

Montevideo, 5 de julio de 2023

**Señor Decano de la  
Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo  
Prof. Arq. Marcelo Danza**  
Presente

De mi mayor consideración:

A raíz de la situación de la calidad del agua, de comentarios y preguntas en las redes y luego de la respuesta a su consulta en el mes de junio, se procede a actualizar la información.

En el mes de junio se cursó un correo electrónico a la totalidad de los docentes del Instituto de Tecnologías y a aquellos que estuvieron vinculados hasta el último mes, con el objetivo también de divulgar lo averiguado a partir de las experiencias en esta materia. Llegaron respuestas de Ariel Ruchansky, Daniel Chamlian, Juan Almandós, Fernando Rischewski, Laura Bozzo, María Esther Fernández y Michel Momburú, que resumo en estas líneas.

### **Aceptabilidad del agua**

En aspectos relativos a la aceptabilidad del agua, la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2011) asegura que los consumidores evalúan la calidad del agua de consumo humano basándose principalmente en sus sentidos. Por este motivo el agua no debe presentar sabores u olores que pudieran resultar desagradables. Los componentes microbiológicos, químicos y físicos del agua pueden afectar su aspecto, olor o sabor y el consumidor evaluará la calidad y aceptabilidad de acuerdo con estos criterios. El saber popular nos habla de agua limpia, insípida e incolora.

En este sentido, el Ministerio de Salud Pública de Uruguay hizo una consulta a la Universidad Tecnológica (UTEC) sobre el impacto de modificar algunos requisitos en agua potable debido a problemas de déficit hídrico y tras un verano de sequía. Esos cambios implican un aumento en los valores máximos permitidos de cloruros y sodio. El investigador y coordinador del Posgrado de Ingeniería Sanitaria y Saneamiento de UTEC, Dr. Héctor García elaboró en mayo 2023 el informe "Opinión técnica,

Impactos relacionados con la modificación de los requisitos de cloruro y sodio en agua potable”.

El trabajo cuenta con un análisis de la normativa existente en Uruguay (decreto No 375/011 para agua potable) y también la internacional de referencia como los casos de Unión Europea y Estados Unidos. García explicó que a nivel internacional se conocen como estándares primarios a aquellos relacionados directamente a proteger la salud pública, y estándares secundarios a los vinculados con temas sensoriales u organolépticos como el sabor, olor o color del agua. Los secundarios en algunos casos son recomendaciones donde no es obligatorio cumplir con ellos a nivel internacional. En este caso, las modificaciones realizadas por OSE bajo la autorización del MSP corresponden al segundo grupo.

El cloruro es un nutriente esencial para la salud humana y la principal fuente de cloruro proviene de los alimentos, siendo el agua potable solo una pequeña parte de la ingesta dietética normal. En cuanto a un aumento del sodio en agua, el texto incluye el análisis de estándares internacionales y locales. El exceso de sodio proveniente de la sal en la dieta aumenta el riesgo de hipertensión y enfermedades cardiovasculares. Por lo tanto sugiere la consulta al médico sobre el consumo de agua.

“Consumir agua potable que contiene cloruro no es perjudicial para la salud. Sin embargo, altas cantidades de cloruro pueden dar un sabor salado al agua y corroer tuberías, bombas y accesorios”, detalla el informe de UTEC. Por ese motivo podría implicar la necesidad de hacer mayor trabajo de mantenimiento en los equipamientos y en los sistemas de distribución de agua con el paso de los años de ser continuo y por lo tanto agregar costos de mantenimiento.

### **Nuestra preocupación en el Instituto de Tecnologías para el hormigón y el mortero**

La referencia directa al agua es por tratarse de un componente de los materiales con los que se trabaja y por estar vinculada a conductos para el abastecimiento.

La norma UNIT 1050:2005 para el *Proyecto y ejecución de estructuras de hormigón en masa o armado*, habla del amasado y del curado con agua calificada como potable por la autoridad competente.

Fija parámetros para aguas sin antecedentes de uso, o que en caso de duda, se debe analizar las aguas y salvo justificación especial de que no alteran perjudicialmente las propiedades exigibles al hormigón, se debe rechazar las que no cumplan alguna de las siguientes condiciones:

pH	$\geq 5$
Sustancias disueltas	$\leq 15$ gramos por litro
Sulfatos expresados SO <sub>4</sub> =	$\leq 1$ gramo por litro
Ion cloruro Cl	$\leq 3$ gramos por litro
Hidratos de carbono	0
Sustancias orgánicas solubles en éter	$\leq 15$ gramos por litro

Se puede emplear aguas de mar o aguas salinas análogas a éstas, para amasar hormigones que no tengan ninguna armadura.

Con respecto al contenido de ion cloruro se debe tener en cuenta que el total aportado por los componentes no debe exceder el 0,4% del peso de cemento cuando se trate de obras de hormigón armado, salvo justificación especial de que no altera perjudicialmente las propiedades exigibles al hormigón y a las armaduras, ni a corto ni a largo plazo.

Varios proveedores de hormigón premezclado (si no todos) emplean agua de perforaciones propias, a las que se realizan (o se deberían realizar) monitoreos periódicos para verificar el cumplimiento de los parámetros de admisibilidad. Por esta razón y en estos casos no se verían afectados por estos problemas de calidad en el suministro del agua de OSE de los que estamos hablando. En obras viales, MTOP usan agua de arroyo cercano a los hormigones que se producen.

Por otro lado, la Norma Iram 1601 establece dentro de los REQUISITOS QUÍMICOS que el agua para el mezclado y/o curado de morteros y hormigones de cemento Portland cumplirá con lo establecido en la tabla 1.

T A B L A I  
REQUISITOS QUIMICOS

REQUISITOS		UNIDAD	MINIMO	MAXIMO	METODO DE ENSAYO
Residuo sólido		mg/dm <sup>3</sup>	-	5000	4.2.1
Materia orgánica, expresada en oxígeno consumido		mg/dm <sup>3</sup>	-	3	4.2.2.2
pH		-	5,5	8	4.2.3
Sulfato, expresado como SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		mg/dm <sup>3</sup>	-	1000	4.2.4
Cloruro expresado como Cl <sup>-</sup>	Para emplear en hormigón simple	mg/dm <sup>3</sup>	-	2000	4.2.5
	Para emplear en hormigón armado convencional	mg/dm <sup>3</sup>	-	700	
	Para emplear en hormigón pretensado	mg/dm <sup>3</sup>	-	500	
Hierro, expresado como Fe		mg/dm <sup>3</sup>	-	1	4.2.6

Las sales disueltas pueden ocasionar en revoques y hormigones en masa (sin armar) patologías del tipo de eflorescencias, sin afectación de la resistencia. Puede tener otros efectos secundarios en cuanto a afectar el punto de congelación del agua de amasado.

En citas de la prensa, los cloruros en junio se aumentaron a 700 mg/litro. Hoy hay muestras que registró la Intendencia de Montevideo con valores que son incluso menores a aquella fecha, por lo que no habría inconveniente con el máximo de 3 g/litro que admite la norma Unit 1050:2005.

En una primera visión podría hipotizarse que los hormigones que puedan verse afectados sean los que se hacen en forma doméstica y no premezclada. Pero no con los valores monitoreados hasta esta fecha.

### **Efecto sobre las armaduras**

Obviamente, de emplearse aguas con mayor tenor salino como las suministradas por OSE actualmente (o en valores factiblemente superiores), la eventual corrosión de armaduras se verá potenciada, por lo que es aún más necesario extremar las precauciones de diseño de las mezclas y de control de puesta en obra del hormigón fresco para neutralizar la posible merma en la protección provista por el material.

Todas las acciones tendientes a mejorar la calidad del hormigón son recomendables para contrarrestar los efectos negativos que esta situación de salinidad del agua viene a potenciar, en consideración de los múltiples problemas presentes por efecto de la corrosión de armaduras.

- buena parte del acero que se produce actualmente posee mayor resistencia a tracción que el usado décadas atrás, pero mayor fragilidad y menor resistencia a la corrosión (esto verificado en la práctica de nuestros docentes y en la observación de múltiples ejemplos), por lo que requiere extremar las precauciones en cuanto a su protección y recubrimiento.
- insuficiente recubrimiento de las armaduras y empleo de hormigones vistos (sin protección adicional externa) requieren atención en cuanto a la compacidad y a la dosificación del hormigón empleado.
- esto implica también una correcta relación agua / cemento en relación a la implantación de la estructura.
- importancia del curado, con el empleo de alternativas al agua salina, como el curado químico o con láminas superficiales de polietileno
- uso de adiciones puzolánicas que incrementen la resistencia química del hormigón
- uso de aditivos inhibidores (o retardantes) de corrosión de armaduras.

### **Conclusiones**

Los mismos docentes autoconvocados plantean que sería un proyecto de investigación interesante a desarrollar por el IT, ya que esta situación podría repetirse o agudizarse en el futuro próximo. Esto permitirá la lectura de normativa, de bibliografía incluso para entender qué pasa en otros países donde la calidad del agua se ve comprometida para el uso humano en forma cotidiana, y generar el intercambio con otros servicios de Udelar que facilite la comprensión del agua en

toda su envergadura. Incluso el relato del trabajo realizado post-tsunami en los que la calidad del agua en los pozos de agua cambia de agua dulce a agua salada.

Quedando a disposición por cualquier duda o ampliación de la presente nota, saluda a Usted cordialmente,

Laura C. Bozzo

Directora Instituto de Tecnologías

### Referencias bibliográficas

Organización Mundial de la Salud (2011). *Guías para la calidad del agua de consumo humano*. World Health Organization: Ginebra

UNIT (2005) Norma UNIT 1050:2005 para el Proyecto y ejecución de estructuras de hormigón en masa o armado. Montevideo.

UTEC (2023) *La opinión técnica de UTEC sobre la modificación de los requisitos de cloruro y sodio en agua potable* en <https://utec.edu.uy/es/noticia/la-opinion-tecnica-de-utec-sobre-la-modificacion-de-los-requisitos-de-cloruro-y-sodio-en-agua-potable/>

---

<sup>i</sup> <https://montevidata.montevideo.gub.uy/salud/analisis-del-agua-en-montevideo>