

PROYECCIONES

Publicación de Postgrado e Investigación de la Facultad Regional Buenos Aires

Argentina - Año 3 N°2 - Octubre 2005



Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Buenos Aires



Proyecciones

Autoridades:

Universidad Tecnológica Nacional

Rector

Ing. Héctor Carlos Brotto

Vice-Rector

Ing. Carlos E. Fantini

Facultad Regional Buenos Aires

Decano

Arq. Luis Ángel De Marco



Proyecciones

Volumen 3
Número 2
Octubre, 2005

Publicación de la Facultad Regional Buenos Aires

Director
Dr. Isaac Marcos Cohen

Comité Editorial
Lic. Miguel Languasco
Dr. Isaac Marcos Cohen

Propietario
Facultad Regional Buenos Aires,
Medrano 951, (C1179AAQ)
Buenos Aires, República Argentina

ISSN: 1667-8400

Registro de Propiedad
Intelectual: No. 425293

✱ Universidad Tecnológica Nacional

El Comité Editorial desea agradecer la
colaboración prestada por la
Ing. Marisa Arrondo en la revisión
del presente número.

Índice

5 **Presentación**

Sr. Decano de la Facultad Regional Buenos Aires,
Arq. Luis A. De Marco

7 **Editorial**

Sr. Secretario Académico de la Facultad Regional Buenos Aires,
Ing. Ricardo Bosco

Contribuciones

9 **Desarrollo de Partículas Radiomarcadas con Aplicación en Medicina Nuclear**

V. Pereyra Molina, M. G. Argüelles

29 **Aspectos del Diagnóstico para la Gestión de una Zona Urbana Degradada, con Relación al Proyecto Lago Pacífico-Plaza Mayor**

C. Di Salvo, A. Bugallo, S. Bressán, A. Graich, M. Masckauchán, J. L. Verga

47 **Micromecanismos de Desgaste en un Material Compuesto de Matriz Metálica ZA27 Reforzado con SiC**

S. Corujeira, B. Romero, R. Auras, C. Schvezou, E. Forlerer

60 **Instrucciones para la Presentación de Artículos**

Presentación

Ha sido difundida profusamente, hace muy poco tiempo, una noticia que en los ambientes intelectuales adquirió ciertos ribetes de escándalo: un muy conocido médico y psicoterapeuta argentino admitió, ante la denuncia de la damnificada, haber copiado en su último libro unas cuantas decenas de páginas de una obra ya publicada, cuya autoría corresponde a una filósofa y profesora española. El libro en cuestión es un texto de divulgación, destinado a un público general, y la explicación del hecho, ofrecida a manera de disculpas, fue que por olvido o error involuntario se había omitido citar a la fuente original. La anécdota puede tal vez servir para hacer una extrapolación a lo que ocurre en el campo de la tecnología y las ciencias duras.

Si nos remontamos a tiempos históricos, abundan los ejemplos de descubrimientos comunes efectuados en distintos lugares y con cortas diferencias en el tiempo, de forma tal que es en extremo difícil atribuir correctamente el hallazgo a su verdadero autor. Claro está que en esos tiempos la probabilidad de que se desarrollaran investigaciones coincidentes sin que hubiera conocimiento mutuo de su existencia era alta, debido a la lentitud de las comunicaciones y a la dificultad en vencer las distancias. La investigación era incluso cuestión de nacionalidad para muchos científicos, quienes encontraban así justificación para su aislamiento.

Los investigadores cuentan ahora con muchos medios para dar a conocer sus progresos, mientras que diversos sistemas tienden a proteger al conjunto: las patentes de invención, en relación con la investigación tecnológica, y los arbitrajes, en relación con las comunicaciones en congresos o las publicaciones en revistas, son muestras de ello. No obstante, es tal la abundancia de información que acompaña a nuestros tiempos, que aun en esas condiciones pueden producirse fisuras.

Frente a la presión que convierte a la producción científica en una a veces alocada carrera para abrirse camino o mantener posiciones, es necesario rescatar el sentido ético que necesariamente debe acompañar a toda realización. Éste es un mensaje que debería ser impartido por los educadores con tanta fuerza como se transmite el conocimiento.

Arq. Luis Ángel De Marco

Decano

Editorial

Llega el fin de año y resulta inevitable enfrentarse a los balances. Cuando nació *Proyecciones* teníamos la ilusión de convertirla no sólo en una publicación académica de nivel, sino también en un espacio de encuentro de todos los profesionales vinculados con la Facultad.

Hoy, luego de cinco números, cuando ya hemos recibido los comentarios y las sugerencias de distintas instituciones académicas de todo el país, tenemos plena conciencia de que estamos recorriendo juntos un nuevo camino que nos puede llevar más allá de las fronteras, y también abrir nuevas posibilidades.

Para este número se han seleccionado tres trabajos muy diversos. El primero, denominado Desarrollo de partículas radiomarcadas con aplicación en medicina nuclear, realizado por V. Pereyra Molina para optar al grado de Magister en Radioquímica, bajo la dirección de M.G. Argüelles; su contenido resume los resultados de distintas pruebas de tratamiento del dolor y la hinchazón, producidas por la artritis reumatoidea, mediante radiofármacos a partir de la utilización del holmio.

En el siguiente, Aspectos del diagnóstico para la gestión de una zona urbana degradada, con relación al proyecto Lago Pacífico-Plaza Mayor, un equipo integrado por C. Di Salvo, A. Bugallo, S. Bressán, A. Graich, M. Masckaucha y J. L. Verga, del Departamento de Ingeniería Civil de la Facultad Regional Buenos Aires de la Universidad Tecnológica Nacional, evalúa pro y contras de la puesta en marcha de un proyecto de rehabilitación ambiental en el barrio de Palermo.

Por último, la tercera es una investigación denominada Micromecanismos de desgaste en un material compuesto de matriz metálica ZA27 reforzado con SiC, realizada por S. Corujeira, B. Romero, R. Auras, C. Schvezov y E. Forlerer.

Una vez más, al igual que en los números precedentes, nos sentimos honrados de poder reunir las experiencias de los profesionales de nuestra casa de estudios en esta publicación. Estamos seguros de que su aporte es de inmenso valor para la ciencia y para la sociedad.

Nuestros mejores deseos de esperanza y felicidad.

Ing. Ricardo Bosco
Secretario Académico

Desarrollo de partículas radiomarcadas con aplicación en medicina nuclear*

V. Pereyra Molina¹, M. G. Argüelles^{1,2}

¹Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires

Dirección de Estudios de Posgrado.

Avenida Medrano 951, Buenos Aires (C1179AAQ), Argentina.

E-mail vivipereyra@yahoo.com

^{1,2}Comisión Nacional de Energía Atómica, Centro Atómico Ezeiza.

Unidad de Actividad Radioquímica y Química de las Radiaciones,

Presbítero Juan González y Aragón N° 15, (B1802AYA), Ezeiza, Buenos Aires, República Argentina.

Resumen

Se realizaron pruebas de tratamiento del dolor y la hinchazón producidos por la artritis reumatoidea mediante radiofármacos, a partir de la utilización del ¹⁶⁶Ho. Este radionucleido, cuyas propiedades (periodo de semidesintegración corto, emisión beta de baja energía y baja contribución de emisión gamma) son muy convenientes para aplicaciones terapéuticas, puede ser producido fácilmente por irradiación de ¹⁶⁵Ho en un reactor nuclear. Se realizó la marcación con ¹⁶⁶Ho de moléculas como los macroagregados de hidróxido férrico, microesferas de ácido poliláctico, hidroxiapatita y microesferas de albúmina; se midió el porcentaje de pureza radioquímica y se investigó el comportamiento de cada uno en animales de experimentación.

Abstract

Trials of treatment of the pain and swelling produced by the rheumatoid arthritis were performed using radiopharmaceuticals, from the use of ¹⁶⁶Ho. This radionuclide, whose properties (short half-life, low energy beta emission and low contribution of gamma emission) are very convenient for therapeutic applications, can be easily produced by irradiation of ¹⁶⁵Ho in a nuclear reactor. Labeling with ¹⁶⁶Ho was made with molecules like ferric hydroxide macro-aggregates, polylactic acid microspheres, hydroxiapatite and albumin microspheres; the percentage of radiochemical purity was measured and the performance of each compound in animal models was investigated.

* Trabajo realizado sobre la base de la tesis presentada por V. Pereyra Molina para optar al grado de Magíster en Radioquímica, bajo la dirección de M. G. Argüelles.

Introducción

La utilización de isótopos radiactivos aprovechando sus características especiales ha permitido avances espectaculares en diversos campos de la actividad humana. Una de las formas de utilización de los compuestos radiactivos con fines clínicos es como trazadores radiactivos " *in vitro* " e " *in vivo* ", así se emplean en Medicina Nuclear (Mallol, 1989).

Un radiofármaco es un trazador radiactivo de uso interno que se utilizará en Medicina Nuclear para el tratamiento o diagnóstico de las enfermedades humanas, tiene dos componentes, el radionucleído y un fármaco. La utilidad del radiofármaco está dada por las características de estos dos componentes (Vera Ruiz, 1993). La radioterapia es la aplicación de las radiaciones ionizantes con fines terapéuticos. En la radioterapia por radiofármacos se aprovecha la capacidad de estos trazadores de acumularse en un órgano blanco para irradiarlo selectivamente. Los radionucleídos a ser empleados con fines terapéuticos serán emisores beta, por ser esta radiación de mayor poder ionizante que la radiación gamma γ , por tanto, más activos. La selección de un radioisótopo para una aplicación específica requiere que se tengan en cuenta varios factores, entre ellos las características físicas propias del radionucleído, principalmente el tipo y la energía de la partícula emitida y el período de semidesintegración.

El objetivo es depositar en las células malignas la mayor cantidad de energía dentro del plazo más breve posible y evitar que las células sanas reciban una dosis nociva. La energía depositada se cuantifica con un parámetro llamado Transferencia Lineal de Energía (LET), que varía según el tipo de radiación (α , β , γ). Los radionucleídos con potencial terapéutico que han sido estudiados, decaen por una de las siguientes tres categorías de decaimiento: son emisores de partículas β , de partículas α o de electrones Auger.

En la práctica, los radionucleídos emisores de partículas beta y los que decaen por captura electrónica y emiten electrones Auger son los que tienen mejores perspectivas para convertirse en radionucleídos de uso rutinario en medicina nuclear terapéutica. Esto se debe a que tienen pequeños rangos de penetración al tejido, desde micrometros hasta unos cuantos centímetros. Además, algunos de los radionucleídos emisores de partículas β que ofrecen mejores perspectivas emiten simultáneamente radiación γ , permitiendo la toma de imágenes con cámaras gamma, lo que proporciona valiosa información para el cálculo dosimétrico. Varios ya demostraron su aplicabilidad en medicina nuclear terapéutica, mientras otros que están en fases adelantadas de su investigación clínica y están siendo objeto de intensas investigaciones, son mostrados en la **Tabla 1**.

Tabla 1: Radionucleídos con características favorables para radioterapia

Radionucleído	$T_{1/2}$	Energía beta (MeV)	Energía gamma (keV)
³² P	14,3 d	1,71	-----
⁸⁹ Sr	50,5 d	1,49	909
⁹⁰ Y	2,7 d	2,27	2186
¹³¹ I	8,03 d	0,606	364
¹⁶⁵ Dy	2,3 h	1,34	95
¹⁵³ Sm	1,95 d	0,8	103
¹⁶⁶ Ho	1,1 d	1,6	81
¹⁶¹ Tb	6,91 d	0,51	26
¹⁸⁶ Re	1,1 d	1,6	137
¹⁸⁸ Re	16,98 h	2,11	155
⁶⁷ Cu	2,4 d	0,57	185

Los radionucleídos presentados en la **Tabla 1** tienen períodos de semidesintegración cortos, que varían de horas a días; los rangos de penetración en los tejidos de las partículas beta son del orden de milímetros hasta unos pocos centímetros, lo cual se considera una penetración apropiada para tumores de tamaño pequeño a mediano. Gran parte de éstos también emiten simultáneamente rayos gamma con energías apropiadas.

La principal fuente de radioisótopos beta emisores es el reactor nuclear, a partir de reacción (n,γ) , inducida por neutrones térmicos. Cuando el elemento es bombardeado con neutrones, se forma un núcleo compuesto inestable que decae formando el nuevo núcleo con número de masa $A+1$, mientras se libera energía liberada como cuantos γ . El radionucleído resultante tiene la misma naturaleza química que el elemento del que se partió, hecho que limita la actividad específica (Balaban y colaboradores, 1986).

La artritis reumatoidea (AR) es una enfermedad crónica sistémica que afecta principalmente a las articulaciones, con inflamación, dolor, calor y tumefacción y en los casos agudos se presenta con fiebre. Es más frecuente en mujeres de entre 30 y 40 años y se pueden dar casos de remisiones espontáneas que persisten por varios años.

El tratamiento primario para la artritis reumatoidea incluye medicamentos como aspirina, anti-inflamatorios, drogas citostáticas e inmunosupresivas que traen muchos efectos secundarios. Sin embargo, cuando estos medicamentos ya no son exitosos en el control de la inflamación sinovial, se recurre a la sinovectomía quirúrgica. Ésta consiste en la extracción de la parte inflamada de la articulación. Generalmente se espera que la sinovectomía provea 2 o 3 años de paliación sintomática, pero hay una cantidad de problemas asociados con el procedimiento, como por ejemplo el riesgo que significa una cirugía, la anestesia, además es técnicamente difícil, si no imposible, extraer completamente la línea sinovial inflamada.

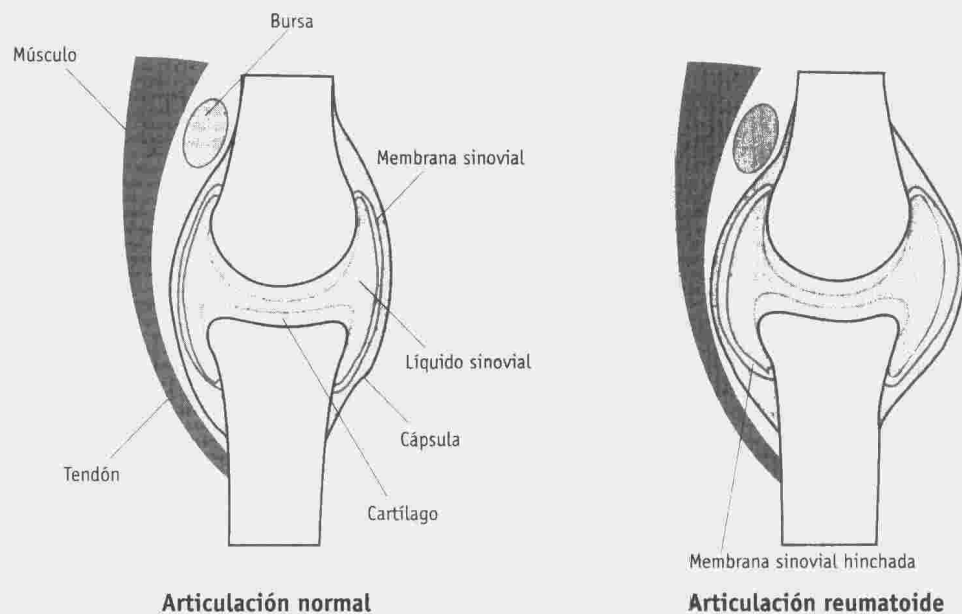


Figura 1. Comparación entre la articulación normal y la articulación reumatoide

El término *radiosinovectomía* significa "restauración" del sinovio por radionucleídos. A través de una aplicación local de agentes radiactivos se hizo un experimento para influenciar el proceso sinovial favorablemente, como una alternativa a la sinovectomía quirúrgica.

En 1963 se utilizó ^{198}Au en forma coloidal como agente para radiosinovectomía, en especial para la articulación de la rodilla. Sin embargo, no se siguió utilizando debido a la dosis no deseada de cuerpo entero, causada por la radiación gamma, y a la difusión de las partículas a los nodos linfáticos y al hígado. En el presente se utilizan emisores β , con una componente mínima o nula de rayos gamma.

La radiosinovectomía consiste en la administración articular de un radionucleído terapéutico, como un emisor beta en forma coloidal o particulada, a la articulación dañada, para reducir la inflamación. Los primeros coloides utilizados fueron preparados con Y-90 y Au-198; menos utilizados fueron los radiocoloides de Er-169, Re-186 y P-32. El radionucleído ideal para radiosinovectomía es un emisor beta puro o con una emisión gamma mínima y con un período de semidesintegración corto. La partícula portadora ideal sería aquella que sea aceptada por el tejido sinovial y pueda ser metabolizada por las enzimas sinoviales; debe formar un complejo estable con el radionucleído, para minimizar la disociación y así evitar la liberación desde la articulación; también debe ser de preparación rápida y no tener propiedades tóxicas o alergénicas.

El uso de ^{166}Ho como radionucleído terapéutico se ha incrementado en los últimos años, en razón de sus características: $T_{1/2} = 26,9$ h, suficiente como para dar la dosis de radiación necesaria; penetración en tejido de la partícula beta ($E_{\text{max}} = 1,84$ Mev) de 8,4 mm, con un promedio de 3,3 mm, ideal para tratamiento de sinovio inflamado de rodilla, el cual es aproximadamente 1-7 mm de espesor, dependiendo de la severidad de la enfermedad. El ^{165}Ho estable, al que se realiza el bombardeo neutrónico, tiene una abundancia de 100 % y una sección eficaz de 64 b, de forma tal que la actividad específica del producto es aceptable (Mumper, 1992).

Idealmente, el método de elección para evaluar los mecanismos patogénicos de la AR, es el estudio de la enfermedad en humanos. Para identificar vías potenciales para futuras intervenciones en AR, son necesarios sistemas de modelos en los cuales pueda ser estudiada una gran variedad de variables. El modelo animal ideal tendría que tener las siguientes características:

- Características clínicas y patológicas similares a las de la AR, con pocas manifestaciones extrañas.
- Susceptibilidad de inducción de la enfermedad en cepas de animales que estén disponibles y no sean caros.
- Acelerada duración de la enfermedad para permitir protocolos de experimentos rápidos.
- Parámetros de actividad de enfermedad y función inmune que sean similar a la AR y puedan ser medibles.
- Severidad e incidencia de la enfermedad.

Existe una variedad de modelos experimentales de AR para:

- Artritis adyuvante
- Inducción de artritis por la pared celular estreptocócica
- Artritis inducida por colágeno
- Artritis inducida por ovoalbúmina
- Artritis inducida por fibrinógeno

Tomando en cuenta las características detalladas, escogimos el modelo de inducción por adyuvante o modelo antígeno-inducido.

Este modelo, originalmente descripto hace más de 35 años, es usualmente inducido con una inyección intradérmica de una suspensión de *Mycobacterium tuberculosis* en aceite. La artritis adyuvante se desarro-

lla dentro de los 11-20 días post-inmunización y parece no tener predilección por sexo (Silberstein y colaboradores, 1992).

Metodología de Desarrollo

El trabajo a realizar puede dividirse en tres partes principales, a saber:

- preparación de un microparticulado adecuado,
- marcación del particulado con distintas técnicas, y
- estudios en animales

El desarrollo de las técnicas utilizadas se detalla a continuación:

Radionucleído

El holmio-166, radioisótopo de un elemento de la serie de los lantánidos utilizado en el estudio, tiene, como se ha mencionado, un período de semidesintegración corto ($T_{1/2} = 26,8$ h), emite partículas beta ($E_{\max} = 1,9$ MeV) y radiación gamma de baja energía ($E = 81$ keV; $i = 6\%$) muy útil para obtener imágenes en una cámara gamma. El radionucleído se obtuvo por captura neutrónica partiendo de un blanco de Ho_2O_3 .

La irradiación se realizó en el Reactor RA-3 del Centro Atómico Ezeiza, Comisión Nacional de Energía Atómica. Se obtuvo una actividad específica promedio de 15 mCi/mg después de 24 h de irradiación con un flujo neutrónico de 10^{13} n/cm² s.

Partículas

Macroagregados de Hidróxido Férrico

Este sistema de partículas se prepara partiendo de una solución de sulfato ferroso; se realiza una co-precipitación con el ^{166}Ho , obteniendo así los macroagregados de hidróxido férrico marcados.

En la estandarización de la técnica se hicieron pruebas en frío para determinar el tamaño de partículas deseado (10-20 μm). Las variaciones sobre el protocolo inicial se hicieron en cuanto al modo de oxidación del Fe (II) a Fe (III):

- **Técnica 1:** precipitación del hidróxido ferroso y oxidación por burbujeo con aire.

Se partió de una solución de sulfato ferroso, por agregado de hidróxido de sodio se obtuvo el precipitado del hidróxido. La oxidación se produjo por burbujeo de aire con jeringa de 10 ml provista de una aguja de 18 1/2. Las partículas o macroagregados de hidróxido férrico se protegieron de la coagulación por agregado de una solución de polivinilpirrolidona (PVP); después del centrifugado se midió el tamaño de las partículas por microscopía óptica.

- **Técnica 2:** en esta técnica se utilizó como reactivo ferroso la sal de Mohr, sulfato ferroso amónico. Los pasos restantes fueron idénticos a los de la técnica 1.

- **Técnica 3:** la oxidación se produjo por agregado de agua oxigenada, que reemplazó al burbujeo con aire.

• **Técnica 4:** por último, en esta variante se partió del sulfato férrico, el sulfato ferroso se oxidó con agua oxigenada, en forma previa a la precipitación del hidróxido.

Sobre la base de los resultados se descartó la técnica 2, ya que no dio buenos resultados. Se siguió trabajando con las otras tres técnicas. Se hicieron otras pruebas en frío, pasando la suspensión de partículas por un sistema de filtros Nylon (MSI inc.) en tándem, en orden decreciente de tamaño: 200 μm ; 20 μm ; 10 μm ; 5 μm .

La medición se hizo por pesada; se pesaron los filtros antes y después y se obtuvieron los porcentajes en cada uno de los filtros.

Los mejores resultados se obtuvieron con la Técnica 1, pero el tamaño de las partículas no era aún el deseado, por lo que se fue observando por microscopía óptica cada paso de la técnica, hasta que finalmente se consiguió el tamaño óptimo, estableciéndose la técnica de la siguiente manera:

■ Reactivos

Se prepararon las siguientes soluciones: Fe^{2+} , como FeSO_4 (Sulfato ferroso heptahidratado, Anhedra) 4 mg/ml en HCl 0,1 N; polivinilpirrolidona, solución conteniendo 16 mg/ml (PVP de BDH Chemicals); polivinilpirrolidona, solución conteniendo 16 mg/ml a pH 9,5; solución fisiológica (NaCl 0,9%, Riedel de Haën).

La solución fisiológica fue esterilizada por autoclave; las soluciones restantes fueron esterilizadas por filtración por membrana (Millipore, 0,22 μm).

■ Preparación

En un frasco, dispuesto dentro de un blindaje de plomo, se colocó 1 ml de la solución de sulfato ferroso y 0,3 ml de la solución radiactiva. En un tubo cónico de centrifuga se colocó 1,1 ml de la solución de hidróxido de sodio 0,4 N y 2,2 ml de solución fisiológica. Se agregó 0,9 ml de la solución radiactiva preparada anteriormente y 1,1 ml de la solución de PVP. La solución fue sometida a aireado, para oxidar al hierro de ferroso a férrico; para esto se utilizó una jeringa de 10 ml con aguja gruesa, se burbujeó en el fondo del tubo repetidas veces hasta que la preparación adquirió un color rojo-naranja.

Se centrifugó por 3 minutos a 1000 rpm, luego se midió la actividad en un calibrador de dosis (Capintec CRC-10). Se descartó el sobrenadante en un recipiente con blindaje y nuevamente se midió la actividad. Se agregó al pellet 5 ml de PVP pH 9,5 y se sometió nuevamente a aireado del preparado, pero esta vez con una pipeta Pasteur, para no modificar el tamaño de las partículas. Se centrifugó y midió la actividad del pellet de la misma forma que la primera vez. Se calculó el rendimiento de marcación como el porcentaje de esta medición con relación a la actividad inicial.

Luego se resuspendió el pellet con 5 ml de solución fisiológica; se colocó en un frasco, se midió la actividad y se esterilizó en autoclave. Cuando hubo sospechas de que hubiera quedado actividad en el sobrenadante, se repitió el lavado con solución fisiológica.

■ Control del tamaño

La medición del tamaño de las partículas se realizó de 2 formas:

1. En frío: ausencia de radiactividad
2. En caliente: coprecipitación con Ho-166.

Para la medición del tamaño en frío, se realizó la técnica de la misma forma que con material radiactivo, pero se sustituyó a éste por igual cantidad de agua destilada. La medición del tamaño se realizó por microscopía, con un microscopio con ocular micrométrico.

Para la medición en caliente, la solución radiactiva se pasó por una serie de membranas filtrantes de Nylon (MSI inc.), de tamaño decreciente de poro:

100 ; 80 ; 60 ; 40 ; 30 ; 20 ; 10 ; 5 ; 1.2 μm

de la siguiente manera: 1 ml de la suspensión de partículas homogeneizada con una pipeta Pasteur, se filtró por la primera membrana. Se recogió el filtrado en un frasco (con blindaje), se lavó la membrana con 1 ml de agua y se recogió en el mismo frasco. Se pasó al siguiente filtro el contenido total del frasco, en el cual se procedió de la misma manera que con el primer filtro. De esta manera se siguió hasta el filtro de menor tamaño.

Se midieron todos los filtros y todos los frascos; la suma total representó el 100% de la actividad y así se obtuvo el porcentaje para cada filtro.

■ Control de estabilidad

En las pruebas de estabilidad se analizó la liberación del radionucleído de su unión con la partícula. Para esto se reservó la preparación y a 24 h, 48 h y 72 h, se volvió a centrifugar; se midió el sobrenadante y el pellet. Se efectuó un lavado con solución fisiológica y se volvió a centrifugar, se midió el sobrenadante y el pellet.

Toda la actividad debe permanecer en el pellet; no debe haber ninguna liberación de actividad al sobrenadante.

Microesferas de ácido poli L-láctico (PLA)

En este caso se trata de microesferas preparadas con Ho-165 para ser irradiadas posteriormente. En primer lugar, se preparó el complejo acetyl acetato de holmio. Éste se agregó al PLA y se emulsionó en alcohol polivinílico (PVA). Por evaporación controlada del solvente se obtuvieron las microesferas.

Las microesferas así preparadas se irradiaron en el reactor para producir ^{166}Ho .

■ Reactivos

- Ácido Poli(L) Láctico (ICN)
- Alcohol Polivinílico (ICN)
- Cloroformo (Merck)
- Ho_2O_3 (Aldrich)
- Agua desionizada
- 2,4 pentanodiona (Aldrich)
- Amoníaco (Merck)
- HCl (Merck)

■ Preparación del complejo de ^{165}Ho - acetilacetato ($^{165}\text{Ho-AcAc}$)

Se disolvieron 100 mg de Ho_2O_3 en la mínima cantidad requerida de HCl y se diluyó con agua hasta 1,0 ml. Por otro lado se tomó 1,54 ml de acetilacetona y se diluyó hasta 20 ml con agua. Esta solución se agregó, por goteo lento, a la solución de cloruro de holmio. El pH se ajustó a 7 con amoníaco. Se cuidó que el pH no subiera de 8 para evitar la precipitación de $\text{Ho}(\text{OH})_3$.

La mezcla se agitó por 12 horas para asegurar una reacción completa. Se obtuvo un precipitado de acetilacetato de holmio. Se filtró y se secó al vacío por 24 h. Se mantuvo en desecador hasta su uso.

■ Preparación de las Microesferas de PLA - $^{165}\text{Ho-AcAc}$

Se disolvieron 100 mg del complejo $^{165}\text{Ho-AcAc}$ y 200 mg de PLA en 10 ml de cloroformo; esta solución fue lentamente añadida, y con agitación continua, a una solución de PVA al 2% en agua desionizada. Se mantuvo en agitación por 15 minutos; se formó una emulsión que fue transferida a un evaporador rotatorio, a temperatura ambiente, previo agregado de 100 ml de agua desionizada. Una vez que se hubo evaporado todo el cloroformo las microesferas obtenidas se filtraron y se lavaron con 800 ml de HCl 0,1 N para remover el exceso del complejo $^{165}\text{Ho-AcAc}$. Se volvieron a filtrar y se lavaron con agua desionizada. Se dejaron en desecador.

■ Control del tamaño en frío

Se determinó el tamaño de las microesferas por microscopía óptica.

■ Determinación de la concentración de Holmio en las Microesferas por Fluorescencia de Rayos X por Reflexión Total (TRXRF)

En la técnica para el análisis por TRXRF, se utilizó 1 ml de la muestra a la que se agregó 10 μl de galio como estándar interno. Se sembró 10 μl de la mezcla y se evaporó con reflectores de cuarzo. Los estándares de referencia se prepararon diluyendo una solución de holmio de 500 ppm, preparada a partir de Ho_2O_3 calcinado para asegurar la estequiometría del mismo. Los estándares fueron adicionados con igual concentración de galio que las muestras. Se tomaron 10 μl de cada estándar y se trataron de la misma forma que la muestra.

Se tomaron los espectros de la muestra y de los estándares. Para la determinación de la concentración de holmio se midieron los picos de holmio (LX) y galio (KX), realizando una curva de regresión por cuadrados mínimos donde la variable dependiente fue la relación de intensidad $\text{Ho}(\text{LX})/\text{Ga}(\text{KX})$ y la independiente fue la concentración de holmio.

■ Irradiación de las Microesferas de Poliláctico

Se irradiaron las microesferas de poliláctico para los análisis in vitro usando inositol como diluyente y protector contra la radiación. Se hicieron pruebas en las siguientes proporciones:

- 1/3 (Microesferas/Inositol)
- 1/6 (Microesferas/Inositol)
- 1/12 (Microesferas/Inositol)

Las pruebas se realizaron en el Reactor RA-3 del Centro Atómico Ezeiza, a un flujo de 10^{15} n/cm²s

Microesferas de Albúmina

Para obtener las microesferas se formó una emulsión de albúmina de suero humano (HSA) con aceite de oliva. Esta emulsión se calentó para desnaturalizar la HSA; la suspensión luego se enfrió y se filtró para descartar las partículas que no tuvieran el rango de tamaño deseado.

■ Reactivos

- Aceite de oliva
- Albúmina de Suero Humano al 10% (Immuno AG)
- n-Hexano (Carlo Erba)
- Ciclohexano (Carlo Erba)
- Metil Etil Cetona (Dorwil)

■ Preparación

En un vaso de precipitados de 600 ml se colocaron 200 ml de aceite. El vaso se sumergió en un baño de glicerina y se agregó un agitador mecánico (agitando el aceite). La agitación se inició a 800-900 rpm y se comenzó a agregar la solución de HSA con una jeringa gota a gota (3,2 ml). Terminado el agregado se comenzó el calentamiento hasta 140-160 °C en un intervalo de 40 minutos. Se mantuvo esa temperatura por una hora. Transcurrido ese lapso la suspensión se enfrió a temperatura ambiente y se diluyó con 200 ml de n-hexano. La suspensión obtenida se pasó por una malla filtrante (75 µm). Las partículas se lavaron sucesivamente con 100 ml de ciclohexano, 100 ml de etanol y 100 ml de metilcetona (MEC).

■ Control del tamaño en frío

Se realizó utilizando un microscopio óptico con ocular micrométrico. También se obtuvieron imágenes fotográficas de microscopía electrónica de barrido.

■ Marcación con ¹⁶⁶Ho

La marcación se realizó en 2 pasos:

• Preparación del complejo ¹⁶⁶Ho-citrato

En un frasco con blindaje adecuado se mezclaron 15 mg de ácido cítrico con 1 ml de ¹⁶⁶Ho en HCl 0,1 N, hasta disolución. Se dejó por una hora para la estabilización del complejo.

• Marcación

Se suspendieron 20 mg de microesferas en 1 ml de agua destilada, se agregó una gota de solución 10% de Tween 80. Se colocó el frasco en un blindaje y se agregó 50 µl del complejo ¹⁶⁶Ho-citrato. Se dejó por 30 minutos; en este lapso se agitó en vortex cada 5 minutos. Se agregó 4 ml de solución fisiológica y se centrifugó. Se volvió a lavar con otros 4 ml de solución fisiológica. Se midió la actividad del sobrenadante y del pellet. Finalmente, se resuspendió en 4 ml de solución fisiológica.

■ Control del tamaño en caliente

La solución radiactiva se pasó por una serie de membranas filtrantes de Nylon (MSI inc.), de tamaño decreciente de poro:

100 ; 80 ; 60 ; 40 ; 30 ; 20 ; 10 ; 5 ; 1,2 μm

de la siguiente manera: 1 ml de la suspensión de microesferas se filtró por la primera membrana y se recogió el filtrado en un frasco (colocado dentro de un blindaje adecuado). Se lavó la membrana con 1 ml de agua y se recogió en el mismo frasco. Se pasó al siguiente filtro el contenido total del frasco y se procedió de la misma manera que con el primer filtro. De esta manera se siguió hasta el filtro de menor tamaño.

Se midieron todos los filtros y todos los frascos, la suma total representó el 100% de la actividad y así se obtuvo el porcentaje para cada filtro.

■ Control de estabilidad

En las pruebas de estabilidad se analizó la liberación del radionucleído de su unión con la partícula. Para esto se reservó la preparación y a 24 h, 48 h y 72 h, se volvió a centrifugar y se midió el sobrenadante y el pellet. Se lavó con solución fisiológica y se volvió a centrifugar; se midió el sobrenadante y el pellet.

Toda la actividad debe permanecer en el pellet, no debe haber ninguna liberación de actividad al sobrenadante (estabilidad del 100%).

■ Hidroxiapatita (HA)

Las partículas de HA son preparadas por reacción de nitrato de calcio y fosfato de amonio a pH elevado. Se forma un precipitado voluminoso, se lo separa por decantación y se lo lava con agua caliente, se seca a 150 °C y luego se deja una hora a 240 °C para remover el nitrato de amonio. Se realiza un fuerte calentamiento a 800 °C por una hora.

■ Reactivos

- Nitrato de calcio tetrahidratado (Riedel de Haën)
- Fosfato ácido de diamonio (Berna)
- Agua bidestilada
- Tween 80

■ Preparación

- **Solución A** : se disolvió el nitrato de calcio (2,35 g) en 9 ml de agua destilada, se llevó a pH 12 con amoníaco y se completó a volumen final de 18 ml con agua destilada.
- **Solución B** : se disolvió el fosfato ácido de amonio (0,79g) en 17 ml de agua destilada y se llevó la solución a pH 12 con amoníaco. Se diluyó con agua destilada hasta un volumen final de 27 ml con agua destilada.

Se sometió la solución A a una intensa agitación, mientras se añadió la solución B gota a gota muy lentamente. Se formó un precipitado blanco, se calentó a 100 °C por 10 minutos y se dejó reposar toda la noche. Al día siguiente se filtró con ayuda de un embudo Buchner y se lavó el precipitado con agua ca-

liente. Se pasó el filtrado a una cápsula de porcelana y se secó en estufa a 150 °C. Luego se calentó a 220 °C por una hora, para liberar el nitrato. Finalmente se calentó en mufla a 800 °C por una hora .

■ Control del tamaño en frío

El rango de las partículas se estudió utilizando un microscopio óptico con ocular micrométrico.

■ Marcación con ¹⁶⁶Ho

Se realizó en forma similar a la marcación de microesferas de albúmina.

■ Control de tamaño en caliente

Se realizó en forma similar al efectuado en microesferas de albúmina.

■ Control de estabilidad

Se realizó en forma similar al efectuado en microesferas de albúmina.

■ Estudios en Modelo Animal

Los estudios en animales se dividieron en:

- Retención en ratas
- Retención en conejos normales
- Biodistribución en conejos con artritis experimental

Inducción de artritis reumatoidea en animales de experimentación

El modelo de artritis antígeno inducida es utilizado para inducir la enfermedad en conejos blancos New Zealand. Estos animales exhiben una condición muy similar a la artritis reumatoidea humana por un período de por lo menos 30 semanas. Se produce una inflamación sinovial, ocasionando hipertrofia y la destrucción del cartílago.

Los materiales utilizados fueron:

- Conejos blancos New Zealand, con un peso entre 2,5-3 kg.
- Ovoalbúmina disuelta en solución fisiológica, esterilizada por filtro Millipore de 0,45 μm y liofilizada.
- Adyuvante completo de Freund (*Mycobacterium butyricum* en aceite de parafina).

Para su uso, la ovoalbúmina fue primero disuelta en solución fisiológica, esterilizada por filtro millipore de 0,45 μm y liofilizada; luego fue reconstituida con agua destilada estéril hasta lograr una concentración de 20 mg/ml. Esta solución de ovoalbúmina fue emulsionada con igual volumen de Adyuvante de Freund, con lo cual quedó una concentración final de 10 mg/ml.

Catorce conejos fueron sensibilizados con 1 ml de esta emulsión, dividido en 5 inyecciones intradérmicas de 0,2 ml cada una, administradas entre las escápulas. A las tres semanas se repitió el programa de sensibilización.

Después de otras 3 semanas los animales fueron sometidos a un " Skin Test " que se realiza para verificar que los animales estén sensibilizados a la ovoalbúmina. Para esto, se preparó una solución de ovoalbúmina con una concentración de 1 mg/dl, se administró 0,1 ml en el margen del pabellón auditivo de cada conejo, a 4 cm del ápice de la oreja. Se midió el calibre de la oreja en el lugar de inyección y la temperatura rectal. Al día siguiente se realizaron las mismas mediciones. Los conejos que fueron sensibilizados debieron presentar una pápula en el lugar de inyección como reacción a la ovoalbúmina, los conejos que dieron el test positivo se incluyeron en el experimento.

Se dividieron los animales en 2 grupos:

- **Grupo Control:** Se indujo la respuesta sinovial en la rodilla del animal para observar el desarrollo de la enfermedad.
- **Grupo Experimentación:** Se indujo la respuesta sinovial en la rodilla del animal y se inyecta el radiofármaco para evaluar la liberación de la rodilla enferma.

En 17 rodillas de animales pertenecientes a ambos grupos, se inició la respuesta sinovial, para esto, cada animal sensibilizado recibió por vía intra-articular en la rodilla, una inyección de 0,3 ml de ovoalbúmina (10 mg/ml). El resto de rodillas se dejaron sanas, sin sensibilización, para tenerlas como control de la evolución normal del animal. El avance de la patología se evaluó por medición del calibre de la rodilla, enrojecimiento, hinchazón y cambio de temperatura en la articulación.

■ Estudios de retención del radiofármaco en animales de experimentación

• En conejos

Para evaluar la retención del radiofármaco en rodilla, se hizo una inyección intra-articular de 0,3 ml del radiofármaco en la rodilla derecha del animal enfermo. A las 4 y las 24 horas se obtuvieron imágenes en cámara gamma usando un colimador de alta resolución (se midieron 500000 cuentas con una matriz de pixels de 128 x 128).

• En ratas

La biodistribución del $^{166}\text{HoCl}_3$ y del radiofármaco se realizó en ratas cepa Wistar, con un peso de 200 – 300 g. Se dividieron a los animales en 2 grupos:

Grupo 1: se inyectó $^{166}\text{HoCl}_3$ en la rodilla derecha de la pata trasera

Grupo 2: se inyectó $^{166}\text{Ho-FHMA}$.

A 24, 48 y 72 horas se hizo una biodistribución, método utilizado en laboratorio para conocer la distribución biológica del radiofármaco que estamos probando. Se tomaron muestras de sangre por punción cardiaca, hígado, bazo, estómago, intestinos, vejiga urinaria, riñones, pulmones. Se midió la actividad de cada órgano en un calibrador de dosis, y el porcentaje de retención en la articulación se obtuvo por diferencia de la actividad en la articulación y la suma de la actividad del resto de los órganos. Se hicieron los respectivos cálculos de decaimiento para cada caso.

Resultados

■ Estandarización de la técnica de obtención de Macroagregados de Hidróxido Férrico

Con las técnicas 1, 3 y 4 se obtienen partículas con tamaños de 5 μm - 40 μm , los cuales se acercan al tamaño óptimo. Con la técnica 2 se obtuvieron partículas con tamaños de 40 -- 60 μm .

La técnica 2 se descartó porque el tamaño de partículas obtenido excedía el tamaño deseado. Con las otras 3 técnicas se hicieron pruebas en frío, pasando la suspensión de partículas por un sistema de filtros en tándem, la medición se hizo por pesada y finalmente se eligió la técnica 1 para el desarrollo de los macroagregados de hidróxido férrico por presentar menor porcentaje de partículas de tamaño mayor al requerido que las obtenidas con la técnica 3.

■ Preparación de ^{166}Ho -Macroagregados de Hidróxido Férrico

Se prepararon las partículas por coprecipitación del ^{166}Ho y el sulfato ferroso, utilizando la técnica elegida en las pruebas realizadas en frío.

Siguiendo la coprecipitación inicial del hidróxido férrico, se observó que la actividad incorporada en el precipitado fue del 98 %, después de la resuspensión con PVP y la centrifugación, más del 90 % de la actividad estaba en el precipitado y el restante 10 % quedó en la solución remanente. Una segunda resuspensión y centrifugación no reduce la actividad en el precipitado. El procedimiento total llevó alrededor de 30 minutos, con un rendimiento final mayor al 90%.

■ Control de tamaño en caliente

Se realizó con el sistema de filtros en tándem: más del 90 % de las partículas se encuentra en un rango de tamaño de 20 micrones.

■ Control de estabilidad

Las pruebas de estabilidad se realizaron a 24, 48 y 72 horas, post – preparación. El pellet fue resuspendido, centrifugado y medido; el precipitado se mantuvo estable y no se perdió actividad en el sobrenadante hasta las 72 horas después de la preparación.

■ Preparación de microesferas de ácido poli L-láctico

Se realizó una prueba inicial de preparación de las microesferas sin la incorporación del holmio, con el objetivo de estandarizar la técnica de preparación de las microesferas y observar su formación por microscopía óptica.

Se disolvió el ácido poliláctico en cloroformo y fue añadido lentamente a la solución de alcohol polivinílico; se cuidó mucho la parte de la evaporación, ya que es un paso importante para la formación de las microesferas. Primero se realizó la evaporación a baja temperatura y luego se estandarizó la evaporación a temperatura ambiente en el evaporador rotatorio, cuidando que no quedara nada de cloroformo en la solución, porque se podían redisolverse las microesferas y bajar el rendimiento.

Una vez que se alcanzó la formación correcta de las microesferas, se procedió a la preparación de las mismas con el complejo $^{165}\text{Ho-AcAc}$.

Se procedió primeramente a la disolución del Ho_2O_3 en HCl , cuidando en todo momento el pH del preparado para evitar la precipitación de $\text{Ho}(\text{OH})_3$.

Una vez obtenido el complejo $^{165}\text{Ho-AcAc}$, se hizo la prueba de disolución en cloroformo; hubo disolución

completa por lo tanto se procedió a la preparación de las microesferas siguiendo la técnica detallada en Metodología.

Se obtuvieron las microesferas de poliláctico con un rendimiento de 54 %.

Control de tamaño en frío

El control de tamaño se realizó por microscopía óptica utilizando las microesferas de poliláctico sin irradiar; el tamaño de las microesferas en un 90 % no sobrepasó los 20 μm , tamaño ideal para nuestro propósito. Una fotografía de las microesferas puede observarse en la Figura 2.

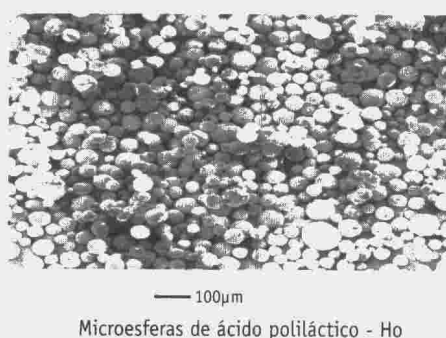


Figura 2. Microesferas de Poliláctico (Fotografiadas en Microscopio de Barrido Electrónico)

■ Determinación de la concentración de Holmio en las Microesferas por Fluorescencia de Rayos X por Reflexión Total (TRXRF)

Para la determinación de la concentración de holmio en las microesferas, se dividió la muestra en 2 partes:

- 1 Parte sólida: Microesferas de Poliláctico
- 2 Parte Líquida: Sobrenadante

Con cada una de ellas se realizaron espectros para la determinación de la concentración, se midieron los picos de holmio (muestra) y galio (estándar) y se determinaron las concentraciones.

El espectro de las microesferas de polilactico se muestra en la Figura 3.

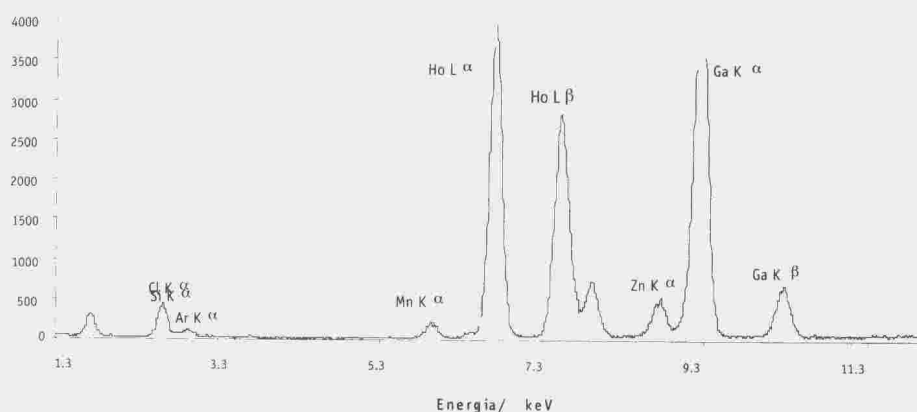


Figura 3. Espectro de la muestra 1 realizado por TRXRF

Los resultados de las mediciones en los espectros se indican en la Tabla 2.

Tabla 2. Resultado de las mediciones realizadas por TRXRF

Muestra	ppm de Holmio	Concentración de Holmio (%)
Muestra 1	60	75
Muestra 2	20	25

Como observamos en la tabla, nuestra muestra tiene un 75% de holmio incorporado en las microesferas; el restante 25% quedó en el líquido sobrenadante.

■ Irradiación de las microesferas de poliláctico

La irradiación se realizó en el reactor RA-3 del Centro Atómico Ezeiza a un flujo neutrónico de 10^{13} n/cm²s. Para proteger a las microesferas de la radiación se utilizó Inositol como diluyente, primero en una proporción de 1/3 (Microesferas/Inositol) y se las irradió por 6 horas. Se obtuvieron malos resultados, ya que todas las microesferas se fundieron en el can de irradiación; se probó entonces con dos proporciones más, 1/6 y 1/12, las cuales tuvieron el mismo tiempo de irradiación.

Con la proporción 1/6 la masa recuperada fue del 24 % y el color cambió a marrón, con la proporción 1/12 la masa recuperada fue de 73 % y también cambió a color marrón.

Los resultados obtenidos de las irradiaciones fueron los siguientes:

• Primera Irradiación

A los 5 días post-irradiación, se observaron los siguientes picos gamma:

⁸²Br: 221,5; 554,2; 619,3; 698,6; 776,4; 827,8; 1044,4; 1317,4; 1475,0

¹³³Ba: 276,0; 302,4; 355,8; 383,8

¹⁹⁸Au: 411,8

²⁴Na: 1368,8

A los 12 días post-irradiación se encontraron pequeños picos de ⁵¹Cr, ⁴⁶Sc, ⁶⁵Zn y ⁶⁰Co.

• Segunda irradiación

A los 3 días post-irradiación se detectaron los mismos picos gamma encontrados en la primera irradiación.

A los 13 días post-irradiación se encontraron pequeños picos de ⁵¹Cr, ⁸²Br, ⁴⁶Sc y ⁶⁰Co.

■ Preparación de microesferas de albúmina

Se prepararon siguiendo la técnica detallada en Metodología y se realizaron los controles necesarios.

■ Control de tamaño en frío

Se hizo un control de tamaño en frío por microscopía óptica, más del 70 % de las microesferas está en un rango de tamaño de 20 μ m. Las fotografías en microscopio de barrido electrónico se indican en la Figura 4.

■ Marcación de las microesferas de albúmina

■ Control de tamaño en caliente

La mayoría se encuentra en los filtros de 20 μm .

■ Control de estabilidad

Se hicieron pruebas a 24, 48 y 72 horas de la marcación y se obtuvo un 99 % de estabilidad hasta las 72 horas.

■ Estudios en Modelo Animal

• Estudios de retención en conejos

Se obtuvieron imágenes en cámara gamma a 4 y 24 horas de la inyección. En el tiempo estudiado no hubo liberación de actividad desde el sitio de inyección.

• Estudios de retención en ratas

Se realizaron pruebas con 20 ratas cepa Wistar a las que se les hizo una inyección intra-articular primero con $^{166}\text{HoCl}_3$ y obtuvimos los valores de liberación y retención en articulación que se indican en la Tabla 3:

Tabla 3. Pruebas de retención en ratas con $^{166}\text{HoCl}_3$

Hora	Porcentaje de retención (%)
48	24,3
72	25,85

Luego se hicieron pruebas inyectando las partículas y se hicieron mediciones a las 24, 48 y 72 horas. Los resultados se indican en la Tabla 4.

Tabla 4. Pruebas de retención en ratas con $^{166}\text{Ho-FHMA}$

Hora	Porcentaje de retención (%)
48	100
72	100

Conclusiones

- En la preparación de las partículas, los materiales más apropiados para obtener un tipo de partículas adecuado (5-20 μm) fueron los macroagregados de hidróxido férrico y las microesferas de poliláctico, ambos con 90 % de rendimiento.
- La mejor técnica para la obtención de macroagregados de hidróxido férrico fue la oxidación por burbujeo con aire.
- El mayor rendimiento de marcación se presentó en los macroagregados de hidróxido férrico con un porcentaje mayor al 90 %.
- La hidroxiapatita alcanza un rendimiento de marcación del 83 % con una relación actividad/masa de 1:1. Las microesferas de poliláctico y las microesferas de albúmina presentan un rendimiento del 75 % y 35 % respectivamente.
- Los macroagregados de hidróxido férrico tienen el mayor porcentaje de estabilidad de marcación con respecto al tiempo (100 % a las 72 horas).
- Tomando en cuenta los parámetros de tamaño de la partícula, rendimiento de marcación y estabilidad del radiofármaco, el material más adecuado para el trabajo con modelos animales consiste en macroagregados de hidróxido férrico.
- En las pruebas con animales, las pruebas de retención del radiofármaco en conejos no mostraron liberación de actividad desde la articulación a 4 y 24 horas.
- Las pruebas de biodistribución en ratas no mostraron liberación de actividad en un período de estudio de 72 horas.
- No existe diferencia en las pruebas de retención del radiofármaco entre modelos animales sanos y enfermos.
- Las pruebas con $^{166}\text{HoCl}_3$ en modelos animales muestran un porcentaje de retención del 25,85 % a las 72 horas.

Discusión

En la estandarización de la técnica de obtención de macroagregados de hidróxido férrico, la oxidación por burbujeo con aire presentó los mejores resultados con un 90 % de partículas dentro del rango apropiado de tamaño. Las otras tres técnicas presentaron un elevado porcentaje de partículas de tamaño superior al límite máximo requerido.

Las microesferas de poliláctico presentan un 90 % de distribución de partículas entre 5 y 20 micras. Las microesferas de albúmina tienen un 25 % de partículas con un tamaño superior a 20 micras al igual que las partículas de hidroxiapatita.

El rendimiento de marcación para las partículas de hidróxido férrico fue mayor al 90 % con una estabilidad del 100 % hasta las 72 horas. Las microesferas de poliláctico presentaron un rendimiento del 75 % de incorporación de ^{165}Ho . Sin embargo, después de la irradiación se logró recuperar un 73 % de la masa inicial. El rendimiento de marcación para las microesferas de albúmina fue del 35 % con una estabilidad del 60 % hasta las 72 horas, finalmente las partículas de hidroxiapatita presentaron un rendimiento de marcación del 83 % con una estabilidad del 99 % hasta las 72 horas.

Para realizar las pruebas con modelos animales se eligió la partícula con mejores características en cuanto al tamaño, rendimiento y estabilidad. Se seleccionaron los macroagregados de hidróxido férrico como las partículas más adecuadas para la preparación del radiofármaco por estudiar. Sin embargo, las microesferas de poliláctico son la segunda opción más interesante para posteriores estudios.

Se trabajó con modelos animales sanos y enfermos experimentalmente sin encontrar diferencia en cuanto a las pruebas de retención del radiofármaco; estas pruebas se realizaron por biodistribución y usando una gamma cámara planar. Se realizó una prueba con $^{166}\text{HoCl}_3$ sin partículas como control para las pruebas de retención, observando un porcentaje bajo de retención (25,85%); por lo tanto vemos la utilidad de nuestras partículas como un medio apropiado para la permanencia del radiofármaco en el interior de la membrana sinovial de la articulación de la rodilla.

Estos resultados pueden ser utilizados como un punto de partida para estudios en pacientes con un seguimiento clínico adecuado.

Referencias

BALABAN, A.; GĂLĂTEANU, I.; GEORGESCU, G.; SIMIONESCU, L. (1986) Labeled compounds and radiopharmaceuticals, John Wiley & Sons.

MALLOL, J. (1989) Radiofarmacia. Editorial Interamericana-McGraw Hill, España.

MUMPER, J. (1992) Formation and stability of lanthanide complexes and their encapsulation into polymeric microspheres. *J Phys Chem* 96, 8626-8631.

SILBERSTEIN, E. B.; ABDELHAMID, E. H.; KAPILIVSKY, A. (1992) Phosphorus-32 radiopharmaceuticals for the treatment of painful osseous metastases. *Seminars in Nuclear Medicine* 12, 17-27.

VERA RUIZ, H. (1993) Radiofármacos como agentes terapéuticos en la atención y tratamientos médicos. *Boletín OIEA* 1, 24-27.

Aspectos del diagnóstico para la gestión de una zona urbana degradada, con relación al proyecto Lago Pacífico-Plaza Mayor

C. Di Salvo, A. Bugallo, S. Bressán, A. Graich, M. Masckauchán, J. L. Verga

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires

Departamento de Ingeniería Civil

Avenida Medrano 951, Buenos Aires (C1179AAQ), Argentina.

e-mail: polilla@infovia.com.ar

Resumen

Se describen las características y el grado de avance de la investigación 'Estudio de caso de proyecto de rehabilitación ambiental en zona urbana degradada'. A partir de la propuesta presentada por la Asociación Vecinal Lago Pacífico, se intenta proporcionar una comprensión integral de la problemática de un sector del barrio de Palermo, en sus aspectos social, legal, institucional y urbanístico. Luego de realizarse el diagnóstico territorial, se encaró el estudio de la situación de vulnerabilidad institucional en que se enmarca la propuesta, debida a intervenciones técnico-políticas fragmentadas, aisladas o superpuestas por parte del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires.

Abstract

This is a description of the characteristics and degree of development of a research work on 'Case Study of a Project for Environmental Rehabilitation in a Degraded Urban Area'. Based on the proposal submitted by the Neighbours Association Lago Pacífico, the research work intends to furnish an integral understanding of the various problems of a section of the Palermo district, in their social, legal, institutional and urban aspects. After the territorial diagnosis, a study was started of the institutional vulnerability situation in which the proposal is framed, and which is caused by fragmented, isolated or overlapping technical and political interventions on the part of Buenos Aires Government.

Introducción

A partir de 2002, cuando el equipo tomó contacto con el grupo del Departamento de Ingeniería Civil que lleva a cabo un estudio de factibilidad del Proyecto 'Lago Pacífico-Plaza Mayor', se inició una investigación sobre las variables física, urbanística, social y legal-insitucional vinculadas a la mencionada propuesta vecinal, con el fin de brindar una comprensión integral de la problemática del sector para el que fue proyectado el Lago Pacífico y delinear sus fortalezas y debilidades en un contexto complejo de amenazas y oportunidades.

Se trata del proyecto de investigación Estudio de caso de proyecto de rehabilitación ambiental en zona urbana degradada, radicado en el Área Diseño y Ciencias Sociales, Departamento de Ingeniería Civil, Facultad Regional Buenos Aires de la Universidad Tecnológica Nacional. El caso analizado se inserta en un espacio del barrio de Palermo comprendido por: Av. Juan B. Justo, Av. Córdoba, Darwin sur, vías del ferrocarril San Martín, Atacalco, Honduras, Godoy Cruz y Av. Santa Fe:

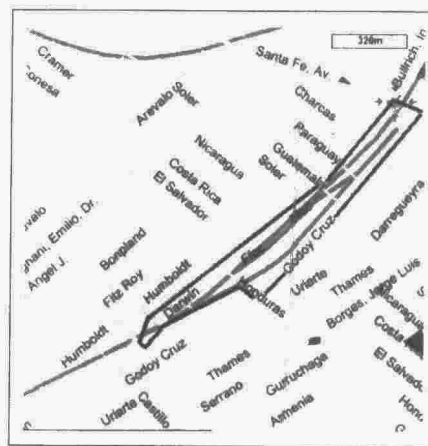


Figura 1. Ubicación urbana del sector afectado por el proyecto Lago Pacífico-Plaza Mayor

La investigación parte de la situación de riesgo y vulnerabilidad ante amenazas urbanísticas y naturales que afectan al mismo. En este sentido, el equipo pudo constatar que el estado de degradación física, urbana y social se caracterizaba, en 2003, entre otros factores, por los siguientes aspectos:

- La existencia de áreas disfuncionales, con y sin construcciones, propiedad del Estado Nacional.
- La recurrencia de inundaciones cuando ocurren precipitaciones intensas y concentradas, con un impacto social, económico y urbanístico negativo.
- La presencia de una multiplicidad de actividades y funciones, a menudo en conflicto, en relación con: terminal de carga, intercambio y venta de productos; transferencia de pasajeros tren-subte-colectivo; administración y depósito de bodegas; gastronomía; ámbitos culturales; 'zona roja', entre otras.

Todo esto venía generando una problemática compleja y de peligrosidad específica en el área, caracterizada, entre otras consecuencias, por:

- El alto nivel de degradación en los terrenos que pertenecieran al FF. CC. San Martín.
- El efecto de barrera urbana que produce el ferrocarril en el sector por falta de cruces peatonales y vehiculares suficientes.
- La posibilidad latente de ocupación ilegal de los edificios de las ex bodegas Giol.
- La disconformidad de vecinos ante la afectación de su calidad de vida por las recurrentes inundaciones en el sector.
- La conflictividad entre vecinos y quienes ejercían la prostitución en la vía pública.

Grupos de vecinos que se sienten afectados han promovido proyectos comunitarios, con el propósito de paliar algunos de estos males ante la demora por parte del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires en dar soluciones a los mismos, y avalan actualmente proyectos surgidos individualmente. Este sería el caso del denominado Proyecto 'Lago Pacífico-Plaza Mayor de Buenos Aires' que los autores estudiaron, planteado por el Arq. Adolfo Andrés Rossi y posteriormente propiciado por la Asociación Vecinal Lago Pacífico conformada para tal fin. La propuesta fue elevada ante la Secretaría de Obras y Servicios Públicos de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires en el año 2001.

Entre los objetivos principales del trabajo de investigación, los autores destacan:

- Realizar un estudio complementario al que se viene llevando a cabo sobre aspectos hídricos del Proyecto Lago Pacífico, con el fin de proporcionar una comprensión integral de la problemática del sector del barrio de Palermo, en sus facetas sociales, legales, institucionales y urbanísticas.
- Transferir experiencias, metodología y conocimientos al trabajo pedagógico-didáctico de las asignaturas implicadas: Ingeniería Civil I, Ingeniería y Sociedad, Geología Aplicada, Diseño Arquitectónico y Planeamiento I, Diseño Arquitectónico y Planeamiento II, Proyecto Integrador.
- Incentivar la educación y formación ambiental en la carrera de Ingeniería Civil.

Avances en el Diagnóstico de la Degradación del Medio Físico, en el Área Donde se Inserta el Proyecto Lago Pacífico.

Calidad del aire

La contaminación atmosférica –que influye en la salud de la población a través de la inhalación de gases producidos por diferentes fuentes–, se debe fundamentalmente a los gases derivados de la combustión de fuentes móviles y en menor medida de fuentes fijas (especialmente industrias). El área de Palermo, en la cuenca baja del arroyo Maldonado, presenta una situación al menos preocupante en lo que hace a la calidad ambiental del área.

Los datos disponibles para la cuenca se refieren a mediciones manuales diarias en el barrio de Pa-

lermo, con las determinaciones de los principales cinco elementos contaminantes del aire: dióxido de nitrógeno (NO₂), plomo (Pb), materia particulada en suspensión (MPS), dióxido de azufre (SO₂) y monóxido de carbono (CO). En el caso de MPS y NO₂, los valores de los registros medios mensuales superan en 14 y 18 veces, respectivamente, el límite de concentración atmosférica fijado por Ordenanza, sobre un total de 22 valores. A su vez se registra que en ambos casos el exceso crece en el tiempo. En el caso de Pb y SO₂, la información es exigua y es probable que, al menos en plomo, la contaminación se reduzca drásticamente, a partir del uso de naftas sin plomo (UTE, 2001a).

La información sobre las mediciones de concentraciones de monóxido de carbono indican que prácticamente no existe un día en que no se supere el límite, establecido por la Organización Mundial de la Salud (OMS), de 0,01 ppm. Para el caso de NO₂ y SO₂, existen indicadores indirectos que demuestran que las fuentes fijas estarían disminuyendo, mientras que las móviles aumentan.

Contaminación Sonora

La fuente de contaminación sonora más difundida y vigente en la Ciudad de Buenos Aires es el ruido de los automotores. La OMS fija en 55 dB (decibeles) el máximo de ruido aceptable para una exposición relativamente prolongada. Por otro lado, el Código Municipal de Prevención de la Contaminación Ambiental establece los límites máximos, entre 45 y 65 dB, según los usos del suelo predominantes por zona. Para la cuenca del arroyo Maldonado, el nivel sonoro supera ampliamente el límite de confort, ubicado entre los 55 y 60 dB, ya que en todas las intersecciones viales consideradas se superan los 85 dB, culminando con más de 90 dB en el cruce de las avenidas J. B. Justo y Santa Fe (UTE, 2001a).

Calidad del Agua

Analizando los diversos parámetros físicos, químicos y bacteriológicos de las muestras extraídas en diversos puntos a lo largo de la Av. Juan B. Justo, se observa que en la intersección de ésta con la Av. Santa Fe hay valores que superan lo permitido. Por un lado, existen picos en todos los parámetros, pero se sobrepasan los límites en el caso de los "Sólidos Sedimentables en 2 horas" y "Detergentes". Respecto a la contaminación bacteriológica (Coliformes totales, en particular E. coli) a lo largo de todo el recorrido del arroyo, se registra un pico al llegar a la Av. Santa Fe, con un valor cinco veces superior al límite establecido como límite permisible en descargas a conducto pluvial, según Resolución 79179 (OSN- 1990). Esto provoca obviamente una disminución de la concentración de oxígeno disuelto (OD) en el curso.

En cualquiera de los casos provocan una disminución en la concentración del oxígeno disuelto en el curso, ya que, en general, los sólidos sedimentables están conformados por materia orgánica que consume el oxígeno medio en su proceso de degradación. Los detergentes, en general no biodegradables, generan un verdadero problema ambiental por la presencia de los polifosfatos incluidos en su formulación para ablandar el agua, por su acción cancerígena. Asimismo, estos cambian las propiedades superficiales del curso, impidiendo el intercambio de oxígeno (UTE, 2001b).

Aguas Subterráneas

Sobre la base de los resultados obtenidos para la caracterización hidrogeológica general con acento

en la disposición de la superficie freática, se puede prever su influencia sobre futuras obras de almacenamiento y de conducción de aguas. La posición de la superficie libre de la capa se ubica en promedio a profundidades menores a los 5 m bajo el nivel del terreno natural, por lo que en las zonas de cruces con otras obras de infraestructura existentes deberá implementarse la depresión de la capa durante la construcción. Esta situación se generaliza para todo el sector comprendido entre la Avenida del Libertador y la Avenida Costanera entre Núñez y el Puerto Metropolitano (Santa Cruz y Silva Busso, 2001).

Las Inundaciones

Las inundaciones representan actualmente el principal riesgo de origen natural de la Ciudad de Buenos Aires. Desde mayo de 1985 hasta marzo de 1998 se produjeron en Buenos Aires un total de 26 procesos de inundación por precipitación pluvial y desborde del sistema de desagües. El suceso más reciente, con características de desastre, fue el ocurrido el 24 de enero de 2001, que corresponde a una recurrencia mayor de 100 años en la Capital. Así, las sucesivas inundaciones ponen en evidencia el grado de vulnerabilidad en el que vive parte de la población.

Además de los factores climáticos, cabe destacar la eliminación de la retención superficial del suelo por la pavimentación total del área metropolitana de Buenos Aires. A su vez, los 500.000 árboles de la ciudad son demasiado jóvenes para dar un follaje significativo en términos de ser un obstáculo para que el agua de lluvia llegue al suelo. La inundación en algunas calles se agrava por la eliminación de los cordones-cuneta y el aumento del nivel o de la altura de las mismas por repavimentación, la falta de mantenimiento continuo y adecuado de las bocas de tormenta, el aumento de la cantidad de residuos que se generan y disponen en Buenos Aires o la situación deficitaria de la red de desagües.

Las Inundaciones en la Cuenca del Arroyo Maldonado

En parte del recorrido del Arroyo Maldonado se producen anegamientos; éstos afectan principalmente a la intersección con las avenidas que interconectan con el centro de la ciudad, generando costos sociales y económicos para la población residente en esas zonas. La situación más frecuente se produce cuando concurren simultáneamente precipitaciones a lo largo de la cuenca y sudestadas que afectan la zona costera y de desagüe del arroyo.

Breve Descripción de la Propuesta Lago Pacífico – Plaza Mayor

En líneas generales, conforma un complejo turístico-cultural que comprende dos áreas de influencia: el Lago Pacífico y la Plaza Mayor de Buenos Aires. El área Lago Pacífico se orienta a la re-funcionalización del sector a través de la creación de un lago de características paisajísticas, con la intención de contrarrestar ciertos factores de la degradación existente.

El sistema de lagos diseñado -el permanente y el temporario de inundación- podría llegar a mitigar, aunque parcialmente, la acumulación de agua de lluvia ante los desbordes periódicos del Arroyo Maldonado, entubado por debajo de la Avenida Juan B. Justo, y que atraviesa la zona. Supone desarrollos según dos ejes centrales:

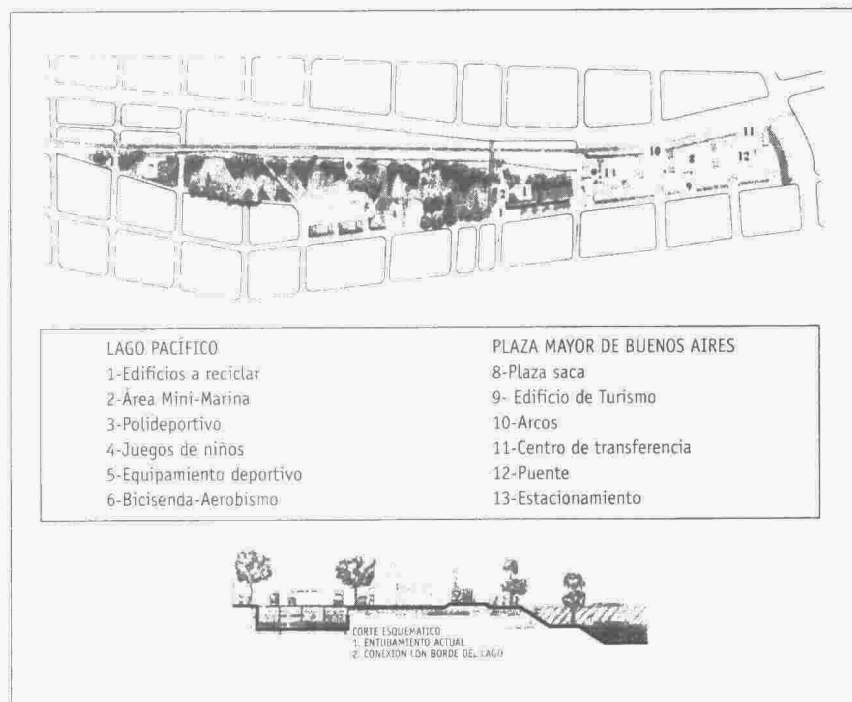


Figura 2. Planta de conjunto y corte transversal de la propuesta analizada

I. Áreas verdes y edificadas

Destinadas a actividades deportivas, culturales y de esparcimiento, que pueden apoyarse alternativamente sobre un espejo de agua o bien sobre el terreno. Se obtendría así una alternativa paisajista inédita para el barrio, recuperando una zona que en la actualidad se encuentra degradada. El sector, así renovado, formaría parte del paseo turístico propuesto por el Centro de Gestión y Participación de la zona, el CGP I+II.

Comprende, además, viejas aspiraciones de los vecinos en cuanto a contar con: escuela secundaria técnica y nacional, museo del barrio, áreas públicas, deportivas, aptas tanto para las escuelas como para el vecindario en general. En efecto, la tercera parte de los terrenos se convertiría en espacios verdes, donde se proyecta levantar un centro polideportivo con sectores para juegos y bicisendas. Habrá también una flota de botes y una "minimarina" y, entre otras opciones, la posibilidad de instalar una escuela para el ciclo polimodal.

II. Lago permanente y Lago de embalse

En cuanto a este eje, la propuesta sería generar un lago permanente, cubriendo una superficie similar a la del lago del Rosedal de Palermo, de 700 m de largo, con un ancho variable entre 40 y 140 m. El lago se proyecta con una profundidad total de 6,50 m por debajo del nivel de la Av. Juan B. Justo. Los tres metros más profundos constituirían un lago permanente, en tanto que los 3,5 m por arriba del mismo conformarían un lago de inundación. Éste actuaría como reservorio al descubierto durante las lluvias más intensas, recibiendo en estas circunstancias la descarga del colector pluvial que corre bajo la calle Costa Rica. El objetivo sería actuar como pulmón durante el pico de la crecida para luego liberar el agua hacia el Arroyo Maldonado cuando éste salga de su condición crítica, hasta volver al nivel de 3 m inicial. La capacidad de embalse del "lago pulmón" es del orden de los 250.000 m³. Se proyectan ramblas escalonadas

en ambos niveles, de manera de bordear el espejo de agua en las dos circunstancias (nivel regular y durante la crecida). De esta manera se conforma un paseo, según se muestra en la Figura 2. El proyecto prevé, además, la construcción de sendas periféricas al lago para actividades aeróbicas, deportivas y de esparcimiento y el incremento de espacios verdes con vegetación adecuada.

III. El área Plaza Mayor

La calle Paraguay, importante arteria vehicular que atraviesa el conjunto, compone dentro del total del proyecto Lago Pacífico dos sectores contrapuestos.

Al sector que se extiende hacia el este, un espacio central circundado por edificios, el proyectista lo ha denominado 'Plaza Mayor'. La Plaza Mayor tendrá características de plaza seca turístico-cultural, para actividades y eventos ligados al acervo cultural de Palermo Viejo, Soho y Hollywood.

En criterio de los proyectistas, la incorporación de espectáculos ligados al tango y a su enseñanza la transformarían en un espacio de importante convocatoria para los vecinos del barrio, del resto de la ciudad y del conurbano, así como para los numerosos turistas que recorren el sector. Separada del sector del lago, la Plaza Mayor sería el área de articulación y transición con la Av. Santa Fe dentro del eje longitudinal en el que se enmarca la propuesta completa Lago Pacífico.

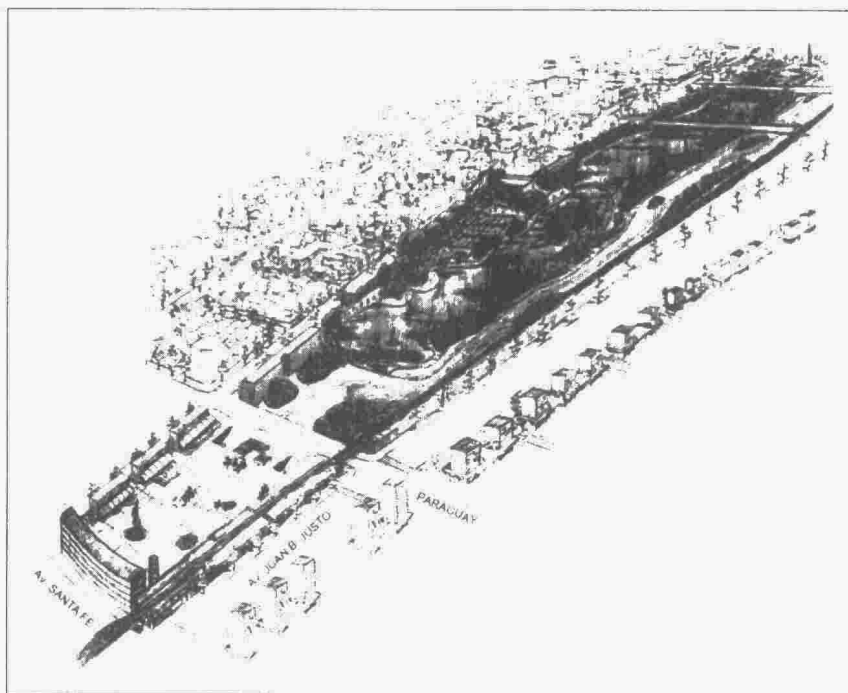


Figura 3. Perspectiva aérea de los cambios que introduciría la aplicación del proyecto

Consideración de Fortalezas y Oportunidades

Entre las fortalezas de la propuesta, el grupo de investigación destaca que la misma contribuiría al incremento de la conciencia de riesgo y vulnerabilidad natural y urbanística, que cuenta con respaldo de la comunidad afectada y apunta al fortalecimiento de la participación ciudadana propiciando el desarrollo de áreas para recreo y esparcimiento. También acentuaría la postura pro-activa en prevención, frente a la meramente reactiva.

Al momento, ¿cuenta el proyecto Lago Pacífico con alguna situación favorable que permita prever que será objeto de un trato más atento que el que ha recibido hasta ahora? Las **oportunidades** podrían llegar desde la tendencia muy marcada a una puesta en valor del barrio de Palermo SOHO, en cuya cercanía se insertaría el emprendimiento Turístico-Cultural propuesto. Se constata un real incremento de la actividad comercial y turística en la zona. A su vez, hay una mayor voluntad por parte de las autoridades de incrementar la penetración de áreas verdes en el tejido urbano actual, la ampliación de corredores verdes, etc. Lago Pacífico podría quedar integrado al corredor verde que se extendería desde el Paseo de la Infanta, en los Bosques de Palermo.

Otros proyectos con similares objetivos, aunque diferentes en la propuesta, como el de la Sociedad de Fomento de Palermo Viejo (SOFOPAVI) o el de la Asociación Social y Cultural de Palermo, quedaron en su momento registrados en el anteproyecto del **Plan Urbano Ambiental**. En principio fueron considerados 'interesantes', pero con el tiempo sus mentores no obtuvieron respuesta y los proyectos parecen haber naufragado. La propuesta de Lago Pacífico no figuraba en el citado anteproyecto del PUA pero ha tenido mucha más repercusión.

Durante las campañas políticas en 2003, con motivo de las elecciones para jefe de gobierno porteño, distintos candidatos lo tomaron en consideración. Así, por ejemplo, se proponía como 'solución integral' para terminar con las inundaciones la desobstrucción de todos los conductos existentes, eliminando columnas y vigas para triplicar la capacidad de drenaje de agua, el aprovechamiento de los arroyos de la ciudad como canales de desagote, la construcción de un lago parque en terrenos de las ex bodegas Giol y un reservorio de 860 hectáreas en la zona norte de la costa del Río de la Plata para neutralizar el efecto de las sudestadas y regular la salida de las aguas de lluvias (Declaraciones de Mauricio Macri en Diario La Nación, Suplemento Belgrano, año V, n° 382, jueves 10 de julio de 2003).

También se mencionó que el sistema de protección contra inundaciones que se necesita es una combinación de canales aliviadores para la evacuación y el transporte de la masa pluvial y reservorios pluviales para evitar los desbordes en los puntos críticos de las distintas cuencas. Respecto al **Lago Regulador Pacífico**, se lo consideró una muy buena idea de recuperación urbanística de un área que necesita intervenciones de estas características (Según entrevista realizada a Aníbal Ibarra en julio de 2003 por un grupo de estudiantes de la cátedra de Ecología de la Universidad de Belgrano para las carreras de Arquitectura, Publicidad y Diseño Gráfico. La encuesta fue promovida por la Defensoría del Pueblo Adjunta).

Si bien el proyecto no parece haber surgido de una secuencia ideal 'análisis situacional - planeamiento urbano - propuesta urbanística - diseño arquitectónico' (proceso que debió haber contemplado un concurso público de proyectos promovido por el propio Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires), ha conseguido y continúa teniendo un importante número de adhesiones.

Consideración de las Debilidades y Amenazas, a la Luz del Marco Legal-Institucional Vigente

Respecto a sus **debilidades**, no existe una ponderación hidráulica de detalle a nivel de la sub-cuenca que tiene influencia en el proyecto, ni en forma aislada como tal ni integrada a la cuenca general del Arroyo Maldonado y los estudios de factibilidad están en su etapa inicial.

Por otra parte, existen estudios a los que ha accedido el equipo realizados por la Sub Unidad Provincial

de Coordinación para la Emergencia (SUPCE) de la Ciudad de Buenos Aires, quien oportunamente los contratara al consorcio internacional de empresas HALCROW - LAHMEYER - IATASA Y LATINOCONSULT. El análisis realizado por los consultores comprende exclusivamente el tramo de la cuenca del Arroyo Maldonado dentro del área de la Ciudad de Buenos Aires y tiene en cuenta las condiciones de escurrimiento tanto superficiales como subterráneas en el sector en cuestión, para una lluvia de recurrencia 10 años. Sobre la base del desarrollo de un modelo hidro-matemático, se adelantaron algunas conclusiones:

- Para paliar el problema recurrente de inundaciones (y para la recurrencia mencionada) se ha evaluado una solución que contempla un túnel aliviador situado en una cota inferior al actual conducto del Maldonado, que se inicia en la calle Concordia y que sigue aproximadamente la traza del conducto actual.
- Como complemento del anterior se ha comenzado la evaluación de un segundo conducto a la altura de la calle Godoy Cruz en Palermo, para aliviar con mayor intensidad los problemas de escurrimiento de la cuenca baja.
- Ambos conductos confluyen en una estación de bombeo en las cercanías del Río de La Plata.

Estos expertos han considerado la propuesta presentada por una Asociación Vecinal Lago Pacífico; dentro del modelo mencionado anteriormente, la consultora evaluó la situación actual del área con y sin Proyecto Lago Pacífico, concluyendo que el mismo no tenía influencia significativa en el control de las inundaciones del Arroyo Maldonado. Se considera que las tormentas que se vinculan a las inundaciones afectan a toda la cuenca del arroyo y esta singularidad (el lago pulmón del proyecto Lago Pacífico) no alcanzaría a contrarrestarlas. Este análisis se realizó para tormentas de recurrencia 2, 5 y 10 años.

No obstante, en el contexto de esta investigación, la hipótesis que se está analizando a partir de los estudios provistos por SUPCE es que el proyecto podría paliar o mitigar los efectos en la sub-cuenca Costa Rica, es decir, en un área próxima al sector del proyecto.

Algunas facetas del marco legal-institucional que estaría relacionado con la realización de las obras propuestas pueden significar amenazas para su oportuna aprobación y materialización:

a. En primer lugar, según el **Código de Planeamiento Urbano**, única normativa vigente al respecto, los terrenos del sector considerado en esta investigación figuran con la designación UF, Urbanización Futura, que corresponde a terrenos de propiedad pública, aún no urbanizados u ocupados por instalaciones y usos pasibles de remoción futura, así como las tierras destinadas al uso ferroviario, zona de vías, playa de maniobras, estaciones y terrenos aledaños a esos usos. Estos distritos están destinados a desarrollos urbanos integrales que exigen un plan de conjunto previo, basados en normas y programas especiales, lo cual implicaría, además, que en ellos no se puede hacer ninguna construcción o emprendimiento hasta que la Legislatura porteña lo autorice.

b. Pero el hecho es que tales terrenos del barrio de Palermo no pertenecen a la Ciudad de Buenos Aires, sino al Organismo Nacional de Administración de Bienes del Estado (ONABE), que está llevando adelante una política de venta de sus tierras. Para poder ser liberados al mercado o traspasarse su dominio, ya sea por compra, cesión, transferencia u otra, el Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires debe definir los usos y las actividades posibles y éstos ser aprobados por la Legislatura de la Ciudad. Y siendo que las organizaciones no gubernamentales vecinales expresan sus aspiraciones sobre esos sectores, será nece-

sario instrumentar un proceso conjunto de definiciones que permitan implementar intervenciones público y/o privadas.

¿Tiene definido el Gobierno de Buenos Aires qué usos establecería prioritarios para poder recibir en consecuencia dichos terrenos, donde se podría llevar a cabo un proyecto como el Lago Pacífico? Al día de hoy, no. Desde 2004, el Secretario de Producción, Turismo y Desarrollo Sustentable de la Ciudad, Eduardo Epzsteyn, y representantes de ONABE, comenzaron a evaluar nuevamente el futuro de esas tierras. Por ahora no hay más que proyectos y voluntades divergentes.

c. El proyectado **Plan Urbano Ambiental (PUA)**, en su etapa inicial deliberativa había considerado entre sus Programas uno específico para Desarrollos Estratégicos de Áreas Ferroviarias. El objeto era posibilitar la generación de nuevos espacios para desarrollos urbanísticos que actúen como potenciadores de una transformación cualitativa de grandes sectores urbanos, actualmente abandonados, degradados y/o subutilizados, producto, entre otros, de las actividades de carga de los ferrocarriles (PUA, 1999).

Las áreas analizadas en el anteproyecto del PUA, entre las que se encuentran los terrenos del ex FFCC San Martín en cuestión, se presentaron como reservas estratégicas para cualquier decisión a distintas escalas (metropolitana/ local) como recurso de espacio verde (parte de ellas) y como posibilidad de dar respuesta a otros usos urbanos compatibles. Se destacaba que tales predios están localizados, en su mayoría, en lugares de centralidad barrial, ya que las estaciones ferroviarias, en su origen, fueron los nudos a partir de los cuales se extendía el proceso de urbanización.

Pero el PUA no fue promulgado y por ahora ha quedado en suspenso su consideración. Y si bien el gobierno porteño ha considerado la idea de declarar como UP, Urbanización Parque, a los terrenos ferroviarios y otros pertenecientes a sectores desactivados del Estado, por ahora los ex terrenos del FFCC San Martín se encuentran categorizados como UF, Urbanización Futura, tal vez para no llegar a enfrentamientos con los fuertes intereses inmobiliarios sobre el sector.

d. Desde el proyectado PUA se había sugerido incorporar en el **Código de Planeamiento** a una nueva zonificación denominada, por ejemplo, 'Área Inundable', la cual estableciera restricciones al uso del suelo. Esta podría ser subdividida a su vez en distintas categorías, según la cota, tales como zona de 'riesgo severo', zona de 'riesgo frecuente', zona de 'riesgo leve'. Se proponía prohibir la construcción en las zonas de riesgo más severo, recuperando dichas áreas para dominio público. En zonas de riesgo frecuente y leve, se proponía prohibir los sótanos. Pero estas indicaciones no se han materializado.

e. En cuanto a la adaptación del **Código de Edificación**, se proponía considerar las especificaciones ya existentes en materia de instalaciones eléctricas de locales mojados para aquellos que se encuentren en la planta baja de las áreas inundables.

Respecto de la depreciación del valor de los inmuebles involucrados en dichas Áreas Inundables, el Estado debería considerar un plan de indemnizaciones para los propietarios afectados.

Si estas modificaciones ya existieran, con seguridad recaerían observaciones sobre las partes del proyecto Lago Pacífico que comportan edificaciones, pudiendo llegar a desaconsejar su construcción, o bien a requerirse las adaptaciones necesarias para satisfacer estos condicionamientos, como áreas seguras, con terraplenes, construcciones con niveles adecuados, etc. Tal sería el caso del colegio polimodal, la escuela de artes o los hospedajes para turistas proyectados.

También se habla de medidas complementarias a las mencionadas, como sería el considerar tales zonas como áreas ambientalmente críticas en la reglamentación de la Ley 123 de **Evaluación de Impacto Ambiental** (Santoro, 2001). El propio jefe de gobierno porteño considera que una modificación de los Códigos de Planeamiento Urbano y de Edificación es necesaria, con el fin de incluir normas diferenciadas para las zonas inundables. Pero ninguna de estas alternativas –que creemos necesarias– está cerca de ser implementada aún.

Elementos del Marco Teórico Adoptado, en Relación con el Riesgo Natural y Urbanístico

Desde la perspectiva adoptada para esta investigación, no se piensa el desastre –en este caso serían las inundaciones– sólo como producto final de variables azarosas ante el cual se actúa una vez ocurrido. El desastre no es sólo un fenómeno natural sino que se lo construye social e históricamente en un proceso continuo. El reciente episodio de la **Discoteca Cromagnon** ha puesto en evidencia, una vez más, hasta qué punto los desastres no son producto final de causas fortuitas, sino procesos que pueden ir construyéndose cotidianamente desde la negligencia, la indiferencia y la falta de una visión integral del riesgo urbano especialmente en las ciudades modernas.

Un desastre es al mismo tiempo un producto y un proceso, un hecho puntual y el resultado de un continuo sobre el cual es posible actuar en distintos momentos y con diversos abordajes, con el fin de modificar la situación de la población antes de su ocurrencia. Se trata de desplazar el eje de análisis del problema hacia la noción de riesgo, presente de modo contundente en la vida cotidiana urbana. Toda gestión del riesgo natural y urbanístico debería incorporar acciones tendientes a la reducción de la **peligrosidad, la vulnerabilidad, la exposición y la incertidumbre** (González, Barrenechea et al. 1998).

a. La **peligrosidad** tiene que ver con el potencial de un fenómeno físico natural (inundaciones, terremotos, sequías, etc.), inherente al fenómeno mismo. Las obras de ingeniería destinadas a la mitigación de los efectos de las inundaciones en el sector estudiado y la propuesta del proyecto Lago Pacífico entre ellas, corresponden a una gestión de la peligrosidad que busca disminuir probables impactos de los fenómenos naturales.

Se advierte que el cambio climático global es un factor que se agrega a la natural peligrosidad de lluvias y sudestadas en la región. Datos aportados en los últimos años por los satélites meteorológicos que se pusieron en órbita geostacionaria sobre el hemisferio Sur indican como tendencia que el fenómeno de elevación de la temperatura de los océanos traerá aparejado un aumento del volumen de las masas de agua, lo cual modificará el actual punto de ruptura que registra el mar con el Río de la Plata.

b. La **vulnerabilidad** se vincula con la situación socio-económica de la población sobre la que impacta un evento físico peligroso. Generalmente los sectores sociales pobres son los más vulnerables: la pobreza es un rasgo estructural que condiciona, por un lado, la ubicación de estos grupos en áreas peligrosas y, por el otro, el nivel de preparación y respuesta ante ellos.

En el caso concreto de la zona de Palermo a que nos referimos, no es posible hablar de una relación directa entre vulnerabilidad y pobreza. Si bien se destacan algunos bolsones de pobreza representados básicamente por las casas tomadas, la cuenca del Arroyo Maldonado es un sector ampliamente habitado

por las clases medias, con enclaves donde reside población de mayores ingresos. Esto dio lugar al afianzamiento de zonas privilegiadas para la inversión privada inmobiliaria, como los sectores de Palermo Alto, Chico o Nuevo, en los que se alienta la ocupación sin consideraciones de la peligrosidad de la zona. El aumento de presiones dinámicas sobre un sector, como el crecimiento de la población, la urbanización acelerada, el desarrollo de determinadas actividades económicas, recreativas, etc., puede incrementar la vulnerabilidad en un determinado tiempo y espacio. De hecho se constata la tensión entre visiones contrarias sobre el estilo de vida del barrio, entre los que quieren transformarlo en un Palermo SOHO y los que aspiran a mantener el Palermo Viejo.

Pero además de los factores socio-económicos se debe tener en cuenta la dimensión institucional de la vulnerabilidad. Respecto a estos dos aspectos de **peligrosidad y vulnerabilidad**, el equipo ha tenido en cuenta diversas propuestas y recomendaciones provenientes tanto de ámbitos académicos universitarios, institucionales (como el Instituto Nacional del Agua, INA) o de gobierno (como el Consejo del Plan Urbano Ambiental). Entre esas distintas fuentes se pueden mencionar:

- 'Seminario de Investigación Urbana: el nuevos Milenio y lo Urbano', llevado a cabo en 1998, organizado por el Instituto de Investigaciones Gino Germani (Facultad de Ciencias Sociales, UBA), el Instituto de Geografía-UBA, la Universidad Nacional de Quilmes y la Universidad Nacional de General Sarmiento.
- 'Simposio sobre el problema de las inundaciones en el Área Metropolitana de Buenos Aires', auspiciado por la Unidad para la Prevención de Desastres (Disaster Management Facility) del Banco Mundial y la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Buenos Aires, 1999.
- 'Primer Encuentro: Adaptación de la Ciudad de Buenos Aires y Área Metropolitana al Cambio Climático' organizado por la Defensoría del Pueblo Adjunta de la Ciudad de Buenos Aires, 2001.
- Jornadas 'La Planificación, base para el crecimiento. Protagonismo de la Ingeniería Argentina' organizadas por la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires, Departamento de Ingeniería Civil, el Consejo Profesional de Ingeniería Civil y la Federación Argentina de la Ingeniería Civil, Buenos Aires, noviembre de 2003.
- Seminario 'Métodos estructurales y no estructurales para la prevención de inundaciones' Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional General Pacheco, en convenio con el INA, Instituto Nacional del Agua, agosto de 2004.

En todas estas instancias se destaca la necesidad de implementar no sólo obras estructurales de ingeniería, sino también **estrategias no estructurales**. Esto implica la adopción de medidas para prevenir y disminuir el impacto negativo de las inundaciones, la implementación de sistemas de pronóstico y alerta de crecidas, la necesidad de planificación territorial apropiada para la regulación del uso del suelo en las zonas anegadizas, medidas de ordenamiento ambiental y políticas de desarrollo urbano apropiadas en tales áreas, o la eventual relocalización de ocupaciones vulnerables y transitorias.

Dentro del ámbito gubernamental, en los documentos elaborados por el Consejo del **Plan Urbano Ambiental** se encontraban recomendaciones en el mismo sentido. Se reflexiona sobre la posibilidad de implementar un plan de largo plazo destinado a recuperar paulatinamente para el uso público recreativo las áreas inundables, buscando limitar los perjuicios a los residentes e incrementando las superficies de uso público urbano. La zonificación emergente en función de las áreas de riesgo sería la base para el des-

arrollo de una planificación urbana que tuviera en considerando los porcentajes de superficies absorbentes en la definición de los factores de ocupación y de uso del suelo.

Pero un tal Plan Urbano Ambiental para Buenos Aires no fue nunca sancionado. Tal como fue expuesto anteriormente, en el caso que estudiamos se detecta una alta vulnerabilidad legal-institucional debido a intervenciones técnico-políticas fragmentadas, aisladas y/o superpuestas.

c. En cuanto al factor **exposición**, se refiere a la distribución territorial de la población y los bienes materiales potencialmente afectables por el fenómeno natural peligroso. Es la expresión territorial de la interrelación entre procesos físicos naturales -peligrosidad- y procesos socioeconómicos e institucionales -vulnerabilidad-, cuyo resultado es la asignación de determinados usos del suelo, la distribución de infraestructura, localización de asentamientos humanos, etc.

El caso que se estudia refleja una alta exposición de bienes y personas. Si tomamos como referencia la inundación de enero del 2001 -y limitándonos siempre al sector en estudio-, en dicha ocasión quedaron afectadas unas 71 manzanas, en un área delimitada por Av. Santa Fe, Acevedo, Güemes, Thames, Cnel. Niceto Vega, Seirano, Av. Córdoba, Fitz Roy, Cnel. Niceto Vega, Bonpland, Cabrera, Humboldt, El Salvador, Fitz Roy, Soler, Bonpland y Av. Santa Fe. Allí se registró un nivel de inundación por sobre la calle de:

- hasta 0,40 m en el 18 % del área,
- entre 0,40 y 0,90 m en el 26 % del área y
- entre 0,90 y 1,00 m en el 26 % restante.

Este último sector, el más afectado, está ubicado mayormente entre la Av. Juan B. Justo y la calle Humboldt. Del área total descrita, aproximadamente un 30 % es agua al colector pluvial de la calle Costa Rica, directamente involucrado con el proyecto del Lago Pacífico. En función del impacto de las inundaciones, sería conveniente entonces contar con un estudio sobre la inserción de nuevos edificios o la puesta en valor de los existentes, según los distintos proyectos propuestos para la zona, incluido el de Lago Pacífico.

d. Por último, hay que tener en cuenta un factor de **incertidumbre**, cuando no es posible predecir el comportamiento del fenómeno físico peligroso, ni cuantificar la vulnerabilidad y la exposición. Este componente tiene que ver con los aspectos no cuantificables del riesgo. La urgencia en la adopción de decisiones desde la esfera política a menudo viene acompañada por una falta de conocimiento científico preciso. Se trata de situaciones que no pueden ser resueltas a partir del conocimiento existente pero que requieren de una resolución inmediata por la importancia de los valores en juego -vidas humanas, bienes materiales-.

Ante este tipo de situación, se va acentuando la tendencia a incorporar en ciertas instancias de la toma de decisiones a los actores sociales que se encuentran expuestos al riesgo. A su vez, para reducir la incertidumbre, se debería incrementar la comunicación y la difusión de la información sobre el riesgo a los sectores involucrados, información que debe constituirse, además, en un insumo para la toma de decisión. Durante su campaña política en 2003, el Jefe de Gobierno Porteño, Aníbal Ibarra, reflexionaba sobre el hecho de que la acción antrópica positiva realizada en las cuencas -medidas estructurales de ingeniería- no daba una seguridad total de la eliminación del riesgo de vivir en estas zonas. Los habitantes deben disponer de toda la información para que la decisión de asentarse contemple las características de la zona de riesgo. Sobre la base de esto último es necesaria la implementación de medidas no estructurales pre-

ventivas, como planes de contingencia y sistemas de alerta temprana. En este caso los vecinos integrados en este plan permiten potenciar la acción de prevención.

Aspectos del Diagnóstico Socio-Económico del Sector

Entre las características notables de Palermo está su gran diversidad y sus contrastes. Se ha ido subdividiendo por sectores que llevan, de modo no oficial, un nombre propio según los rasgos del entorno y según la oferta y la demanda de actividades específicas. Así, nos encontramos con Palermo Viejo, Nuevo, Chico, Alto, Soho, Hollywood, Pacífico, Botánico, Zoológico y Villa Freud.

En los últimos años, el barrio de Palermo – en todas sus sub-zonas – viene siendo afectado tanto de manera positiva como negativa por los efectos del crecimiento sin control que lo caracteriza. Además del enorme crecimiento inmobiliario característico de Palermo Nuevo, Chico y Alto, Palermo Soho y Hollywood se perfilan con gran potencial en numerosos rubros: abrieron en los últimos diez años cerca de 800 locales comerciales en los sectores de gastronomía, indumentaria, anticuarios, arte, diseño, etc. Pero mientras la moda y el diseño configuran circuitos altamente redituables en ciertos sectores, otros rincones siguen olvidados.

En efecto, aun cuando el barrio de Palermo en conjunto es el que más creció en la última década, considerando la totalidad de la ciudad, la zona contigua al sector degradado que se analiza es la menos requerida –por ejemplo desde el punto de vista inmobiliario–, ya que sufre los efectos directos de una situación no resuelta. Además del componente negativo que significa la realidad de una zona roja sobre la calle Godoy Cruz y alrededores, periódicamente la atención vuelve a caer en el estado de abandono y deterioro en que se encuentra el edificio de las ex-bodegas Giol, ubicado en el cruce de la calle Paraguay cercano a Godoy Cruz.

Los intereses inmobiliarios –que vienen generando por su parte una fuerte presión dinámica sobre ciertos sectores del barrio– manifiestan su frustración por la postergación económica en que se encuentran las calles inmediatamente cercanas al emblemático edificio. Algunos indicadores son los precios de las propiedades. Allí el metro cuadrado no supera un valor de 600 dólares, mientras en el resto del barrio los valores promedian los 950 dólares, con sectores exclusivos que llegan a los 1300. Si se reciclara Giol, afirman, se podría tener un nuevo *boom*, análogo al de Puerto Madero.

Una de las dificultades que se presenta a la investigación de los autores es que el sector degradado estudiado aparece recortado en el contexto de un ámbito barrial mucho más amplio, en el cual la preocupación por la refuncionalización o revalorización de distintos sectores es continua, aunque no coincidente entre las distintas sub-áreas. A menudo los criterios que esgrimen sus habitantes son directamente contrapuestos, lo que ha generado y sigue generando encuentros participativos para discutir y compatibilizar las ventajas y los riesgos del acelerado cambio de fisonomía que sigue afectando al barrio.

A modo de ejemplo, se pueden citar las jornadas participativas en 2000 **¿De dónde viene y hacia dónde va Palermo Viejo?** realizadas entre vecinos, entidades gubernamentales y universitarias, en las que se acordó elaborar un Plan de Sector.

Una carta intención entre el Centro de Gestión y Participación 14 Este (CGP 14 E), vecinos de Palermo

Viejo y la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO) sede Argentina, formalizó al Grupo Promotor de la Gestión Asociada para el Plan de Sector de Palermo, centrado en la problemática urbana existente a ambos lados del curso entubado del Arroyo Maldonado. El Grupo Promotor ha sumado hoy a otros vecinos, asociaciones barriales, varias áreas del gobierno central (Plan Estratégico, Espacios Públicos, Turismo, Diseño, Microemprendimientos) y al CGP 14 Oeste.

Otro indicador importante es la tendencia de los vecinos a participar en los Centros de Gestión y Participación, como en el caso de los debates del Presupuesto Participativo. El mecanismo de Presupuesto Participativo, incorporado al presupuesto general de la ciudad desde 2002, permite a vecinos, organizaciones barriales y asociaciones civiles definir las prioridades presupuestarias y las obras de sus barrios que se realizarán el año siguiente. Al efecto se organizan comisiones por núcleos temáticos, como Obras Públicas y Medio Ambiente, Desarrollo Urbano y Mantenimiento Barrial, Desarrollo Socio-Económico, Educación, Salud o Cultura y Deporte.

El equipo está realizando el análisis de las prioridades votadas por los vecinos para la aplicación del Presupuesto Participativo del CGP 14E a partir del 2002, con el fin de evaluar la percepción barrial de los problemas e identificar las tendencias en cuanto a intereses y necesidades del vecindario. Se constata que las prioridades o preocupaciones van cambiando a lo largo del tiempo.

Frente a la amenaza de inundaciones, a medida que nos alejamos del episodio de tormenta extrema que causó la última gran inundación del 24 de enero de 2001, la ansiedad parece desdibujarse. En aquel entonces, por ejemplo, se pedían obras que **terminaran definitivamente con las inundaciones en Santa Fe y Juan B. Justo**. En el presupuesto participativo para 2005, sólo 2 de 341 prioridades tenían que ver con hidráulica, referidas a mantenimiento de sumideros. Evidentemente el público se acostumbró a esperar la próxima intervención en obras de ingeniería de envergadura –como el canal aliviador que se construirá debajo de la calle Godoy Cruz- confiando en que resolverá los inconvenientes periódicos del agua.

Conclusión

Los autores consideran que, al menos en la etapa de operación y mantenimiento, la propuesta de Lago Pacífico-Plaza Mayor tendría impactos positivos. La recuperación urbana del área degradada podría conducir a una valorización de la propiedad inmueble en los alrededores y al incentivo de actividades recreativas, culturales y comerciales en la zona. La presencia de valores paisajísticos y una mejora en las condiciones de seguridad del sector apuntan a fortalecer la calidad de vida de los vecinos. Si las obras planeadas llegaran a mitigar las inundaciones, se reducirían en forma significativa las pérdidas económicas y de otro tipo en los alrededores.

Pero la hipótesis principal de la investigación, con relación a que el mejor tratamiento para el proyecto sería una consideración integral, queda abierta, ya que las condiciones ideales 'análisis situacional - planeamiento urbano - propuesta urbanística - diseño arquitectónico' están muy alejadas de la situación real predominante para ese sector de la ciudad de Buenos Aires. En 2005 se perfilan nuevas variables que habrán de ser consideradas en una nueva etapa de la investigación: por un lado no hay Plan Urbano Ambiental y por el otro -como consecuencia de lo anterior- sigue predominando el tratamiento sectorial de la problemática del área.

En lo referente a obras estructurales de ingeniería para la mitigación de las inundaciones, estaría llegando del Banco Mundial un préstamo de 130 millones de dólares para la construcción de dos nuevos túneles colectores a 21 metros de profundidad, bajo la Av. Juan B. Justo, para aliviar el Arroyo Maldonado. De realizarse, el trabajo insumiría más de tres años. Esta variable parece descartar directamente la construcción de reservorios pluviales u otras obras de manejo de aguas consideradas insuficientes.

En relación con la refuncionalización y la puesta en valor urbanística del sector, han ido tomando cuerpo varios emprendimientos edilicios. En particular uno de ellos estaría definiendo el uso en parte de un espacio que eventualmente iba a ser afectado por el proyecto Lago Pacífico-Plaza Mayor. Se trata del emprendimiento Palermo Centro que funcionaría en los antiguos talleres ferroviarios y en terrenos que pertenecen a la operadora logística ALL, espacio coincidente con la zona denominada Plaza Mayor del proyecto que estudiamos. Allí se instalarían seis salas de cine, dos teatros, un anfiteatro al aire libre y 34 locales comerciales. El gobierno de la Ciudad de Buenos Aires tendría una participación en la iniciativa al tener a su cargo la gestión de un centro cultural en el citado complejo.

Con respecto al sector de las bodegas Giol, en el proyecto de la Sociedad de Fomento de Palermo Viejo, el edificio se convertiría en colegio secundario y Museo Histórico de Palermo. En la propuesta Lago Pacífico-Plaza Mayor, el edificio se convertiría en un centro cultural. De todos modos, para todas estas aspiraciones la dificultad es que, si bien los terrenos implicados están en la ciudad, pertenecen, como ya se ha dicho, a ONABE, es decir a la Nación. La variable que ha surgido durante el último año es que el mismo ONABE promueve un centro de exposiciones dedicado al vino y la gastronomía en el edificio de las bodegas, además de un sector comercial, de hotelería, oficinas y un garaje subterráneo.

Similar idea había sido propuesta por el diputado Gabriel Llano, del Partido Demócrata de Mendoza, coordinador del Interbloque Federal de la Cámara de Diputados de la Nación, para levantar un centro cultural y temático del vino, aprovechando el buen momento que vive el sector vitivinícola frente al exterior. Según este proyecto, el centro tendría un museo, un auditorio, una galería de arte, salas de degustación, stands de exhibición, una vinoteca, *wine bar*, restaurantes, biblioteca y *business center* para impulsar negocios en el rubro de los vinos argentinos.

La actual propuesta de ONABE no implica cesión de terrenos, que quedarían en dominio estatal. El proyecto no es integral para todo el sector, sino que es puntual y luego, con el tiempo, se iría pensando qué hacer con el resto del espacio.

Respecto a la existencia de una zona roja como factor de conflictividad en los alrededores del sector considerado, esta situación no es la misma hoy que la encontrada al comienzo de la investigación. En efecto, desde enero de 2005 ha entrado en vigencia el nuevo Código Contravencional que prohíbe la oferta y la demanda de sexo en la vía pública a menos de 200 metros de viviendas, templos o escuelas. En el caso que nos ocupa, la situación típica que se instalaba todas las noches en la calle Godoy Cruz y alrededores ahora se ha desplazado hacia algunos trayectos de los parques de Palermo.

En rasgos generales se mantiene la peligrosidad por las inundaciones recurrentes, la exposición de bienes y personas. Persiste la separación entre el manejo de las inundaciones y la ocupación de áreas peligrosas y persiste la incertidumbre por la fragmentación, superposición y/o desarticulación en la toma de decisiones sobre planeamiento y ocupación del territorio urbano.

Notas

Además de las indicadas en las Referencias, algunas otras de las obras consideradas para elaborar este punto del marco teórico son: DI SALVO, C., TOMASINI, D., CICERONE, D. y SANGUINETTI A., 1999, "La ciudad invita a pensar. Encuentro sobre sociedad, ciencia y tecnología". Buenos Aires, Eudeba. También BLAIKIE, P., CANNON, T., DAVIS, I. y WISNER, B., 1998. 'Vulnerabilidad. El entorno social, político y económico de los desastres'. Bogotá, LA REID/ITDG.

Referencias

GONZÁLEZ, S.; BARRENECHEA, J.; GENTILE, E.; NATENZON, C. (1998) 'Riesgos en Buenos Aires, caracterización preliminar' (PIRNA-Programa de Investigaciones en Recursos Naturales y Ambiente, Instituto de Geografía, Facultad de Filosofía y Letras, UBA), presentado en Seminario de Investigación Urbana. El Nuevo Milenio y lo Urbano. Instituto de Investigaciones Gino Germani (Facultad de Ciencias Sociales-UBA), Instituto de Geografía-UBA; CEUR-CEA (UBA), Universidad Nacional de Quilmes, Instituto del Conurbano de la Universidad Nacional General Sarmiento. Buenos Aires, noviembre.

PUA (1999). Plan Urbano Ambiental, Informe de Diagnóstico Área Ambiental, Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, Secretaría de Planeamiento Urbano, Consejo del Plan Urbano Ambiental, diciembre.

SANTA CRUZ, J.; SILVA BUSSO, A. (2001) 'Evolución de la freática y posibles implicancias de la afectación ambiental en el Conurbano Bonaerense', *Geotemas* N° 14, Buenos Aires.

SANTORO, M. (2001) 'La zonificación de áreas inundables en el Código de Planeamiento Urbano de la Ciudad de Buenos Aires', en Primer Encuentro: Adaptación de la Ciudad de Buenos Aires y Área Metropolitana al Cambio Climático organizado por la Defensoría del Pueblo Adjunta de la Ciudad de Buenos Aires.

UTE (HALCROW, HARZA, IATASA, LATINCONSULT), (2001a) 'Estudio de Tránsito Urbano, Estudios Básicos Complementarios', julio/agosto, Buenos Aires.

UTE (HALCROW, HARZA, IATASA, LATINCONSULT) (2001b) 'Análisis químicos y bacteriológicos sobre muestras de agua. Estudios Básicos Complementarios', inédito.

Micromecanismos de desgaste en un material compuesto de matriz metálica ZA27 reforzado con SiC

S. Corujeira¹, B. Romero¹, R. Auras², C. Schvezov³, E. Forlerer^{1,4}

1. Laboratorio de Tribología y Biomateriales, Dpto. de Ing. Mecánica, Secretaría de CyT, Fac. Reg. Bs. As. UTN, Medrano 951-Lab. 301. (1179) Cdad. de Bs. As. Argentina, E-mail: eforlerer@cedi.frba.utn.edu.ar

2. School of Packaging, Michigan State University, East Lansing, MI (48824-1223), E-mail: aurasraf@msu.edu

3. Fac. de Cs. Exactas, Químicas y Naturales, Univ. Nac. de Misiones, Félix de Azara 1552 (3300), Posadas, Pcia. de Misiones, Argentina, e-mail: schvezov@fceqyn.unam.edu.ar

4. Dpto. Materiales, Centro Atómico Constituyentes, Comisión Nacional de Energía Atómica, Av. Gral. Paz 1499, (1560) San Martín Pcia. Bs. As. Argentina, E-mail: forlerer@cnea.gov.ar

Resumen

Se realizaron ensayos de desgaste lubricado sobre una aleación de zinc-aluminio (ZA27) y la misma aleación reforzada con partículas formando un material compuesto (ZA27+Si+Cu+SiC particulado) teniendo como contraparte un disco de acero SAE4620. Se utilizó una máquina block-on-ring, LFW1 marca Dow Corning. La superficie y subsuperficie del material y las partículas de desgaste fueron analizadas mediante microscopía de barrido electrónico (SEM) y espectroscopía de Rayos X por dispersión de energía (EDS). La tasa de desgaste fue obtenida por medición de la escara de desgaste. En la superficie ensayada y en las partículas analizadas se pudo identificar un proceso de mezclado mecánico, similar a las primeras fases de aleación mecánica. Se midieron el espesor y la composición química de la capa mecánicamente mezclada.

Abstract

Sliding lubricated wear tests were performed on a zinc-aluminum (ZA27) alloy and the same alloy reinforced with SiC particles (ZA27+Si+Cu+SiC particles). A SAE4620 steel disc was used as counterpart in a LFW1 block-on-ring machine. The surface and subsurface of the probes and the wear debris were analyzed by Scanning Electron Microscopy (SEM) and Energy Dispersive Spectroscopy (EDS). The wear rate was obtained through the scar width. A mechanical mixing process was identified in the worn surface and the wear debris. The depth and the chemical composition of the mechanically mixed layer were measured.

Introducción

Las aleaciones de zinc y aluminio han tenido una presencia creciente en aplicaciones de alto rendimiento. Las características de alta resistencia específica y resistencia al desgaste, especialmente en condiciones de lubricación límite, le permiten reemplazar a materiales tradicionales como bronce, fundición de hierro y aceros de baja aleación.

La matriz ZA27 puede mejorar sus características con la adición de otros elementos aleantes y refuerzos. El cobre, en porcentajes de hasta 1% pp., le confiere mejores propiedades mecánicas por la precipitación de β -CuZn₂ en las zonas interdendríticas (Savaskan, 2001 y 2003). El silicio mejora la estabilidad dimensional de la aleación, precipitándose principalmente dentro de las dendritas (Harmsen, 1996; Li Jian, 1993). La adición de partículas de SiC incrementa el punto de fluencia a alta temperatura y la resistencia al desgaste (Tjong, 1997; Auras, 1999). El material, con refuerzo particulado, presenta menor anisotropía en sus propiedades respecto a los reforzados con fibras largas, y puede obtenerse con métodos económicos, como el colado de material fundido.

Se seleccionó, para este trabajo, una aleación ZA27 (Zn+27% pp. Al) reforzada con cobre, silicio y partículas de SiC, formando un material compuesto (MIL) con la siguiente composición química: 27% pp. Al; 3,5% pp. Si; 1% pp. Cu; bal. Zn. + 8% vol. de partículas de SiC de 5 μ m de diámetro medio. La proporción y la morfología del refuerzo fue seleccionada en función de los resultados encontrados en trabajos previos (Auras, 2004).

La distribución de partículas de refuerzo, así como la compleja microestructura de la matriz, determinan su resistencia al desgaste. En este sentido son importantes las condiciones de colada y solidificación de la aleación para evitar la porosidad característica (*USD- Underside Shrinkage Defect*) y conseguir una correcta distribución de partículas de refuerzo en la matriz.

Por otra parte, se sabe que las condiciones ambientales y el lubricante utilizado, así como su afinidad química con los materiales del tribosistema, son de fundamental importancia durante la evolución del proceso de desgaste. El aceite mineral no polar, utilizado en este trabajo, minimiza el efecto de adhesión y la formación de depósitos durante el deslizamiento, en comparación con otros lubricantes polares (Yamamoto, 2000).

Los objetivos de este trabajo son:

- Identificar los mecanismos por los cuales los refuerzos particulados (Si y SiC) disminuyen la tasa de desgaste.
- Obtener información detallada sobre la capa mezclada mecánicamente (MML) que se forma en la superficie de la aleación ensayada durante el deslizamiento (Rigney, 2000).

Parte Experimental

Materiales utilizados

Las probetas fueron obtenidas por fundición a partir de los siguientes materiales: Zn 99,9995%, Si 99,99%, Cu 99,995% en peso y un material compuesto Al-27% pp. Si reforzado con 25% vol. de partículas de SiC.

La temperatura de colada del material fue inferior a 560 °C y se utilizaron crisoles enfriados ($\varnothing=25,5$; L=80 mm) para minimizar los efectos de la porosidad.

Para la observación metalográfica, las muestras fueron pulidas manualmente con papeles abrasivos de SiC # (320-1500) y pasta de diamante de 6 μm y 1 μm . Posteriormente se limpiaron mediante ultrasonido con acetona durante 20 minutos y se atacaron con Nital 4% durante 3 segundos a temperatura ambiente. La estructura metalográfica revelada está compuesta por dendritas ricas en aluminio α , en las cuales se encuentran precipitados de silicio en forma de placas planas. El espacio interdendrítico está constituido por una aleación rica en Zn; siendo éste el lugar preferencial para los precipitados ϵ -CuZn₄ y las partículas de SiC del refuerzo. El diámetro medio de las partículas de SiC fue de 5,27 μm , determinado por metalografía cuantitativa en cuatro puntos del lingote.

Se puede observar una importante porosidad nucleada alrededor de los refuerzos de Si-SiC. Esta porosidad puede haberse generado por desprendimiento de partículas durante el desbaste y pulido, y por USD.

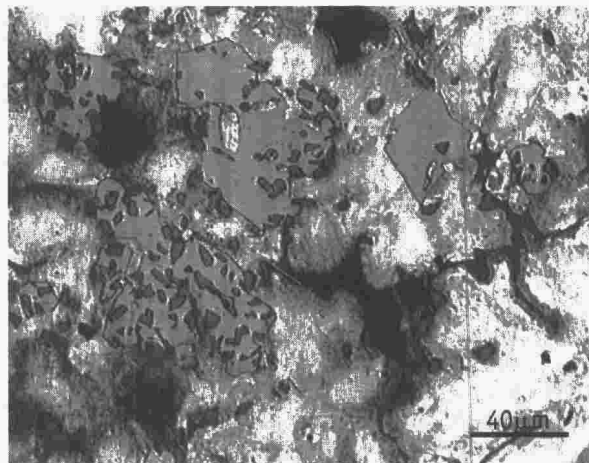
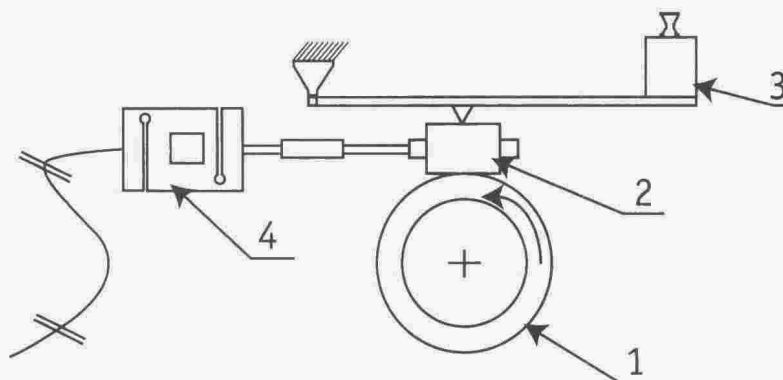


Figura 1. Metalografía MMC

Ensayos de desgaste

La máquina utilizada para los ensayos fue del tipo block-on-ring, marca Dow Corning modelo LFW1, reacondicionada con adquisición electrónica de datos y calibrada conforme a las normas ASTM D 2714/68 y G77/98.



1. Anillo 2. Probeta 3. Carga 4. Celda de carga

Figura 2. Esquema de la máquina de ensayo

El material de la contraparte fue una pista exterior de rodamiento TIMKEN A4138 (SAE4620) con una dureza de 60 HRC. La condición de carga utilizada fue de 266,5 N, con una velocidad constante de deslizamiento de 0,36 m/s. La distancia total de deslizamiento alcanzó los 660 m, lo que fue suficiente para apreciar un coeficiente de fricción estacionario. Los ensayos se realizaron a una temperatura de (19-22) °C y con una humedad de (50-70) %HR. El lubricante utilizado fue aceite mineral con una viscosidad de 340 SSU.

Las muestras para los ensayos de desgaste se cortaron según norma ASTM G77/98 (6,35 x 15,7 x 10,2)mm y se pulieron con papel abrasivo de SiC de distinta malla y pasta de diamante de 1 µm para normalizar la rugosidad de las superficies en contacto. Finalmente se limpiaron en una batea de ultrasonido con acetona en forma previa a la realización del ensayo.

Caracterización posterior al desgaste

Las probetas ensayadas fueron sometidas a los siguientes estudios:

- Medición de ancho de escara de desgaste (durómetro LEITZ modelo Durimet)
- Microscopía óptica con luz reflejada (microscopio REICHERT)
- Microscopía electrónica de barrido -SEM- (microscopio PHILIPS modelo PSEM-500)
- Mapeo de composición mediante espectroscopía de rayos X por dispersión de energía (EDS)
- Perfil de composición utilizando espectroscopía de rayos X por dispersión de longitud de onda (microsonda electrónica CAMECA SX-50).

Resultados

Ancho de escara

Se utilizó la medida del ancho de la escara de desgaste para caracterizar la cantidad de material perdido durante el ensayo. El borde delantero (entrada) y el borde trasero (salida) de la escara de desgaste son fácilmente identificables por la morfología irregular del último, lo cual evidencia la existencia de un mecanismo de desgaste adhesivo. La línea media del borde irregular mencionado fue determinada con la ayuda del sistema óptico de un microdurómetro.

La figura 3 muestra la macrografía de las probetas ensayadas en forma comparativa, mientras que en la Tabla 1 se presentan los resultados de las mediciones:

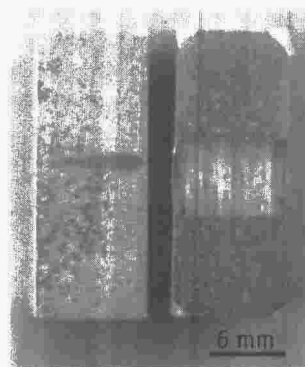


Figura 3. Macrografía de las escaras. A la izquierda: MMC, a la derecha: ZA27

Tabla 1. Resultados de los ensayos realizados: Ancho de la escara de desgaste

MUESTRA	ANCHO DE ESCARA [mm]	ERROR [%]
ZA27	$4,2 \pm 0,2$	4,8
MMC (ZA27+refuerzo)	$0,96 \pm 0,06$	6,2

Análisis de la superficie desgastada

A nivel macroscópico pudo apreciarse una gran deformación plástica en el borde de salida de la escara de desgaste de la probeta de ZA27, lo cual es evidencia de la relevancia de la componente adhesiva durante el deslizamiento (Figura 4). En el material reforzado MMC, la deformación plástica y el nivel de adhesión fueron sustancialmente menores.

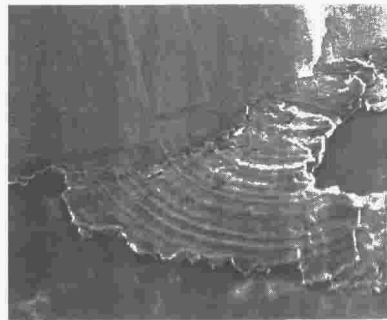


Figura 4. Desgaste adhesivo en probeta ZA27 sin refuerzo, M=200X

En el MMC se observaron zonas con cráteres y fisuras preferentemente desarrolladas en dirección perpendicular al deslizamiento. También se presentaron partículas fracturadas e incrustadas en la superficie desgastada. Finalmente, se observó hierro distribuido uniformemente y en baja concentración en la superficie de la probeta ensayada, lo cual demuestra la existencia de transferencia de material desde la contraparte a la probeta durante el ensayo, y es el primer indicio de la existencia de una capa de material mezclado mecánicamente.

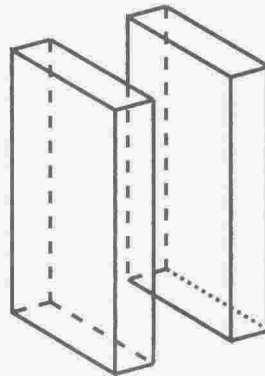


Figura 5. Esquema del corte realizado sobre las probetas

Análisis de la subsuperficie

La subsuperficie de las probetas ensayadas fue analizada en una sección perpendicular a la superficie desgastada (Figuras 3 y 5). Los especímenes se niquelaron con la técnica Ni "electroless" y, posteriormente, se prepararon para observación metalográfica.



Figura 6. Propagación de fisuras a partir de un poro en ZA27, corte transversal M=400X

En la aleación sin reforzar, las imágenes de SEM muestran la presencia de fisuras subsuperficiales en la zona desgastada, las cuales inician su propagación a partir de los poros (Figura 6).

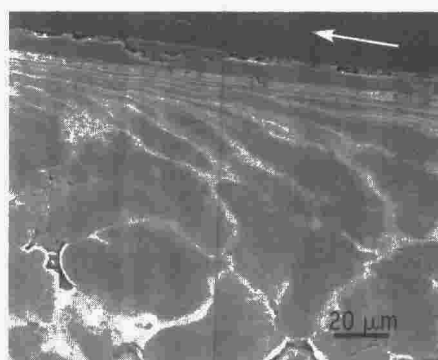


Figura 7. Dendritas sub-superficiales deformadas durante el desgaste en ZA27 reforzado con CSI + Si + Cu

El análisis realizado sobre el material reforzado permitió detectar la presencia de partículas rotas dentro de la MML. En la Figura 7 se pueden observar las dendritas deformadas y la variación progresiva del campo de deformación debajo de la superficie de contacto y de la MML. Con respecto a la presencia y rol de las partículas de refuerzo bajo carga normal, frente a la porosidad característica de éstas aleaciones, la Figura 8 pone en evidencia cómo las partículas de Si y SiC impiden el colapso de un poro sin fracturarse.

Composición de la MML

Se analizó el espectro lineal de composición en el borde de una sección longitudinal de la probeta (Figura 5), en forma perpendicular a la capa superficial denominada *MML*. La presencia de material del anillo transferido a la probeta es evidencia de un proceso de mezclado mecánico producido en la superficie

de deslizamiento. De acuerdo con algunos autores, la *MML* obtenida sobre aleaciones de base aluminio tiene efectos protectores bajo determinadas condiciones en las cuales es continua y resistente (Rosemberger, 2002). Sin embargo, en los materiales de base zinc ensayados bajo las condiciones mencionadas, la capa *MML* observada fue discontinua y de espesor variable.

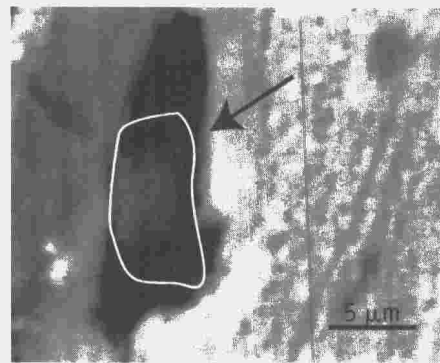


Figura 8. Partícula de refuerzo dentro de un poro de la matriz, en la subsuperficie de la zona desgastada.

La figura 9 muestra el espectro lineal de aluminio, carbono, hierro y silicio para una probeta de *MMC*. La *MML* se encuentra a la derecha en todos los casos. El aluminio es muy escaso en esta capa, mientras que los dos picos de carbono y silicio evidencian la presencia de partículas de refuerzo (*SiC*). La presencia de hierro implica que, en un estadio inicial del proceso de desgaste, se adhieren óxidos de hierro o debris complejos de composición *Fe-Zn-O* a la superficie de la probeta.

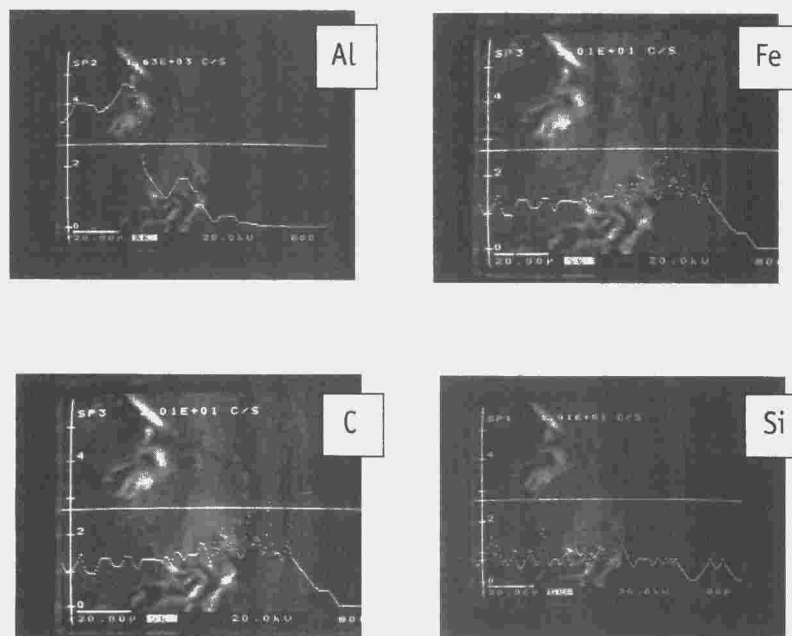


Figura 9. Espectros de aluminio, hierro, carbono y silicio en la superficie ensayada de probetas de ZA27 *MMC*.

Los datos obtenidos para el ZA27 sin reforzar mostraron escasa presencia de hierro en la capa superficial (Rosemberger, 2005; Forlerer, 2000). Principalmente se encontró aluminio y zinc, lo cual es un indicador de la inexistencia de *MML*.

En todos los casos, el espesor de la *MMI* hallada fue menor a 20 μm , lo que concuerda con la bibliografía publicada. Sin embargo, para las aleaciones y condiciones de desgaste estudiadas, es evidente la discontinuidad de tal capa al igual que su falta de resistencia, lo que pone en duda su papel protector en estas condiciones de deslizamiento.

Estudio de la contraparte y de las partículas desprendidas

Los anillos utilizados como contraparte fueron analizados con técnicas *SEM-EDS*, luego de los ensayos de desgaste, sólo en el caso de la aleación reforzada. Previamente se limpiaron mediante ultrasonido con acetona. La figura 10 muestra partículas de debris adheridas a la superficie del anillo y su correspondiente espectro de composición. La misma presenta una forma plana y tiene una longitud aproximada de 30 μm .

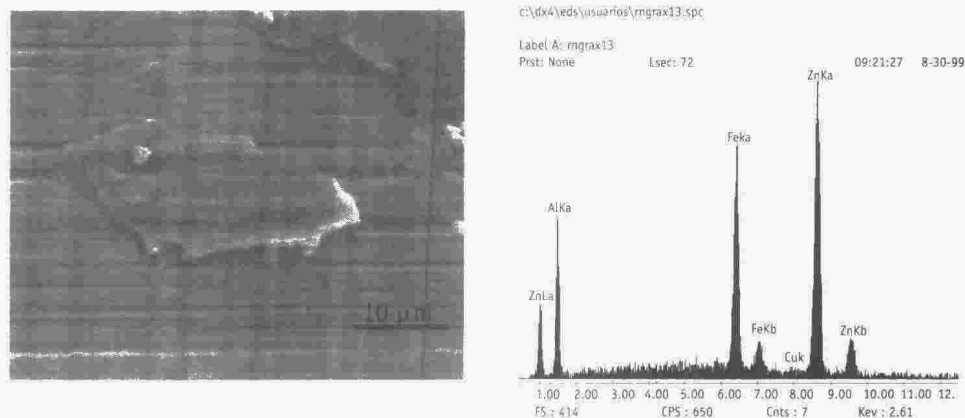


Figura 10. Partícula de desgaste adherida al anillo; espectro de composición de la misma partícula. Los picos de zinc y aluminio corresponden a la partícula; los de hierro corresponden a la partícula más el fondo (anillo), el de cobre es del soporte.

Las partículas extraídas del lubricante tenían forma de escama, con una composición rica en aluminio. En la Tabla 2 se presenta la composición cualitativa de los diferentes debris. El contenido de aluminio varía entre 73 y 80 %, mientras que el del zinc lo hace entre 18 y 26 %.

Tabla 2. Composición química de las partículas halladas en el lubricante

PARTÍCULA	Znk (% pp)	Alk (% pp)	Sik (% pp)	DIÁMETRO MEDIO (μm)
1	20,72	77,21	2,01	30
2	26,00	73,00	0,00	8
3	17,70	80,00	1,80	15

Estudio del coeficiente de fricción

Se midió el coeficiente de fricción en los ensayos realizados sobre ambos materiales: MMC y ZA27 sin refuerzo (ver Figura 11). En el caso del ZA sin refuerzo se observó un coeficiente de fricción creciente en toda

la distancia recorrida (670 m aprox), con un valor final de 0,11 (aprox). En cambio, la curva correspondiente al MMC tuvo una tendencia decreciente durante toda la duración del ensayo, obteniendo un valor final de 0,08. En este último caso, el ruido de la señal fue mayor, debido a las partículas de refuerzo existentes en la zona de contacto.

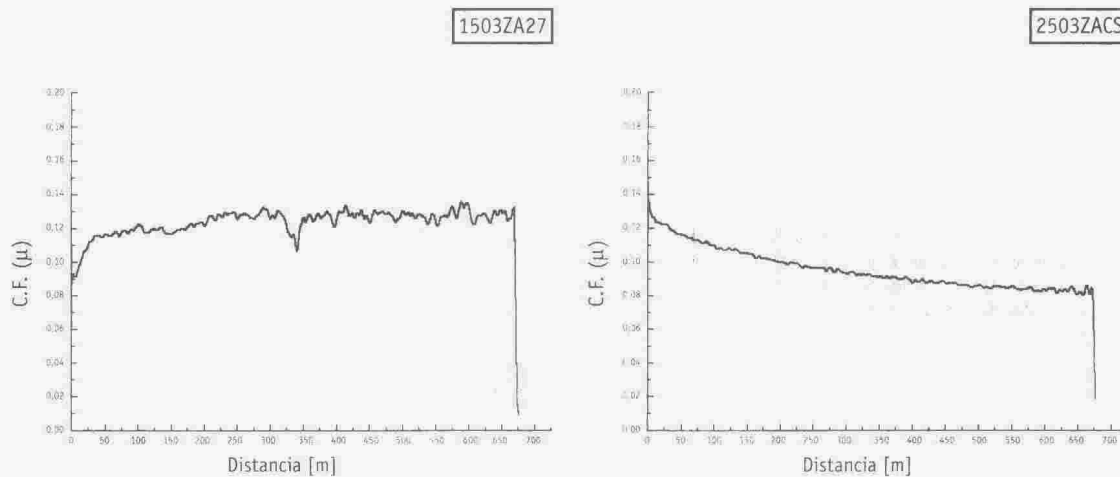


Figura 11. Coeficiente de fricción medido en probetas de ZA27 sin reforzar y MMC, respectivamente

Discusión

El desgaste observado en las aleaciones de Zn-Al satisface el modelo de Suh y colaboradores (Nam, 1981), en el cual el coeficiente de fricción es la suma de tres fenómenos simultáneos: adhesión, abrasión y deformación plástica de las crestas superficiales.

El proceso adhesivo se observó en ambas muestras pero su efecto fue más intenso en el material sin reforzar. Tal mecanismo es identificado por la morfología de la superficie desgastada, la existencia de fisuras perpendiculares a la dirección de deslizamiento, el borde de salida de la escara de desgaste de contorno irregular, y por la presencia de partículas de Zn-Al adheridas a los anillos desgastados.

Por otra parte, la abrasión es un mecanismo de desgaste apreciable en los ensayos realizados sobre las probetas del MMC, evidenciado por la presencia de hierro, el cual es desprendido de la superficie de la contraparte por las partículas de SiC. En los ensayos realizados sobre la aleación sin reforzar, no pudo encontrarse hierro transferido a la probeta, con lo cual se concluye que la componente adhesiva del desgaste es la más importante en ese caso.

En la Figura 7 se han mostrado evidencias de la severa deformación plástica presente en la subsuperficie del material ensayado. La adhesión y el gradiente de deformación generado por el deslizamiento llegan a fracturar las estructuras dendríticas de la matriz. Las fisuras encontradas en las regiones dendríticas de la subsuperficie se originan en la interfaz dendrita-interdendrítico, pero no se observan en las regiones interdendríticas debido a la presencia de partículas de refuerzo (SiC, Si, y ϵ -CuZn₁) que le brindan mayor tenacidad.

Dado que el aluminio se oxida más fácilmente que el zinc, el ensayo se realiza en atmósfera ambiente, y que las crestas en contacto son zonas de altas temperaturas (*flash temperature*), se promueven meca-

nismos de desgaste oxidativos, sobre todo en el aluminio, que pueden relacionarse con la morfología de las partículas analizadas (Straffelin, 2000). La forma plana (escamas) de los debris ricos en aluminio son evidencia de un proceso de delaminación de algunas zonas de las capas más superficiales, previamente oxidadas.

De las mediciones realizadas sobre la capa superficial (*MML*) se desprende que el zinc se encuentra presente en concentraciones superiores a las de la zona interdendrítica (eutéctico $\eta\text{Zn}+\alpha\text{Al}$). La temperatura desarrollada en la superficie de contacto durante el deslizamiento es suficiente para que el zinc alcance el estado pastoso o líquido, lo que facilita su migración hacia las superficies libres (Young, 2000), contribuyendo a la disminución del coeficiente de fricción y a alcanzar el estado estacionario. Por otra parte, el hierro desprendido por la acción abrasiva de las partículas duras de refuerzo se presenta en forma de compuestos intermetálicos complejos Fe-Zn-O dentro de la *MML*.

La diferencia hallada entre la composición química del debris y de la capa *MML* da cuenta de las deformaciones, las pérdidas de masa, la formación de nuevos compuestos y las transformaciones de fase que ocurren dentro de la zona de contacto hasta establecer una capa mecánicamente mezclada que resulta discontinua e inhomogénea. Esta falta de coherencia es la causa de su baja resistencia, que hace que no resulte protectora para el material de base bajo las condiciones ensayadas, a diferencia de lo hallado para aleaciones de base aluminio.

Por otra parte, la porosidad encontrada en la matriz genera sitios de nucleación de fisuras que debilitan el material, y devienen en una falla subsuperficial que contribuye a la falla generalizada. Aún así, la presencia de los refuerzos en la *MML* y en la región interdendrítica provocan una disminución del material perdido por desgaste.

Conclusiones

Sobre la base de lo expuesto, se concluye que:

- Las partículas duras del refuerzo, segregadas en el espacio interdendrítico, incrementan la tenacidad de la matriz y resisten la deformación plástica.
- Las partículas duras limitan la deformación de los poros presentes en la aleación, evitando el colapso de la matriz.
- La presencia de refuerzo disminuye la componente adhesiva del desgaste y aumenta la abrasión.
- La afinidad química de los elementos que forman el tribosistema condiciona la composición de la *MML*.
- Para una descripción más completa este MMC debe estudiarse a diferentes cargas.

Referencias

- AURAS, R. (1999). Producción y Propiedades de compuestos de base Aluminio-Zinc y partículas de alúmina y carburo de silicio, Tesis de Magisterio en Ciencia y Tecnología de Materiales del Instituto de Tecnología Prof. Jorge A. Sábato de la Universidad Nacional de San Martín.
- AURAS, R.; SCHVEZOV, C. (2004). Wear Behavior, Microstructure and Dimensional Stability of As-Cast Zinc-Aluminium/SiC (Metal Matrix Composites) Alloys, *Metallurgical and Materials Transactions Vol.35A* (1579-1590).
- FORLERER, E.; AURAS, R.; MONTERO, R.; CALDERÓN, S.; SCHVEZOV C. A. (2000). Efecto del refuerzo de partículas de SiC en el desgaste de compuestos de matriz metálica ZA27. Resúmenes del Congreso IBEROMET IV, 19-22 junio 2000, Barcelona, España. Eds. J. M. Guilemany, F. Vivas, pp 301-311.
- HARMSSEN, M.; LAUFER, E.; MASOUNAVE, J. (1996). Si-modified ZA alloy for journal bearing applications, *Wear* 192 (128-133).
- LI JIAN, E.; LAUFER, E.; MASOUNAVE, J. (1993). Wear in Zn-Al-Si alloys, *Wear* 165 (51-56).
- NAM P.; SUH, H.; SIN, C. (1981). The genesis of friction, *Wear* 69 (91-114).
- RIGNEY, D. A. (2000). Transfer, mixing and associated chemical and mechanical processes during the sliding of ductile materials, *Wear* 245 (1-9).
- ROSENBERGER, M. (2002). Estudio del desgaste de materiales compuestos de matriz de Aluminio, Tesis de Magisterio en Ciencia y Tecnología de Materiales del Instituto de Tecnología Prof. Jorge A. Sábato de la Universidad Nacional de San Martín.
- ROSENBERGER, M. R.; SCHVEZOV, C. A.; FORLERER, E. (2005) Wear of different aluminum matrix composites under conditions that generate a mechanically mixed layer. Aceptado en la Conferencia Wear of Materials 2005 (WOM 2005) San Diego, 24-28 abril 2005. Los trabajos de WOM 2005 se publican en la Revista WEAR de Elsevier Pub.
- SAVASKAN, T.; PASA HEKIMOGLU, A.; PÜRCEK, G. (2004). Effect of copper content on the mechanical and sliding wear properties of monotectoid-based zinc-aluminium-copper alloys, *Tribology International* 37, (45-50).
- SAVASKAN, T.; PÜRCEK, G.; PASA HEKIMOGLU, A. (2003). Effect of copper content on the mechanical and tribological properties of ZnAl27-based alloys, *Tribology Letters* Vol.15, No.3 (257-263).
- STRAFFELINI, G. (2000). Experimental observations of subsurface damage and oxidative wear in Al-based metal-matrix composites, *Wear* 245 (216-222).
- TJONG, S. C.; CHEN, F. (1997). Wear Behavior of As-Cast ZnAl27/SiC Particulate Metal-Matrix Composites under Lubricated Sliding Condition, *Metallurgical and Materials Transactions Vol.28A*, (1951-1955).
- YAMAMOTO, Y.; GONDO, S.; KIM, J. (2000).Wear Characteristics of Aluminium-Silicon Sliding Against Steel in HFC134a; *Lubrication Engineering* (32-39).
- YOUNG, J. L.; DORIS KUHLMANN-WILSDORF, J.R.; HULL, R. (2000). The generation of mechanically mixed layers (MMLs) during sliding contact and the effects of lubricant thereon. *Wear* 246 (74-90).

Instrucciones para la presentación de artículos

El objetivo de Proyecciones es la difusión de trabajos originados en las tesis presentadas en los ámbitos correspondientes a las carreras de postgrado que se dictan en la Facultad Regional Buenos Aires, así como de otros trabajos originales de investigación en el campo de la ingeniería, en todas sus ramas, y de las ciencias conexas. Eventualmente serán aceptadas también obras de revisión en temas específicos.

Proyecciones es una publicación periódica, cuya frecuencia de aparición se ha fijado en seis meses, para este primer año.

El presente instructivo reúne las condiciones generales de presentación y formato para todos los interesados en remitir sus contribuciones

Presentación de los textos

Los trabajos, en versión impresa (original y copia), podrán ser remitidos a cualquiera de los miembros del Comité Editorial: Lic. Miguel Languasco - Dr. Isaac Marcos Cohen

Facultad Regional Buenos Aires
Secretaría de Ciencia y Técnica
Medrano 951(C1179AAQ) Buenos Aires, República Argentina

La presentación corresponderá a un formato adecuado para hojas tamaño personalizado (20 cm x 28 cm) escritas con interlineado simple, conservando los siguientes márgenes: superior e inferior, 2,5 cm; derecho e izquierdo, 3 cm; encabezado y pie de página, 1,2 cm. La fuente aconsejada es Times New Roman, tamaño 12. Se deberá emplear sangría francesa de 1 cm y alineación justificada en el texto (no debe exceder más 20 páginas por trabajo incluyendo imágenes, figuras y tablas).

En la página inicial se indicará el título en negrita, centrado y en letras mayúsculas; en otro renglón, también en negrita, iniciales y apellido del (de los) autor(es) y, finalmente, en itálica, el nombre, la dirección postal y el correo electrónico de la(s) institución(es) a la(s) que pertenece(n).

A continuación, dejando tres espacios libres, el texto, en espacio simple, comenzando con un resumen de 50 a 100 palabras, en castellano e inglés, también en negrita y con tamaño de fuente 9.

Se aconseja ordenar al trabajo de acuerdo a los siguientes ítems: Introducción, Parte Experimental, Resultados y Discusión, Conclusiones, Agradecimientos (si existen) y Referencias.

En hoja aparte se indicará el tipo de procesador de texto utilizado y la versión correspondiente.

Los autores deberán entregar un disquete conteniendo su trabajo y diagramado para su reproducción directa en la versión final impresa.

Los trabajos serán revisados por reconocidos especialistas, designados por el Comité Editorial, a propuesta de los Editores Asociados. El dictamen será, en cada caso: a) aprobado en su versión original; b) aprobado con pequeñas modi-

ficaciones; c) revisado, con necesidad de modificaciones significativas; d) rechazado. En los casos diferentes a su aprobación directa, los trabajos serán enviados a los autores. Cuando se trate de cumplir con modificaciones sugeridas por los árbitros, los trabajos serán sometidos a una nueva evaluación.

Tablas y Figuras

Las figuras deberán ser adecuadas para su reproducción directa (imágenes de mapa de bits, a una resolución mayor de 2000 x 2000 píxeles y en formato tiff, jpg o eps); cada figura deberá ser ubicada en el texto, en el lugar más cercano a su referencia, con número y leyenda explicativa al pie. No podrán reproducirse figuras en color.

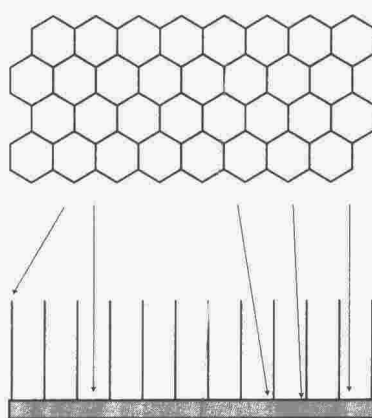


Figura 1. Ejemplo de ubicación de la figura y su leyenda explicativa (centrada, en negrita y fuente 9)

Las tablas se incluirán en el lugar más cercano a su referencia, con números arábigos y acompañadas con un título auto-explicativo en el encabezado.

Tabla 1. Ejemplo de formato para tabla y título (centrada, en negrita y fuente 10)

MAGNITUD	CONDICIÓN A	CONDICIÓN B
MAGNITUD A	1A	1B
MAGNITUD B	2A	2B

Referencias

Las referencias se consignarán en el texto indicando el apellido del autor (o primer autor, en trabajos de autoría múltiple) y el año de la publicación. Ejemplos: Gould (1958); Sah y Brown (1997); Probst y colaboradores (1997). El ítem Referencias contendrá todas las citas consignadas en el texto, ordenadas alfabéticamente, tomando el apellido del primer autor. Los artículos incluidos en publicaciones colectivas deberán figurar en el orden: iniciales y apellido de todos los autores; entre paréntesis, año de publicación; abreviatura internacionalmente aceptada de la publicación; volumen; primera página del artículo.

Las referencias a libros consignarán iniciales y apellido de todos los autores; título; página (si corresponde); editorial: Ejemplos:

GOULD, E. S. (1958) Curso de Química Inorgánica. Selecciones Científicas, Madrid, España.

PROBST, T.; BERRYMAN, N.; LARSSON, B. (1997) *Anal. Atom. Spectrom.* 12, 1115.

SAH, R.; BROWN, P. (1997) *Microchem. J.*, 56, 285.

Autoridades de la Facultad Regional Buenos Aires

Decano	<i>Arg. Luis De Marco</i>
Vicedecano	<i>Ing. Raúl Sack</i>
Secretario Académico	<i>Ing. Ricardo Bosco</i>
Secretario Administrativo	<i>Dr. Alejandro Baiguera</i>
Secretario de Ciencia y Tecnología	<i>AUS Oscar Noguez</i>
Secretario de Cultura y Extensión Universitaria	<i>Ing. Guillermo Oliveto</i>
Secretario de Asuntos Estudiantiles	<i>Sr. Juan Tiribelli</i>
Secretario de Gestión Académica	<i>Ing. Marcelo Horacio Giura</i>
Subsecretario Área Graduados	<i>AUS Ricardo Saller</i>
Subsecretaria Administrativa	<i>Sra. Marta Yolanda Haberman</i>
Subsecretaria de Relaciones Públicas e Institucionales	<i>Sra. Patricia M. De Marco</i>
Director de Departamento Ingeniería Civil	<i>Ing. Silvio Bressan</i>
Director de Departamento Ingeniería Eléctrica	<i>Ing. Eduardo Spittle</i>
Director de Departamento Ingeniería Electrónica	<i>Ing. Jorge Sinderman</i>
Director de Departamento Ingeniería Industrial	<i>Ing. Raúl Sack</i>
Director de Departamento Ingeniería Mecánica	<i>Ing. Diego Villalba</i>
Director de Departamento Ingeniería Naval	<i>Ing. César Legaspi</i>
Director de Departamento Ingeniería Química	<i>Ing. María del Carmen Gutiérrez</i>
Director de Departamento Ingeniería en Sistemas de Información	<i>Ing. Rubén Fusario</i>
Director de Departamento Ingeniería Textil	<i>Ing. Esteban Bertagni</i>
Director de Departamento Ciencias Básicas	<i>Ing. Jorge Alborés</i>
Director Académico de Posgrado	<i>Dr. Fernando Nápoli</i>
Director Administrativo de Posgrado	<i>Ing. Urano Schiffrini</i>



Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Buenos Aires
Medrano 951 - C1179AAQ - Ciudad Autónoma de Buenos Aires - República Argentina
Fax: (54-11) 4862-1506 - Tel: (54-11) 4867-7500 - www.frba.utn.edu.ar