



**AGUA DE LAVADO DE AGREGADOS
Y MEZCLADO
DE MORTEROS Y HORMIGONES**



INTRODUCCION

El agua es un líquido incoloro, inodoro e insípido que está compuesto por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H_2O). A la presión atmosférica normal (760 mm de mercurio), el punto de congelación del agua es a los $0^{\circ}C$ y su punto de ebullición, a los $100^{\circ}C$. El agua alcanza su densidad máxima a una temperatura de $4^{\circ}C$ y se expande al congelarse. Sus propiedades físicas se utilizan como patrones para definir, por ejemplo, escalas de temperatura.

Precisamente, en ese punto de $4^{\circ}C$ ocurre el fenómeno del subenfriamiento, que hace que el agua cambie su densidad y sea menor que a otras temperaturas. Esa agua menos densa, inicia su ascenso hasta colocarse por encima de la más densa. Esta es la razón por la que los lagos se congelan en su superficie y no en el fondo.

Puesto que todas las sustancias son de alguna manera solubles en agua, se le conoce frecuentemente como el disolvente universal. El agua se combina con ciertas sales para formar hidratos, reacciona con los óxidos de los metales formando ácidos y actúa como catalizador en muchas reacciones químicas importantes.

EVALUACION DE LA COMPOSICION DEL AGUA

La composición de las aguas naturales o ya tratadas y suministradas por la red de distribución, se determina por medios físicos, químicos y bacteriológicos, tomando y analizando muestras.

La toma de muestras, en condiciones normales se hace empleando recipientes plástico de un litro o más, serán completamente llenadas al tomar la muestra; en caso de no disponer de ellas se recurrirá al empleo de recipientes de vidrio. Se extraen 10 dm^3 . La mitad se usa para los ensayos y la otra mitad se guarda por si es necesaria una verificación. También pueden ser de vidrio.

Se deberá proceder al meticuloso lavado del recipiente y su tapa, con el agua a extraer.

Se tratará siempre que la extracción sea lo más directa posible de la fuente de agua. Si hubiera almacenamientos intermedios, se hará constatar tal situación en la tarjeta de identificación correspondiente, así como cualquier otra anomalía. En la citada tarjeta se dejará expresa constancia de todos los datos de la fuente, fecha, operario y cualquier medición u observación directa que se efectuará en esa oportunidad, profundidad, uso a que se destina, número de la muestra.

Las fuentes pueden ser superficiales, tales como ríos, arroyos, zanjas, lagunas, o subterráneas. En este último caso, se emplea una bomba de extracción, se la deja funcionar previamente para lavar los conductos.

EXPRESION DE LOS ANALISIS QUIMICOS

Al referirnos al agua lo hicimos teniendo en cuenta que ésta no es pura, ya que la misma sólo se encuentra así en el laboratorio. Nos referiremos a una solución constituida por un SOLVENTE, que es el agua propiamente dicha, y a un SOLUTO, que son los sólidos disueltos en la misma o sea que ya están excluidas las sustancias que se pueden eliminar mediante el filtrado de la mencionada solución.

A pesar de que se usan diversos términos y unidades para expresar los resultados de un análisis químico, universalmente hay una tendencia a uniformar y expresarlo en unidades de peso de soluto (generalmente miligramos) por unidad de volumen de solución (generalmente litros). El citado soluto está constituido por una serie de sustancias químicas, la mayoría de las cuales están en forma iónica, es decir con carga eléctrica. De estos IONES los más importantes se presentan en la Tabla 1.



Tabla 1: Iones que pueden estar presentes en el agua

IONES	NOMBRE	SIMBOLO
Cationes (iones con cargas positivas)	Sodio	Na^+
	Potasio	K^+
	Calcio	Ca^{++}
	Magnesio	Mg^{++}
Aniones (iones con cargas negativas)	Cloruro	Cl^-
	Sulfato	SO_4^{--}
	Bicarbonato	CO_3H^-
	Carbonato	CO_3^{--}

PROPIEDADES FISICO QUIMICAS

Además de la determinación de los aniones y cationes, anteriormente considerados, se efectúan otras mediciones, algunas de las cuales en mayor o menor grado están relacionadas con los citados iones. A decir:

1. TEMPERATURA

Es una determinación muy simple que se efectúa directamente en el punto en que se realiza el muestreo. En el caso de aguas subterráneas es una medición de importancia dado que ayuda a determinar zonas de recarga, sentido de flujo, etc.

2. OLOR Y SABOR

El olor y el sabor son debidos, la mayoría de las veces, a organismos que viven en el agua, pero en ciertos casos se deben a compuestos químicos que, aún en pequeñas cantidades pueden dar mal olor (Ej. SH_2) y gusto (Ej. clorofenoles).

3. COLOR

El color del agua es debido por regla general a la presencia de materias orgánicas en solución o suspensión. No existe relación entre el olor y el contenido de materias orgánicas que muchas veces pueden ser incoloras.

4. TURBIEDAD

Es producida por materias de carácter mineral u orgánico en suspensión en el agua (arcilla, plancton, etc.). Como su expresión se basa en propiedades ópticas, la misma no guarda relación con la concentración en peso de los sólidos en suspensión.

5. RESIDUO SECO

Es el peso del residuo que queda luego de evaporar una cantidad conocida de solución, sin material en suspensión, a una temperatura fija. Si bien el valor del residuo depende de la temperatura de secado (105°C ó 180°C), a los fines de cualquier estudio de ingenieril normal, dicha diferencia no es de importancia. Este valor es de mucha importancia pues es prácticamente igual a la totalidad de los sólidos disueltos, o sea:

Residuo seco = sales totales

Y en base al mismo se puede predecir el comportamiento del agua para ciertos usos. Al igual que la cantidad de un determinado ión, se expresa el residuo seco generalmente en miligramos/litro.



6. CONDUCTIVIDAD ESPECIFICA

Es la propiedad del agua de conducir la corriente eléctrica, lo cual está directamente relacionado con la cantidad de sustancias con cargas eléctricas, es decir con la casi totalidad de los sólidos disueltos.

Por los motivos expuestos, generalmente existe una correlación muy buena entre el residuo seco y conductividad, y de allí su utilidad, ya que es más sencillo la medición que la de residuo seco; luego por cálculo se puede obtener el valor de este último y tener así una idea de los sólidos disueltos que tiene el agua.

Las unidades que se emplean para medir esta propiedad son eminentemente eléctricas, y además se debe especificar la temperatura, dada la influencia en la misma. Así, lo normal, es usar la unidad: Micromhs/cm a 25°C

7. pH

La medición del pH, tiene su importancia, ya que en base al valor del mismo, se puede determinar si el agua es ACIDA ($\text{pH} < 7$), NEUTRA ($\text{pH} = 7$) o BASICA ($\text{pH} > 7$).

Luego, el pH juega un papel importante en ciertos problemas, como son los fenómenos de incrustación y corrosión.

8. DUREZA

Es una medida de la cantidad de compuestos, principalmente calcio (Ca^{++}) y magnesio (Mg^{++}). Se definen tres tipos de dureza: TOTAL, TEMPORAL y PERMANENTE.

La dureza TEMPORAL es la que desaparece por ebullición, ya que los bicarbonatos pasan a carbonatos que precipitan, motivo por el cual también se la conoce como *dureza carbonatada*.

La dureza PERMANENTE es la que queda después de la ebullición y es principalmente debida a sulfatos, cloruros, etc. De forma tal que se cumple la siguiente igualdad:

$$\text{DUREZA TOTAL} = \text{DUREZA TEMPORAL} + \text{DUREZA PERMANENTE}$$

Generalmente la dureza se expresa en una cantidad equivalente de carbonato de calcio, empleándose los miligramos/litro de CaCO_3 , o los Grados Franceses, siendo su equivalencia:

$$1^\circ \text{ F} = 10 \text{ (mgr/l) } \text{CaCO}_3$$

LA CALIDAD DEL AGUA EN LA CONSTRUCCION

El agua es un componente primario de la pasta cementicia y por su efecto aglomerante es responsable de las propiedades de la mezcla. Por otra parte, por ejemplo en las obras hidráulicas, se produce un contacto íntimo entre el agua y los hormigones endurecidos que forman parte de las estructuras, el cual en ciertos casos es favorable y en otros es perjudicial.

El proceso se inicia en la preparación del hormigón, con el mezclado de cemento y el agua, los que al ser puestos en contacto dan lugar a una reacción química, de carácter exotérmico, que no termina cuando la pasta ha endurecido, sino que continúa por largo tiempo (años) y mientras queden partículas de cemento por reaccionar con el agua. Debe diferenciarse el agua de mezclado con respecto al agua de contacto. En el primer caso actúa en un período corto de la vida del mortero u hormigón, parte interviene hidratando las partículas de cemento y parte se evapora dando lugar a los vasos y poros capilares. En cambio, la segunda, es aquella que en



forma frecuente o constante, está en contacto durante la vida útil. Es exterior, y puede penetrar al interior de la masa por absorción capilar y/o presión.

En nuestro país, tenemos una norma IRAM, que rige sobre la calidad del agua de mezclado y curado. Es la IRAM 1601: “Agua para morteros y hormigones de cemento Pórtland”, y cuyo objeto es *establecer los requisitos que debe cumplir, las condiciones de recepción y los métodos de ensayo del agua destinada a la preparación y/o curado de morteros y hormigones de cemento pórtland*. El CIRSOC 201-2002, Cap. 3, punto 3.3.1, establece que el agua potable proveniente de la red, se considera apta, y establece que el agua para lavar los agregados, mezclar y curar el hormigón, debe cumplir con los requisitos de la norma IRAM indicada.

REQUISITOS FISICOS

Debe cumplir con:

1. Tiempo de fraguado

Se determinan los tiempos de fraguado de dos pastas: una con agua de estudio y otra de referencia con agua de análisis. El primero, no diferirá en *menos [-], más [+]* del 10 % para el fraguado inicial y en *más [+]* del 10 % del fraguado final.

2. Resistencia a la compresión

Al efectuar el ensayo de resistencia a compresión, según IRAM 1622 “Método de determinación de resistencia a compresión del cemento Pórtland”, NO se debe producir una reducción mayor del 10 % en los valores de resistencia a compresión obtenidos con las probetas moldeadas de la mezcla preparada con el agua en estudio, respecto de los obtenidos con las probetas preparadas con la mezcla amasada con agua para análisis.

REQUISITOS QUIMICOS

Los requisitos químicos que debe cumplir el agua de lavado y mezclado de morteros y hormigones se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2: Requisitos químicos

REQUISITOS QUÍMICOS		UNIDAD	MINIMO	MAXIMO
Residuo sólido		mg/dm ³	----	5000
Materia orgánica, expresada en oxígeno consumido		mg/dm ³	----	3
pH		----	5,5	8
Sulfato, expresado como SO ₄ ²⁻		mg/dm ³	----	1000
Cloruro expresado como Cl ⁻	Para emplear en hormigón simple	mg/dm ³	----	2000
	Para emplear en hormigón armado convencional	mg/dm ³	----	700
	Para emplear en hormigón pretensado	mg/dm ³	----	500
Hierro, expresado como Fe		mg/dm ³	----	1

Se considera que el agua es APTA, cuando cumple la totalidad de los requisitos físicos y químicos expresados anteriormente. **Observaciones: no debe confundirse esta agua con la de potencial CONTACTO con las estructuras de hormigón.**

En la Tabla 3 se presentan los posibles efectos que causan en morteros y hormigones la presencia de sustancias perjudiciales en el agua.



Tabla 3: Efectos que causan en morteros y hormigones la presencia de sustancias perjudiciales en el agua

SUSTANCIAS		EFFECTO QUE CAUSAN
SOLIDOS EN SUSPENSION	ARCILLAS	AFECTA LA ADHERENCIA
	SOLIDOS ORGANICOS	AFECTA LA RESISTENCIA MECANICA
	ALGAS	RETARDO EN HIDRATACION y MENOR RESISTENCIA MECANICA
CARBONATOS y BICARBONATOS		AFECTA EL TIEMPO DE FRAGUADO
CLORUROS	ION CLORURO	ATAQUE AL ACERO EN EL H° ARMADO
	CLORURO DE Ca	ACELERA HIDRATACION
SULFATOS	REACCIONAN CON AC ₃	FORMACION DE COMPUESTOS EXPANSIVOS
HIERRO		MANCHAS
MAT. ORGANICA		ALTERACIONES EN FRAGUADO y MENOR RESISTENCIA
pH		IDEM
ACEITES-GRASAS		REDUCCION RESISTENCIA