

N° 4:

Empleo de concretos de retracción compensada en plantas de tratamiento de efluentes.

- Humberto Balzamo. Docente e investigador de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires.
- Alberto Giovambattista. Consultor.

## DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

La obra está ubicada entre el Río de la Plata y la Autopista Buenos Aires - La Plata. Su finalidad es interceptar las aguas servidas provenientes de la zona sur de la Ciudad de Buenos Aires y la zona sur del Gran Buenos Aires – que antes se volcaban directamente al Río de la Plata – y llevar a cabo un tratamiento que permita verter en el canal emisario un efluente libre de sólidos de tamaño mayor a 6mm, arenas y elementos flotantes.



Fig.1: Ubicación de la planta de tratamiento.

Las instalaciones están calculadas para una capacidad hidráulica de 33,5 m<sup>3</sup>/s y la condición de diseño para el procesamiento y los residuos a evacuar corresponde a un volumen diario de 2 200.000 m<sup>3</sup>.



Fig.2: Estación elevadora.

Las aguas servidas son derivadas hacia una estación elevadora equipada con tornillos de Arquímedes, que transporta el líquido hasta la cota necesaria para el escurrimiento por gravedad a lo largo de las distintas etapas de tratamiento. Una vez elevado, se distribuye a través de dos baterías de tamices en paralelo, que retienen los sólidos de tamaño superior a 6 mm. El líquido que sale de los tamices se deriva hacia los desarenadores y vierte en un único canal central que desemboca en la cámara de salida.



### METODOLOGÍA CONSTRUCTIVA

Los criterios de diseño exigían: 100 años de vida útil de la estructura, fisuración nula y mantenimiento mínimo. En estas estructuras es habitual utilizar juntas de control de la fisuración provistas de bandas de estanqueidad de PVC (water stop). No obstante, esta solución fue descartada por las dificultades para asegurar que el material de las bandas de estanqueidad resistiera adecuadamente las condiciones de exposición durante toda la vida útil de diseño.

Habiéndose optado por ejecutar la estructura con concreto armado (no pretensado), se utilizó la siguiente metodología constructiva: la losa de cada desarenador, de 30 m de largo, 18 m de ancho y 50 cm de espesor aproximado, se construyó en una sola etapa. Para evitar la fisuración se colocó armadura de piel y se interpuso un doble film de polietileno en el contacto con el concreto de limpieza (cara inferior) para reducir la restricción a la contracción de la losa. También se limitó a 24°C la temperatura máxima

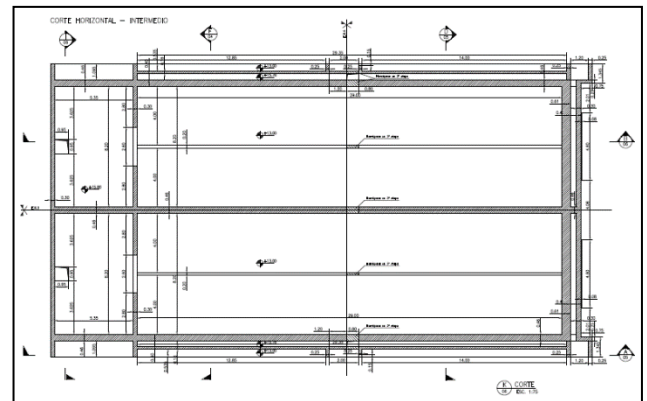


Fig. 3: Corte horizontal de la planta.

de colocación, lo cual se logró con hielo como reemplazo parcial del agua de mezclado.

Los tabiques se vaciaron en dos etapas: la primera, en tramos de 8,0 metros de largo utilizando el concreto convencional ( $H\ 30 - \text{razón } a/c \leq 0,45$ ), dejando 0,80 m de separación entre tramos de la primera etapa. Se esperó un período mínimo de 30 días para que se produjera la contracción térmica y parte de la contracción hidráulica, para luego construir los tramos intermedios de la segunda etapa con concreto de retracción compensada con la misma calidad resistente que el primero.

Para lograr la retracción compensada se utilizó un aditivo expansor a base de óxido de calcio anhidro el cual, mediante reacción química con el agua, genera un incremento del volumen en el concreto en estado sólido que compensa la contracción del mismo debido a la pérdida de humedad. El objetivo final fue lograr una ligera expansión para asegurar el contacto con el concreto de la primera etapa y la continuidad en toda la longitud del tabique. Asimismo, dicha expansión fue controlada para evitar tensiones de tracción que pudieran fisurar la losa del desarenador. También se aseguró que las expansiones no provocaran tensiones de compresión, en el contacto entre tabiques, superiores a la resistencia del concreto.



## DISEÑO DEL CONCRETO EXPANSIVO PARA LOS TABIQUES

Se realizaron 9 mezclas. Cuatro de ellas con cemento portland CPN40 ARS y los cinco restantes con un material cementicio constituido por 50% de cemento portland CPN50 y 50% de escoria granulada de alto horno. Todas las mezclas tenían  $a/c=0,43$ ; cemento=360 kg/m<sup>3</sup>; asentamiento medido: entre 12,5 y 15,0 cm.

Por otro lado, se empleó agregado grueso de tamaño máximo 26,5 mm y arena gruesa de MF 2.21 a 2.25, ambos obtenidos por trituración de granitos, y arena fina silíceica del río Paraná. La relación agregado fino / agregado total fue de 0,42 mientras que, la relación arena fina / agregado fino total fue de 0,30. Todas las mezclas incluyeron un aditivo plastificante en dosis de 0,8 a 0,9 % del peso del cemento. Además, se emplearon dos aditivos expansores, en dosis iguales a 5%; 7,5 % y 10 % del peso del cemento, a base de óxido de calcio anhidro. Uno de producción nacional (AEN) y el otro fabricado en el extranjero (AEE).

Material	Unidad	Características de las mezclas								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Cemento</b>	----	CPN50	CPN50	CPN50	CPN40	CPN40	CPN40	CPN40	CPN50	CPN50
<b>Escoria / mc</b>	%	50	50	50	0	0	0	0	50	50
<b>Dosis AEE.</b>	%	5,0	7,5	10,0	7,5	10,0	--	--	--	--
<b>Dosis AEN</b>	%	--	--	--	--	--	5,0	7,5	5,0	3,0
<b>Propiedades medidas en estado fresco y endurecido</b>										
<b>Asentamiento</b>	cm	14,5	13,0	13,0	15,0	15,0	13,5	14,5	12,5	13,0
<b>Peso unitario</b>	kg/m <sup>3</sup>	2418	2420	n.m.	2427	2434	2443	2451	n.m.	n.m.
<b>f'c a 7 días</b>	MPa	36,0	34,2	32,0	40,7	26,5	39,2	39,8	32,6	32,0
<b>f'c a 28 días</b>	MPa	54,8	54,9	51,8	44,7	(*)	48,4	48,8	54,1	52,3

**Tabla N°1: Características de las mezclas ensayadas.**

Para evaluar el carácter expansivo, se moldearon probetas prismáticas de 75x75x250 mm de acuerdo con la norma ASTM C 878 y se determinó su variación dimensional en función del tiempo. Luego de desencofrarlas, las probetas fueron curadas y mantenidas, secuencialmente, bajo las siguientes condiciones: 14 días en agua, 42 días al aire (ambiente de laboratorio) y 7 a 14 días nuevamente en agua. Los dos primeros períodos y condiciones de almacenamiento responden a la norma ASTM C 878, mientras que, el tercer período, fue agregado para conocer el comportamiento posterior en condiciones similares a las de servicio de la estructura.



TECNOLOGÍA PARA  
EL CONCRETO

# EXPERIENCIAS CONCRETAS

Nº4: Empleo de concretos de retracción compensada en plantas de tratamiento de efluentes.

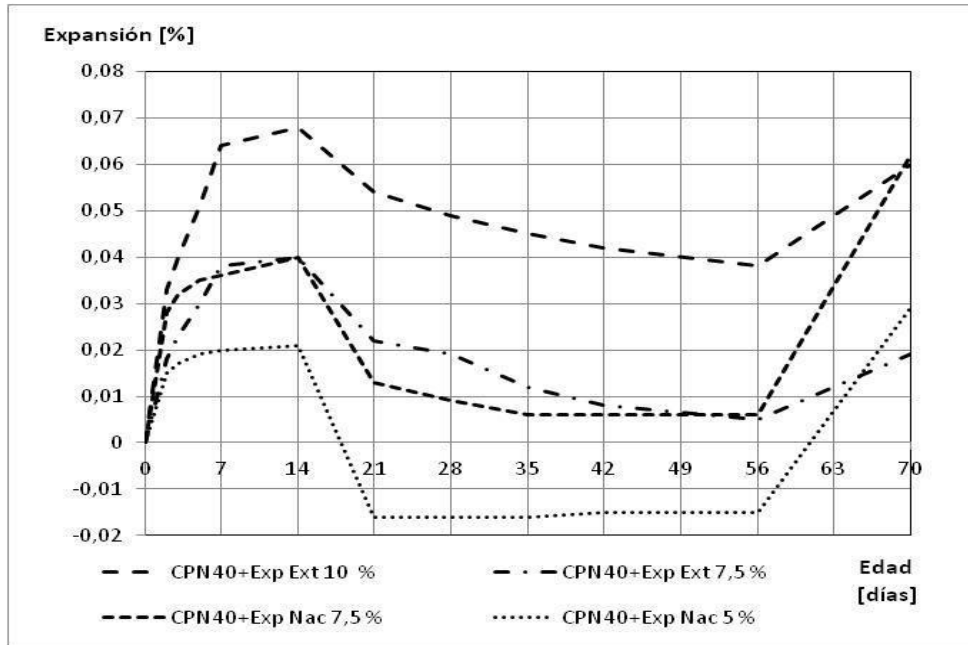


Fig.4: Expansión del concreto con CPN40.

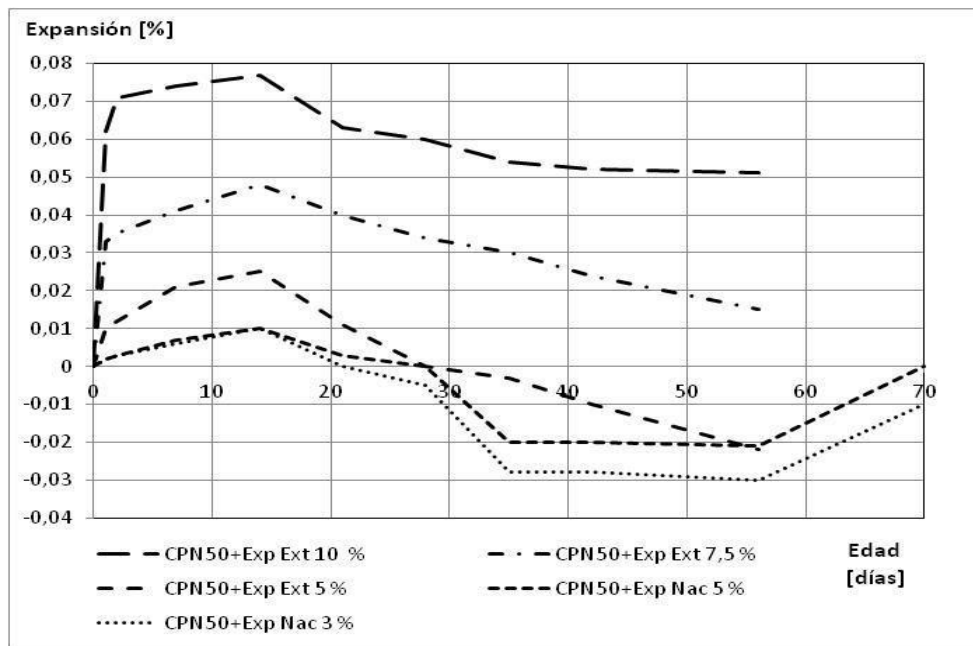


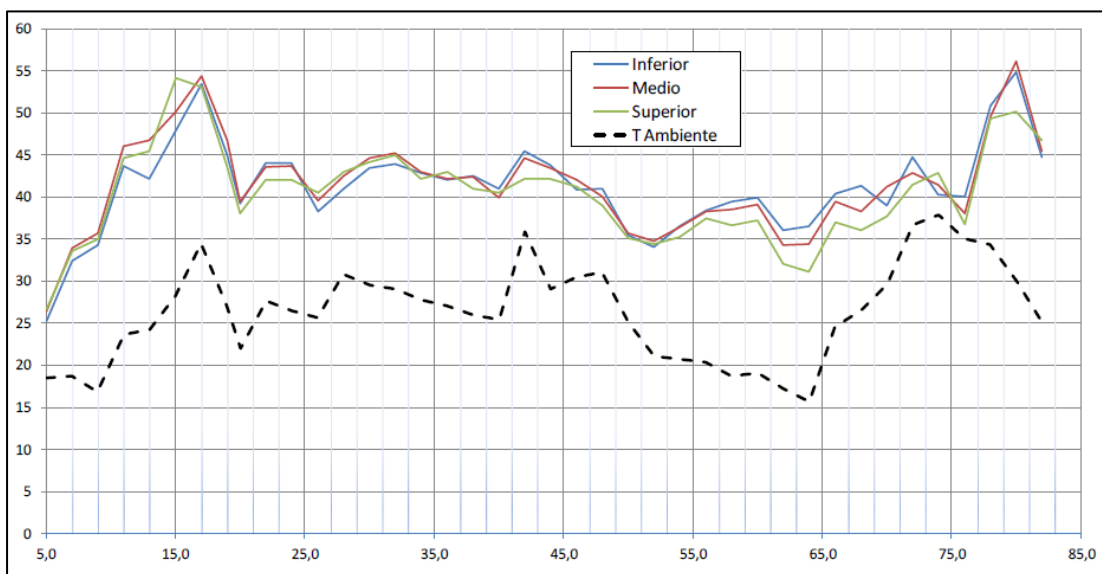
Fig.5: Expansión del concreto con CPN 50 y escoria.

En base a los resultados obtenidos, se comenzó la construcción de los desarenadores con la mezcla #4 de la Tabla Nº1. Sin embargo, conforme avanzó la obra y por razones operativas, se optó por utilizar la mezcla #7.

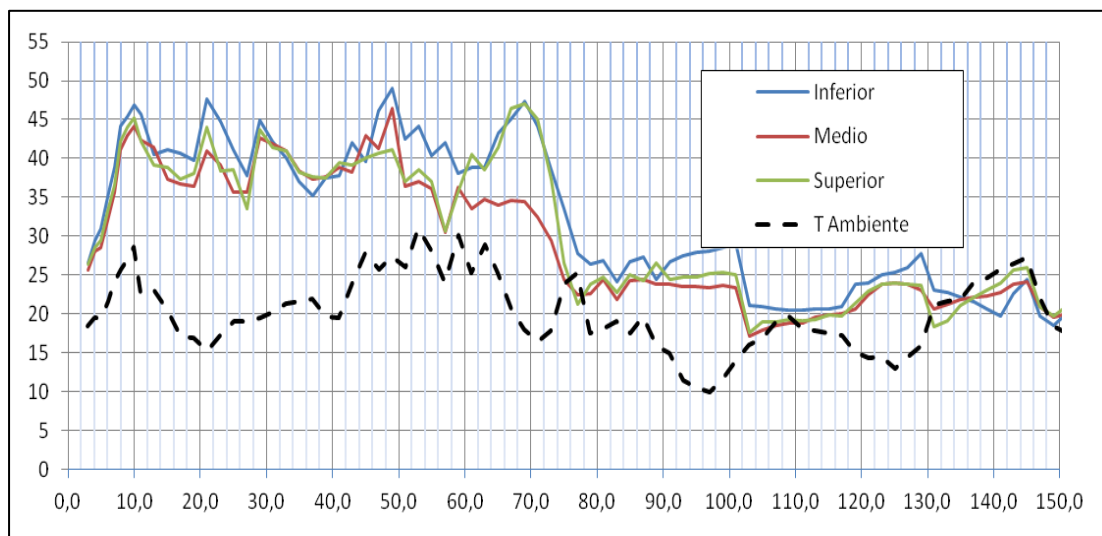


### EVOLUCIÓN DE LA TEMPERATURA EN LAS LOSAS DE CONCRETO

Se controló la evolución de temperatura por calor de hidratación mediante un data logger (instrumento adquisidor de datos) de 6 canales conectado a 4 termocuplas. Tres de ellas se ubicaron en el concreto: una en la zona central y las restantes a 5 cm de la superficie y del fondo respectivamente. La cuarta termocupla se colocó a la intemperie para monitorear la temperatura ambiente. Cabe resaltar que, las mediciones se hicieron en los módulos de desarenadores M5, M11 y M14, que fueron vaciados en distintos días.



**Fig.6:** Evolución de la temperatura en el módulo 5 del desarenador.



**Fig.7:** Evolución de la temperatura en el módulo 14 del desarenador.





La temperatura ambiente, al inicio de la colocación, fue muy similar a la temperatura media mensual histórica (19 °C). En el módulo 5, vaciado a fines de octubre, la temperatura máxima en el concreto estuvo cerca de los 55 °C. En el módulo 14, construido a principios de noviembre, la temperatura máxima fue de 48 °C. Es importante resaltar que, las losas de fondo de los desarenadores no presentaron fisuras, pese a las elevadas temperaturas que alcanzó el concreto.

### EVALUACIÓN DE JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN EN TABIQUES

Luego de la construcción de los primeros tabiques, se verificó el comportamiento de las juntas de construcción entre los tramos de la primera y segunda etapa. Para ello, sobre una junta, se construyó un recinto con ladrillos y se llenó con agua. Asimismo, se extrajeron 02 testigos del mismo tabique. En ellos se constató, visualmente, la homogeneidad del concreto y se verificó que, su resistencia, era del mismo orden que la obtenida con las probetas moldeadas.



**Fig.8:** Cara donde se aplicó la carga hidráulica.



**Fig.9:** Cara posterior del tabique sin filtraciones.

### COMPORTAMIENTO INTEGRAL DE LOS DESARENADORES

Como prueba final de la estructura, se seleccionaron 02 módulos de desarenadores, los cuales fueron sometidos a una prueba hidráulica. Tal como se aprecia en la figura 10, no se observan filtraciones, a lo alto, en la unión de los concretos convencionales y los de retracción compensada.

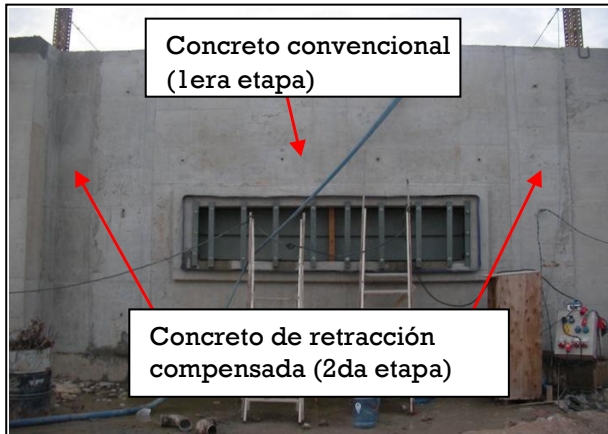


TECNOLOGÍA PARA  
EL CONCRETO

# EXPERIENCIAS CONCRETAS

Nº4: Empleo de concretos de retracción compensada en plantas de tratamiento de efluentes.

En la actualidad, estas estructuras se encuentran en funcionamiento, sin que hayan presentado inconveniente alguno.



**Fig.10:** Unión del concreto convencional con el de retracción



**Fig.11:** Estructura final.

## CONCLUSIONES

- La construcción de los desarenadores de la Planta de Berazategui muestra que los concretos de retracción compensada constituyen una alternativa para evitar la fisuración por contracción del concreto, evitando la colocación de juntas de control con water stop, y asegurando la estanqueidad de las estructuras.
- El comportamiento de las estructuras en lo que respecta al control de su fisuración resultó satisfactorio.
- Cabe destacar que, previo al empleo de soluciones similares a la utilizada en Berazategui, es necesario realizar pruebas de laboratorio sobre el comportamiento del aditivo expansor, y seleccionar la mezcla que mejor satisfaga las necesidades del proyecto.



P Y S CONCRETO



<http://www.pysconcreto.com.pe/>