

RELEVAMIENTO DE RCD EN LA CIUDAD DE CONCEPCIÓN DEL URUGUAY Y DE RP DE LOS DEPARTAMENTOS COLÓN Y URUGUAY. EL CASO DE LAS ARENAS DE LAVADEROS DE CANTO RODADO

Luis Muñoz. María I. Schierloh. Oscar Treppo.¹
Darío Panizza. Viviana Caravallo. Yolanda Giupponi.²
muniozl@frcu.utn.edu.ar

RESUMEN

El trabajo comprende dos temáticas contenidas en el aprovechamiento integral de los recursos naturales, contemplando la problemática ambiental de su progresivo agotamiento, específicamente en lo referente a recursos minerales para materiales de construcción: El desecho de arenas en los lavaderos de canto rodado (residuo de proceso) y los residuos de construcción y demolición.

La caracterización y los estudios comprenden los departamentos de Colón y Uruguay, para las arenas y la ciudad de Concepción del Uruguay para los RCD.

La problemática de las arenas desechadas se ubica dentro de los residuos de procesos, en este caso de un proceso productivo, que es el lavado de canto rodado para la producción de agregados gruesos para hormigones. Actualmente existe prácticamente un consenso entre los constructores locales en que este tipo de arenas no es utilizable tal como se encuentra en los acopios, como agregado fino para hormigones. Ello representa actualmente aproximadamente el 50% del total del material explotado. Puntualmente se destinan arenas relavadas con ese destino, aunque sin una aceptación generalizada del material. Se trabaja en demostrar que el material es aprovechable mediante un nuevo lavado, principalmente teniendo en cuenta la sustentabilidad del recurso, además del aprovechamiento de mineral de hierro (magnetita) como subproducto. Ambas materias primas son insumos importantes en la construcción y su explotación está involucrada dentro de la problemática ambiental de la explotación y agotamiento de los recursos naturales. El estudio de las arenas comprendió desde la toma de muestras hasta el ensayo de las probetas elaboradas. Los primeros resultados de ensayos resultan promisorios

Estudio de arenas desechadas:

Se realizaron los siguientes trabajos:

- Reconocimiento de acopios en lavaderos en actividad y de arenas resultantes de lavado de canto rodado en sitios donde trabajaron lavaderos en el pasado.

En ambos casos se constataron importantes volúmenes (del orden de millones de m³)

- Muestreos en los lavaderos de arenas de diferentes canteras con el propósito de caracterizar el contenido de finos y la eventual presencia de otros materiales a fin de determinar el proceso de separación y lavado adecuados

¹ Laboratorio de Ing. Civil. UTN – Facultad Regional Concepción del Uruguay. Ing. Pereyra 676. C. Del Uruguay. Entre Ríos.

² Alumnos becarios Grupo GIMAR. Carrera Ing. Civil. UTN – frcu.

para obtener un material óptimo para su uso principalmente en hormigones y morteros.

Como se expresó anteriormente estas arenas provenientes del lavado de canto rodado para la obtención de piedra (agregado grueso) son cuestionadas por gran parte de los constructores por no ser lo suficientemente limpias, o por un eventual contenido salino (esto último debería afectar también al agregado grueso, lo que no es cuestionado).

Procedimientos:

Las muestras obtenidas se observaron al microscopio como forma de control en su estado inicial, así como en diferentes ensayos de lavado y separación de materiales indeseables a fin de seleccionar los procedimientos e intensidad requerida en los procesos para la obtención de los resultados esperados.

- Ensayos granulométricos de las muestras para caracterizar cada acopio y luego de los procesos de lavado y separación a que fueron sometidas.
- Dosificaciones según el método de García Balado utilizando gravas (agregado grueso) proveniente de canto rodado de lavaderos o extraído del río, pero siempre con un lavado adicional en laboratorio a fin de no introducir una posible variable en la resistencia final del hormigón.
- Curado y ensayos a compresión simple de las probetas realizadas, de acuerdo a las normas usuales en una máquina de ensayos universal con control de deformación versus tiempos hasta rotura.

Metodología y procedimientos empleados en la elaboración de probetas:

Con la finalidad de ensayar la aptitud de las arenas, se empleó el criterio de utilizar agregado grueso proveniente de un proveedor que extrae del río, que son la fuente de agregados tradicionalmente aceptados como limpios y aptos.

Sin embargo queda por considerar la variable granulométrica, ya que es provisto con diferentes características.

Se optó por utilizar el agregado grueso más utilizado (entre 1 y 3 cm), el que actualmente es mezclado con canto rodado partido, proveniente de granulometrías mayores, antes descartadas.

En algunos casos se elaboraron probetas en las que la curva granulométrica de agregados gruesos se optimizó con la mezcla de grava fina. En estos casos se lo señala en la sección de ensayos (curvas granulométricas), si bien el mismo (agregado grueso) no es el objeto de estudio en este caso, y por lo tanto la condición es que no represente una variable.

El criterio fue preparar probetas dosificando con un contenido en cemento equivalente al usado en la elaboración de hormigones utilizando arenas del río (usualmente aceptadas por todos los constructores), para comparar los resultados obtenidos y extraer conclusiones sobre la aptitud de las arenas desechadas. Los resultados de los ensayos se comentan en la sección resultados de ensayos.

Conclusiones preliminares del aprovechamiento de arenas:

En esta línea los ensayos realizados y procedimientos empleados en el reprocesamiento de las mismas dan resultados prometedores por lo que se continuará con el desarrollo del estudio. Los procedimientos empleados permiten

lograr un agregado fino que es comparable en resistencia al proveniente de arenas del río. En principio, se estima que el relavado permite garantizar la remoción de eventuales sales solubles. Por otra parte se verificó la posibilidad de separar como subproducto la magnetita (como mena de hierro), y se está en la etapa de diseño de un separador magnético a escala de laboratorio, aplicable al reprocesamiento de las arenas en una sola operación. En cuanto a la durabilidad o a reacciones deletéreas, álcalis agregado, debe recordarse que son composicional y mineralógicamente iguales a las extraídas del río Uruguay y del Paraná (por ejemplo desde San Nicolás hasta El Tigre) por los barcos areneros, que proveen a Buenos Aires. Es decir arenas silíceas, cuarzosas, con un pequeño porcentaje de ópalo ($\text{SiO}_2 \cdot n \text{H}_2\text{O}$). Este último, lógicamente, en porcentajes significativos puede originar reacción álcalis-sílice, si no se inhibe.

Los resultados de las primeras probetas presentan cierta dispersión de valores de resistencia para el mismo pastón (probetas preparadas en la misma operación de dosificación y mezclado) atribuible al ajuste de los procedimientos incluida la preparación de las probetas y encabezado. De todos modos ese tipo de detalles en la confección de las probetas disminuyen la resistencia real vinculada a las propiedades y procesamiento del agregado, por lo que los valores altos son confiables. En la última tanda de probetas, AD 6 (a; b; c y d), la dispersión es menor, como puede observarse en la planilla adjunta y los valores de resistencia a la rotura son muy buenos con relación al contenido de cemento, lo que significa una optimización de los procedimientos y buenos resultados para el material ensayado. Ver planilla adjunta de resumen de ensayos de compresión simple.

En los procesos de lavado (realizado en el lavadero a escala de laboratorio construido para el proyecto anterior, para producción de agregados totales convenientemente adaptado para arenas) se advirtió que en general el contenido de magnetita (mineral ya descrito en informes anteriores del grupo) era significativo. Este hecho llevó a realizar ensayos de separación magnética mediante imanes a fin de determinar los porcentajes promedio. En general oscilan en un 0.4 a 0.7 % en peso, lo que si bien constituyen actualmente muy bajos valores para la explotación exclusiva, significan volúmenes importantes dada la disponibilidad de arena que la contiene en los acopios, el carácter de excelente mena de hierro que es la magnetita y el tipo de "yacencia" en este caso artificial, en la que se encuentra, es decir mezclada con arena silícea pero en forma también granular tamaño arena, así como el carácter de subproducto del proceso empleado que se está desarrollando experimentalmente.

La magnetita (Fe_2O_3) podría separarse como subproducto mediante el proceso utilizado normalmente para separarla en los yacimientos usuales, es decir separación magnética, con la ventaja de que ya está separada del material "estéril". Se estima que el proceso sería simple ya que la separación magnética puede realizarse sobre la cinta transportadora en el mismo lavadero (antes del relavado para evitar humedad). Se están analizando las posibilidades prácticas y oportunidad (o etapa) del proceso que podría resultar mas conveniente en obra a fin de construir el equipo accesorio adecuado a escala de laboratorio

Como es un subproducto, (del orden de cientos de miles de toneladas, según los reconocimientos de acopios actuales y abandonados existentes) además de la posibilidad de contribuir en la factibilidad económica del proceso de aprovechamiento de las arenas, posibilitaría la eliminación de un material no silíceo en el mortero u hormigón.

Se realizaron ensayos expeditivos que permitieron verificar la posibilidad de separación en cinta transportadora por lo que se decidió construir un separador magnético a escala de laboratorio, durante el año 2006, adaptable al lavadero ya construido.

Se estima que dada la ubicación de los acopios existentes (con posibilidad de transporte fluvial y otras vías de comunicación), justifica el estudio de técnicas de separación para el aprovechamiento actual o futuro de ambos minerales (arena para mortero y hormigones y magnetita como subproducto).

En la planilla de resultados de ensayos se muestran resultados de determinaciones de tres procedencias, donde se puede observar las diferencias en los porcentajes de cada lavadero. Sin embargo el proceso al cual fueron sometidas en el lavado resulta determinante y no el yacimiento, ya que por ejemplo Campichuelo y cantera Gonzáles pertenecen a la misma yacencia o yacimiento y tienen valores diferentes, mientras que Cantera Gonzáles tiene iguales valores que Creppy, que está situado a 50 km de distancia.

2.- Relevamiento de RCD y otros RP:

En el marco del PROCQMA además de desarrollarse la investigación de arenas desechadas en lavaderos, el grupo participa del relevamiento de RCD (residuos de construcción y demolición) y RP (residuos de procesos) que constituyen la primera etapa del proyecto integrador.

Durante el corriente año se realizaron reconocimientos de campo y se acordó con la empresa que tiene a su cargo el servicio de volquetes de la ciudad un seguimiento durante la recolección de RCD en obras domiciliarias, como así también la ejecución de un relevamiento de residuos en el acopio principal con que la misma cuenta en las afueras.

Los trabajos realizados hasta el momento permitieron caracterizar los materiales y tipificarlos así como calcular el volumen (es decir cuantificar) la totalidad de los RCD recolectados por la empresa. Es de destacar que prácticamente todas las obras contratan este servicio. Sin embargo es posible considerar cierto volumen que escapa al circuito controlado (demoliciones o reformas informales o escombros transportados por otros medios). Sin embargo no se consideran relevantes y además no se puede contar con ellos en principio en la práctica.

En cuanto a la discriminación de porcentajes por tipo de material aún no se cuenta con datos suficientes que garanticen un universo de muestreo preciso, por lo que se completará durante el presente año.

Metodología:

- a) - Relevamientos y observaciones la ciudad:
- b) - Relevamiento y cubicación del acopio existente
- c) -Comparación de los volúmenes promedio diarios y anuales con la cubicación:
 - a) - *Relevamientos y observaciones en la ciudad:*

El objetivo de este trabajo fue realizar un reconocimiento previo de los RCD (escombros) que eran depositados temporariamente al frente de las obras o

viviendas, tanto vertidos en el suelo o vereda, como los depositados en volquetes a fin de tener una referencia directa del manejo de los mismos.

Esta tarea permitió verificar la tipología de los residuos, así como determinar la magnitud de residuos de este tipo que son manejados sistemáticamente.

La metodología de este trabajo consistió en recorrer la ciudad verificando los lugares donde existían escombros al frente de las viviendas o en veredas, con características de recientes así como la presencia de volquetes, localizando el sitio describiendo la composición de los mismos y estimando el volumen.

En base a este reconocimiento se asumió que el retiro controlado por una empresa de volquetes significa casi la totalidad de los RCD producidos en la ciudad, ya que de los que no pertenecen a ese manejo suelen permanecer largo tiempo en el lugar (frente) y frecuentemente se los sigue observando como semiabandonados.

Por lo tanto se decidió contactar a dicha empresa con la que se acordó un seguimiento en los volquetes dispuestos frente a las obras a fin de tipificar la tipología de los materiales.

En cuanto a los volúmenes importan lógicamente los totales así como los discriminados por tipo de residuo (RCD).

Por una razón logística y práctica se comenzó por el volumen total retirado en la ciudad, bajo control de dicha empresa.

Para ello se decidió elaborar un listado básico de datos necesarios y solicitar información a la empresa, lo que se realizó satisfactoriamente. Como contraprestación se ofreció brindar al final del trabajo el tipo de conclusión que pueda favorecer tanto al medio productivo como al aprovechamiento integral de los RCD para la comunidad y para la empresa.

Como era de esperar la actividad resultó muy irregular en cuanto a volúmenes aún en el corto tiempo observado.

Debido a las referencias de significativos cambios en la intensidad de la actividad y como forma de tener parámetros minimamente confiables de volúmenes en el mediano plazo, se optó por efectuar un relevamiento y cubicación de todos los acopios realizados por la empresa recolectora que datan de hace 6 años. Ello permitió tener un promedio de diferentes etapas en la actividad de la construcción, la que como es sabido fue creciendo significativamente en los últimos dos años.

El relevamiento constituye además una verificación confiable de los volúmenes calculados según la información brindada por la empresa.

Es de destacar como se puede observar en los cálculos de la sección correspondiente que resultaron totalmente coincidentes, con pequeñas diferencias atribuibles a la estimación de los asentamientos del acopio en la mayor parte de los terrenos (palustres, de baja capacidad soporte). Los asentamientos solo fueron estimados comparativamente.

Los relevamientos para la cubicación se realizaron con plancheta equipada con alidada óptica WILD autorreductora.

Con el propósito de verificar la disposición de los acopios respecto al entorno natural ya que están a ambos lados (márgenes) de una cañada y bañado semipermanente, se realizaron fotografías aéreas del predio. Las fotografías aéreas permiten además documentar los datos proporcionados así como las características de yacencia del material.

Resultados preliminares de los Relevamientos:

En la planilla correspondiente del anexo de material gráfico se muestra un detalle del volumen de los acopios.

Frecuencia de acarreo y cálculo de volúmenes resultantes:

Tomando una semana típica con 5 ½ días de trabajo a razón de 4 volquetes por día con un volumen de 5 m³ c/u tenemos **5280 m³** por año

En 6 años (antigüedad del acopio relevado): **25.196 m³**

Si tenemos un 30 % del material que por sus características uniformes (demolición de mampostería) es comercializado y reutilizado en general como contrapisos, firmes, accesos etc tenemos **32.754 m³**.

El cálculo de volúmenes del relevamiento según puede verse en la tabla del anexo de resultados da **27.103 m³** A lo que hay que sumar el importante asentamiento que ha sufrido el acopio durante 6 años dadas las características palustres de la mayor parte del sitio de lo que resultan **28868 m³**

A este valor debe sumarse el porcentaje de material reutilizado que ya no está presente en los acopios (30%) de lo que resultan **37528 m³**

Si bien este valor no es exactamente el calculado mediante el método de frecuencia versus tiempo (32.754), está en el orden y la diferencia es atribuible al factor de asentamiento asumido (que tal vez es menor en la realidad) o a períodos de diferente actividad (mayor frecuencia) como se comenta en las conclusiones.

Si bien no podemos promediar valores provenientes de datos con distinta metodología de obtención, podemos asumir un valor orientativo para esta etapa inicial del relevamiento de **35.000 m³**.

Como ejercicio comparativo a los fines de optimizar el relevamiento futuro hacia parámetros de interés, es decir como hipótesis de trabajo, podemos extrapolar datos y obtener los siguientes valores:

Estimamos que un 20% de los RCD quedan fuera del sistema relevado por ser "gestionados" arrojados o reutilizados de manera no convencional, particular, localmente o que son acumulados en rellenos informales del tipo "recibo escombros".

Por lo tanto y siempre trabajando con datos preliminares, sumando esto al relevamiento verificado tenemos **42.000 m³**

Para una ciudad de 70.000 habitantes significan 0.6 m³ / hab.

Dado que el volumen corresponde a 6 años resulta 0.1 m³ /hab. / año

Considerando una densidad de 1.6 (teniendo en cuenta los espacios vacíos), resultan 160 kg por hab/año es decir aproximadamente 0.4 kg/día/hab.

Esto representa un porcentaje importante de residuos comparado con los RSU, y que quedan fuera del control de gestión en este caso, al menos en lo que hace a su posible recuperación, reutilización o reciclado.

Relevamiento de RCD en seguimiento de obra:

Atendiendo a la planificación y objetivos del proyecto de relevamiento elaborado, se comenzó el seguimiento de la remodelación y ampliación de la regional de la UTN. No es posible aún extraer conclusiones, ya que la obra se inició algo mas tarde de lo previsto originalmente, aunque se estima que durante su ejecución se lograrán avances en cuanto a la modalidad y factores que gravitan en la generación y manejo de RCD, así como de la relación entre el material que entra a la obra y el porcentaje de residuos según la topología del mismo.

Determinación de % de Magnetita

Procedencia	Peso muestra	% Arena silícea	% Magnetita	Promedio lavaderos
Pto. Campichuelo A	50 g	99.92	0.08	
Pto. Campichuelo B	50 g	99.86	0.14	
Pto. Campichuelo A1 1	20.05 g	99.75	0.24	0.16
Pto. Campichuelo A1 2	20.05 g	99.81	0.19	
Pto. Campichuelo A1 3	20.05 g	99.86	0.14	
Cantera Gonzalez A	50 g	99.14	0.86	
Cantera Gonzalez B	50 g	99.24	0.76	
Cantera Gonzalez A desc. 1	20.05 g	99.16	0.84	0.77
Cantera Gonzalez A desc. 2	20.05 g	99.45	0.55	
Cantera Gonzalez A desc. 3	20.05 g	99.16	0.84	
Cantera Crepy (fino + grueso)	100 g	99.46	0.54	
Cantera Crepy (fino)	150 g	99	1	0.77
Promedio general			0.445	

Como se indica en el cuerpo principal del informe, si bien los porcentajes son bajos comparados con la ley requerida para yacimientos económicamente explotables, se trata de un subproducto del proceso y el mineral está separado del resto y con tamaño arena mediana y fina.