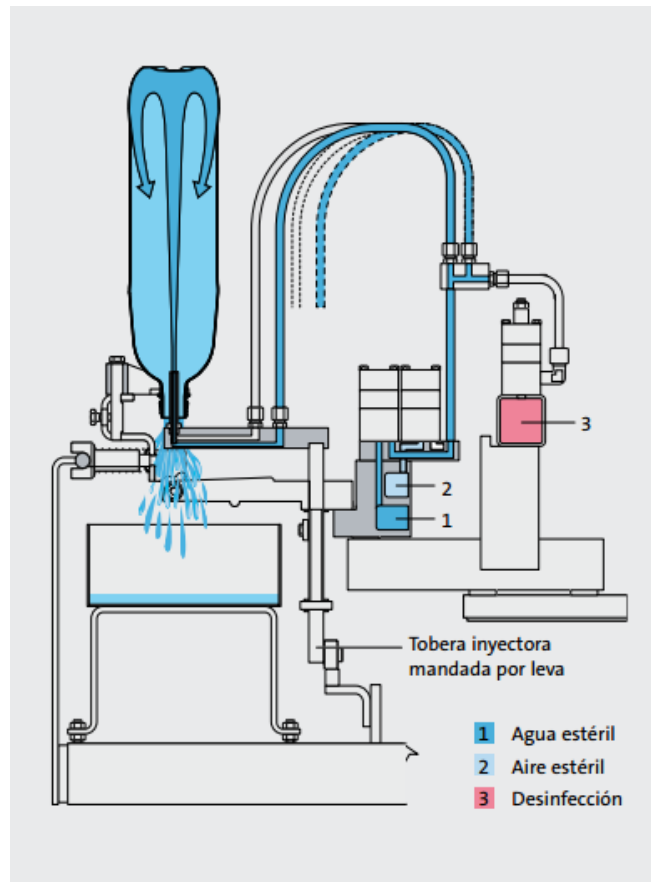
Para la industria del agua mineral, existe un modelo especial de enjuagadora, la cual consiste en enjuagar las botellas con aire ionizado. Un modelo especial de la enjuagadora electro neumática de dos canales permite aprovechar el aire ionizado como medio de enjuague para las botellas PET. El segundo canal sirve para aspirar partículas de polvo que caen fuera de las botellas.

La boca de salida de la lavadora deberá ser debidamente protegida. Los transportadores de la boca de salida de la máquina lavadora a la máquina de llenado deberían estar cubiertos para proteger a los recipientes contra la contaminación. [26]

También existe otro método, el cual consiste en la enjuagadora de tres canales. La enjuagadora de tres canales aplica en los envases tres diferentes medios, uno detrás del otro. De este modo es posible por ejemplo utilizar agua, aire estéril y vapor. La alimentación del agua y del aire estéril se realiza mediante canales integrados dentro de los portapinzas mientras que el canal de vapor se construye de forma separada para poder compensar la dilatación térmica.

El proceso de chorro permite primeramente aplicar de forma simultánea desinfectante y aire y a continuación repetir el proceso con agua y aire. (KRONES AG, 2010) [69]

Figura 10. Proceso de inyección en la enjuagadora de tres canales.



Fuente. Tomado de página web www.krones.com

Las botellas de PET se lavan en una máquina lavadora con suficiente agua ozonizada, con el fin de retirar partículas.

6.3.3 Llenado de las botellas.

En un proceso típico de embotellado, luego del filtrado, ozonización o carbonatado del agua, el agua extraída se conduce a una máquina llenadora. En el proceso de envasado es recomendable que existan lámpara de luz UV que evitan la presencia de microorganismos.

Básicamente las máquinas llenadoras se dividen en:

- ✓ Automáticas: En estas máquinas el proceso está totalmente automatizado, el envase entra vacío y al final del proceso está lleno y tapado.

Figura 11. Máquina rotatoria para llenado de botellas de plástico Automática



Fuente. Tomado de página web www.directindustry.es

- ✓ Semiautomáticas: en este proceso requiere la intervención de un operador, el cual se encarga de activar el mecanismo para llenar las botellas con el líquido, estas botellas también son tapadas manualmente.

Figura 12. Máquina llenadora para botellas de plástico Semiautomática.



Fuente. Tomado de página web www.directindustry.es

El llenado se efectúa en la denominada “sala blanca” el único punto en el que el agua se hace visible en un entorno totalmente aséptico.

Este proceso consiste en colocar el envase sobre una línea llegando hasta debajo de las válvulas, se llena y luego se desliza fuera del área de llenado, donde se efectúa el tapado con tapas de plástico o tapas corona previamente desinfectadas.

Al igual que el taponado, etiquetado y codificado de la botella, el llenado se lleva a cabo de manera automática en líneas, generalmente multiformato, que pueden alcanzar velocidades de hasta 30000 botellas/hora. [65]

6.3.4 Tapamiento de las botellas.

La siguiente e inmediata etapa es el cierre del envase, el cual se lleva a cabo en unas máquinas que dispensan el tapón a medida que pasa el envase. Las más sofisticadas detectan electrónicamente la presencia del envase.

El tapado se realiza en las taponadoras inmediatamente después del llenado, con el fin de garantizar rápidamente la estanqueidad de las botellas. Operando así el agua no pierde ninguna de sus cualidades.

Las salas de envasado donde se realizan estas operaciones deben estar acondicionadas para asegurar su total asepsia. Para proteger el producto de cualquier adulteración, después de tapado se coloca la fecha de producción y una banda de seguridad termoencogible (en el caso de tapas de plástico) que garantiza al consumidor que la botella no ha sido destapada y que el producto aún sigue vigente para el consumo.

6.3.5 Etiquetado y Codificación.

El envase se dirige a una impresora láser o de inyección de tinta, la cual imprime el lote y la fecha de consumo preferente y también imprime toda la información que le interesa al consumidor, incluyendo el número de lote para saber en todo momento dónde está cada una de las botellas.

El contenido, tamaño y colocación de la información del etiquetado está estrictamente regulado por legislación internacional. Debe estar registrado los códigos de lote, fecha de caducidad, código de barras, información nutricional, condiciones de uso o manejo, almacenamiento. Esta información puede estar en uno o varios idiomas a la vez.

En ocasiones el etiquetado va acompañado de una somera explicación sobre el acuífero de origen y la empresa explotadora.

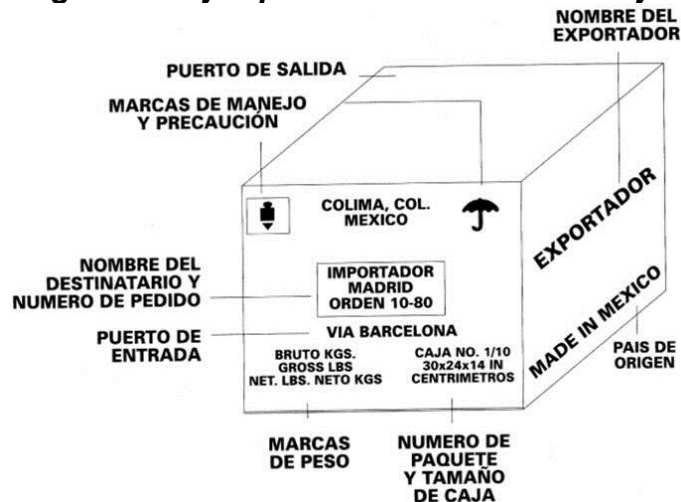
Debe instalarse una campana de extracción (salvo cuando se utilice el encolado en frío) para extraer adecuadamente todos los gases producidos por la etiquetadora, los solventes y el encolado. [26]

Posterior al etiquetado, las botellas se empaquetan en packs y luego se arman pallets para su posterior almacenamiento y distribución.

6.3.6 Embalaje.

El proceso siguiente es el empaquetado del producto, por lo general, en caja de cartón o en packs plásticos con asa, y su posterior recodificación, para garantizar su trazabilidad.

Figura 13. Ejemplo de Marcas de embalaje.



Fuente. Tomado de sitio web <http://comerciointernacional-jc.blogspot.com.co/>

Este producto es posteriormente paletizado y distribuido hasta llegar al consumidor final.

El embalaje al igual que un envase o empaque, debe satisfacer funciones de contención, identificación, protección, información, transporte y almacenaje.

6.3.6.1 Paletización

En el paletizado se agrupan las botellas sobre una paleta o estiba. La finalidad es crear una unidad de manejo que puede ser fácilmente almacenada y simplificar el manejo de inventarios. El peso máximo que puede soportar un pallet es de 1000 Kg o una tonelada.

Para una correcta Paletización se debe utilizar tarimas en buen estado.

6.3.7 Almacenamiento del producto terminado.

Las bolsas o cajas se transportan al almacén de producto terminado por medio de un montacargas.

La materia prima debe cumplir con las especificaciones de calidad requeridas, evitando desperdicios; faltas de uniformidad, entre otros. La calidad del producto terminado comienza desde el momento en que se verifica la calidad de sus materiales componentes.

6.3.8 Distribución.

Una adecuada distribución condiciona el éxito del producto, por lo que de no ser atendida por el propio productor, se analizará la estructura de las posibles compañías y canales de distribución externos, con respecto a:

- ✓ Su posición dentro de la cadena de ventas.
- ✓ Su tamaño y área de influencia en el mercado.
- ✓ Su distribución y transporte regional.
- ✓ La variedad de su oferta.
- ✓ Sus sistemas de venta y su comportamiento.
- ✓ Sus sistemas y su participación en los precios de venta.

La importancia del sistema de distribución se subestima muchas veces, a pesar de que impacta directamente en los volúmenes de venta y de que se refleja en un mal aprovechamiento del potencial del mercado, así como en acumulaciones excesivas de inventarios que, entre otras consecuencias, incidirán en la rentabilidad del capital.

Es en este momento donde se debe hacer un control de calidad visual, retirando envases defectuosos en el proceso de envasado. [65]

6.4 Control de Calidad.

Durante todo el proceso, desde la captación del manantial al almacén de producto acabado, las botellas se deben someter a un control continuo integrado por el sistema de calidad según la norma internacional de calidad ISO 9001, ampliamente reconocida en todo el mundo.

Asimismo todos los aspectos higiénico-sanitarios deberán permanentemente garantizados por nuestro sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC). Este sistema de gestión de la calidad de los alimentos, basado fundamentalmente en la prevención, es el que debe ser utilizado por las empresas alimentarias y garantiza la calidad sanitaria del producto en todas las fases de producción. (Montepinos, 2011) [70]

6.5 Aseguramiento de la calidad

Dentro de las empresas, el aseguramiento de calidad es básicamente un sistema documental de trabajo en el que se establecen reglas claras, fijas y objetivas sobre todos los aspectos ligados a la producción; es decir, desde el diseño, planeación, producción, embalaje, almacenamiento, distribución y servicio posventa, hasta las técnicas estadísticas de control del proceso y, desde luego, la capacitación del personal, los cuales estarán sustentados en satisfacer las expectativas de los clientes.

Ello significa vigilar que a lo largo de todo el proceso de producción se cumplan las instrucciones de trabajo, se respeten las especificaciones técnicas del producto y se maneje con propiedad el producto terminado (en almacén y distribución), para que llegue al cliente en las condiciones pactadas. [65]

Finalmente, con el procesamiento de alimentos surgen nuevas reglas, buenas prácticas de manufactura (BPMs) y pruebas.

Para obtener estas certificaciones hay una serie de especificaciones entre las cuales se destacan:

- ✓ Afuera de las instalaciones de la planta, cerca del edificio, no debe encontrarse almacenamiento de equipo, tarimas o plataformas de carga, etc., ya que se pueden albergar plagas.
- ✓ Las paredes exteriores de las instalaciones productoras de alimentos deben ser sólidas, sin aperturas que permitan la entrada de plagas al edificio o que permitan su refugio en el interior.
- ✓ Las paredes internas deben ser no-absorbentes y de fácil limpieza.

- ✓ Debe existir alumbrado adecuado en todas partes, particularmente en el cuarto de llenado y en las áreas de tratamiento/producción.
- ✓ La plomería debe estar instalada apropiadamente. No puede haber conexiones cruzadas.
- ✓ Las fuentes de obtención de agua almacenada en una forma sanitaria.
- ✓ Las tapas y las botellas deben almacenarse y manejarse de tal forma que se evite la contaminación.
- ✓ Todo el equipo debe ser construido con materiales de grado alimentario, donde sea aplicable, de diseño y construcción limpiable, e instalado que permita el acceso para limpiar el equipo y el área circundante.
- ✓ El proceso de llenado y tapado del producto debe realizarse en un cuarto separado de todas las otras operaciones en la planta. Esto significa que en el mismo cuarto no haya cajas, ni lavadoras u otro equipo no relacionado con el proceso en sí de llenado/tapado.

Para verificar el cumplimiento de estos requerimientos, existen normas por parte la Asociación Internacional de Agua Embotellada (IBWA) y otros entes relacionados, donde establecen el requerimiento de pruebas anuales de los productos de agua embotellada y sus fuentes de abastecimiento, en más de 140 parámetros químicos, físicos y radiológicos.

Las fuentes privadas y todos los productos deben someterse a pruebas microbiológicas (coliformes totales) con un mínimo semanal en un laboratorio aprobado. Por lo menos cuatro de cada tipo de botellas y tapas deben ser analizadas para coliformes y de debe realizar el recuento de bacterias heterotróficas cada tres meses.

Un número de pruebas durante el proceso también se requieren y se recomiendan para el pH, sólidos totales disueltos y pruebas de sabor. Estas se realizan regularmente en el producto terminado durante el procesamiento para determinar si la producción es consistente y si el tratamiento es efectivo.

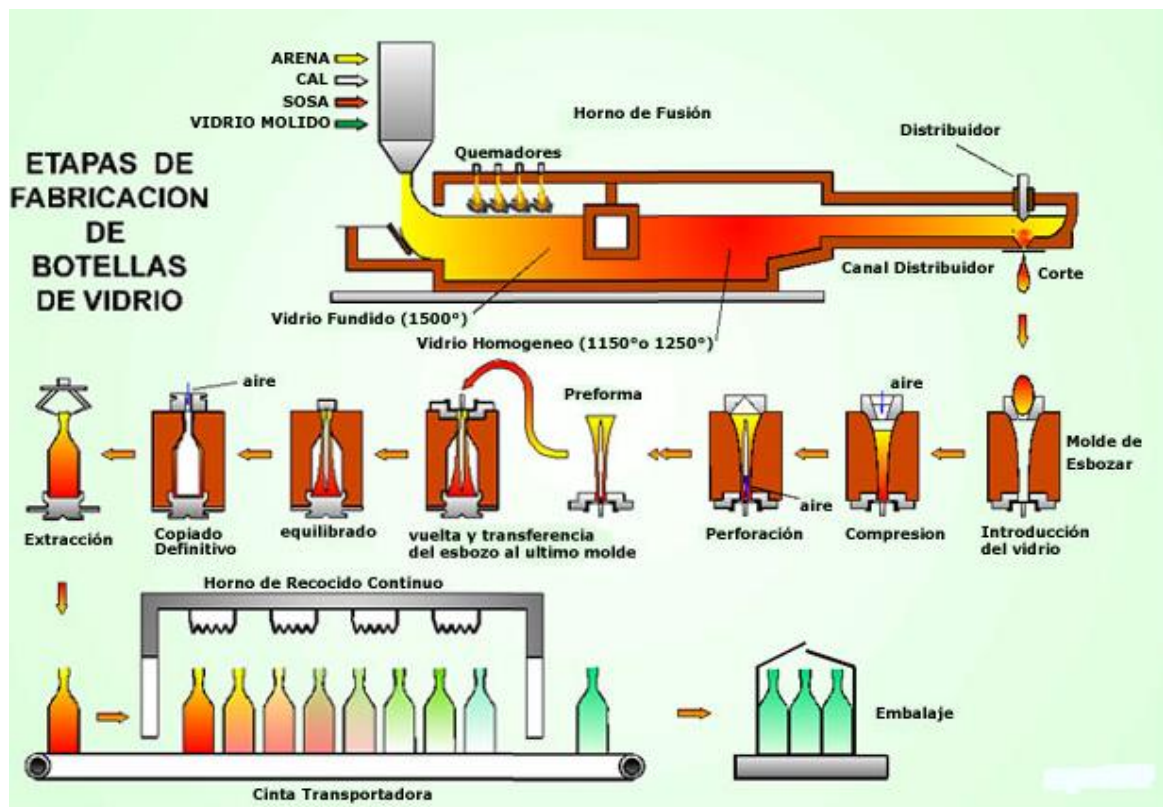
Un análisis posterior debe realizarse para detectar presencia de detergentes en las botellas limpias y así determinar si el enjuague es adecuado. [26]

7) TIPOS DE MATERIAL DE ENVASE PARA EL AGUA MINERAL

7.1 Envase en vidrio

El vidrio está formado por sílice, sodio y calcio (SiO_2^- , Na^+ y Ca^{++}) principalmente. La sílice es parte de la materia prima básica, el sodio proporciona la facilidad en la fusión y el calcio provee la estabilidad química. Sin el calcio, el vidrio sería soluble en agua, lo cual no es muy favorable.

Figura 14. Proceso de producción de botellas de vidrio.



Fuente. (Universidad de Oviedo, 2010) [71]

Fabricación de envases

a) Soplado por boca.

En la operación de soplado por boca, una varilla de hierro hueca o “caña” es sumergida en un crisol que contiene el vidrio fundido, para recoger una porción en

la punta por rotación de la caña. El vidrio tomado, es enfriado a cerca de 1000°C y rotado contra una pieza de hierro para hacer una preforma. La preforma es entonces manipulada para permitir su estiramiento, nuevamente calentada y soplada para que tome una forma semejante a la del artículo que se quiere formar, siendo luego colocada en el interior de un molde de hierro o madera y soplada para darle su forma final.

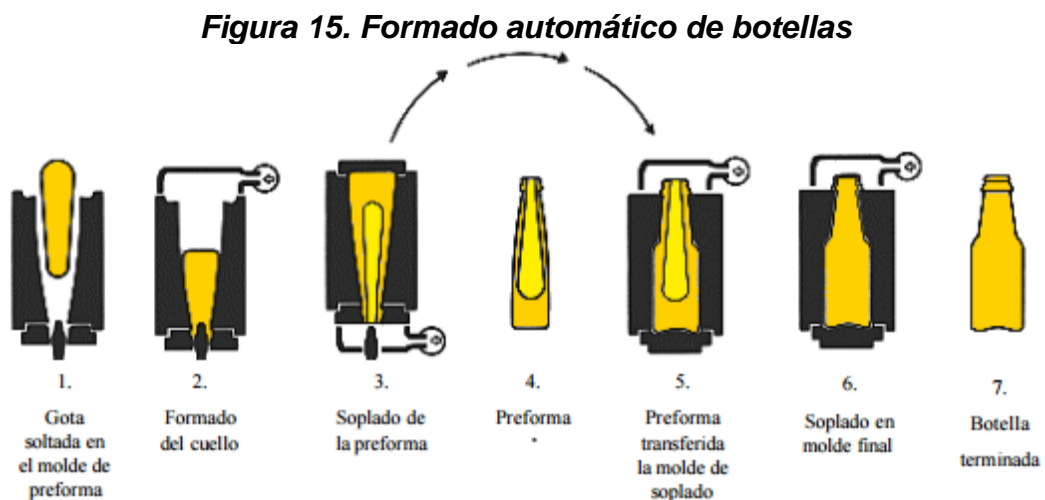
b) Fabricación semi-automática de botellas.

Al igual que en el soplado a boca, la operación se inicia tomando una porción de vidrio en una varilla, la cual se hace fluir en un molde de preformado hasta que ha entrado una cantidad suficiente, en ese momento el vidrio es cortado con unas tijeras.

En el fondo del molde de preforma se encuentra un vástago destinado a realizar una abertura en la pieza, por la cual será soplado aire que dará forma al producto. Una bocanada de aire a presión impulsa el vidrio hacia arriba contra las paredes del molde de preforma y una placa ubicada en la parte superior, hasta formar una preforma, siendo ésta una botella de paredes gruesas y forma vagamente semejante al producto final. La preforma es entonces removida y transferida al molde final, donde nuevamente será soplada hasta adquirir su forma final. El molde es entonces abierto, y la botella removida y colocada en el túnel de recocido.

c) Producción automática de envases.

El principio de la producción automática es exactamente el mismo que el descrito anteriormente. Dejándose caer el vidrio en el molde como una gota.



Fuente. Universidad de Oviedo 2010

d) Vidrio prensado.

Un vástago es utilizado para dar forma a la superficie interior del artículo, al empujar el vidrio contra el molde exterior. El prensado puede ser hecho tanto con la ayuda de un operador, como en forma completamente automática.

Ventajas:

- ✓ No hay ralladuras
- ✓ No hay productos fotoquímicos
- ✓ Resistencia Térmica

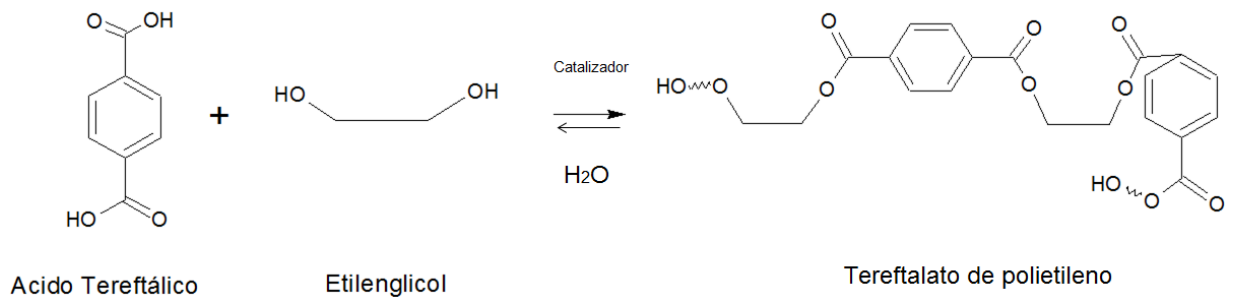
Desventajas:

- ✓ Fácilmente rompible
- ✓ Mayor peso
- ✓ Altos costos

Según una encuesta de “*Friends of glass España*” las propiedades del vidrio están en línea con la percepción de los consumidores, ya que, en efecto, el vidrio es un material químicamente inerte y por lo tanto sus envases permiten mantener las características de los productos y contenidos durante un largo periodo de tiempo sin alterar el sabor de los mismos.

7.2 Envase de Tereftalato de Polietileno (PET)

Figura 16. Química de polimerización de Tereftalato de Polietileno



Fuente. Artículo de revista “*Twenty years of PET bottle to bottle recycling*”

El proceso de fabricación de las botellas PET comienza en el área de inyección con el abastecimiento de la materia prima que es la resina PET, que por medio de

la combinación de calor y rozamiento mecánico se funde y se transforma en una especie de colada que luego es inyectada en los moldes de las máquinas de las que se obtienen las preformas, cuyo tamaño depende del molde empleado.

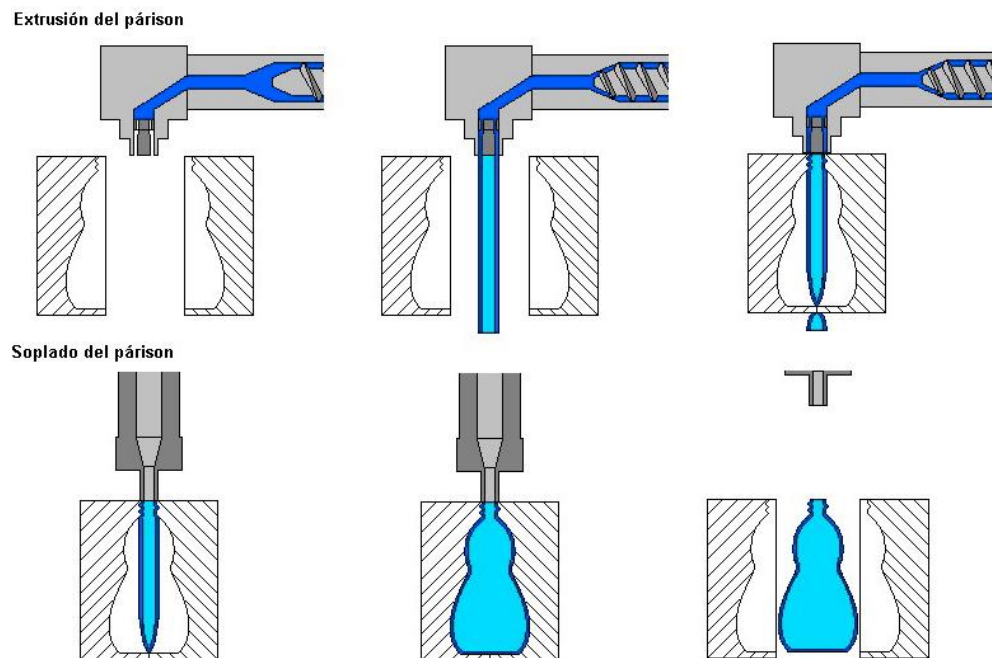
El PET es transformado en botella mediante un proceso llamado biorientación de preformas, las cuales son calentadas y, por estiramiento y soplado a presiones y temperaturas controladas en las máquinas sopladoras se obtienen las botellas cuyas formas dependen del molde empleado para el soplado. (Rommy Silvana Márquez Ramírez, 2008) [72]

Las láminas de plástico se moldean para que la botella adquiriera la forma necesaria para la función a que se destina, lo cual se puede realizar a través de diferentes procesos como son:

a) Moldeo por extrusión-soplado

El moldeo por extrusión soplado es un proceso en el que la preforma consiste de una manga tubular, conformada por extrusión a la cual se le llama párison, ésta se cierra por la parte inferior de forma hermética debido al pinzamiento que ejercen las partes del molde al cerrarse, posteriormente se sopla, se deja enfriar y se expulsa la pieza. (Quiminet.com, 2011) [73]

Figura 17. Moldeo por extrusión-soplado

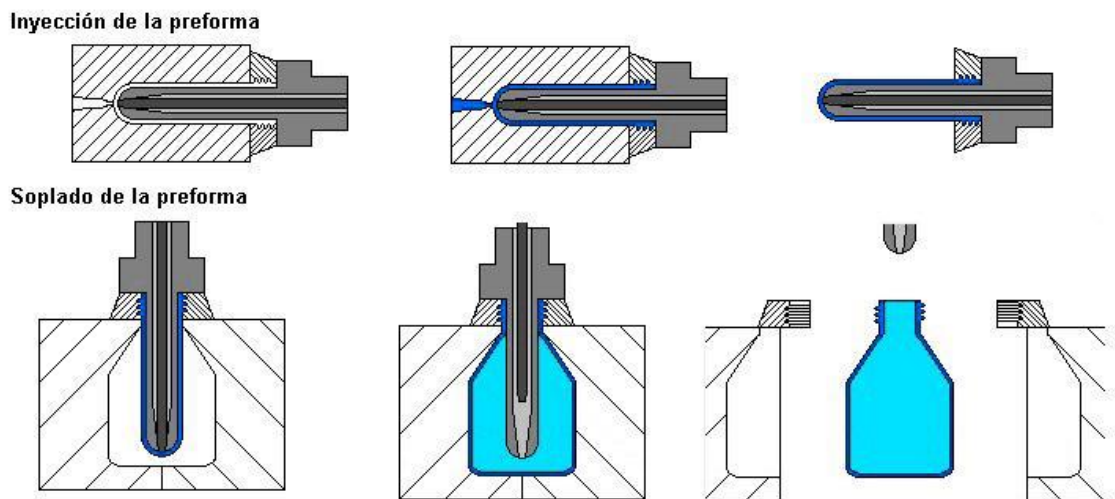


Fuente. Tomado del sitio web <http://mqzangelo.blogspot.com.co/>

b) Moldeo por inyección-soplado

El moldeo por inyección-soplado consiste en la obtención de una preforma o lámina del polímero a procesar, la cual posteriormente se calienta y se introduce en el molde que alberga la geometría deseada, después se inyecta aire, con lo que se consigue la expansión del material y la forma final de la pieza y por último se procede a su extracción.

Figura 18. Moldeo por inyección-soplado



Fuente. Tomado del sitio web <http://mqzangelo.blogspot.com.co/>

Ventajas:

- ✓ Poco peso
- ✓ Relativamente irrompible
- ✓ Transparente
- ✓ Sabor neutro
- ✓ Químicamente estable

Desventajas:

- ✓ Limitada resistencia térmica (deformación por encima de los 65°C)
- ✓ Ralladuras y otros efectos de envejecimiento

7.3 Otros materiales de envase

7.3.1 Biopolímeros

Ciertas bacterias transforman, por fermentación, el azúcar del maíz en ácido láctico. Por medio de otro proceso químico, las moléculas de ácido láctico se reúnen en cadenas para formar un biopolímero (*ácido poliláctico*, o PLA, siglas en inglés) de propiedades semejantes a las del plástico que se usa para hacer botellas de refresco y fibras textiles, pero además biodegradable. (Tinoco, 2011) [88]

Por otra parte, se han encontrado bacterias, como la *Ralstonia eutropha*, que convierten directamente azúcares en un tipo de biopolímeros llamados PHA (polihidroxi-alcanoatos).

El PHA se acumula en la bacteria y llega a constituir hasta el 90% del peso de ésta. Una vez que la bacteria se llena de gránulos de plástico, éstos se extraen para obtener el material.

La principal ventaja de estos biopolímeros es que se biodegradan muy rápido, hasta un 80% en sólo siete semanas. La desventaja es que el proceso de elaboración es muy costoso: se calcula que producir por fermentación bacteriana un kilogramo de PHA cuesta 15 dólares, mientras que hacer un kilogramo de plástico convencional cuesta sólo un dólar.

Ejemplos:

- ✓ Vasos biodegradables: El diseño a base de almidón de los vasos biodegradables permite que se descompongan totalmente en 47 días. Está fabricado a partir de maíz y crea 20% a 60% menos de CO₂ cuando se compara con la producción de plástico normal. También requieren 20% a 50% menos de recursos fósiles para su producción.

7.3.2 Polietileno (PE)

- ✓ PEBD (Polietileno de baja densidad): El más usado en envases. Facilita el termo sellado (Bolsas simples).
- ✓ PEMD (Polietileno de densidad media): Más usado en aplicaciones que requieren mayor rigidez. Mayor costo que el PEBD.

- ✓ PEAD (Polietileno de alta densidad): Se trabaja hasta 120°C, se puede esterilizar el producto y puede ser más rígido que los 2 anteriores. (Ministerio de comercio exterior y turismo, 2011) [74]

Ventajas:

- ✓ Permeable al O₂ y baja resistencia a grasas.
- ✓ Su combustión genera agua y CO₂.
- ✓ Buena protección contra la humedad y al agua, según la densidad utilizada.
- ✓ Conserva su flexibilidad a temperaturas muy bajas (- 50°C).
- ✓ Cuando la extrusión es a temperatura muy alta genera olores desagradables
- ✓ También es extruido como revestimiento de papeles y cartones.

7.3.3 Envases metálicos

Los más utilizados son los fabricados con aluminio y hojalata. Los envases de aluminio se componen de material blando, maleable y dúctil, se cubren con barniz para evitar la corrosión del envase, impedir el manchado y decoloración de pigmentos. Los envases de hojalata se componen de acero recubierto de estaño y lacas protectoras, barnizada. (Escuela de nutrición, 2012) [75]

Ventajas

- ✓ Son resistentes al impacto y al fuego.
- ✓ Resistentes a la esterilización industrial (temperaturas de 121°C durante 15 a 30 minutos).
- ✓ Ofrece barrera entre el alimento y el medio ambiente, y evita la descomposición por la acción de microorganismos o por las reacciones de oxidación.
- ✓ Conservación prolongada de los alimentos.
- ✓ Mínima interacción química entre estos envases y los alimentos ayudando a conservar color, aroma, sabor. (Inertes)

Desventajas

- ✓ Los envases de aluminio son muy costosos

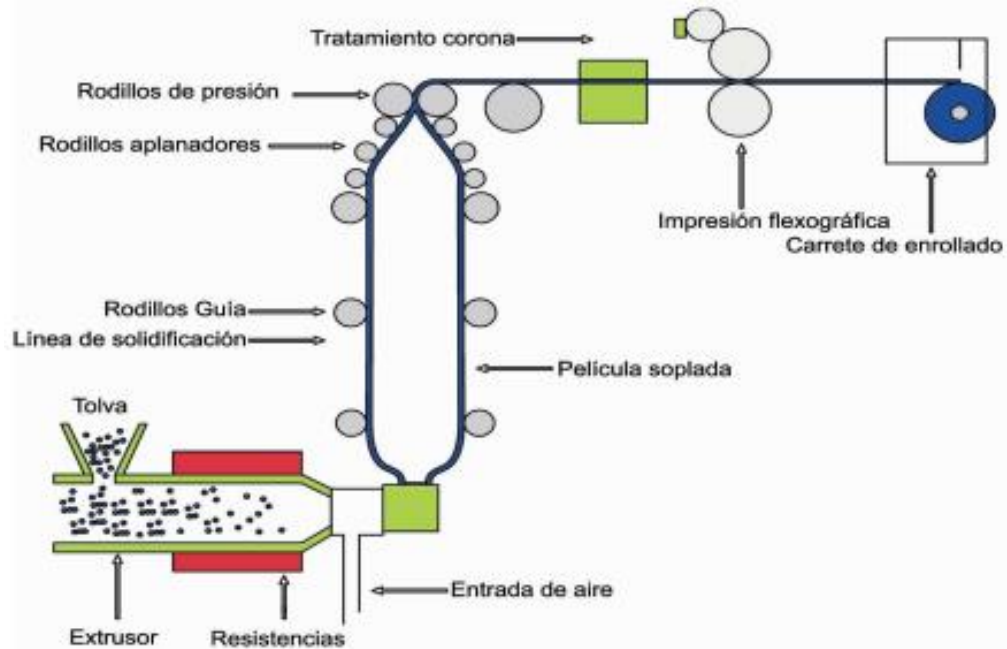
7.3.4 Bolsas plásticas

La materia prima más importante para la fabricación de las bolsas de plástico es el polímero, que proviene de productos de la petroquímica básica como el etileno y el

propileno (Por ejemplo, PEAD, PEBD). La materia prima es llevada a las instalaciones de producción por diferentes medios (tráiler, ferrocarril), para después ser transportada al almacén o silos. (Ana Paulina Avila Forcada; Alejandra Joy Campos Rivera; Gustavo Solórzano Ochoa; Guillermo Encarnación Aguilar, 2009) [76]

Los silos mezcladores se alimentan con la materia prima (en diversas proporciones establecidas por las diferentes fórmulas de los productos), después se transporta mediante un sistema neumático a la extrusión donde es sometida a resistencias térmicas que elevan la temperatura a 200°C para la fundición de la materia prima.

Figura 19. Proceso de producción de bolsas de plástico.



Fuente. Estudio comparativo de bolsas de plástico biodegradables vs convencionales.

El material fundido pasa a una torre sopladora, para obtener una película tubular, que es tratada para su impresión en la película mediante el proceso de impresión flexográfica. Después, el material se seca, con la finalidad de tener un mejor acabado. El producto se transporta a máquinas de corte y sellado (los sobrantes son granulados y llevados de nueva cuenta a la extrusora), se dobla y empaqueta.

La tendencia del futuro

Hace años, los envases plásticos se incineraban provocando descargas de ácido clorhídrico y ácido sulfúrico a la atmósfera. Actualmente, se han desarrollado equipos para el reciclaje de botellas de plástico como el PET, pero también se han propuesto mecanismos de transformación de estas botellas en otros productos como en láminas, empaques termoformados, vajillas, tejas plásticas, y otro sin número de productos terminados.

Todo eso debido a que algunos estudios de los últimos años, la tendencia de utilizar envases plásticos para productos se ha intensificado y se cree que dentro de algunos años, serán únicamente los empaques de este tipo los que se emplearán más debido a las múltiples características que posee.

8) PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS DEL AGUA MINERAL NATURAL EMBOTELLADA

Las propiedades organolépticas son todas aquellas descripciones de las características físicas que tiene el agua en general, las que se pueden percibir con los sentidos, por ejemplo su sabor, olor, color.

El olor y el sabor en el agua pueden utilizarse de manera subjetiva para describir cualitativamente su calidad, estado, procedencia o contenido; Aun cuando esta propiedad pueda tener un amplio espectro de posibilidades, para propósitos de calidad de aguas existen ciertos aromas y sabores característicos que tipifican algunas fuentes u orígenes, más o menos bien definidos.

Muchas personas prefieren el agua embotellada debido a su sabor. El sabor de toda el agua tiene que ver con la forma en que es tratada y la calidad de su fuente, incluyendo su contenido mineral natural. La mayoría del agua embotellada proviene de una fuente de agua subterránea y puede tener un sabor más consistente que el agua del grifo, que proviene principalmente de fuentes superficiales y debe viajar a través de las tuberías para llegar a los hogares.

Una de las diferencias fundamentales entre el gusto del agua del grifo y el agua embotellada es debido a cómo se desinfecta el agua. El agua del grifo puede ser desinfectada con cloro, el ozono o luz ultravioleta para eliminar los gérmenes que causan enfermedades. Los sistemas de agua utilizan cloro como desinfectante porque es eficaz y de bajo costo.

El agua embotellada es desinfectada utilizando ozono u otras tecnologías, como la luz ultravioleta o dióxido de cloro. El ozono es el preferido por los embotelladores, aunque es más caro que el cloro y no deja un sabor. El agua no tratada, ya sea a partir de una botella o de un grifo, tendrá el sabor característico de su fuente. (Environmental protection agency, 2007) [77]

Las aguas alcalinas (pH 7,1 a 7,5) tienen sabor dulce, esto no quiere decir que el agua tiene un sabor azucarado, sino simplemente que su sabor no es ni amargo ni agrio. Dado que el pH es una escala logarítmica, la diferencia de grado 1 indica un aumento o disminución de diez veces la acidez o alcalinidad. El agua con un pH de 5, por ejemplo, es diez veces más ácida que el agua con un pH de 6. [11]

Después de sensación en la boca, el total de sólidos disueltos es el segundo factor más importante en la adecuación de agua con la comida. Cuanto mayor sea el contenido de minerales, el sabor de un agua más clara puede ser.

8.1 Análisis Sensorial del Agua

De acuerdo con el artículo: “*Análisis Sensorial de Aguas de consumo*”, de los autores Cristina Fabrellas Bertrán y Ricard Devesa Garriga, existen unas sustancias químicas que poseen o recuerdan la sensación de cada uno de los descriptores y que se utilizan en el panel como sustancias de referencia, para comparar con las muestras reales y para entrenar a los catadores. Algunas de estas sustancias son las responsables de los olores o sabores en las aguas: cloro y derivados, geosmina, 2-metil isoborneol, clorofenoles y cloroanisoles, aldehídos, derivados fenólicos, etc. (Garriga, 2012)[78]

Se distinguen dos grandes familias de olores, los naturales y los químicos:

- ✓ Dentro de los descriptores naturales: tierra, naturaleza fresca y principio de degradación.
- ✓ Dentro de la familia de los químicos: cloro, detergente, producto farmacéutico y derivado de goma y disolvente.

Las sensaciones son las impresiones olfativas y gustativas que se perciben durante la degustación y que tienen relación con la temperatura (como la sensación fresca), el tacto (como la aspereza), dolor (como el picante), etc.

Índice de dilución:

Los índices de dilución de olor y de sabor son los análisis más utilizados para la determinación del olor y del sabor. Se trata del número de veces que hay que diluir una muestra con agua libre de olores y sabores, para que no presente olor ni sabor.

Análisis del perfil olfatogustativo

Para describir las características organolépticas de una muestra, se realiza el análisis denominado análisis del perfil olfatogustativo.

Este análisis utiliza un grupo de cinco o seis catadores y combina el trabajo individual de cada panelista, al determinar y cuantificar los descriptores de una muestra de agua, con el consenso que se debe conseguir tras la puesta en común de los resultados individuales. Para las pruebas de olor, las muestras se presentan a 45 °C en matraces individuales con tapones de cristal, y para las pruebas de sabor las muestras se sirven a 25 °C.

Índice de Calidad Organoléptica (IQO)

Con este índice se pretende cuantificar la calidad organoléptica de las aguas. En su cálculo intervienen todos los aspectos organolépticos del agua que puede

percibir el consumidor, es decir, gusto, olor, turbidez y color. El gusto y el olor, con un 70 % de contribución en el índice, se basa en los resultados del perfil olfatosgustativo.

Análisis Químico

Este análisis se realiza con el fin de identificar y cuantificar las sustancias volátiles, responsables en gran parte de olores en el agua.

Se extraen los compuestos orgánicos volátiles de una muestra (que se encuentra sumergida en un baño caliente) gracias a una corriente de aire y se adsorben en un cartucho de carbón activado. La separación de los distintos compuestos del extracto se realiza mediante cromatografía de gases (CG), comparando los tiempos de retención de los distintos picos con una base de datos propia. La identificación de los compuestos desconocidos del cromatograma se realiza mediante el acoplamiento de gases por espectrometría de masas (CG-EM).

Detección Olfatométrica

Cuando la complejidad del cromatograma es muy elevada, conviene reducir el abanico de compuestos que pueden ser los responsables de un gusto y olor discriminando, de los compuestos separados cromatográficamente, los que huelen de los que no. La metodología que se sigue consiste en analizar la muestra en un cromatógrafo de gases con dos detectores: el convencional de ionización de llama (FID), y un detector olfatométrico (o de *sniffing*).

Para ello, a la salida de la columna cromatográfica hay una conexión en forma de T que se bifurca hacia cada uno de los dos detectores. A medida que se va obteniendo el cromatograma, el analista va oliendo los compuestos (mezclados con una corriente de aire humidificada) que salen de la columna por el detector olfatométrico, y describe el olor y asigna un valor a la intensidad percibida.

8.2 El gusto del agua.

El sabor del agua depende de la composición química del contenido de sal. Además de las sales inorgánicas disueltas (sólidos disueltos totales, TDS), algunos compuestos orgánicos volátiles pueden ser detectados a través de la olfacción retronasal cuando se bebe agua.

El contenido de minerales y químicas del natural embotellada agua mineral están determinadas por la composición de las rocas de la que se extrae y por procesos geoquímicas. Por otra parte, el agua potable del grifo también se caracteriza por

su composición química específica (mineral y orgánico) en relación con los procedimientos de desinfección implementados.

Un estudio de los autores Stefan Platikanov, Veronica Garcia, Ignacio Fonseca, Elena Rullaín, Ricard Devesa y Roma Tauler denominado: “Influencia de los minerales en el sabor del agua embotellada y grifo” en el que incluyeron 20 muestras de agua (11 muestras de agua embotellada mineral y 9 muestras de agua de grifo) se realizó con el fin de obtener una aproximación la diferencia de sabores entre los dos tipos de agua. El estudio incluyó muestras de agua con diferentes niveles de mineralización y porcentajes de sodio, calcio, magnesio, cloruro, bicarbonato y sulfato, es decir, las especies más relevantes para la determinación en el sabor del agua. (Platikanov et al., 2013) [79]

Un total de 17 panelistas entrenados compuesto por 6 varones y 11 mujeres, de 20 a 57 años de edad fueron los encargados de probar cada muestra de agua en dos diferentes sesiones. En cada sesión, se presentó la misma prueba dos veces (duplicados) a cada panelista, lo que significaba que cada experimento dio cuatro resultados por panelista.

Algunas conclusiones sobre las preferencias de los panelistas generales para el agua mineral embotellada y agua del grifo son:

El factor más importante que influyó en las preferencias de los panelistas era el nivel general de la mineralización (TDS). A ninguno de los panelistas les gustaron las muestras de agua con altos niveles de TDS, es decir, con más de 800 mg/L. El estudio con aguas embotelladas mostró que los panelistas las prefieren con valores alrededor de TDS 200-400 mg/L, y no les gustaba las aguas con muy baja mineralización, con valores de TSD alrededor de 30 mg/L.

Las muestras de agua preferidas tenían un pH relativamente alto (alrededor de 7.5-8.1), y concentraciones relativamente altas de Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} y HCO_3^- iones. En general, les disgustaba muestras de agua con altas concentraciones de K^+ , Na^+ , Cl^- , NO_3^- y Si, o con un pH bajo (por debajo de 7).

8.2.1 Estimulación Química

Olfacción Retronasa

Es realizada por los vapores del odorante al ser bombeado desde la boca hacia la cavidad nasal por los movimientos de la lengua, la mandíbula y la garganta como resultado de la masticación y la deglución. (Orah Liberman, 2008) [80]

Los olores que llegan por vía retronasal crean la ilusión de que están localizados en la boca. Esta ilusión es tan fuerte que mucha gente equivoca el olor con un sabor.

8.3 Cómo influye el Material de envasado en el sabor.

En las últimas décadas, el consumo de agua embotellada ha aumentado considerablemente, aumentando las preocupaciones sobre la calidad del agua y el embalaje materiales.

El Tereftalato de polietileno (PET) es un material termoplástico que es fabricado para una amplia variedad de aplicaciones, especialmente alimentos y envases de bebidas, incluyendo botellas de agua potable. La primera etapa industrial en la síntesis de PET es una reacción de prepolimerización que genera oligómeros de bajo peso y Tereftalato de bis hidroxietil (TBHE) como un compuesto intermedio. Una segunda reacción policondensación utiliza diversos catalizadores. De estos, el trióxido de antimonio (Sb_2O_3) se utiliza ampliamente porque es eficiente, presenta un mínimo de tendencia a producir efectos secundarios. El uso de este catalizador puede conducir a residuos Sb que van de 200 a 300 mg/kg.

Según el artículo “La migración de antimonio a partir del material de Tereftalato de polietileno utilizado en botellas de agua mineral” se han estudiado los factores físico-químicos que pueden afectar a la migración de Sb al recipiente de agua. El tiempo de almacenamiento (de 3 meses hasta 3 años) ha sido la variable más estudiada. Todos los estudios han mostrado que la concentración de Sb en el agua mineral aumenta con el tiempo de 25-90%. Sin embargo, no se ha superado el límite máximo de concentración en cualquier caso. (Carneado, Hernández-Nataren, López-Sánchez, & Sahuquillo, 2015)[81]

La migración de antimonio del plástico en el agua mineral da lugar a concentraciones por debajo del máximo permitido por la UE a temperaturas de almacenamiento por debajo de 60°C, mientras que a 60°C Sb la migración es más rápida y se supera el límite en 15 días.

Por otra parte, estudios han demostrado que las sustancias químicas llamadas ftalatos, que se sabe que afectan a la testosterona y a otras hormonas, pueden filtrarse al agua embotellada con el tiempo. Un estudio descubrió que el agua que había estado almacenada 10 semanas en botellas de plástico y de vidrio contenía ftalatos, sugiriendo que las sustancias químicas podrían salir de la tapa o del forro de plástico.

9) CALIDAD MICROBIOLÓGICA Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DE AGUAS MINERALES DE ALGUNAS PARTES DEL MUNDO ANALIZADAS MEDIANTE MÉTODOS ANALÍTICOS.

9.1 CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA MINERAL NATURAL EMBOTELLADA

CALIDAD BACTERIOLÓGICA DE LAS AGUAS MINERALES NATURALES EMBOTELLADAS COMERCIALIZADOS EN HUNGRÍA. (Varga, 2011) [82]

El objetivo del presente estudio fue examinar la calidad bacteriológica de las aguas minerales naturales que se comercializan en Hungría, ya que, en los últimos años, ha habido un enorme aumento en los consumidores la demanda de estos productos en el país, y esto se debe a que los húngaros aprecian la importancia de un estilo de vida saludable como son las propiedades nutricionales beneficiosas de aguas minerales.

Un total de 492 muestras de aguas minerales naturales envasadas que comprenden 452 muestras de 27 marcas nacionales y 40 muestras de 8 marcas importadas de Austria, Croacia, Francia, Alemania e Italia fueron adquiridas de puntos de venta ubicados en todo Hungría.

Tabla 18. Recuento en placa heterotrófica (RPH) de agua mineral sin gas y sin gas muestras analizadas a 22° C o 37 ° C.

RPH(UFC/mL)	No. (%) de las muestras no-carbonatadas a		No. (%) de las muestras carbonatadas a	
	22°C	37°C	22°C	37°C
RPH < 20	178 (72,3)	193 (78,4)	238 (96,8)	239 (96,8)
20 ≤ RPH < 100	9 (3,7)	4 (1,6)	2 (0,8)	3 (1,2)
RPH ≥ 100	59 (24,0)	49 (20,0)	6 (2,4)	5 (2,0)
Total	246 (100)	246 (100)	246 (100)	246 (100)

Fuente. Artículo “Calidad Bacteriológica de las aguas minerales comercializadas en Hungría”.

Los heterótrofos son microorganismos que utilizan compuestos orgánicos para cubrir la mayor parte de sus requisitos de carbono, e incluyen especies de los géneros Pseudomonas, Aeromonas, Alcaligenes, Acinetobacter, Klebsiella,

Flavobacterium, Chromobacterium, y muchos otros. Los altos niveles de RPH en la aguas minerales no-carbonatadas suelen ser indicativos de la proliferación natural de bacterias autóctonas presentes en bajos números en la fuente agua, aunque a veces la contaminación dentro de la planta de embotellado también es uno de los factores de proliferación de estos microorganismos.

Tabla 19. Bacterias potencialmente patógenas en las aguas minerales embotelladas probadas en este estudio.

Tipo de agua mineral	No. de muestras analizadas	No. (%) de muestras positivas para				
		Coliformes totales	Escherichia Coli	Enterococcus spp.	Pseudomonas aeruginosa	Formadores de esporas anaerobios sulfito reductores
No-carbonatada	246	23 (9,3)	7 (2,8)	2 (0,8)	6 (2,4)	0 (0,0)
Carbonatada	246	8 (3,2)	0 (0,0)	4 (1,6)	1 (0,4)	1 (0,4)
Total	492	31 (6,3)	7 (1,4)	6 (1,2)	7 (1,4)	1 (0,2)

Fuente. Artículo “Calidad Bacteriológica de las aguas minerales comercializadas en Hungría”.

Contrariamente a lo que muchos creen, el agua mineral embotellada no está exenta de microorganismos. La mayoría de estos microbios provienen de la propia fuente de agua.

El 6,3% de las 492 muestras analizadas no cumplen las normas para los coliformes totales, el 1,4% contenía Escherichia coli (E. coli), y el 1,2% estaba contaminado con Enterococcus spp.

Curiosamente, el porcentaje de unidades de muestras positivas para enterococos fue mayor en carbonatada aguas que en las no carbonatadas.

Existen dos grupos de bacterias se encuentran en el agua mineral natural:

- ✓ Bacterias autóctonas, son la flora natural del agua. Por lo general son psicrotrofos, y se multiplican rápidamente en el agua embotellada y no presentan mayor riesgo para la población sana.
- ✓ Bacterias alóctonas, son contaminantes. Entran en el agua durante el embotellado, aunque también puede estar presentes en el agua cruda. Su viabilidad en el agua embotellada es generalmente pobre debido al nivel bajo de nutrientes. La Pseudomona aeruginosa es generalmente un indicador de contaminación durante el proceso de embotellado.

La Directiva 2009/54 / CE (Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea, 2009) establece normas para el agua mineral, entre las cuales se encuentra que:

en origen y durante la comercialización, un agua mineral natural deberá estar exenta de: (a) parásitos y microorganismos patógenos, (b) *Pseudomonas aeruginosa*, enterococos, *Escherichia coli* y otros coliformes en 250 mL para cualquier muestra examinada, y (c) de clostridios sulfito reductor en 50 mL para cualquier muestra examinada.

Por esta razón, además de la aplicación de diversas medidas de higiene durante la captura y envasado de agua mineral, un cuidado especial también debe tenerse durante el transporte y el almacenamiento de las botellas llenas con el fin de garantizar condiciones que excluyen la posibilidad de contaminación microbiana y la proliferación y proteger el producto y su paquete de deterioro y daño.

9.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL AGUA MINERAL NATURAL EMBOTELLADA

La composición química del agua mineral natural varía de acuerdo a las características de la fuente (litología del acuífero) y los minerales que ha adquirido durante todo el proceso de percolación y filtración hacia los acuíferos y aguas subterráneas, la cantidad de sólidos y oligoelementos que son solubles en el marco del pH, entre otros.

A continuación se presenta estudios de composición química de las aguas minerales embotelladas que circulan en los mercados de Europa, Asia y África.

9.2.1 Continente Europeo

QUÍMICA DE LAS AGUAS DE MANANTIAL Y MINERAL EMBOTELLADAS DE NORUEGA, SUECIA, FINLANDIA E ISLANDIA (Frengstad, Lax, Tarvainen, Jæger, & Wigum, 2010) [83]

Los "países nórdicos" comprenden Dinamarca, las Islas Feroe, Finlandia, Islandia, Noruega y Suecia. En este trabajo se ha optado por utilizar el término sin Dinamarca que hidrogeológicamente es muy diferente de los demás países nórdicos y sin las Islas Feroe.

El número de marcas de agua mineral y de manantial que fueron utilizadas para este estudio consta de nueve muestras de agua subterránea embotellada noruegas, nueve muestras de agua embotellada suecos, dos muestras finlandesas y dos muestras islandesas. Estas muestras se enviaron a un laboratorio en Berlín.

Tabla 20. Concentraciones máximas y mínimas, la mediana y el diferencial (máx. / mín.) para todos los parámetros analizados del conjunto de datos de agua embotellada (22 muestras) y del grifo (18 muestras), respectivamente.

Unidades	Agua embotellada de los Países nórdicos				Agua de grifo de los Países nórdicos				Agua embotellada Europea
	Mínimo	Mediana	Máximo	Máx./Mín.	Mínimo	Mediana	Máximo	Máx./Mín.	Mediana
pH	3,9	5,6	7,9	2	6,8	8,025	8,36	1,2	6,8
CE	23	197	2590	113	74	116,5	411	6	587
HCO ₃ ⁻	4	79,3	1930	483	35,2	58,95	299	8	284
NH ₄ ⁺	<0,005	<0,005	2,05	820	<0,005	<0,005	0,023	9	<0,005
NO ₂ ⁻	<0,005	<0,005	0,152	61	<0,005	<0,005	0,025	10	<0,005
NO ₃ ⁻	0,005	0,22	4,43	886	0,01	0,92	4,32	432	1,32
PO ₄ ⁻³	<0,02	0,1	1,54	154	<0,02	<0,02	0,02	2	0,1
SO ₄ ⁻²	0,93	5,355	32,8	35	1,12	7,645	40,7	36	19,9
SiO ₂	1,9	10,45	27,5	14	0,28	1,45	6,97	25	6,45
Br ⁻	<0,003	0,0205	2,58	1720	<0,003	0,006	0,16	107	0,034
Cl ⁻	0,39	11,3	699	1792	1,38	8,575	49,1	36	13,3
F ⁻	0,018	0,168	2,59	144	0,0015	0,0335	1,35	900	0,186
Ag	<0,001	0,0019	4,37	8740	<0,001	<0,001	<0,001	1	<0,001
Al	0,401	5,83	85	212	0,544	13,4	53,3	98	1,16
As	0,0216	0,0616	1,72	80	0,0303	0,109	0,985	33	0,231
B	1,39	20,1	913	657	1,53	3,485	58,5	38	39
Ca	0,93	6,36	66,2	71	7,13	20,35	56,6	8	65,9
Cd	<0,001	0,0054	0,226	452	<0,001	0,0071	0,0369	74	0,0032
Co	0,0084	0,0215	0,23	27	0,0037	0,0115	0,18	49	0,0232
Cr	0,0309	0,0992	2,99	97	0,0313	0,0653	0,205	7	0,121
Cu	0,0803	0,4185	12,8	159	0,427	4,79	110	258	0,272
I	0,364	3,335	431	1184	0,611	1,3	19	31	4,75
K	0,2	1	74,3	372	0,05	0,85	8	160	2,1
Li	<0,1	0,6435	12,8	256	<0,1	0,5365	8,43	169	9,94
Mg	0,307	1,018	30,7	100	0,473	1,6	15,4	33	16,4
Mn	<0,001	0,004	0,075	150	0,05	1,17	27,3	546	0,002
Na	1,4	11,55	704	503	1	4,35	49,4	49	15,2
Ni	<0,01	0,142	1,03	206	0,0452	0,369	1,59	35	0,176
Pb	0,0042	0,01795	0,503	119	0,00291	0,0301	0,151	52	0,0158
Sb	0,0078	0,4155	0,739	94	0,0075	0,027	0,193	26	0,269
Sr	0,002	0,04	0,335	168	0,012	0,043	0,355	30	0,32
U	0,0055	0,102	32,4	5891	0,0049	0,1071	56,2	11400	0,228
V	0,0732	0,1875	13,7	187	0,0574	0,0879	0,634	11	0,168
Zn	0,069	0,675	19,1	277	0,682	3,795	130	191	0,89

CE: Conductividad Eléctrica

Fuente. Artículo "Química de las aguas de manantial y mineral embotelladas de Noruega, Suecia, Finlandia e Islandia"

Las concentraciones de Hg arrojaron valores por debajo del límite de detección de <0.5 ng / L.

El pH promedio de las aguas embotelladas de los países nórdicos es de 5.6 y es más bajo que el pH medio (6,8) para las aguas embotelladas europeas. Una posible explicación puede ser que las aguas embotelladas europeas tienen

concentraciones medias de alrededor de diez veces más altas de Ca que las aguas embotelladas nórdicas.

El arsénico es cancerígeno y la intoxicación crónica induce lesiones de palmas y plantas. La concentración máxima admisible (CMA) para el agua potable en la UE se establece en 10 mg / L. Los acuíferos de roca profundos muestran un valor de la mediana comparable con el valor medio de las aguas embotelladas europeas, alrededor de 4 veces superior a la de las aguas embotelladas nórdicas.

La CMA para el Boro en el agua potable es 1,0 mg / L. La concentración más alta de Boro entre las aguas embotelladas nórdicas es 913 mg / L correspondiente a una de las muestras suecas.

El yodo es un elemento esencial. Se recomienda una ingesta diaria de 0,15-0,25 mg / L para evitar el desarrollo del bocio. Las aguas subterráneas embotelladas muestran una mediana tres veces más alta acercándose al valor de la mediana de Yodo en aguas europeas.

El nitrato y el arsénico suelen mostrar niveles moderados, pero algunas regiones y/o la configuración con altos niveles de As no se identificaron en este conjunto de datos.

El agua que se vende en botellas de plástico se contamina con antimonio, un elemento sospechoso de ser cancerígeno, pero los niveles están muy por debajo del límite en agua potable.

ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE EL AGUA MINERAL EMBOTELLADA Y EL AGUA DE GRIFO EN ITALIA. (Dinelli et al., 2012) [84]

Un total de 178 botellas de agua fueron adquiridos en todos los supermercados sobre Italia: 157 muestras de agua sin gas y 11 muestras de agua que contienen CO₂ natural y 10 muestras de aguas carbonatadas artificialmente. De las marcas analizadas, 165 se vendían en PET (Tereftalato de polietileno) y 13 en recipientes de vidrio.

Un total de 157 muestras de agua del grifo se tomaron de las casas particulares y lugares públicos en toda Italia entre 2009 y 2010.

La producción de agua mineral embotellada se distribuye por todo el territorio italiano, y su muestreo ha cubierto todas las áreas de producción más importantes.

Tabla 21. Resumen de la totalidad de los parámetros medidos en el agua de grifo y las aguas embotelladas minerales italianas. La concentración Mínima, máxima y la mediana reportadas para cada grupo. n: número de observaciones por encima del límite de detección; Método: método analítico utilizado.

Unidades	Agua de grifo				Agua mineral embotellada				Método Analítico	Límite de detección	
	Mínimo	Mediana	Máximo	n	Mínimo	Mediana	Máximo	n			
pH		7,2	8,1	8,6	157	4,1	7,6	8,8	178	Potenciométrico	-
CE	µs/cm	76	440	2360	157	18	399	4090	178	Conductométrico	-
HCO ₃ ⁻	mg/L	21,1	217	612	157	3,5	170,8	1875	178	Titulación	2
NH ₄ ⁺	mg/L	<0,005	<0,005	1,64	57	<0,005	<0,005	0,4	16	Fotométrico	0,005
NO ₂ ⁻	mg/L	<0,003	<0,003	0,11	43	<0,003	<0,003	0,16	27	IC	0,003
NO ₃ ⁻	mg/L	0,04	5,15	228	157	<0,01	2,98	35,1	171	IC	0,01
PO ₄ ⁻³	mg/L	<0,02	0,02	16,4	101	<0,02	0,04	0,68	136	ICP-OES	0,02
SO ₄ ⁻²	mg/L	0,1	26,8	181	157	1,4	17	1278	178	IC	0,01
SiO ₂	mg/L	0,6	4,3	35,8	157	0,3	9,5	105	178	ICP-OES	0,1
Br ⁻	mg/L	<0,003	0,02	1,8	145	<0,003	0,02	1,3	157	IC	0,003
Cl ⁻	mg/L	0,3	16,6	536	157	0,2	8,3	323	178	IC	0,01
F ⁻	mg/L	0,02	0,13	1,43	157	0,01	0,15	7,93	178	IC	0,003
Ag	µg/L	<0,001	<0,001	2,84	75	<0,001	<0,001	17,2	59	ICP-QMS	0,001
Al	µg/L	<0,3	1,5	454	156	<0,3	0,89	267	157	ICP-QMS	0,3
As	µg/L	0,02	0,25	27,2	157	0,01	0,29	8,9	178	ICP-QMS	0,01
B	µg/L	0,9	26,1	467	157	0,4	16,8	1170	178	ICP-QMS	0,1
Ca	mg/L	0,1	58,4	168	157	1,26	41,7	473,5	178	ICP-OES	0,01
Cd	µg/L	<0,001	0,0053	1,75	127	<0,001	0,0033	0,161	163	ICP-QMS	0,001
Co	µg/L	<0,002	0,021	0,664	156	<0,002	0,015	0,602	177	ICP-QMS	0,002
Cr	µg/L	<0,03	0,192	4,86	150	<0,03	0,168	21,1	177	ICP-QMS	0,03
Cu	µg/L	0,04	2,61	260	157	0,01	0,18	5,5	177	ICP-QMS	0,01
Hg	ng/L	<5	<5	53,6	1	<5	<5	<5	0	AFS	5
I	µg/L	0,34	2,92	27,1	157	<0,2	2,46	160	177	ICP-QMS	0,2
K	mg/L	0,1	1,5	30,2	157	0,1	1,2	85,2	178	ICP-OES	0,1
Li	µg/L	0,11	2,86	60,8	157	<0,1	3,5	1190	174	ICP-QMS	0,1
Mg	mg/L	0,01	12,7	52,6	157	0,26	8,4	75,7	178	ICP-OES	0,01
Mn	mg/L	<0,001	0,38	59	108	<0,001	<0,001	124,5	69	ICP-OES	0,001
Na	mg/L	0,3	12,3	256,1	157	0,4	7,4	774	178	ICP-OES	0,1
Ni	µg/L	0,03	0,4	6,94	157	0,01	0,114	6,62	174	ICP-QMS	0,01
Pb	µg/L	0,004	0,08	20,7	157	<0,002	0,0078	0,625	170	ICP-QMS	0,002
Sb	µg/L	0,007	0,128	1,17	157	0,007	0,307	1,72	178	ICP-QMS	0,002
Sr	mg/L	<0,001	0,326	3,44	156	0,004	0,179	14,1	178	ICP-OES	0,001
U	µg/L	0,003	0,624	18,1	157	<0,0005	0,49	31	177	ICP-QMS	0,0005
V	µg/L	0,015	0,301	24,5	157	<0,01	0,327	48,9	175	ICP-QMS	0,01
Zn	µg/L	0,08	21,7	2830	157	<0,05	0,31	46,4	175	ICP-QMS	0,05

ICP-QMS Espectrometría de Masas con Plasma Acoplado Inductivamente ICP Plasma acoplado inductivamente
 ICP-OES Espectroscopia de emisión óptica de plasma acoplado inductivamente AFS Espectroscopia de fluorescencia atómica

CE: Conductividad Eléctrica

Fuente. Artículo “Estudio comparativo entre el agua mineral embotellada y el agua de grifo en Italia”

En este estudio se ha llevado a cabo por primera vez una amplia comparación de los recursos hídricos utilizados para el consumo humano en Italia, teniendo en cuenta un gran número de parámetros químicos.

El agua mineral embotellada, de acuerdo con su definición, se puede considerar representativa de aguas subterráneas mientras que el agua del grifo se puede originar de diversas fuentes, tales como el agua subterránea, agua de río o agua

de los embalses artificiales. Se permite el tratamiento limitado para el agua mineral embotellada mientras que el agua de grifo puede ser objeto de tratamientos como, la desinfección, la sedimentación, coagulación, floculación, la filtración, la aireación, oxidación, que podría influir en su composición en términos del contenido de oligoelementos.

El agua de grifo y agua mineral embotellada, presentan una notable homogeneidad para la composición de iones tanto para el agua del grifo en comparación con el agua mineral embotellada,

Entre los elementos que muestran diferencias significativas se encuentran: Al, Cd, Cu, Fe, Ni, Pb y Zn y están fuertemente enriquecidas dentro del agua de grifo, mientras que el Sb, se enriquece de manera significativa en el agua mineral embotellada.

Entre los elementos enriquecidos en el agua mineral embotellada, sólo el Sb se deriva de la lixiviación de envases de PET, mientras que los otros probablemente se derivan de la interacción agua-roca en ambientes geológicos.

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS AGUAS MINERALES EMBOTELLADAS EN ESTONIA

Un estudio sobre la composición química del agua mineral embotellada de Estonia de los autores Liidia Bityukova y Valter Petersell refleja que el consumo anual de agua mineral en Estonia es aproximadamente 30 litros por habitante al año y esto le confiere el 18^{avo} lugar en la lista de consumidores de esta agua en Europa.

De acuerdo con las normas de Estonia el agua subterránea debe contener 2 g/L o más de sólidos disueltos totales para ser reconocido como un agua mineral. (Bityukova & Petersell, 2010) [85]

Para la realización de este estudio, se compraron 5 botellas con agua mineral en supermercados ordinarios, las cuales fueron enviadas al Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales (BGR) en Hannover, Alemania.

Tabla 22. Datos generales relativos a los pozos utilizados para el agua mineral embotellada y la litología de acuíferos en Estonia.

Marcas de agua embotellada	Lugar de Embotellamiento	Sistema acuífero	Profundidad del pozo, m	Rocas que componen el acuífero
Värska, mineralizada	Tartu	Medio-Devónico	200	Piedra arenisca, piedra caliza y
Saaremaa Vesi	Lümanda	Silúrico-Ordovícico	45	Piedra caliza y dolomita, con capas intermedias arcillosas
Võluvesi	Koeru	Silúrico-Ordovícico	120	Piedra caliza y dolomita
Värska Original	Värska	Ordovícico-Cámbrico	463	Arenisca y limolita
Saku	Saku	Cámbrico-Vendian	235	Arenisca y limolita

Fuente. Artículo “Composición química de las aguas minerales embotelladas en Estonia”

Tabla 23. El pH, la conductividad eléctrica (EC), la concentración de los principales cationes y aniones de las aguas minerales embotelladas en Estonia y el agua del grifo de Tallin (distrito de Nõmme).

	Unidad	Värska Original	Värska	Saaremaa Vesi	Võluvesi	Saku	Agua de grifo Tallinn (Nõmme)
pH		4,7	5,3	7,55	7,7	7,55	7,76
CE	µs/cm	4370	2130	588	596	175	727
HCO ₃ ⁻	mg/L	96,4	429	322	340	41,8	154
NH ₄ ⁺	mg/L	0,113	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
NO ₂ ⁻	mg/L	<0,005	<0,005	0,349	0,058	<0,005	<0,005
NO ₃ ⁻	mg/L	0,65	24,3	0,01	2,47	0,29	0,72
PO ₄ ⁻³	mg/L	0,08	0,18	0,04	0,03	0,02	<0,01
SO ₄ ⁻²	mg/L	16,1	49,4	37,6	37,1	6,03	99,9
SiO ₂	mg/L	6,8	9,1	9,6	6,2	2,2	4,49
Br ⁻	mg/L	9,25	0,09	0,054	0,011	0,222	0,556
Cl ⁻	mg/L	1338	444	13,4	7,33	27,1	138
F ⁻	mg/L	0,106	0,18	0,644	0,399	0,271	0,365

CE: Conductividad Eléctrica

Fuente. Artículo “Composición química de las aguas minerales embotelladas en Estonia”

Para saber cuál era la composición de cada agua mineral se realizó el análisis químico para 59 elementos en los laboratorios de BGR por plasma acoplado

inductivamente por espectrometría de masas (ICP-MS) utilizando un instrumento 7500ce Agilent.

El F, Cl, NO₂, Br⁻, NO₃⁻ Y SO₄²⁻ fueron analizados por cromatografía de iones (IC) en un Dionex ICS 3000. LA Thermo Unicam UV 300 se utilizó para la medición de ion amonio por el método fotométrico. También se determinó la alcalinidad por el método de titulación.

Los resultados obtenidos indican que hay variaciones entre las aguas embotelladas examinadas con respecto a sus componentes químicos y parámetros fisicoquímicos.

El agua Värskaa Original y el agua mineralizada Värskaa tienen un alto contenido de sólidos disueltos totales y un pH ácido debido a la carbonización de las aguas embotelladas. El agua Värskaa Original se caracteriza por concentraciones más altas dominadas por los iones Cl⁻ y NH₄⁺. Otras aguas minerales son débilmente mineralizada y dominadas por los iones HCO₃⁻ y SO₄²⁻. Las concentraciones más bajas de los principales constituyentes incluyendo Ca, Fe, K, Mg y Na se determinaron en el agua mineral Saku que se filtra antes de ser embotellado.

Tabla 24. Las concentraciones de elementos traza en las aguas minerales embotelladas en Estonia y agua del grifo de Tallin (distrito de Nõmme).

Valores límite de elementos para el agua potable propuestos por los reglamentos de la Unión Europea y Normas de Estonia.

Elemento	Unidad	Límite de detección	Värskaa Original	Värskaa Mineralizada	Saaremaa a Vesi	Võluvesi	Saku	Agua de grifo Tallinn	Unión Europea 40/EC/2003	Estonia 2001
Ag	µg/L	0,001	0,00109	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001		
Al	µg/L	0,05	1,27	0,728	0,829	11,4	<0,3	0,791		
B	µg/L	0,1	1180	54,1	85,9	31,8	119	75,2		1000
Ca	mg/L	0,01	117	116	41,2	61,1	10,9	82,2		
Cd	µg/L	0,001	0,00245	0,00245	0,00206	0,00268	0,00247	0,0143	3	5
Co	µg/L	0,002	0,21	0,0316	0,0244	0,126	<0,002	0,0127		300
Cr	µg/L	0,01	16,5	1,77	0,0537	0,0327	0,0891	0,0947	50	50
Cu	µg/L	0,001	0,504	0,276	0,646	2,08	0,561	4,46	1000	2000
Hg	µg/L	0,001	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	1	1
I	µg/L	0,01	31,5	6,7	10,8	6,31	9,54	35,9		
K	mg/L	0,1	19,6	36	3,3	1,7	2,1	5,7		
Li	µg/L	0,01	84,4	5,55	3,95	11,8	3,48	6,93		
Mg	mg/L	0,01	41,7	30,4	17,3	20,5	2,88	23,1		
Mn	µg/L	0,005	0,012	0,001	0,004	0,002	<0,001	0,317	50	50
Na	mg/L	0,1	677	267	62,4	38,8	17	46,6		
Ni	µg/L	0,005	21,6	0,199	0,112	1,59	0,163	0,0669	20	20
Pb	µg/L	0,001	0,143	0,0802	0,108	0,089	0,0254	0,00504	10	10
Sb	µg/L	0,001	0,395	0,541	0,269	0,407	0,00711	0,0172	5	5
Sr	mg/L	0,001	21,9	0,133	0,124	0,114	0,141	0,525		
U	µg/L	0,00005	0,00933	4,72	0,0283	2,39	0,0056	0,0238		
V	µg/L	0,01	0,24	0,293	0,0871	0,283	0,0606	<0,01		
Zn	µg/L	0,01	2,13	0,792	1,19	28,8	2,22	53,4		

Fuente. Artículo "Composición química de las aguas minerales embotelladas en Estonia"

Las concentraciones que superan los valores permitidos por los reglamentos de la Unión Europea (UE) se indicaron para el cadmio (Cd), litio (Li), manganeso (Mn) y el plomo (Pb) en el agua Värška original.

Los niveles elevados de Ni y Cr en esta agua mineral parecen que es debido a la contaminación del almacenamiento en una cisterna de acero inoxidable antes del embotellado.

Ninguno de estos valores representa una amenaza para la salud pública.

9.2.2 Continente Asiático

CONTENIDO MINERAL DE 70 MARCAS DE AGUA EMBOTELLADA QUE SE VENDEN EN EL MERCADO TURCO: LA EVALUACIÓN DE SU CONFORMIDAD CON LA NORMATIVA VIGENTE. (Güler & Alpaslan, 2009) [86]

En Turquía, el agua subterránea extraída de los pozos perforados y el agua de los manantiales que fluyen libremente son las fuentes utilizadas por la industria del agua embotellada.

Un total de 70 marcas disponibles en el mercado, a nivel nacional (sin gas) se compraron al azar en los supermercados locales y tiendas de alimentos independientes (conocido localmente como bakkals) en 8 provincias diferentes (Adana, Ankara, Aydin, Denizli, me stanbul, me zmir, Kocaeli, y Mersin) de Turquía.

Las aguas embotelladas estaban en envases de Tereftalato de polietileno (PET) con tapones de rosca de plástico, excepto una marca, que estaba en una botella de vidrio transparente con una cápsula de aluminio.

Tabla 25. Los resultados del análisis de parámetros físicos y los principales constituyentes iónicos las concentraciones de elementos traza obtenida en 70 aguas embotelladas turcos por análisis ICP-MS

	Unidades	Propiedades Físicoquímicas y Elementos traza			Método Analítico
		Mínimo	Mediana	Máximo	
pH		6,07	7,78	9,16	WTW Multi 340i/SET
CE	µs/cm	22	158	662	WTW Multi 340i/SET
HCO ₃ ⁻	mg/L	2	73,5	189	Bureta digital
NH ₄ ⁺	mg/L	0,1	0,13	0,21	Espectrofotómetro
NO ₂ ⁻	mg/L	0	0,01	0,07	Espectrofotómetro
NO ₃ ⁻	mg/L	0,9	2,2	14,2	Espectrofotómetro
PO ₄ ⁻³	mg/L	0,02	0,09	0,55	Espectrofotómetro
SO ₄ ⁻²	mg/L	0	4	62	Espectrofotómetro
Br ⁻	mg/L	0,6	11,8	108,5	Espectrofotómetro
Cl ⁻	mg/L	0	1,6	23,3	Espectrofotómetro
F ⁻	mg/L	0	0,08	0,69	Espectrofotómetro
Al	µg/L	0,07	1,62	131,1	ICP-QMS
As	µg/L	0,12	0,44	30,63	ICP-QMS
B	µg/L	1,3	6,5	308,5	ICP-QMS
Ca	mg/L	0	13,6	50,9	ICP-QMS
Cd	µg/L	0,29	0,29	1,34	ICP-QMS
Co	µg/L	0,22	0,4	0,57	ICP-QMS
Cr	µg/L	0,14	0,4	6,4	ICP-QMS
Cu	µg/L	0,02	0,93	6,78	ICP-QMS
Fe	µg/L	0,12	0,75	48,88	ICP-QMS
K	mg/L	0,1	0,4	5,3	ICP-QMS
Mg	mg/L	0,1	2,4	19	ICP-QMS
Mn	mg/L	0,01	0,28	47,96	ICP-QMS
Na	mg/L	0,1	4,9	76,8	ICP-QMS
Ni	µg/L	0,09	0,15	7,48	ICP-QMS
Pb	µg/L	0,21	0,22	0,32	ICP-QMS
Sb	µg/L	0,29	0,38	1,23	ICP-QMS
Sr	µg/L	0,7	48,1	519,3	ICP-QMS
V	µg/L	0,01	0,87	16,92	ICP-QMS
Zn	µg/L	0,08	1,42	364,8	ICP-QMS

CE: Conductividad Eléctrica

Fuente. Artículo “Contenido mineral de 70 marcas de agua embotellada que se venden en el mercado turco: la evaluación de su conformidad con la normativa vigente”

El número y tipo de parámetros reportados en las etiquetas de Agua embotellada turca mostró una falta de homogeneidad. Por ejemplo , ninguna de las marcas informó valores de concentración de NO₂⁻, PO₄³⁻ , Si, Ba , Br , Co , Mo , Sr, Ti o V en las etiquetas de las botellas .

Por otra parte, varias marcas tenían valores muy bajos de conductancia eléctrica (CE) (<40 u Siemens cm⁻¹) y de las principales concentraciones de iones (por debajo 1 mg L⁻¹). Estas aguas pueden ser naturalmente bajas en TDS o despojadas artificialmente de su contenido mineral.

La calidad físico-química (parámetros físicos, los principales componentes y elementos traza) de la marcas estudiadas fue muy variable, lo que posiblemente depende de muchos factores, tales como; medio ambiente natural (el entorno geológico, el clima, la topografía, etc.), la composición del agua de la fuente y el tipo de la técnica (s) de tratamiento / purificación aplicado durante la producción. Los cambios químicos adicionales en el agua también pueden ocurrir durante el almacenamiento y el transporte, especialmente cuando las botellas se exponen a la luz solar directa.

Algunas muestras de agua embotellada tenían un pH bajo y altas concentraciones de elementos no esenciales (por ejemplo, As) superior a los estándares de la CE y la OMS de agua potable.

Este estudio muestra también que el agua embotellada no es necesariamente más segura que la del grifo agua, y los consumidores deben ser conscientes de este hecho.

9.2.3 Continente Africano

CARACTERÍSTICAS HIDROGEOQUÍMICAS DE ALGUNAS AGUAS EMBOTELLADAS DE CAMERÚN, INVESTIGADOS POR LOS ANÁLISIS ESTADÍSTICOS MULTIVARIANTES. (Oyebog, Ako, Nkeng, & Suh, 2012) [87]

En Camerún, la superficie de los recursos hídricos, como ríos y arroyos, junto con las aguas subterráneas (pozos y manantiales) son las principales fuentes de abastecimiento de agua en las zonas urbanas y rurales.

En este estudio, se analizaron 8 marcas de agua embotellada que se venden en Camerún para 76 elementos por ICP-MS, IC, métodos de valoración y de espectrometría de masas. El objetivo fue investigar las características geoquímicas de las aguas embotelladas con el fin de identificar los principales procesos geoquímicos de las hidroeléctricas para controlar su contenido químico.

El agua embotellada podría ser una de las fuentes de suministro de metales tóxicos, metales pesados y radionúclidos.

La abundancia de tóxicos químicos, radionúclidos, nitritos y nitratos en el agua potable puede provocar efectos adversos sobre la salud humana, como el cáncer y las enfermedades crónicas.

Tabla 26. Resultados analíticos de los principales constituyentes de las 8 marcas de agua embotellada y la concentración de elementos traza.

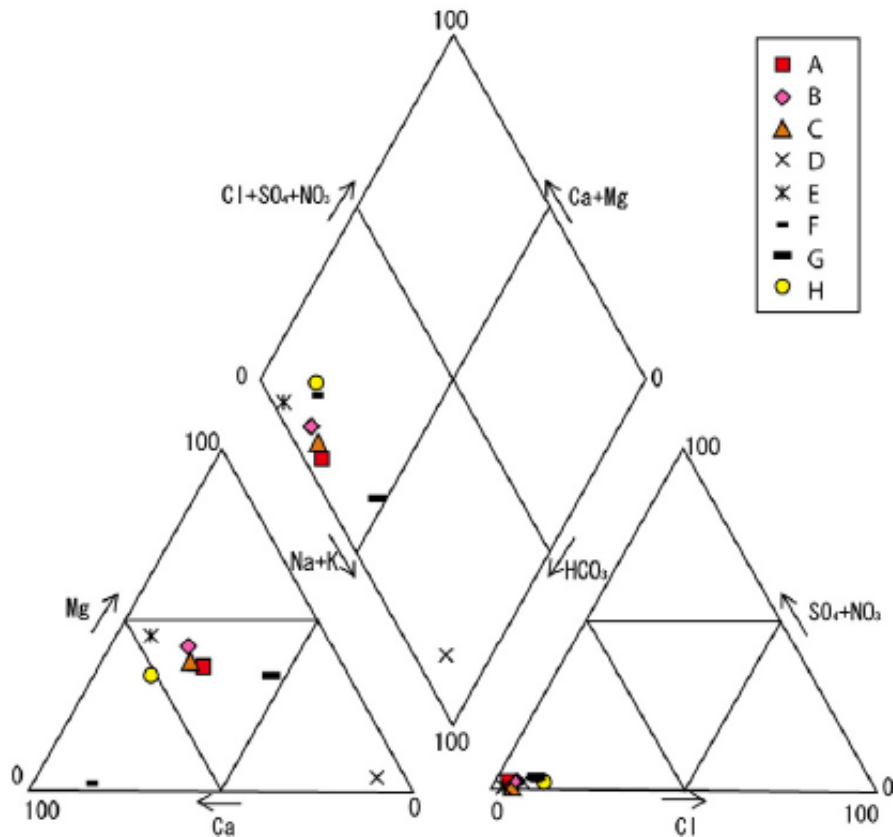
	Unidades	Mediana	Media	Desviación Estándar
HCO ₃ ⁻	mg/L	165,92	154,54	57,14
NO ₃ ⁻	mg/L	0,03	0,24	0,55
SO ₄ ⁻²	mg/L	3,5	4	3
SiO ₂	mg/L	14,74	14,25	10,01
Br ⁻	mg/L	18	30	28
Cl ⁻	mg/L	3,5	5	4
Ag	µg/L	0,15	0,43	0,42
Al	µg/L	49	58	33
B	µg/L	14	15	11
Ca	mg/L	19,15	22,02	16,19
Cd	µg/L	0,11	0,11	0,04
Co	µg/L	0,08	0,18	0,27
Cr	µg/L	4,5	4,9	1,8
Cu	µg/L	1,4	2,8	4
Fe	µg/L	13	17	16
Hg	µg/L	0,1	0,1	1,7x10 ⁻⁷
K	mg/L	3,73	4,46	3,36
Li	µg/L	0,3	1	1,8
Mg	mg/L	11,86	10,23	6,74
Mn	mg/L	12,61	16,06	16,17
Na	mg/L	10,64	13,86	12,96
Ni	µg/L	0,9	1	0,6
Pb	µg/L	2,2	3	2
Sb	µg/L	0,44	0,46	0,28
Sr	mg/L	102	104,23	78,78
U	µg/L	0,03	0,3	0,77
V	µg/L	4,9	8	9,2
Zn	µg/L	23,9	33,5	24,1

CE: Conductividad Eléctrica

Fuente. Artículo “Características hidrogeoquímicas de algunas aguas embotelladas de Camerún, investigados por los análisis estadísticos multivariantes”

La aparición de muchos elementos puede estar directamente relacionada con la litología de los acuíferos. Como, B, Br, Cl, C, F, K, Li, Na, NO₃⁻, PO₄³⁻, Rb, Sc, SiO₂, Sr, Te, Ti, y V son enriquecidos en aguas de drenaje a través de rocas volcánicas en comparación con aguas de drenaje a través de otras litologías, en muchos casos con limitada superposición entre los grupos.

Figura 20. Diagrama de Piper de 8 marcas de agua embotellada que muestran los tipos de agua.



A, B, C, D, E, F, G, H: Marcas de agua embotellada objeto de estudio.
 Fuente. Artículo "Características hidrogeoquímicas de algunas aguas embotelladas de Camerún, investigados por los análisis estadísticos multivariantes"

El Diagrama trilineal de Piper muestra la relación de las concentraciones de los principales cationes y aniones.

El diagrama de Piper se utilizó para establecer que los tipos de químicos dominantes de las marcas de agua embotellada son Ca-HCO₃, Ca-Mg-HCO₃, Ca-Na-Mg-HCO₃, Na-HCO₃ y Na-Mg-HCO₃.

9.3 Estudio de las características fisicoquímicas presentes en el etiquetado de algunas aguas minerales embotelladas del mundo.

Tabla 27. Características fisicoquímicas de aguas minerales alrededor del mundo y concentración de iones y oligoelementos.

País		TDS	pH	Dureza	Ca	Mg	Na	SO ₄ ⁻²	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	K	HCO ₃ ⁻	SiO ₂		
Unidades		mg/L		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L		
America	Argentina	Agua de la Patagonia	171	7,7	105	22	10	18	12	6					
		Agua de las Misiones	193	7	253	18	45	10	4	26	2	1	90		
		Gota Water	350	7,2	210	60	34	45	13	15	2,9	7	22	10	
		Lauquen	190	7,2	80	22	2	4	95	17	1	2	48	19	
		Chile	Aonni	271	6,8	118	38	6,36	15,7	56	1	0,3	2,6	5	3,4
			Puyehue	218	8,5	6,95	2,3	0,3	49	36,76	38,66	1	2	47,3	8
		Brasil	Serra da graciosa	180	7,85	88	24	7,2		250	4	0,1	1	130	19
		Canadá	Gize	1170	8,1	753	286	9,5	36,1	692	9,9	1,8	1,9	115	15
		Ecuador	Güttig	995	6,4	438	40,2	84,4	147	28	114,7	1	8	550	12
		Uruguay	Virgen	320	7,5	328	85	22	5,6	5	5	0,5	0,8	350	12
Oceania	Fiji	Aqua pacific	250	8	147	33	16	10		7		1	160	61	
	Australia	Beloka	587	7,1	268	32	47	73	141	156	1	4	112	10	
	Nueva Zelanda	Antipodes	120	6,9	15	3		12	3		1	3,5	37	76	
Africa	Surafrica	Blue Republic	116	7,7		9,4	11,6	6,7	5	3	0,5	2	86		
		Cape Karoo	190	7,2	19,25	14,7	2,4	27,6	6	44,1	0,96	1,7	31		
Asia	China	Krystal	560	8	22	7	1	128	2	2	1	1	426	10	
	Rusia	Iverskaya	250	6,7	29,85	8,1	2,4	20,1	31,2	7,5	1	5	125	10	
	Turquía	Uludag Premium	1843	5,9	649	153	79	185	18	55	0,58	28	1281		
	Nepal	Himalayas	16	6,7	5,9	1,2	0,46	1			0,2	0,7		4,4	
Europa	Italia	San Pellegrino	1109	7,7	744	208	56	44	549	74	2,2	3	136	9	
		Acqua Armani	412			108	31,1	2,6	19,3	2,9	6,6	43	439,3	6	
		Galvanina	475	7,1	362	113	20	33	89	33	9	1	365	12	
		Uliveto	752	5,8	796	171	28	74	104	79	6,9	8	574	11	
	Lituania	Vytautas	7200	5,4	2351	534	254	1600	990	3437	0,2	34	315	38	
	Alemania	Cave H ₂ O	500	7	394	105	8	8	67	12	6,2			281	
		Staatl Fachingen	2864	5,8	488	99	60	574	37	129	0,3	15,33	1854	11	
		Gerolsteiner	2527	5,9	1299	347	108	119	36,3	39,7	5,1	10,8	1817	40,2	
	Francia	Saint-Géron	1158	6	414	79,1	53,7	225,5	20,4	44,2	0,1	18,4	1128,9	28	
		Perrier	475	5,5	380	147	3	9	33	22	5	1	390	12	
		Evian	357	7,2	291	78	24	5	10	5	3,8	1	357	14	
	España	Vilajuiga	1946	6,4	421	85	44,1	591	8,8	257	1	28	1790	40	
		Vichy Catalan	2900	8	61	14	6	1100	46	680	1	44	2081	15	
	Portugal	Pedras	2807	6,1	360	102	24	577	6	30	0,3	29	1983	62	
		Vidago	2853			82	15	619	3,3	32	0,2	47	1995	0	
		Vitalis	45	5,7	4	0,8	0,5	5,8		7,4	2,1		5,1	18	
	Suiza	Pure Swiss	385	8,21		71,2	23	1,4	200,4			2,2	75,7	3,6	
		Swiss Mountain	537	7,3	316	88	24	5	22	5,9	0,1		371	17	
	Polonia	Cisowianka Perlage	414	5,5	380	140	21	9			0,57	4,1	400		
		Voda Naturalna	380	7,6	238	43	25	11	0	5	0,4	2	242		
	Irlanda	Tipperary	272	7,7		37	23	25	10	15	0,5	17	282		
	Dinamarca	Iskilde	440	7,7	185	61	6,8	71	35	86	1	2,7	229	12	
	Suecia	Malmberg	220	8,2	190	68	5	6	6	8	1	2	220		
		Ramlösa	520	5,6	8	2,2	0,5	222	7,3	23		15	12	22	
	Reino Unido	Hildon	312	7,2	124	97	1,7	7,7	4	16	6	1	136	19	
		Speyside Glenlivet	58	7,7	36	12	2	4	4	5	1	1	45	1	
	Eslovenia	ROI	7481	6,8	13425	370	1300	1600	2100	83	2,2	24	7700	86	
Radenska		3263	6,3	923	230	87	390	76	44	2	64	2370	35		
Kosovo	Rugove	192	7,5	155	59	2	4	11	6	1	1	178	1		

Fuente. Datos tomados de la página web finewaters.com

Tabla 28. Concentración máxima, mínima y la media de la composición fisicoquímica, y otros constituyentes del agua mineral natural.

Continente		TDS	pH	Dureza	Ca	Mg	Na	SO ₄ ⁻²	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	K	HCO ₃ ⁻	SiO ₂
	Unidades	mg/L		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
América	Máximo	1170	8,5	753	286	84,4	147	692	114,7	2,9	8	550	19
	Mínimo	171	6,4	6,95	2,3	0,3	4	4	1	0,1	0,8	5	3,4
	Media	406	7,43	238	60	22,1	36,7	119,2	23,7	1,2	2,9	150,8	12,3
Oceanía	Máximo	587	8	268	33	47	73	141	156	1	4	160	76
	Mínimo	120	6,9	15	3	16	10	3	7	1	1	37	10
	Media	319	7,3	143,3	22,7	31,5	31,667	72	81,5	1	2,8	103,0	49,0
África	Máximo	190	7,7	19,25	14,7	11,6	27,6	6	44,1	0,96	2	86	0
	Mínimo	116	7,2	19,25	9,4	2,4	6,7	5	3	0,5	1,7	31	0
	Media	153	7,5	19,3	12,1	7,0	17,2	5,5	23,6	0,7	1,9	58,5	0,0
Asia	Máximo	1843	8	649	153	79	185	31,2	55	1	28	1281	10
	Mínimo	16	5,9	5,9	1,2	0,46	1	2	2	0,2	0,7	125	4,4
	Media	667,3	6,8	176,7	42,3	20,7	83,5	17,1	21,5	0,7	8,7	610,7	8,1
Europa	Máximo	7481	8,21	13425	534	1300	1600	2100	3437	9	64	7700	86
	Mínimo	45	5,4	4	0,8	0,5	1,4	0	2,9	0,1	1	5,1	0
	Media	1477,7	6,8	973,8	122,5	77,8	273,9	166,5	191,9	2,4	16,1	957,7	21,4

Fuente. Elaboración propia.

De los resultados obtenidos en la anterior tabla de datos, se deduce que:

El agua con mayor contenido de sales minerales es el agua mineral ROI de Eslovenia con 7481 TDS, seguida de Uludağ Premium de Turquía con 1843 TDS y en el continente americano, una de las aguas rica en sales minerales es el agua mineral Gize de Canadá con 1170 TDS.

Una de las aguas minerales con mayor contenido en Bicarbonatos es el agua ROI de Eslovenia y también es el agua con más Dureza.

Las aguas minerales de Asia presentan el más bajo contenido de Nitratos y las de África no contienen Oxido de Silicio.

La química de las aguas subterráneas está gravado con una serie de factores que pueden perturbar el panorama general, tales como el tiempo de residencia del agua subterránea, así como la profundidad, el tipo de escombros y la tierra, las concentraciones de CO₂, las variaciones estacionales, la influencia marina o la contaminación simplemente accidental.

La solubilidad de diferentes elementos químicos y los compuestos, en muchos casos depende del pH y las condiciones redox del agua.

DISCUSIÓN GENERAL

Las aguas minerales naturales se consideran aguas medicinales debido a la concentración de iones y oligoelementos que pueden ser beneficiosos para la salud y personas con ciertas dolencias y/o enfermedades.

Sin embargo, algunos de estos iones en concentraciones muy elevadas también pueden ser perjudiciales, en especial el flúor para los niños menores de 3 años.

La composición química de estas aguas varía de acuerdo a la fuente y a las condiciones geológicas del terreno de su extracción.

En cuanto a la normatividad en general, es el Codex Standard 108 el que regula la comercialización de las aguas minerales envasadas. Por otra parte, en Europa existen países que han constituido sus propias normas para el agua mineral.

El consumo y la comercialización de las aguas minerales se produce en mayores proporciones en el continente Europeo, debido a que allí se ha venido desarrollando a lo largo de la historia y también se halla más variedad y cantidad de fuentes de estas aguas.

Por otro lado, en Colombia no es muy común el consumo de agua mineral, son pocas las fuentes que la producen y el mercado no es muy dinámico.

El precio de una botella de agua mineral puede ser hasta 20 veces más en comparación con una botella de agua potable tratada.

De acuerdo con el proceso de embotellamiento, este es relativamente sencillo debido a que el agua mineral no puede someterse a ningún tipo de tratamiento de desinfección, sólo se permite la filtración porque esta agua se considera pura y microbiológica sana. Además todas las etapas del proceso deben funcionar con completa asepsia y debe incluir elementos que no provoquen una alteración en el producto final.

Finalmente, ¿a qué sabe el agua mineral? El análisis sensorial permite establecer una diferencia entre las aguas con baja, mediana o alta mineralización. Además de la concentración de iones predominantes.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Nunes, S., Tamura, B. M., & Clinic, S. O. (2012). Article Revisão histórica das águas termais, *4*(3), 252–258.
- [2] FAO. (2011b). Norma Codex Para Las Aguas Minerales Naturales, 1–4. Retrieved from http://www.fao.org/input/download/standards/223/CXS_108s.pdf.
- [3] Castillo, J. R. (2007). *Contribución al desarrollo de la hidrogeoquímica*. Obtenido de Hidrogeoquímica: <http://www.fagundojr.com/index.php?IDPagina=capitulo11>
- [4] Reynerio, J., Castillo, F., & González, P. (2010). Aguas naturales , minerales y mineromedicinales, 11. Retrieved from <http://www.sld.cu/sitios/mednat/docs/aguas.pdf>
- [5] Román, J. S. S. (2012). Evolución geoquímica de las aguas subterráneas. *Universidad Salamanca España*, 1–9. Retrieved from http://hidrologia.usal.es/temas/Evolucion_geoquimica.pdf
- [6] Española, L. (2012). Aguas minerales y termales. Retrieved from <http://www.igme.es/PanoramaMinero/actual/agua12.pdf>
- [7] Zamaora, V. M., & Piña, M. R. (2007). Geoquímica de las aguas subterráneas que drenan carbonatos del intervalo jurásico-paleógeno. *Geociencias 2007*, (1), 1–30. Retrieved from <http://www.fagundojr.com/documentos/Articulo GEOMIN Fagundo.pdf>
- [8] matters, B. w. (03 de 2016). *IBWA*. Obtenido de International Bottled Water Association: <http://www.bottledwater.org/>
- [9] Generación de la composición química del agua. Relación composición química - litología. Fenómenos modificadores. (2012). Retrieved from <http://www.agua.uji.es/pdf/leccionRH17.pdf>
- [10] Consultora de Aguas. (2011). NITRATOS EN AGUA POTABLE. Retrieved from http://www.cdaguas.com.ar/pdf/aguas/06_Nitratos_en_agua_potable.pdf
- [11] society, T. f. (2014). *Bottled Water of the World*. Obtenido de FINE WATERS: <http://www.finewaters.com/>
- [12] *Libro electrónico: Ciencias de la tierra y el medio ambiente*. (s.f.). Recuperado el 26 de 02 de 2016, de Sustancias contaminantes del agua: <http://www4.tecnun.es/asignaturas/Ecologia/Hipertexto/11CAgu/110ConAg.htm>

- [13] *Villa Giardino Agua mineral natural de Manantial*. (2009). Obtenido de <http://www.amvg.com.ar/informese.html>
- [14] *CARUS GROUP Inc.* (2016). Obtenido de Sulfuro de Hidrógeno: <http://es.www.caruscorporation.com/page/water/wastewater/hydrogen-sulfide>
- [15] Barcelona, A. d. (01 de 02 de 2012). *Higiene ambiental*. Obtenido de Los trihalometanos en el agua de consumo: <http://www.higieneambiental.com/tratamiento-de-aguas-y-legionella/trihalometanos-en-el-agua-consumo>
- [16] Departamento de Desarrollo Sostenible de la FAO. (s.f.). *Lucha contra la contaminación agrícola de los recursos hídricos*. . Obtenido de CAPÍTULO 4: LOS PLAGUICIDAS, EN CUANTO CONTAMINANTES DEL AGUA: <http://www.fao.org/docrep/w2598s/w2598s06.htm#destino> y efectos de los plaguicidas
- [17] *Conciencia Oceánica*. (28 de Abril de 2015). Obtenido de Plásticos del No. 1 al No. 7: <https://concienciaoceanica.wordpress.com/2015/04/28/plasticos-del-1-al-7/>
- [18] *Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades*. (6 de Mayo de 2016). Obtenido de Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs): http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts69.html
- [19] Dolnicar, S., Hurlimann, A., & Grün, B. (2014). Branding water. *Water Research*, 57, 325–338. <http://doi.org/10.1016/j.watres.2014.03.056>
- [20] Manuel, J., & Calderón, S. (2014). *Formulación de Planes de Manejo Ambiental de Acuíferos*. Retrieved from https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Manejo_de_acuiferos/GUÍA_FORMULACIÓN_PLANES_ACUÍFEROS.pdf
- [21] Gálvez, J. J. O. (2011). Aguas Subterráneas — Acuíferos. *Sociedad Geográfica de Lima*, 1, 44. Retrieved from http://www.gwp.org/Global/GWP-SAm_Files/Publicaciones/Varios/Aguas_Subterraneas.pdf
- [22] González, Á. H. C. (n.d.). EL REGIMEN JURIDICO DE LAS AGUAS EN COLOMBIA. UNIVERSIDAD EXTERNADO TOMO I, p. 19. Retrieved from [http://www.engr.colostate.edu/~neilg/ce_old/projects/Colombia/Colombia/cd1_files/spanish/25 REGIMEN JURIDICO AGUA-EXTERNADO TOMO I.doc](http://www.engr.colostate.edu/~neilg/ce_old/projects/Colombia/Colombia/cd1_files/spanish/25%20REGIMEN%20JURIDICO%20AGUA-EXTERNADO%20TOMO%20I.doc)
- [23] Román, F. J. S. S. (2008). Diagramas de Piper. Dpto. Geología Univ. Salamanca (España). Retrieved from http://hidrologia.usal.es/Complementos/Representar_Piper_y_Stiff.pdf

- [24] FAO. (2011a). CAC/RCP 33-1985 Rev. 2011, 1–13. Retrieved from www.fao.org/input/download/standards/224/CXP_033s.pdf
- [25] NTC, 3525. (2012). NTC 3525 Agua envasada. In *ICONTEC Internacional* (3 actualiz, p. 16). editada 2012/10/02. Retrieved from <http://tienda.icontec.org/brief/NTC3525.pdf>
- [26] Alimentos, G. T. de, Bebidas, D. de A. y, & INVIMA. (2015). PROGRAMA DE AGUAS Y REFRESCOS MANUAL DE INSPECCIÓN CON ENFOQUE EN EL RIESGO Grupo Técnico de Alimentos Dirección de Alimentos y Bebidas. In *INVIMA* (Vol. 00, pp. 1 – 41). Retrieved from www.invima.gov.co/procesos
- [27] Diario Oficial de la Unión Europea. (2009). DIRECTIVA 2009/54/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO sobre explotación y comercialización de aguas minerales naturales, L 164/45(26.6.2009), 1–14.
- [28] The Natural Mineral Water , Spring Water and Bottled Drinking Water (England) Regulations 2007. (2007). *Food, England*, (2785), 1 – 34. Retrieved from http://www.legislation.gov.uk/ukxi/2007/2785/pdfs/ukxi_20072785_en.pdf
- [29] Victoria Corchs, J. C. y A. H. (2009). La industria de Agua embotellada: Aproximación al costo en el mercado Uruguayo. *Trabajo de Investigación Monográfico Para La Obtención Del Título Contador Público – Plan 90*, 1 – 174. Retrieved from <https://www.colibri.udelar.edu.uy/bitstream/123456789/702/1/M-CD3910.pdf>
- [30] John G. Rodwan, J. (2013). BOTTLED WATER 2013: SUSTAINING VITALITY U.S. AND INTERNATIONAL DEVELOPMENTS AND STATISTICS. *JUL/AUG 2014 BWR*, 1 – 11. Retrieved from http://www.bottledwater.org/public/2011 BMC Bottled Water Stats_2.pdf#overlay-context=economics/industry-statistics
- [31] Felipe Ochoa y Asociados S.C. (2011). Estudio de Mercado Botellas de Plástico. Retrieved from http://www.inaes.gob.mx/doctos/pdf/guia_empresarial/botellas_plastico.pdf
- [32] LOPEZ RODRIGUEZ, D. C., & ROJAS ISAZA, A. (2012). Agua mineral BE. *Agua Mineral BE, XXXIII*(2), 1 – 142. <http://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- [33] E., D. C. (29 de Abril de 2012). *El Espectador*. Obtenido de La Revolución de una Industria Líquida: <http://www.elespectador.com/noticias/economia/revolucion-de-una-industria-liquida-articulo-342580>

- [34] *Ecolife*. (s.f.). Obtenido de Agua envasada, consumo embotellado: <http://ecolife.co/index.php/ecobienestar/100-agua-ensvasada-consumo-embotellado>
- [35] International, E. (Febrero de 2015). *Bottled water in Colombia*. Obtenido de <http://www.euromonitor.com/bottled-water-in-colombia/report>
- [36] ANALISIS DEL CANAL DE DISTRIBUCION DE AGUA MINEROMEDICINAL TERA-AGUA PARA TERATUR SPA S.A.S. (2012). *ANALISIS DEL CANAL DE DISTRIBUCION DE AGUA MINEROMEDICINAL TERA-AGUA PARA TERATUR SPA S.A.S.*, 1–57. Retrieved from [http://ribuc.ucp.edu.co:8080/jspui/bitstream/handle/10785/1254/TRABAJO PRACTICA SEBASTIAN FINAL.pdf?sequence=1](http://ribuc.ucp.edu.co:8080/jspui/bitstream/handle/10785/1254/TRABAJO_PRACTICA_SEBASTIAN_FINAL.pdf?sequence=1)
- [37] *Agua mineral BE*. (2013). Obtenido de www.aguamineralbe.com
- [38] Betancourt, D. L. (6 de Abril de 2015). *Termales San Vicente Grand Spa*. Obtenido de <https://sanvicente.com.co/agua-mineral-natural-san-vicente/>
- [39] *Patagonia The world's purest water*. (2016). Obtenido de <http://www.aguapatagonia.com/vertiente.php>
- [40] *Aguas Misioneras*. (25 de Mayo de 2014). Obtenido de <http://www.aguasmisioneras.com/destacadofinal1.php?seccion=2>
- [41] *Aonni Patagonian virgin water*. (2015). Obtenido de www.aonni.com
- [42] *Serra da Graciosa água mineral natural*. (2016). Obtenido de www.serradagraciosa.com.br
- [43] *gize*. (s.f.). Obtenido de www.gize.com
- [44] *Aguamantra*. (2011). Obtenido de www.aguamantra.com
- [45] *beloka water australian alps*. (2015). Obtenido de <http://www.belokawater.com.au/>
- [46] *antipodes*. (s.f.). Obtenido de www.antipodes.co.nz
- [47] *El acuífero de Nubia y su potencial estratégico*. (11 de Febrero de 2014). Obtenido de <http://www.elespiadigital.com/index.php/noticias/geoestrategia/4493-el-acuifero-de-nubia-y-su-potencial-estrategico>
- [48] *blue republic Artesian water South Africa*. (2015). Obtenido de www.blurepublic.org
- [49] *Krystal Nature's alkaline water*. (2015). Obtenido de www.krystal-water.com

- [50] *Polyustrovo*. (2013). Obtenido de www.polustrovo.ru
- [51] *Uludag*. (2016). Obtenido de www.uludagicecek.com.tr
- [52] *ISKILDE*. (2014). Obtenido de NORDIC ARTESIAN: <http://www.iskilde.dk/>
- [53] *ROI Roitschocrene*. (2012). Obtenido de www.roiwater.com
- [54] *saintgeron.com*. (s.f.). Recuperado el 27 de 02 de 2015, de <http://www.saintgeron.com/>
- [55] *ACQUA DELLA SALUTE*. (2016). Obtenido de ACQUA MINERALE NATURALE ULIVETO: www.uliveto.it
- [56] *Tipperary*. (s.f.). Recuperado el 15 de 02 de 2016, de Natural Mineral Water: <http://tipperary-water.ie/>
- [57] *RUGOVE*. (17 de 03 de 2014). Obtenido de www.rugove.eu
- [58] *BIRSTONO MINERALINIAI VANDENYS*. (2016). Obtenido de www.bmv.lt
- [59] *UNICER*. (31 de 07 de 2015). Obtenido de VIDAGO HARMONIA INTERIOR: www.unicer.pt
- [60] *PERLAGE*. (2013). Obtenido de natural mineral water: www.perlagewater.com
- [61] *Swiss Mountain The king of Mineral Waters*. (2015). Obtenido de The best for your health: www.MySwissMountain.com
- [62] MalMBER, E. (01 de 28 de 2016). *MALMBER 150 years*. Obtenido de www.malMBERoriginal.se
- [63] *Mineraqua*. (2016). Obtenido de El proceso productivo: <http://www.mineraqua.com/el-proceso-productivo/>
- [64] Minoprio, A. L., Germán, C., Síntesis, C. I., & Proyecto, D. E. L. (2011). PLANTA EMBOTELLADORA DE AGUA MINERAL. Retrieved from http://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitaes/4741/tesinalopezminoprio.pdf
- [65] Karen Pérez. (2015). PROCESO_DE_PRODUCCION_DE_AGUA_EMBOTELLAD. Retrieved from https://www.academia.edu/12517722/PROCESO_DE_PRODUCCIÓN_DE_A_GUA_EMBOTELLADA
- [66] Red Iberoamericana de Potabilización y Depuración del Agua. (2011). REMOCIÓN DE HIERRO Y MANGANESO EN FUENTES DE. *Agua Potable Para Comunidades Rurales, Reuso Y Tratamientos Avanzados de Aguas Residuales Domésticas*, 37–54. Retrieved from http://tierra.rediris.es/hidrored/ebooks/ripda/pdfs/Capitulo_04.pdf

- [67] Valencia, A. M. (2012). *Carbonatación del Agua*. Obtenido de Gasificación: <http://comabien.es/aggas.htm>
- [68] IMOCOM. (2014). Obtenido de Manejo de Envases: <http://www.imocom.com/empaque/Manejo%3Cbr%3E+de+Envases/posicionadores/silos-para-almacenamiento-de-botellas>
- [69] KRONES AG. (2010). La enjuagadora para la limpieza interior de los envases: Variojet. Retrieved from https://www.krones.com/downloads/variojet_s.pdf
- [70] S.A., C. N. (2011). *Montepinos*. Obtenido de Proceso de embotellado: <http://www.montepinos.com/procembotagua.htm>
- [71] Universidad de Oviedo. (2010). Fabricacion de vidrio. Asturias. Retrieved from <http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/VIDRIO.Tema10.MateriasPRIMAS.2009.2010.pdf>
- [72] Rommy Silvana Márquez Ramírez. (2008). Mejoramiento de la producción en una planta productora de preformas y envases de PET. Guayaquil. Retrieved from <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/10681/1/D-39744.pdf>
- [73] Quiminet.com. (27 de 12 de 2011). *Quiminet.com*. Obtenido de Conozca el proceso de fabricación de las botellas de plástico: <http://www.quiminet.com/articulos/conozca-el-proceso-de-fabricacion-de-las-botellas-de-plastico-2654474.htm>
- [74] Ministerio de comercio exterior y turismo. (2011). Materiales para envase y embalaje. Peru. Retrieved from http://www.mincetur.gob.pe/comercio/ueperu/consultora/docs_taller/Parte_2_Presentacion_Taller_Uso_de_Envases_yEmbalajes_Mod_compatibilidad.pdf
- [75] Escuela de nutrición. (2012). Tecnicatura operador de alimentos: Envases. Universidad de la República de Uruguay. Retrieved from http://eva.universidad.edu.uy/pluginfile.php/347247/mod_folder/content/0/Materiales_Envases.pdf?forcedownload=1.
- [76] Ana Paulina Avila Forcada; Alejandra Joy Campos Rivera; Gustavo Solórzano Ochoa; Guillermo Encarnación Aguilar. (2009). Estudio comparativo de bolsas de plástico degradables versus convencionales mediante la herramienta de Análisis de Ciclo de Vida. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. Retrieved from http://www.inecc.gob.mx/descargas/dgcneca/estudio_comp_bolsas.pdf
- [77] Environmental protection agency. (2007). Bottled water basics. *Water Health Series*, (2), 1 – 7. <http://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- [78] Garriga, C. F. B. y R. D. (2012). Análisis sensorial [otros alimentos]. Retrieved

from http://www.percepnet.com/documenta/cs02_04.pdf

- [79] Platikanov, S., Garcia, V., Fonseca, I., Rullán, E., Devesa, R., & Tauler, R. (2013). Influence of minerals on the taste of bottled and tap water: A chemometric approach. *Water Research*, 47(2), 693–704. <http://doi.org/10.1016/j.watres.2012.10.040>
- [80] Orah Liberman. (2008). Vinculación con enfermedades neurológicas. Retrieved from [http://www.otorrinotornu.com.ar/descarga/producto/689-318-Olfato y altzheimer 2008.pdf](http://www.otorrinotornu.com.ar/descarga/producto/689-318-Olfato_y_altzheimer_2008.pdf)
- [81] Carneado, S., Hernández-Nataren, E., López-Sánchez, J. F., & Sahuquillo, A. (2015). Migration of antimony from polyethylene terephthalate used in mineral water bottles. *Food Chemistry*, 166, 544–50. <http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.06.041>
- [82] Varga, L. (2011). Bacteriological quality of bottled natural mineral waters commercialized in Hungary. *Food Control*, 22(3-4), 591–595. <http://doi.org/10.1016/j.foodcont.2010.10.009>
- [83] Frengstad, B. S., Lax, K., Tarvainen, T., Jæger, Ø., & Wigum, B. J. (2010). The chemistry of bottled mineral and spring waters from Norway, Sweden, Finland and Iceland. *Journal of Geochemical Exploration*, 107(3), 350–361. <http://doi.org/10.1016/j.gexplo.2010.07.001>
- [84] Dinelli, E., Lima, A., Albanese, S., Birke, M., Cicchella, D., Giaccio, L., ... Vivo, B. De. (2012). Comparative study between bottled mineral and tap water in Italy. *Journal of Geochemical Exploration*, 112, 368–389. <http://doi.org/10.1016/j.gexplo.2011.11.002>
- [85] Bitjukova, L., & Petersell, V. (2010). Chemical composition of bottled mineral waters in Estonia. *Journal of Geochemical Exploration*, 107(3), 238–244. <http://doi.org/10.1016/j.gexplo.2010.07.006>
- [86] Güler, C., & Alpaslan, M. (2009). Mineral content of 70 bottled water brands sold on the Turkish market: Assessment of their compliance with current regulations. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22(7-8), 728–737. <http://doi.org/10.1016/j.jfca.2009.03.004>
- [87] Oyebog, S. A., Ako, A. A., Nkeng, G. E., & Suh, E. C. (2012). Hydrogeochemical characteristics of some Cameroon bottled waters, investigated by multivariate statistical analyses. *Journal of Geochemical Exploration*, 112, 118–130. <http://doi.org/10.1016/j.gexplo.2011.08.003>
- [88] Tinoco, R. M. (2011). Plásticos biodegradables. Retrieved from http://www.cientec.or.cr/ambiente/pdf/plasticos_biodegradables2005-CIENTEC.pdf

ANEXOS

ANEXO 1. Criterios microbiológicos. Punto de aplicación: en la fuente, y durante la producción y en el producto final.

Parámetros	n	c	m	Plan de clase	Método ¹
E. coli ³	5	0	n.d. en 250 mL	2 ^a	ISO 9308-1
Total de bacterias coliformes ³	5	0	n.d. en 250 mL	2 ^a	ISO 9308-1
Enterococci ³	5	0	n.d. en 250 mL	2 ^a	ISO 7899/2
Bacterias anaerobias formadoras de esporas y sulfito reductoras ³	5	0	n.d. en 50 mL	2 ^b	ISO 6461/2
Ps. aeruginosa ⁴	5	0	n.d. en 250 mL	2 ^a	ISO 16266-2006
Recuento de aerobios mesófilos/ recuento de heterótrofos en placa ^{2 4}	5	0	100 ufc/mL	2 ^c	ISO 6222-1999

Fuente. Criterios microbiológicos CAC/RCP 33-1985, Revisado 2011

¹ Pueden emplearse otros métodos que ofrezcan una sensibilidad, reproducibilidad y fiabilidad equivalentes si éstos han sido debidamente validados (p. ej., basándose en ISO/TR/13843).

² Punto de aplicación: sólo en la fuente, durante la producción y dentro de 12 horas después del envasado.

³ Indicador de contaminación fecal.

⁴ Indicador de control de proceso.

Donde n = número de muestras que deben cumplir los criterios; c = el máximo número permitido de unidades de muestra defectuosas en un plan de clase 2; m = un límite microbiológico que, en un plan de clase 2, separa la buena calidad de la calidad defectuosa.

n. d. = no detectable.

ANEXO 2. Justificación de los parámetros seleccionados.

Indicadores de contaminación	Descripción
E.coli	E. coli es considerada uno de los indicadores más adecuados de la contaminación fecal.
Total de bacterias coliformes	Las bacterias coliformes pueden originarse de la contaminación fecal o del medio ambiente (en el suelo, el agua y la vegetación). Las bacterias coliformes normalmente no están presentes en las fuentes de aguas minerales naturales. Por lo tanto, éstas son consideradas un indicador de la contaminación del agua en la fuente o durante el proceso de envasado.
Enterococci	Enterococci son un subgrupo de estreptococos fecales. En comparación con E. coli y las bacterias coliformes, éstos tienden a sobrevivir por más tiempo en el hidroambiente y, por lo tanto, son utilizados como un indicador adicional de la contaminación fecal.
Bacterias anaerobias formadoras de esporas y sulfito reductoras	Las bacterias anaerobias formadoras de esporas y sulfito reductoras pueden originarse de la contaminación fecal y, debido a la duración de su supervivencia en ambientes desfavorables, se utilizan normalmente como indicadores de la contaminación fecal.
Pseudomonas Aeruginosa	Cuando se detecta, normalmente se encuentra en bajas cantidades pero, Pseudomonas aeruginosa, puede sobrevivir y multiplicarse en aguas minerales naturales. Por lo tanto, su presencia se considera un indicador de la contaminación del agua en la fuente o durante el proceso de envasado.
Recuento de aerobios mesófilos/ Recuento de heterótrofos en placa	El recuento de aerobios mesófilos / recuento de heterótrofos en placa es parte de la flora natural de las aguas minerales naturales, y se usa como un indicador de la gestión del proceso. El aumento en las cantidades arriba de cierto nivel, puede indicar un deterioro en la limpieza, el estancamiento o la formación de biopelículas.

Fuente. Criterios microbiológicos CAC/RCP 33-1985, Revisado 2011

ANEXO 3. Requisitos para el etiquetado sobre el contenido mineral.

<i>Etiquetado</i>	<i>Componente mineral</i>	<i>Requisito</i>
Bajo contenido mineral	componentes inorgánicos	residuo seco no superior a 500 mg/L
Muy bajo contenido mineral	componentes inorgánicos	residuo seco no superior a 50 mg/L
Rica en sales minerales	componentes inorgánicos	residuo seco superior a 1500 mg/L
Rica en:		
bicarbonatos	bicarbonato	más de 600 mg/L
calcio	calcio	más de 200 mg/L
cloruro	cloruro	más de 200 mg/L
fluoruro	fluoruro	más de 1 mg/L
hierro	hierro divalente	más de 1 mg/L
magnesio	magnesio	más de 50 mg/L
sodio	sodio	más de 200 mg/L
sulfato	sulfato	más de 50 mg/L
Aconsejable para dietas pobres en sodio	sodio	no más de 20 mg/L
Ácida	dióxido de carbono libre	más de 250 mg/L

Fuente: The Natural Mineral Water, Spring Water and Bottled Drinking Water (England) Regulations 2007