



Tópico 4 - N° 03

ESTADO DE CONSERVACION DE LOS MATERIALES DE LA EX USINA GENERAL SAN MARTIN (ING. WHITE, PROV. DE BS. AS.)

C. Priano (1); L. Lescano (2,3); L. Señas (1); P. Maiza (2); S. Marfil (2,3)

(1) *Ing. Civil, Dpto. de Ingeniería - UNS. Av. Alem 1253. Bahía Blanca, Argentina.*

(2) *Dr. en Geología, Dpto. de Geología – UNS. San Juan 670. (8000) Bahía Blanca, Argentina*

(3) *Comisión de Investigaciones Científicas de la Prov. de Bs. As.*

cpriano@uns.edu.ar

RESUMEN

El edificio central de la Usina Gral. San Martín, declarado Monumento Histórico Nacional, fue construido a mediados de la década del 30' en el puerto Ingeniero White de la ciudad de Bahía Blanca (Argentina), y presenta un significativo deterioro como consecuencia del desmantelamiento y el natural paso del tiempo. En este trabajo se evaluó el estado de conservación de algunos materiales que se utilizaron en la construcción del edificio, el desarrollo de diferentes manifestaciones patológicas y se analizó la presencia de materiales perjudiciales para la salud identificados en trabajos previos. Los resultados de los ensayos físicos y mecánicos indican que la elección de los materiales y el proyecto de las mezclas fue el adecuado para la estructura. Se determinó la procedencia de los agregados gruesos y finos, por lo que sería factible la elaboración de hormigones y morteros similares a los de la estructura original para los trabajos de remediación. Se identificaron minerales asbestiformes en chapas de fibrocemento y en recubrimientos de caños del edificio. Para desarrollar un emprendimiento que concluya con la puesta en valor de esta obra arquitectónica será necesario definir un plan de remediación. En cuanto a la presencia de materiales asbestiformes, se deberá dar tratamiento especial al momento de su movilización y tomar todas las precauciones necesarias para evitar problemas de contaminación ambiental.

Palabras Clave: *hormigón, estado de conservación, petrografía, asbestos.*

1. INTRODUCCION

En la ciudad de Bahía Blanca y la región de influencia existen obras tales como la Ex Usina de Ing. White que son patrimonio arquitectónico local y es de interés municipal su restauración y/o puesta en valor. No hay antecedentes de trabajos previos en obras como la que se menciona, por lo que el análisis del estado de conservación de sus materiales resulta útil como herramienta para determinar qué tipo de intervención se debe realizar. Los materiales en contacto con el medio ambiente que los rodea, se pueden degradar en el tiempo, por ello es necesario disponer de un relevamiento adecuado de las estructuras que oriente las estrategias técnicas y económicas para su preservación, como así también cuantificar los deterioros físicos, químicos y biológicos de sus componentes (mampostería, morteros, cerámicos, hierro, etc.).

Para poner en valor este bien patrimonial urbano, es necesario implementar políticas de planificación y gestión. Si se logra recuperar la estructura de la Ex Usina, existe la posibilidad de integrarla a circuitos turísticos locales y/o regionales.

El edificio de la antigua Usina de Ing. White, fue construido en la década del '30 para proveer de energía eléctrica a la ciudad de Bahía Blanca. La Compañía Italo Argentina de Electricidad adquirió las instalaciones el 1 de diciembre de 1927 [1] y los trabajos de construcción estuvieron a cargo de la empresa alemana Geopé siguiendo diseño del arquitecto Guiseppe Molinari. Se utilizó



un predio ubicado en una zona afectada por el avance del mar. Para lograr la cota de fundación se rellenó con materiales de refulado. Se hincaron 700 pilotes de hormigón hasta una profundidad de 13 m, nivel en el que encuentra un sedimento con valor soporte adecuado para una obra de esta envergadura. En la Fig. 1a se muestra la obra en construcción con su estructura de hormigón armado, encofrados y obrador. La Usina contaba al momento de su inauguración (1 de octubre de 1932) con cuatro calderas inglesas marca “Babcock-Wilcox”, cuya presión de vapor accionaba dos turbinas suizas, marca “Brown Boveri”, de 7.500 KVA de potencia cada una (Fig. 1b) [2].

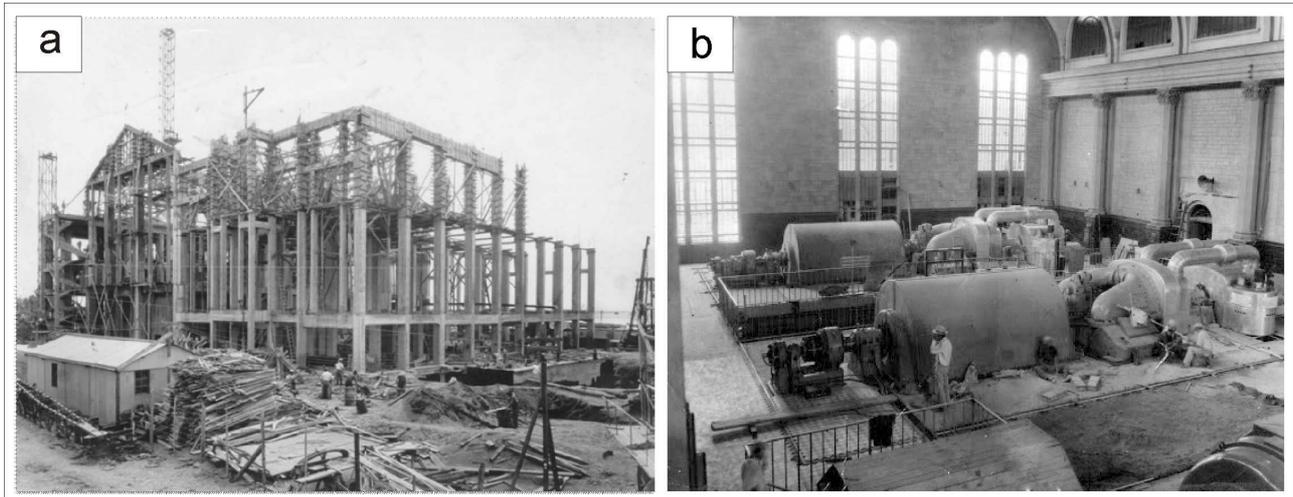


Figura 1 – a: Usina Ing. White en construcción, año 1930. b: Turbinas, año 1961.

Como parte de las políticas de estatización de los servicios básicos, en 1948 la Usina pasó a depender de la Dirección de Energía y Mecánica de la provincia de Buenos Aires (DEMBA) y su nombre “Ingeniero White” fue reemplazado por el de “General San Martín” [3].

A finales de 1950 se instalaron tres calderas y dos turbinas fabricadas por la compañía Franco Tossi, para ampliar la capacidad de generación de la planta, y recién fueron inauguradas en 1962 con la presencia del presidente Dr. Arturo Frondizi.

A principios de 1970 se empezó a considerar la posibilidad de construir una nueva central, ante la perspectiva de la creación de un polo petroquímico. Así fue que en 1978 se confeccionaron los pliegos, bases y condiciones de la futura Usina “Luis Piedra Buena”. Cuando ésta entró en funcionamiento en 1987, la Usina Gral. San Martín quedó desafectada de sus servicios y diez años más tarde comenzó su desguase.

En el año 2001 el edificio de la Usina, los talleres y el predio fueron entregados a la Municipalidad de Bahía Blanca. Un año más tarde fue declarado Monumento Histórico Nacional por la ley 25.580 y Monumento Histórico y Patrimonio Cultural Provincial según ley provincial 12.932.

Muchos se refieren a su estilo como inspirado en el gótico, sobretodo por la aparición de arcos ojivales, pero el mismo responde a los lineamientos de la arquitectura medieval propia del románico lombardo, lenguaje adoptado por la Compañía Italo Argentina para sus usinas, siendo una de las primeras empresas en adoptar una imagen corporativa a través de su arquitectura. A fines del siglo XIX, ese estilo era considerado como un estilo nacional en Italia.

Debido a su estilo arquitectónico, con reminiscencias de castillos de la época medieval, se la conoce actualmente como “La Usina del Castillo” (Fig. 2a). Su terminación exterior simula ser una construcción en piedra, de acuerdo a los modelos del medioevo, pero se trata de un revoque de varias tonalidades aplicado sobre una tradicional estructura de hormigón armado. Los planos de la obra detallaban las formas y la ubicación de las “falsas” piedras.

En su fachada principal se destaca una escultura con la evocación a San Jorge (“San Giorgio”), patrono en Italia de algunas instituciones profesionales de técnicos electricistas [4]. Esta obra,



titulada San Jorge y el Dragón, fue realizada por el artista italiano, nacionalizado argentino, Troiano Troiani en polvo de mármol de carrara (Fig. 2b). En ese lugar iba a ser colocado originariamente el escudo británico, pero al ser adquirida la empresa inglesa por capitales italianos, se lo reemplazó por esta valiosa obra de arte.

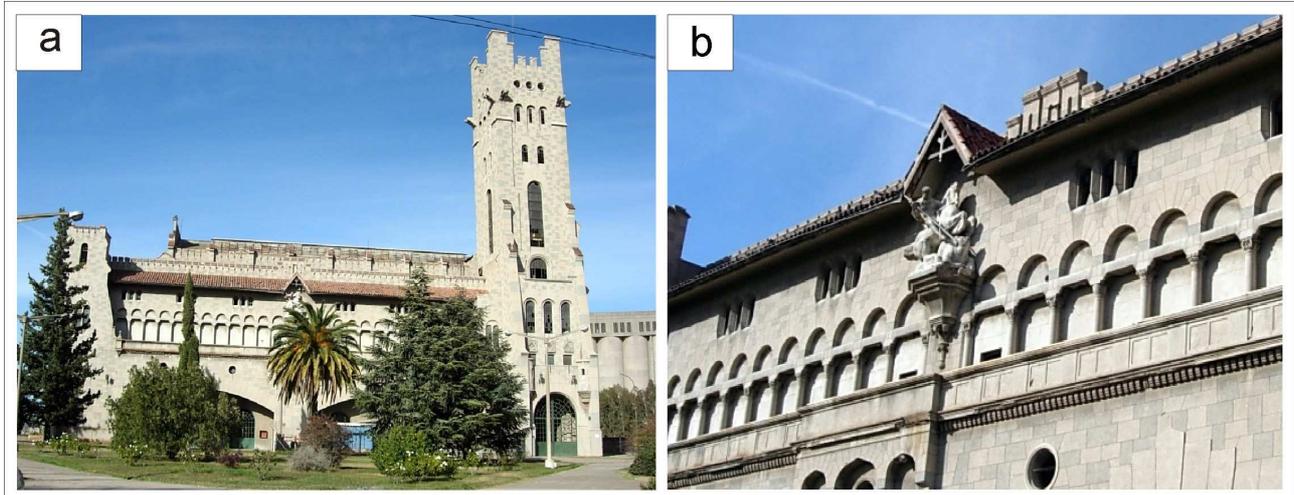


Figura 2 – a: Usina del Castillo. b: San Jorge y el Dragón.

La estructura presenta deterioro como consecuencia del desmantelamiento y envejecimiento, tanto en su interior como en sus paredes exteriores. Para la remodelación y puesta en valor de una obra arquitectónica de esta envergadura será necesario remover muchos materiales, entre los que se han determinado algunos que pueden ocasionar problemas ambientales. En trabajos previos se ha detectado la presencia de materiales asbestiformes usados en diferentes partes de la construcción. Asbesto (o amianto) es un término comercial que involucra a minerales del grupo de la serpentina (cristolito) y anfíboles (crocidolita, amosita, antofilita, actinolita y tremolita) [5]. Presentan hábito fibroso, son flexibles, resistentes a la tracción, al calor, al fuego y a la degradación química o biológica [6]. Debido a estas características, las fibras de estos minerales pueden penetrar en las vías respiratorias y acumularse en los pulmones, desarrollando cáncer o asbestosis [7].

La contaminación ambiental por amianto comienza al degradarse las fibras por acción de los agentes exógenos y el envejecimiento natural de los minerales propios del asbesto o de los materiales que los aglutina. Cuando esto sucede, las fibras se desintegran y se movilizan en el ambiente, especialmente en el polvo en suspensión. En la actualidad uno de los mayores riesgos para los trabajadores de la construcción, especialmente los que participan en la reparación de edificios antiguos, es la exposición al amianto.

Debido a que el edificio de la ex Usina está ubicado en un sector densamente poblado (Fig. 3), será necesario planificar con criterio la movilización de los materiales y su disposición final ya que algunos de ellos contienen fibras de asbestos, nocivas para la salud humana. Por tratarse de partículas muy finas, livianas, y a veces hasta microscópicas, se esparcen fácilmente a gran distancia, pudiendo llegar a los centros poblados.

Con el objetivo de analizar el estado de conservación de algunos materiales utilizados en la construcción de la ex Usina Gral. San Martín y poder establecer un criterio para su puesta en valor, se solicitó autorización a la Secretaría de Medio Ambiente de la Municipalidad de Bahía Blanca y al personal a cargo de la seguridad del edificio para llevar a cabo un relevamiento y toma de muestras.

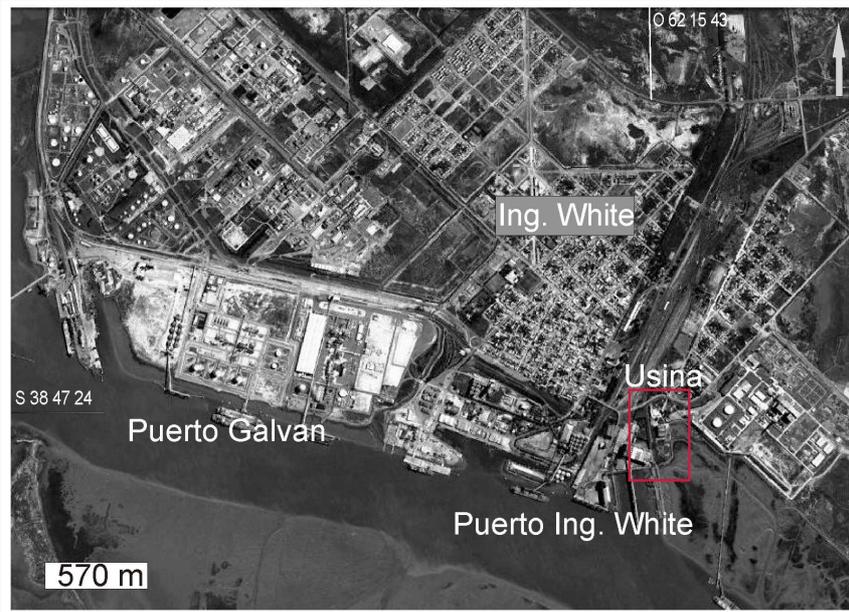


Figura 3 - Ubicación de la Ex Usina, en una zona densamente poblada (Ing. White).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Para la evaluación del estado conservación de algunos materiales que se utilizaron en la construcción del edificio, se tomaron muestras en diferentes sectores según lo que se detalla a continuación:

- columnas interiores de la planta baja, denominadas C2 y C8
- revestimiento de columnas interiores del primer piso, R1, R5a y R5b
- columna exterior de un tanque de agua que presentaba una capa de pintura de color azul sobre su superficie, E9

Para la identificación de asbestos se tomaron muestras de:

- placas y chapas canaleta de fibrocemento (acumulados como escombros)
- aislantes del cielorraso y revestimientos
- aislantes de caños interiores y exteriores del edificio

Se realizaron los siguientes ensayos físicos: densidad, absorción y porosidad, según lo establecido en norma ASTM C642-97 [8] y profundidad de carbonatación. Se determinaron cloruros totales y libres, a diferentes profundidades, según norma IRAM 1857 [9] y Recomendación RILEM TC 178-TMC [10], respectivamente, en dos de las muestras (C8 y E9).

Se extrajeron tres muestras de barras de refuerzo de columnas para determinar propiedades mecánicas a través de ensayos de tracción. Las denominadas A2 y E3 corresponden a la obra original, son de hierro redondo sin conformar ni torsionar (primera mitad del siglo XX) y E1 de una ampliación realizada con posterioridad, de acero conformado.

Se determinó la composición petrográfico - mineralógica de los agregados gruesos y finos a fin de identificar su procedencia para poder utilizar materiales semejantes, y si es posible, del mismo origen, en los trabajos de reparación. El hormigón de una futura restauración deberá cumplir, además de requisitos resistentes y durables, una exigencia vinculada al impacto visual. La homogeneidad y estabilidad del color son las cualidades estéticas más discutidas y condicionantes de la calidad superficial [11]. Se realizó un estudio petrográfico del hormigón para



analizar el estado del mismo, en especial las zonas de contacto mortero-armadura y agregado-mortero. Se analizaron tres muestras: del revoque (R1), de la columna interior de Planta Baja (C8) y de la columna de un tanque de agua (E9).

Para los estudios petrográficos se utilizó estereomicroscopio y microscopio de polarización Olympus, trinocular, con cámara de video y programas computarizados para el tratamiento de imágenes. Para la identificación de minerales se trabajó con un difractor Rigaku D-Max III-C con radiación de Cu K α y monocromador de grafito (35 Kv-15 mA).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el relevamiento y muestreo del edificio central de la Usina Gral. San Martín se pudo apreciar un buen estado general de conservación de los elementos estructurales. No se observaron manchas de óxidos ni descascaramientos en el hormigón de recubrimiento de vigas y columnas interiores. Algunas losas y vigas mostraban un lixiviado color blanquecino en correspondencia con zonas de escurrimiento de agua (Fig. 4a).

La mayoría de las columnas presentaban un importante espesor de recubrimiento de armaduras y los cantos se encontraban protegidos con perfiles de hierro. Algunas columnas tenían una capa de mortero de 4 cm de espesor y otras, un revestimiento de mampostería de más de 10 cm (Fig. 4b). De la inspección visual cabe destacar el muy buen estado de conservación, a pesar que la estructura se encuentra ubicada junto al mar, factor catalizador de fenómenos de corrosión.

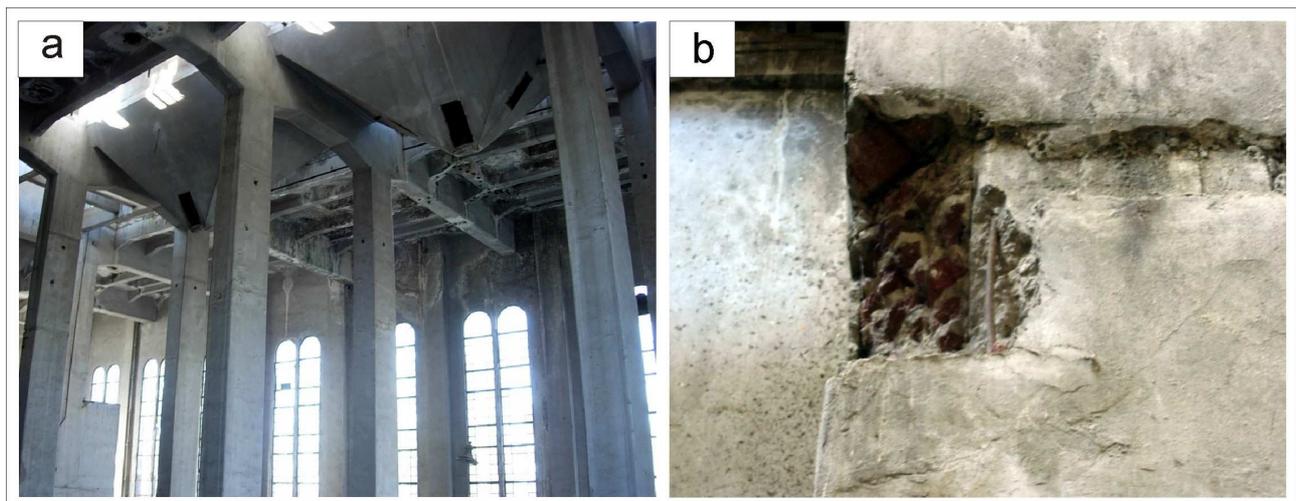


Figura 4 – a: Buen estado general. b: Revestimiento de una columna de Planta Baja.

En la Fig. 5a se muestra la superficie de la columna exterior (E9), cubierta por una pintura color celeste con fibras, en contacto directo con el ambiente marino. En la Fig. 5b se puede observar la armadura de refuerzo lisa, de uso generalizado para la época de la construcción de la Usina, con una leve película de óxido de hierro asociada a un proceso de corrosión por carbonatación. No se ven las típicas picaduras debido a un ataque por cloruros, característico para el ambiente marino en que está emplazada la estructura.

Se observó la presencia de agentes biológicos sobre la superficie de materiales cementíceos y la acumulación de detritos producidos por aves que habitan el lugar. Se tomó una muestra de hormigón de recubrimiento de una de las columnas exteriores que presentaba, a simple vista, microorganismos colonizando su superficie y se observó con microscopio para evaluar el alcance del ataque biológico e identificar las especies en cuestión.

Se tomaron muestras de fragmentos de placas y chapas acanaladas de fibrocemento entre los escombros. Este material constituía parte del techo de la estructura (Fig. 6a). La canaleta presenta una parte convexa (hacia el exterior) y posee un espesor de unos 6 a 7 mm. Este material está



constituido por capas sucesivas de mortero con material de características asbestiformes. En el segundo piso de la estructura se relevaron materiales aislantes de techos que presentan minerales fibrosos y elásticos, de características asbestiformes.

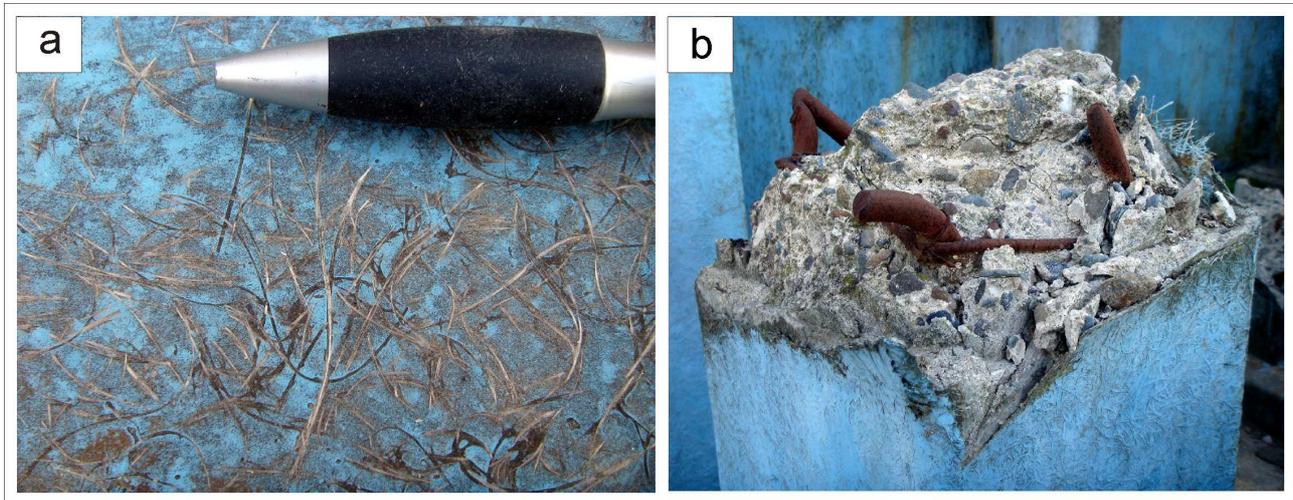


Figura 5 – Columna exterior: a: Detalle de pintura superficial. b: Armadura de refuerzo lisa.

Se analizaron los aislantes de los caños interiores (Fig. 6b) y exteriores del edificio y se comprobó que en su composición presentan fibras asbestiformes. En ambos tipos de caños la aislación se presenta como un fieltro, con una débil protección externa probablemente de yeso, muy deleznable y fácilmente dispersable por el viento.

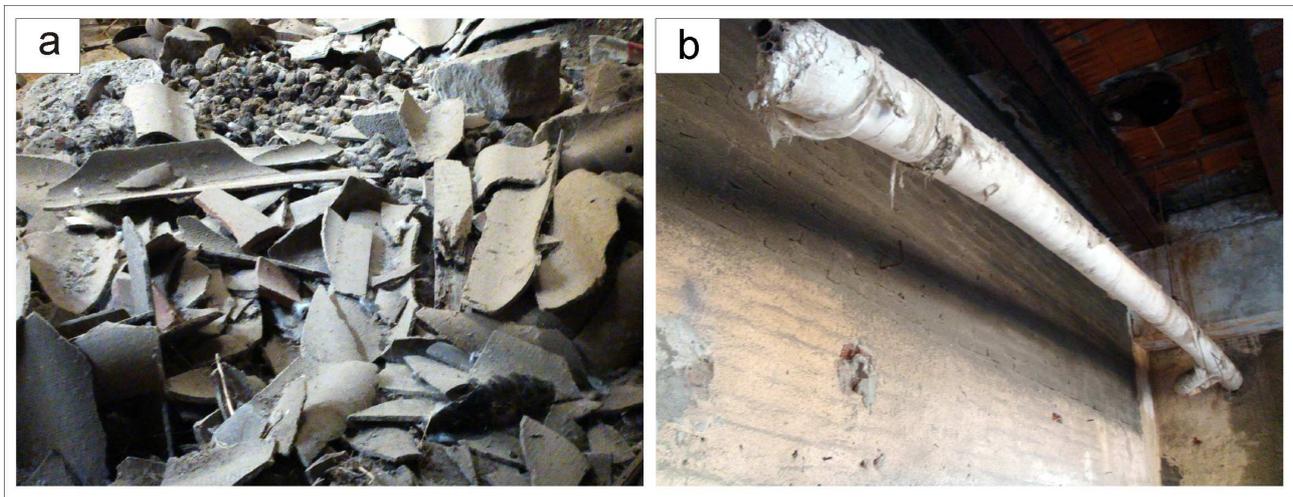


Figura 6 – a: Fragmento de placas y chapas. b: aislante en un caño interior del edificio

3.1 Biodeterioro

En la superficie del hormigón de recubrimiento de una de las columnas exteriores se detectó la existencia de una fuerte colonización líquénica. Se identificó *Caloplaca Citrina*, líquen crustoso que crece habitualmente sobre morteros cálcicos de revestimiento cuando estos se carbonatan. El talo es de color amarillo, con apotecios sésiles, color naranja (Fig. 7a). No se observó la presencia de ninguna especie colonizando el hormigón de los elementos estructurales del interior del edificio. En la planta baja se encontró gran cantidad de guano acumulado, debido a la presencia de aves y/o murciélagos que habitan en el interior. De la observación a ojo desnudo no se pudo apreciar el deterioro que puede provocar el bajo pH de las deposiciones de los animales sobre los materiales cementíceos (Fig. 7b).

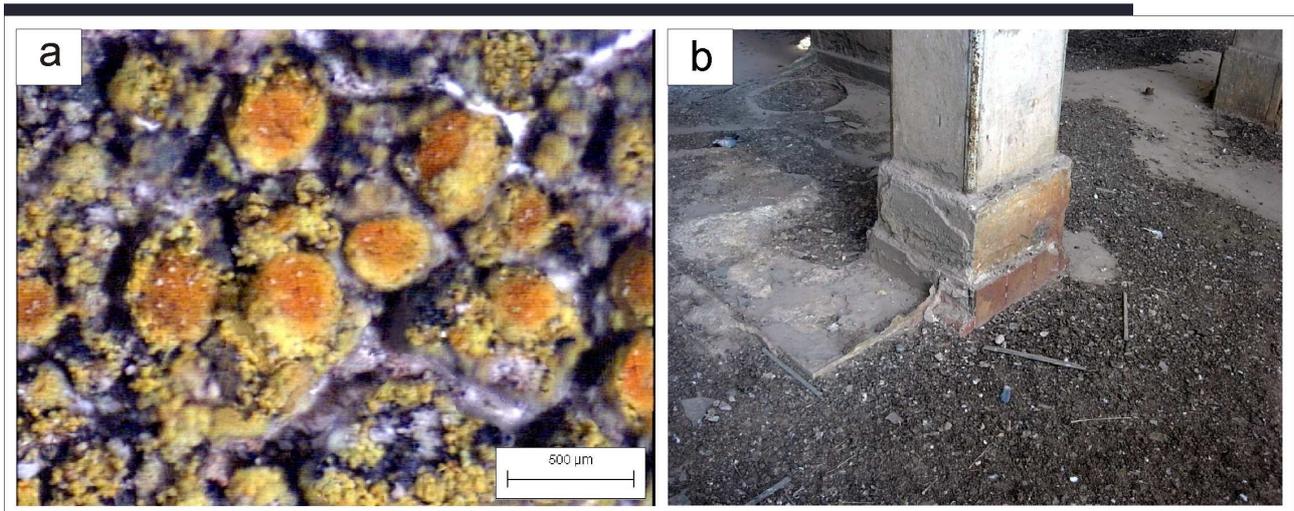


Figura 7 – a: Caloplaca citrina. b: Guano acumulado

3.2 Análisis petrográfico de hormigones y morteros

En secciones delgadas se observa que el revoque del revestimiento de la columna interior del primer piso (R1), está constituido por una arena natural en cuya composición predominan las rocas volcánicas con pastas vítreas, tobas y valvas carbonáticas. Las rocas volcánicas presentan alteración incipiente (argilización). En forma subordinada se identificó cuarzo, feldespato potásico, trizas de vidrio volcánico y escasa cantidad de calcedonia y cuarcitas. Las partículas presentan excelente adherencia y no se observan fenómenos de deterioro. Solo se identificaron muy escasas microfisuras de poco desarrollo, y que no afectan el estado del mortero. En la Fig. 8a se observa el estado de conservación del revoque y la composición del agregado fino (con luz paralela).

El agregado grueso del hormigón de la columna exterior de un tanque de agua (E9) está constituido por una piedra partida granítica y un canto rodado natural de composición principalmente volcánica, con valvas de gran tamaño. Los contactos agregado mortero son netos, no se observan fenómenos de reacción ni microfisuramiento. En la Fig. 8b se muestra el buen estado del mortero y la composición petrográfico-mineralógica del agregado fino (con nicols cruzados). Predomina cuarzo, cuarcitas y valvas carbonáticas, con cantidades subordinadas de feldespato, rocas volcánicas y graníticas.

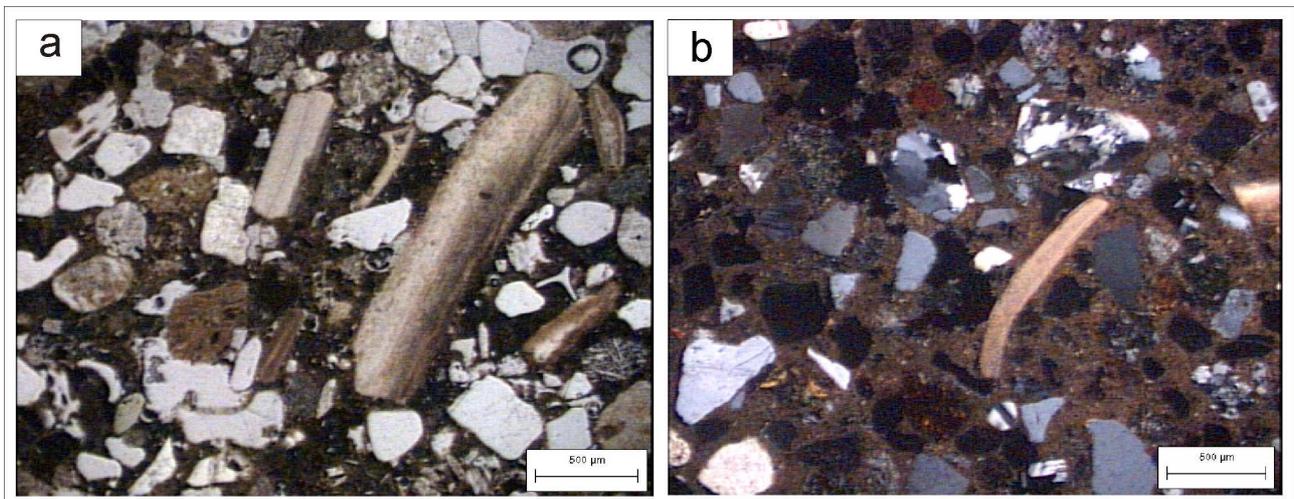


Figura 8 – a: muestra R1 con luz paralela. b: Composición y estado del mortero (con nicols cruzados)



El agregado de las columnas interiores de Planta Baja (C8) está constituido principalmente por rocas metamórficas (cuarcitas y filitas) e ígneas (graníticas). La pasta se encuentra en excelente estado de conservación. En la Fig. 9a se muestran rocas cuarcíticas que constituyen el agregado y el mortero fuertemente carbonatado. El agregado fino tiene composición mineralógica similar, además se observan partículas de vidrio volcánico fresco. La Fig. 9b muestra el estado de conservación y la composición del agregado con luz paralela. Algunos sectores del mortero presentan tinción por óxidos de hierro provenientes, probablemente, del acero de la armadura.

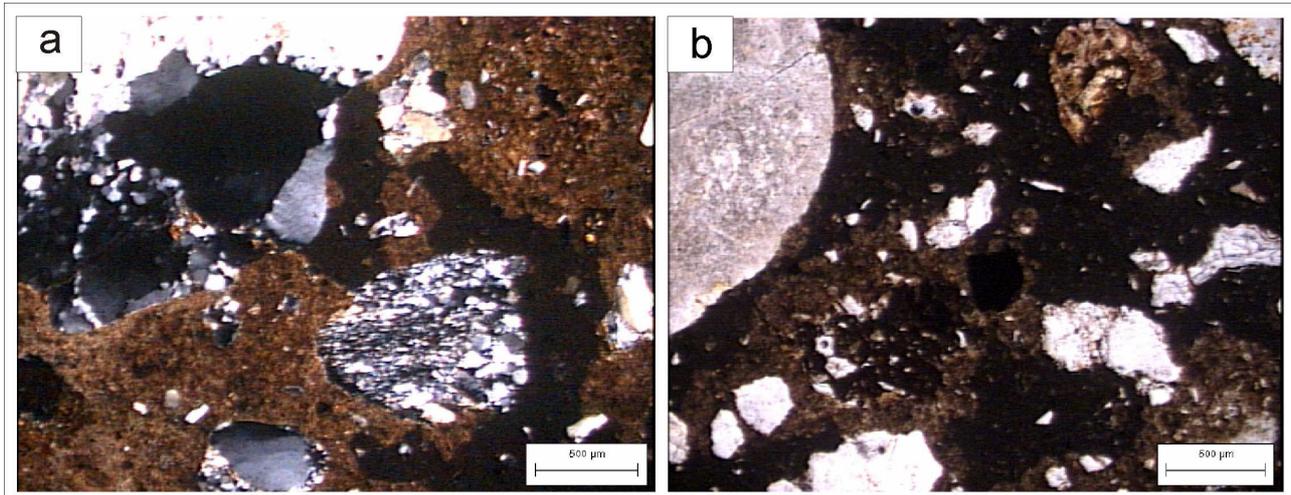


Figura 9 – muestra C8: a: en la composición del agregado predominan las rocas cuarcíticas (con nicols cruzados). b: Tinción del mortero por óxidos de hierro (luz paralela)

El material que constituye el revoque del revestimiento de columnas interiores es una arena de origen marino de la zona de Bahía Blanca. El canto rodado natural tiene composición similar a la arena. Si se compara estos agregados con los estudiados en trabajos previos, se puede inferir que el material es similar al de las canteras de la zona de Villalonga [12]. La piedra partida granítica tiene características similares a las de la zona de Sierra de la Ventana (Canteras Agua Blanca y López Lecube). El agregado de la muestra C8 es similar al de la cantera del Bajo San José ubicada en la intersección de la ruta N° 51 con el río Sauce Grande.

3.3 Ensayos físicos en morteros y hormigones

Los resultados de los ensayos de determinación de densidad (d), absorción (A) y porosidad (P) de cada una de las muestras analizadas y las correspondientes profundidades de carbonatación (x), se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1 – Densidad, absorción, porosidad y profundidad de carbonatación.

Muestra	d	A	P	x
	(g/cm ³)	(%)	(%)	(mm)
R1	2,33	6,1	13,6	---
C2	2,37	3,8	9,4	50
R5a	2,17	6,8	16,9	---
R5b	2,03	15,1	28,6	---
C8	2,34	4,2	9,3	50
E9	2,31	4,1	9,0	43



Los valores más elevados de porosidad corresponden a las muestras de mortero, mientras que las muestras C2, C8 y E9 presentan valores de porosidad por debajo de 10%, lo que indica un hormigón de buena calidad y compacidad [13].

La determinación de cloruros totales y libres (referidos al peso del hormigón) se realizó en dos muestras: una columna interior C8 y una exterior E9. Se analizaron tres profundidades diferentes para cada una de ellas. Los resultados se detallan en la Tabla 2.

Tabla 2 – Cloruros totales y libres a diferentes profundidades.

Muestra	Prof.	Cloruros libres	Cloruros totales
	(cm)	(%)	(%)
C8	0,5	0,182	0,348
	1,7	0,329	0,498
	3,9	0,183	0,301
E9	0,7	0,005	0,069
	2,5	0,003	0,020
	4,5	0,003	0,015

El contenido de cloruros totales de la muestra E9, es bajo a todas las profundidades estudiadas, y el de cloruros libres en la disolución de poros es mínimo, lo que indica que la mayoría de los cloruros se encuentran fijados a la matriz cementícea. Desde el punto de vista de la durabilidad, un bajo porcentaje de cloruros libres es la situación más favorable, ya que son los responsables del inicio de procesos corrosivos en las armaduras de refuerzo del hormigón. Este hecho se refleja en el estado de conservación de las barras que no presentan ningún indicio de corrosión por picaduras. En lo que respecta al perfil de ingreso de cloruros, se observa una concentración mucho mayor en la superficie que en el interior de la columna, lo cual indica un proceso de difusión muy leve.

Si bien la muestra C8 corresponde al hormigón de una columna interior de planta baja, presenta un contenido de cloruros (totales y libres), mayor que la muestra E9. Se puede suponer que la pintura impermeabilizante de la columna exterior generó una barrera para impedir el ingreso de agentes externos al interior de la masa de hormigón. Se observa que el contenido de cloruros totales y libres es diferente, lo que indica que existe un porcentaje de cloruros inmovilizado en los productos de hidratación del cemento. Por la época de la construcción podría plantearse la hipótesis del uso de aditivos con cloruro de calcio como acelerante de fragüe o el uso de arena contaminada con sales, como agregado fino. Los iones cloruro adicionados durante el amasado del hormigón se pueden combinar con las fases aluminicas y ferriticas de los cementos para formar complejos de cloroaluminatos que se fijan como compuestos insolubles. En lo que respecta al perfil de ingreso de cloruros, se manifiesta un efecto de lavado superficial ya que se observa una concentración menor en la superficie (a una profundidad de 0,5 cm) que a 1,7 cm. A partir de allí (zona convectiva), el contenido de cloruros vuelve a disminuir (zona difusiva del perfil).

3.4 Ensayos de tracción de barras de refuerzo

En la Tabla 3 se detallan los valores obtenidos en los ensayos de tracción realizados sobre las tres barras de refuerzo. Las resistencias mecánicas determinadas en los ensayos resultaron equivalentes a la de los aceros que se utilizan actualmente.



Tabla 3 – Resultados del ensayo de tracción sobre barras de refuerzo.

Probeta	Tipo	Diámetro (mm)	F _{fluencia} (kg)	F _{máx} (kg)	R _{fluencia} (kg/mm ²)	R _{máx} (kg/mm ²)
E1	Conformado	6	---	1981	---	69
A2	Redondo liso	8	2123	2470	42	49
E3	Redondo liso	6	1380	1475	48	52

3.5 Determinación de materiales asbestiformes por microscopía óptica y DRX

La chapa ondulada, en secciones transversales, presenta dos zonas en contacto con diferente coloración, una externa, lavada, expuesta a condiciones exógenas y la otra hacia el interior de la placa no afectada (Fig. 10a). Esta última tiene una coloración rojiza y se encuentra enmascarada por óxidos de hierro. Se observan fibras con bajo índice de refracción, extinción paralela y relieve moderado que por sus características ópticas se determinaron como crisotilo. Además se distingue la presencia de cristales de cuarzo y feldespato dentro de la masa. La zona lavada presenta fibras de diferente tamaño, sin adherencia, donde las más grandes tienen una longitud que alcanza los 100 μm y las más pequeñas no superan los 15 μm , son birrefringentes y de extinción paralela, de iguales características que las observadas en la zona oxidada. El hábito de los cristales de crisotilo es fibroso y en algunos casos, acicular, no presentan rigidez y se reconocen paquetes entrelazados.

En un corte transversal de las placas planas se identificaron cristales de cuarzo, feldespato, oxidados de hierro y carbonatos en la pasta. Dentro de ésta se observaron fibras birrefringentes dispersas (Fig. 10b), de leve coloración, pleocroísmo débil y extinción paralela. Por sus características ópticas se determinó como crisotilo. Su morfología es fibrosa y flexible, sin orientación preferencial, no se observan fibras hiladas. El tamaño es variable, las más extensas tienen una longitud superior a 300 μm . Se encuentran dentro de una pasta oxidada de color rojiza. Es importante destacar que a diferencia de la chapa ondulada, las fibras están esparcidas por toda la sección y no se concentran en un lugar en particular.

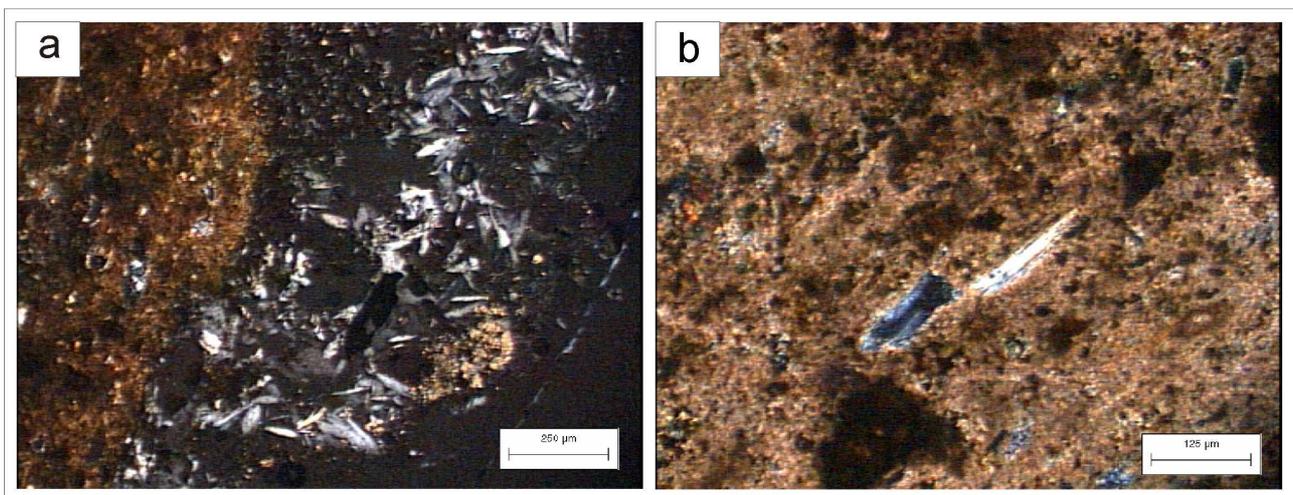


Figura 10 – a: Sección transversal de la chapa ondulada (con nicoles cruzados). b: Fibras birrefringentes en las chapas planas (con nicoles cruzados).

El material aislante fibroso del techo del segundo piso de la estructura presenta al microscopio, características anisótropas y extinción levemente oblicua (menor a 5°). Son haces de fibras



extensas, con sus puntas desarmadas lo que genera un desmenuzamiento en otras de menor tamaño (Fig. 11a). Por sus propiedades ópticas se puede concluir que este mineral es un asbesto del grupo de los anfíboles.

Por difracción de rayos X, se determinó que el material fibroso que recubre los caños (exteriores e interiores del edificio) es un mineral del grupo de los anfíboles (An), con sus mayores intensidades en 8,33, 2,77, 3,07 y 2,63 Å, comparables con la ficha ICDD 31-631 [14] (Fig. 11b). Además se reconocieron reflexiones menos intensas de cuarzo (Q) atribuidas a contaminación.

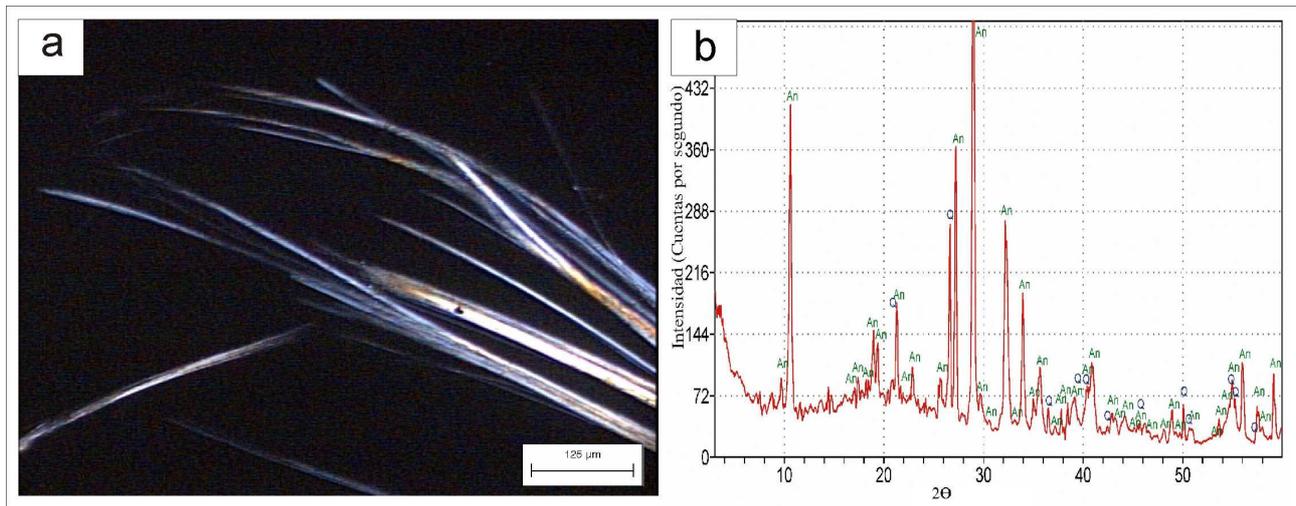


Figura 11 – a: Haces de fibras. b: anfíboles (An) identificados por DRX.

4. CONCLUSIONES

La estructura de la Usina General San Martín se encuentra en buen estado de conservación, a pesar de estar emplazada en un ambiente marino, a pocos metros de la línea de costa. No se detectaron procesos corrosivos por picaduras en las armaduras de refuerzo debido a la calidad e importante espesor del recubrimiento. Las propiedades mecánicas de las armaduras no se vieron afectadas por el paso del tiempo. La pintura fibrada de las columnas exteriores dificultó el ingreso de cloruros al hormigón.

El biodeterioro encontrado es habitual en hormigones de edad avanzada y no genera ningún tipo de inconveniente a la hora de las reparaciones, ya que se ha desarrollado en la superficie de algunos elementos estructurales exteriores sin relevancia, mientras que la fachada principal no presenta este tipo de patología.

A partir de los estudios petrográficos fue posible identificar el origen de los agregados (finos y gruesos) utilizados en la construcción de la Usina. Se estableció una similitud con los agregados provenientes de las canteras de la zona de Villalonga, Sierra de la Ventana y Bajo San José, actualmente en producción. Por ello, en el proyecto de la puesta en valor del edificio, resultaría factible reproducir morteros y hormigones para tener un material de características similares a los utilizados en la construcción original.

Se identificaron minerales asbestiformes en las chapas de fibrocemento (planas y acanaladas), en recubrimientos de caños (exterior e interior del edificio) y dentro de material aislante de los techos. No se identificaron asbestos en el resto de los materiales estudiados.

Para la puesta en valor de esta obra arquitectónica será necesario tomar todas las precauciones que eviten problemas ambientales por la movilización, transporte y disposición final de los materiales que contienen a los asbestos.

El estudio detallado de los materiales que se utilizaron en la construcción del edificio de la Usina, permitiría definir un plan de remodelación, en el que se consideren todas las variables como para



obtener morteros y hormigones del mismo aspecto y resistencia que los originales. De esta forma se podría dar destino a una obra arquitectónica única en la región, manteniendo el estilo con que fue diseñada.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los Departamentos de Ingeniería y Geología y a la SECyT de la Universidad Nacional del Sur y a la CIC de la Prov. de Buenos Aires por el apoyo brindado para el desarrollo de estas investigaciones.

REFERENCIAS

- [1] Lanciotti, N. (2007), "Inversión extranjera y marcos regulatorios. Las empresas de electricidad en Argentina, 1890-1956". *V Coloquio Anual de Historia de las Empresas*, Universidad de San Andrés, Buenos Aires, pp. 12-13.
- [2] Caputto, N. (2013), "El castillo de la energía". Ed. Ferrowhite, museo taller. Instituto Cultural Gobierno de Bahía Blanca, 130 pág.
- [3] La Scaleia, L. (2007), "El Estado empresario y las políticas públicas en el sector eléctrico en la provincia de buenos Aires, 1946-50". *Primer Congreso sobre peronismo: la primera década*. Red de estudios sobre el peronismo, Mar del Plata, pp. 6-7.
- [4] Guerreiro, H. (2009), "Caminos de hierro en Bahía Blanca. Ferrocarril Pago Chico", Boletín informativo N° 46, marzo-abril de 2009, pp. 1-7.
- [5] Lescano, L., Maiza, P., Marfil, S. (2013), "Identificación de materiales asbestiformes en la ex Usina General San Martín, Ingeniero White (Prov. de Buenos Aires)". *Revista de Geología Aplicada a la Ingeniería y al Ambiente (ASAGAI)*. N°30, pp. 1-13.
- [6] Zoltai, T. (1981). "Amphibole asbestos mineralogy". Chap. 5 in Veblen, D., ed., Amphiboles and other hydrous pyriboles, Rev. in *Mineralogy*, Mineralogical Soc. of America, v. 9A, pp. 237-278.
- [7] Battista, R., Speltini, C., Choren H., Sota, J., Carrizo, E. (2006). "Reciclado de residuos conteniendo asbestos. Transformación de fibras de asbestos por sinterizado en matriz cerámica. Reciclado de residuos de construcción y demolición (RCD) y de residuos de procesos (RP)". PROCQMA-U.T.N, San Rafael, Mendoza. ISBN 950-42-0056-7.
- [8] ASTM C642, (1997). "Standard test method for density, absorption and voids in hardened concrete". American Society for Testing and Materials, 3 pág.
- [9] IRAM 1857, (2000). "Hormigón de cemento portland. Determinación del contenido de ión cloruro en el hormigón". Instituto Argentino de Normalización y Certificación, 17 pág.
- [10] Recommendations of RILEM TC 178-TMC (2002). "Testing and modelling chloride penetration in concrete. Analysis of water soluble chloride content in concrete". *Materials and Structures*. RILEM Publications SARL, Vol. 35, Issue 253, pp. 586-588.
- [11] López, A. (2012), "Estabilidad del color en morteros y hormigones arquitectónicos". *Revista Hormigón H51*, Asociación Argentina de Tecnología del Hormigón, pp. 29-39.
- [12] Maiza, P., Marfil, S. (1997). "Principales yacimientos de arena, canto rodado y piedra partida, utilizados en la construcción en la zona de Bahía Blanca, Prov. de Bs. As". *1er. Seminario de Tecnología del Hormigón en la Vivienda del Mercosur*. Memorias. Santa Fe, pp. 253-264.
- [13] Manual DURAR (1998), "Manual de inspección, evaluación y diagnóstico de corrosión en estructuras de hormigón armado". Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo CYTED, 208 pág.
- [14] International centre for diffraction data (ICDD) 1993. Mineral powder diffraction file. Databook, Park Lane. Swarthmore. Pennsylvania. 2389 pág.