

# TECNICAS ADOPTADAS EN LA ELABORACIÓN DE HORMIGÓN PARA OBTENER UNA MATRIZ A BASE DE TIERRA

Mirta A. Sánchez<sup>1</sup>; Silvia N. Casenave<sup>2</sup>; Javier Fornari<sup>3</sup>; Susana Keller<sup>4</sup>; Federico Amaya<sup>5</sup>; Lucía Belinde<sup>6</sup>; Marilina Beltramo<sup>7</sup>

Facultad Regional Rafaela – Universidad Tecnológica Nacional, Rafaela, Argentina

<sup>1</sup>msanchp@yahoo.com.ar; <sup>2</sup>snscasenave@gmail.com; <sup>3</sup>javier.fornari@frra.utn.edu.ar; <sup>4</sup>susana.keller@frra.utn.edu.ar; <sup>5</sup>mmofamaya@gmail.com; <sup>6</sup>luli\_belinde@hotmail.com; <sup>7</sup>maguibeltramo-22@hotmail.com

**Palabras claves:** Material compuesto, tierra, técnicas, hormigón, sustentabilidad

## Resumen

La presente investigación busca en esta dirección sumar esfuerzos que en similar sentido vienen realizándose en la región centro sur de la provincia de Santa Fe, en lo relativo al desarrollo tecnológico de materiales de construcción que emplean tierra en su formulación y que su procedimiento tiene puntos en común con la preparación del hormigón tradicional. Asimismo se propone rescatar e incorporar mejoras a esta última técnica de construcción con tierra que suele llamarse hormigón verde o tierra vertida y que tiene aspectos similares con la tierra apisonada y con antiguas técnicas encontradas en obras patrimoniales en donde se utilizaban los lodos multigranulares de los depositos aluvionales. La tierra surge del aprovechamiento de los lodos provenientes de excavación para pilotes cuya deposición final no es aceptada en el relleno sanitario de la ciudad de Rafaela. Se exponen resultados experimentales surgidos del análisis de las determinaciones de parámetros físicos y mecánicos de probetas cilíndricas. Los especímenes fueron elaborados con técnicas similares a las del hormigón tradicional compuestos por una matriz de tierra y cemento, agregado fino, grueso y hormigón reciclado y en alguno de ellos con la inclusión de otros agregados como puede ser el talco (Silicato de magnesio hidratado). El producto es un resultado tecnológico que se puede analizar desde distintos enfoques; por un lado el de sustentabilidad ambiental, donde el impacto de este tipo de tecnologías sobre el medio ambiente es muy bajo. Por otra parte la energía utilizada en el ciclo total de vida también es baja, utilizándose recursos locales con mínimo gasto para su extracción y transporte. Además desde la perspectiva socio económicas e obtuvo una solución de bajo costo para los sectores mas desprotegidos, especialmente los de medios rurales o suburbanos que cuentan con el recurso de la materia prima al alcance de la mano.

## 1. OBJETIVOS

Los objetivos del presente trabajo son:

### 1.1. Generales

- Determinar una misma metodología de selección y ensayo en tres escenarios diferentes correspondientes a los laboratorios de las facultades regionales intervinientes para obtener materiales comparables y aptos para construcción.

### 1.2. Específicos

- Determinar la cantidad de agua en función de la granulometría para distintos tipos de fluidez del material en función de su uso.
- Diseñar moldes y encofrados que permitan el correcto vertido del material para diversas formas.
- Sistematizar los ensayos de resistencias a compresión y otros ensayos de durabilidad (chorro de agua) para adecuar las dosificaciones a los usos requeridos.

- Incorporar agregados y adiciones que mejoren las características del producto en una adecuada relación costo-beneficio.
- Verificar la utilización del producto en componentes constructivos (muros, revoques, contrapisos).
- Realizar la transferencia de los resultados a instituciones públicas y privadas que trabajen en el mejoramiento del hábitat, así como a microemprendimientos de economía social.

## 2. ÁMBITO DE ESTUDIO

### 2.1. Ubicación

En muchas regiones de la República Argentina, como es el caso de Rafaela, el suelo es el recurso natural más abundante, sino el único, para utilizar como material de construcción, como es la técnica del ladrillo cocido, muy difundida en la región. Con motivo del ascenso del nivel freático, disminuyó la capacidad portante de los suelos de la zona por lo que, desde hace más de 25 años, se utiliza mayoritariamente la fundación con pilotes excavados y colados in situ (Begliardo; Navarro; Salusso, 2010). La ejecución de estos involucra la generación de lodos de excavación que se constituye en un residuo de construcción y demolición (RCD) de estado inicial líquido, no siendo aceptados en el relleno sanitario de Rafaela, generando un gran problema la localización de su deposición final. (Panigatti et al, 2005). Sin embargo, este tipo de material constituye un insumo fundamental para el desarrollo de nuevos negocios relacionados con el aprovechamiento de los RCD, recurso éste que configura una solución medioambiental que traslada sus beneficios a la faz económica y social, por cuanto al presente no tienen valor monetario alguno y con ellos es posible construir componentes constructivos para atender la demanda de viviendas sociales. Este cambio de enfoque y de caracterización los valoriza, al trocar el término “residuos” por “subproductos” o materia prima para otro proceso.

Los primeros estudios sobre reutilización de residuos como es el agregado por trituración del hormigón (Tonda; Begliardo; Panigatti, 2008) y de lodos en la fabricación de ladrillos, realizados en UTN F. R. Rafaela, comenzaron en el año 2008. Como referencias más importantes se citan la utilización de lodos de excavación de pilotes con agregado de arena, reciclado de hormigón y cemento por parte de la Regional Rafaela (Sánchez et al, 2008; 2010), el proyecto bilateral entre la Regional Santa Fe y la Universidad Autónoma de Tamaulipas para obtener un material alternativo en base a tierras regionales

Contando con una selección de bibliografía escasa y de origen foráneo se plantea un proyecto de investigación entre las facultades regionales Rafaela, Santa Fe y Vendo Tuerto donde se propone rescatar e incorporar mejoras a la técnica poco utilizada y difundida como es la mezcla de agua con suelos y otros agregados trabajados de manera similar a un mortero u hormigón. Tomando las experiencias de cada regional se plantea entre las tres instituciones evaluar las propiedades físico-mecánico de probetas cilíndricas compuestas por una matriz de tierra, cemento y agregados. Para ello se definieron en primera instancia los parámetros tecnológicos a emplear en el laboratorio para hacer comparables los resultados fundamentados en las normas IRAM del Instituto Argentino de Racionalización de Materiales y acordando, entre las regionales, la norma más conveniente para ensayos específicos no comprendidos en las normas anteriormente citadas. Como primeras variables se tomó la fluidez y trabajabilidad, la retracción, la cantidad de agua, de aglomerantes y la resistencia tanto a la compresión como a los agentes climáticos e intemperismo. La propuesta de la regional Rafaela, expuesta en el presente trabajo, es utilizar una matriz de tierra proveniente de la excavación de pilotes por ser un RCD, arena fina, arena gruesa y hormigón reciclado empleando técnicas similares a las del hormigón tradicional. En instancias posteriores y de acuerdo a las evaluaciones obtenidas se trabajará con la tecnología de puesta en obra. En investigaciones futuras y partiendo de los resultados obtenidos se planteará la inclusión de fibras en su estructura como son las provenientes de bolsas plásticas obtenidas de scrap industrial.

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1. Materiales y métodos

La investigación se desarrolló según el siguiente proceso experimental:

- Ubicación del material de estudio y cuantificación del material disponible.
- Definición de las variables de estudio e identificación de la unidad de análisis tomando como patrón los bloques realizados con barro de excavación estabilizados con cemento.
- Análisis de los requisitos de ensayos.
- Investigación de ensayos en casos de estudio similares.
- Caracterización del material utilizado.
- Determinación del porcentaje de cemento para estabilizar el suelo.
- Diseño de metodología para resguardo y almacenaje.
- Confección de planillas para la recolección de datos con codificación de las muestras para su mejor identificación.
- Ensayos de los especímenes.
- Análisis de los resultados y conclusiones.

#### 3.2. Identificación de las muestras y de las variables

Las muestras se identificaron según volumen de material y tipo de agregado designándolas conforme se indica en la Tabla 1 para su posterior identificación.

Tabla 1. Caracterización y dosificación de las muestras en volumen

MUESTRA	Suelo	Cemento	Arena		Talco <sup>1</sup>	Piedra partida	AR TM:25 mm
			fina	gruesa			
M <sub>1</sub>	4	1	2	2	1	-	2
M <sub>2</sub>	3	1	2	2	-	-	2
M <sub>3</sub>	2	1	2	3	-	2	
M <sub>4</sub>	2	1	2	3	-	-	2
M <sub>5</sub>	4	1	1	1	1	2	.
M <sub>6</sub>	4	1	1	1	1	-	2
M <sub>7</sub>	4	1	1/2	1 1/2	1	-	2

<sup>1</sup> silicato de magnesio hidratado

### 4. MATERIALES UTILIZADOS

La elaboración de las probetas y ensayos de los especímenes se realizaron en el Laboratorio de Ingeniería Civil de la Facultad Regional Rafaela de la UTN sistematizando el curado y los ensayos según la normativa vigente, obteniendo comportamientos físicos y mecánicos según las exigencias de la normativa vigente para el hormigón elaborado, para la identificación de suelos y de los agregados reciclados.

#### 4.1. Suelo

Se procedió a secar los barro de excavación profundas para pilotes (mezclas de cota -2,00 m a -13,00m), dejándolos al aire libre, posteriormente triturados y tamizados. Se caracterizaron dichos barro identificando las variables y su incidencia en las propiedades de los especímenes, con el objetivo de lograr la mejor estabilización y los modos de ejecución.

#### 4.2. Arena

Se aportó como agregado natural arena silíceo mediana del río Paraná (Santa Fe) la que fue acopiada en estado seco preservándola del humedecimiento debido a condiciones atmosféricas y de la contaminación con material orgánico.

#### 4.3. Agregado reciclado

De la trituración del hormigón recogido se obtuvieron tres tamaños de agregados, designados en función de su tamaño máximo (T.M.) AR 37,5; AR 25,4 y AR 9,5 caracterización realizada en el Laboratorio de Ingeniería Civil. Se utilizó en la mezcla como agregado grueso el proveniente de hormigón triturado, utilizado como reciclado el tipo AR 9,5. Determinándose la densidad y absorción de agua según norma IRAM N° 1520. Por otra parte se tomó como referencia las normas IRAM N° 1512, 1531, 1533 para el análisis de la aptitud de los agregados reciclados, finos y gruesos, para hormigones de cemento.

#### 4.4. Cemento

Se utilizó cemento portland CPN 40 al que no se le incorporó aditivos de ninguna índole.

#### 4.5. Agua

Se utilizó agua potable guardando las mismas exigencias que las demandadas para la elección del agua de amasado para la elaboración de hormigones (Norma IRAM N° 1601, Agua para morteros y hormigones de cemento pórtland). La cantidad de agua empleada se definió en base a la trabajabilidad deseada de la mezcla, la que correspondió esencialmente al de una masa con asentamientos promedios de 21 cm, por lo que el porcentaje de agua en peso de la mezcla varió entre un 16% y un 20%. Para ello se adoptó Método de ensayo de la consistencia utilizando el cono de Abrams, norma IRAM N° 1536.

### 5. CURADO

Para asegurar un fraguado eficiente, el 50% de los especímenes se resguardaron del sol y la lluvia cubriéndolos con un nylon de 4 micrones, sometiéndolos a un riego diario de agua en forma de fina lluvia durante 7 días en la cámara húmeda del laboratorio y el otro 50% fueron sumergidas en agua durante 28 días y luego fueron colocadas en cámara húmeda de curado a 56 y 90 días, extrayéndolos a media que se realizaban los ensayos en las fechas proyectadas. La norma IRAM 1534 fue tomada como base a tener en cuenta para la preparación y curado de las probetas a ensayar en el laboratorio.

### 6. DESCRIPCIÓN DE LOS ENSAYOS

En el laboratorio de Ingeniería Civil se hicieron los siguientes ensayos:

- a) Identificación de suelos (límites de Atterbeg y clasificación según Casagrande S.U.C.S.). (Tabla 2). Para su clasificación se utilizaron las normas IRAM: N° 10501 (Método de determinación del límite líquido e índice de fluidez) y N° 10502 (Método de determinación del límite plástico e índice de plasticidad) y para la identificación de los suelos se utilizó la IRAM N° 10521 (Suelos. Clasificación por el sistema del índice de grupo).
- b) Descripción de suelos mediante análisis tacto-visual, según IRAM N° 10535.
- c) Determinación cuantitativa del contenido de sulfatos inorgánicos (extracción con  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  y determinación de sulfato por Método turbidimétrico con espectrofotómetro a 420 nm).
- d) Caracterización física del agregado natural y reciclado. Tanto los agregados naturales y reciclados fueron sometidos a ensayos para su caracterización registrándose sus valores en la Tabla 3 y Tabla 4. En los agregados reciclados, dada su porosidad en relación a las arenas se halló la evolución de la absorción en el tiempo, factor que ha sido de utilidad para regular la consistencia y tiempo de amasado de las mezclas para la realización de los

especímenes. Por lo expuesto se consideró que el tiempo de 10 minutos es un buen criterio de mezclado de los materiales e hidratación de la tierra. El procedimiento utilizado para la caracterización fueron los establecido por las normas: IRAM N° 1505, IRAM N° 1509, IRAM N° 1512, IRAM N° 1533, IRAM N° 1520. Además con igual criterio que los agregados naturales se evaluaron las propiedades del agregado reciclado (hormigón triturado) según las normas citadas.

Tabla 2. Caracterización de los suelos

Determinaciones	Ensayos clasificación	Suelos profundos (barros de excavación)
Límites de Atterberg (%)	LL	32,29
	LP	24,10
	IP	8,20
Clasificación	SUCS	ML (Limos inorgánicos de mediana compresibilidad)
Sulfatos	Determinación de azufre inorgánico	S = 119,2 mg S/100g suelo SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> 357,6 mg SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> /100 g de suelo

Tabla 3. Caracterización física del agregado natural y reciclado

Designación	T.M (mm)	M.F	Absorción		
			5 min	10 min	25 h
AN (Arena)	--	2,54	--	--	0,18%
AR 37,5	37,5	7,73	3,11%	3,66%	4,43%
AR 25	25,4	6,55	3,56%	4,37%	5,19%
AR 9,5	9,5	3,90	--	--	8,46%

Tabla 4. Mortero adherido en el agregado reciclado

Designación	Mortero adherido (%)
AR 37,5	17,34
AR 25,4	41,83
AR 9,5	65,72

## 7. PROCEDIMIENTO DE FABRICACIÓN

El procedimiento utilizado fue realizado considerando las siguientes premisas de trabajo:

- Para cada diseño (M1, M2, M3, M4, M5, M6, y M7) se elaboraron dos mezclas determinándose previamente la humedad natural de sus componentes.
- Para una mejor homogeneidad del producto se tomó como criterio colocar en la hormigonera primeramente el agregado reciclado, luego la arena, y el suelo y por último cemento procediendo al mezclado en seco. Una vez lograda la homogeneidad se le adiciona el agua en la proporción establecida para un asentamiento con Cono de Abrams comprendido entre 20 cm y 22 cm (IRAM 1536, 1978).
- Una vez incorporada el agua se deja en funcionamiento la hormigonera por 10 minutos, para posteriormente dejar descansar la mezcla por el término de 7 minutos, reanudando el mezclado durante otros 5 minutos esto permite que la matriz de tierra tenga la humedad óptima para el moldeo de las probetas, según IRAM 1524 y 1534.

## 8. ENSAYOS Y RESULTADOS

### 8.1. Probetas cilíndricas

- Compresión simple

Los cilindros ensayados a compresión simple, según la norma IRAM 1546, tienen las siguientes dimensiones 10 cm de diámetro y 20 cm de altura, ensayadas a compresión

simple en el laboratorio de Ingeniería Civil de la Facultad Regional Rafaela. En la Figura 1 se muestran los resultados obtenidos a los 56 y 90 días.

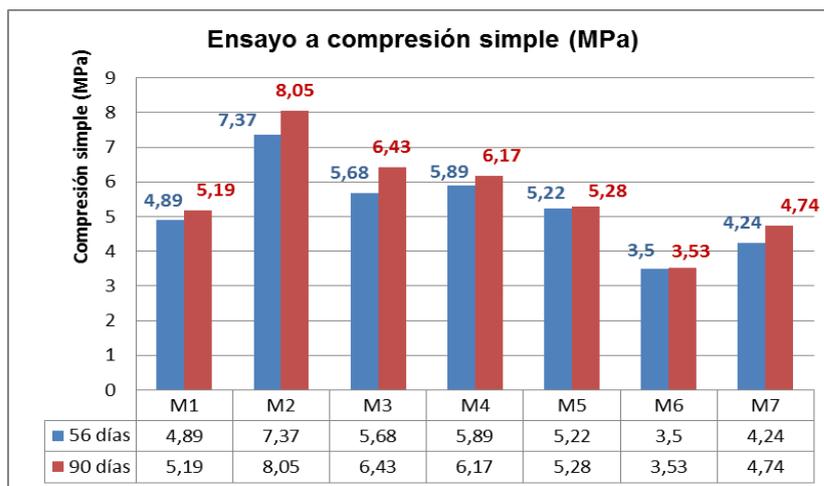


Figura 1: Ensayo compresión simple (MPa)

- Tracción por compresión diametral

En la Figura 2 se muestra el ensayo de tracción por compresión diametral realizado según la norma IRAM 1658 a los 90 días a los especímenes M<sub>2</sub> y M<sub>3</sub> cuya resistencia a compresión simple fue mayor.

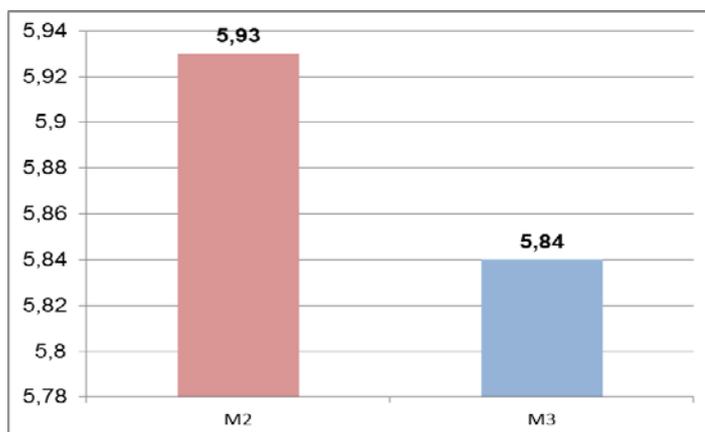


Figura 2: Ensayo tracción por compresión diametral (MPa)

### 10. CONCLUSIONES

- Los resultados de los ensayos, tanto a compresión como a tracción por compresión diametral permiten apreciar que las resistencias aumentan con el tiempo y con la inclusión de agregado reciclado, no así con piedra partida natural. Esto se debe a una mejor distribución en la curva granulométrica considerando en ella la tierra, la arena fina, la arena gruesa y el AR con inclusión de la fracción fina de este último.

- La resistencia a la tracción por compresión diametral de las probetas cilíndricas alcanzaron a los 90 días un valor que oscila entre el 85% y el 95% de la resistencia a compresión simple. Comparados con los valores medios de resistencias similares en hormigones simples, los cuales están en el entorno del 10%, se destaca el significativo incremento obtenido con materiales como los empleados en este estudio, por lo que es necesario verificación de los resultados para un número mayor de probetas.

- La presencia de sulfatos en los suelos o en el agua torna aconsejable el empleo de un cemento resistente a ellos, en prevención de deterioros con el tiempo por el ataque de este tipo de sales.
- La adición de agregado reciclado a la mezcla ha permitido obtener un material que ha experimentado menor cambio volumétrico en la dirección de las aristas mayor que aquellos elaborados sin ellos, pudiendo atribuírsele a la elevada capacidad de absorción del AR debido a estar conformado por un alto porcentaje de mortero de cemento:arena (65% en peso). No obstante, en ambos casos los valores han sido bajos, registrándose una media del 1,06% y 1,13%, respectivamente.
- Todos los ejemplares (probetas cilíndricas y ladrillos) en sus distintas dosificaciones han presentado inalterabilidad al sumergirlos en agua.
- El material compuesto obtenido, además de proveer una solución al problema mediambiental de la disposición final de un residuo como son los barroes de excavación y roturas de hormigón, no demanda mano de obra calificada para su ejecución y es significativamente económico para ser aplicado en la construcción vivienda de interés social debido a que la tierra y el hormigón reciclado como agregado grueso no tiene valor económico por ser un residuo que al momento no tiene disposición final en el relleno sanitario de la ciudad.
- Los resultados que arrojaron los ensayos a compresión de las probetas cilíndricas cuya resistencia promedio es de 8,07 MPa. permitió la realización de contrapisos como base de pisos de mosaicos calcáreos con excelentes resultados considerando que un hormigón de cascote para aplicaciones corrientes requiere una resistencia entre 2 a 3 MPa. Lo expuesto hace inferir la posibilidad de utilizar el material obtenido para hormigones no estructurales como las mencionadas y también para relleno de excavaciones, relleno en sitios de difícil acceso o reemplazo de suelos compactados,
- Los ladrillos elaborados con hormigón de tierra presentan reducido cambio volumétrico, aristas firmes, buena resistencia, un excelente acabado superficial, muy buena adherencia a los revoques y terminaciones (yeso) presentando además muy buen comportamiento a pinturas al látex. Las probetas cilíndricas elaboradas denotan una resistencia a compresión de 12,45 MPa, muy superior a la de un ladrillo común de arcilla cocida cuya resistencia a compresión es del orden de 5 Mpa. (Norma IRAM 12566-1), o un bloque hueco portante cerámico de 13,0 MPa., (Norma IRAM 12566-2), aún de un bloque hueco portante de hormigón de 13,0 MPa., (Norma IRAM 11561-5).
- El costo de contrapisos y mampostería construida con ladrillos de tierra-cemento-agregado reciclado es aproximadamente un 60 % menos que de ladrillo cerámico o bloques de hormigón, sin considerar los gastos de fletes y considerando que la mayor parte de los insumos utilizados (tierra y agregado grueso) son RCD y no tiene valor económico.
- Las resistencias de los especímenes con incorporación de talco (Silicato de magnesio hidratado) o piedra partida natural no mostraron datos relevantes frente al resto de las mezclas. Por otra parte el costo de los materiales hacen que no resulten conveniente su uso.
- Los encofrados utilizados para la realización de muros monolíticos son iguales que aquellos empleados para un hormigón estructural tradicional mientras que los moldes de los ladrillos son de madera desmontables cuyas dimensiones son 29,50 cm x 14,50 cm x 7,50 cm.
- Tomando como base los resultados satisfactorios de la presente investigación se está trabajando en la elaboración de componentes constructivos reforzados con fibras de bolsas plásticas provenientes de scrap industrial de una empresa de la ciudad de Rafaela (Pcia de Santa Fe, Argentina).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Begliardo, H.F; Navarro, V.B; Salusso, C. (2010). Estudio comparativo de pilotes excavados con lodos bentoníticos en la ciudad de Rafaela, vía método semiempírico. Congreso Argentino de Mecánica de Suelos e Ingeniería Geotécnica, CAMSIG 2010, Mendoza, Argentina, Anales del Congreso. Disponible en CD-ROM y <[http://www.edutecne.utn.edu.ar/publicaciones/jit2013/FR-RAFAELA/RA\\_06\\_componente\\_constructiva.pdf](http://www.edutecne.utn.edu.ar/publicaciones/jit2013/FR-RAFAELA/RA_06_componente_constructiva.pdf)>.
- IRAM 10501. Mecánica de suelos. Métodos de determinación del límite líquido y del índice de fluidez. (1968).
- IRAM 10502. Mecánica de suelos. Métodos de determinación del límite plástico e índice de plasticidad. (1968).
- IRAM 10521. Suelos. Clasificación por el sistema de índice de grupo. (1971).
- IRAM 11561-5. Bloques de Hormigón (1997)
- IRAM 12566-1. Ladrillos cerámicos macizos para la construcción de tabiques y muros.(1993)
- IRAM 12566-2. Bloques cerámicos para la construcción de tabiques y muros.(En acta 4-2002 se dividió en dos normas 1 y 2)
- IRAM 1505. Agregados. para morteros y Hormigones. Análisis granulométricos. (2003).
- IRAM 1509. Agregados para hormigones. Muestreo. (1987).
- IRAM 1512. Agregado fino natural para hormigón de cemento pórtland. (1994) Requisitos.
- IRAM 1520. Agregados finos. Método de laboratorio para la determinación de la densidad relativa real, aparente y de la absorción de agua. (2002).
- IRAM 1524 y 1534. Hormigón de cemento pórtland. Preparación y curado de probetas para ensayos en laboratorios. (1985). Revisión norma IRAM 1524:1968. Incluye Modificación 1971. Incluye Fe de Erratas 09/78)
- IRAM 1531. Agregado grueso para hormigón de cemento portland. (1994).
- IRAM 1533. Agregados grueso. Método de laboratorio para la determinación de la densidad relativa real, aparente y de la absorción de agua. (2002).
- IRAM 1536. Hormigón fresco de cemento pórtland. Método de ensayo de la consistencia utilizando el tronco de cono. (1978).
- IRAM 1546. Hormigón de cemento portland. Método de ensayo de compresión. (1992)
- IRAM 1601. Agua para morteros y hormigones de cemento pórtland.(1986)
- IRAM 1658. Hormigón. Determinación de la resistencia a la tracción simple por compresión diametral. (1995)
- IRAM 10535. Mecánica de suelos. Descripción de suelos mediante análisis tacto-visual, (1991).
- Panigatti, M.C.; Begliardo H.; Boglione, R.; Griffa, C.; Casenave, S. (2005). Relevamiento de generadores de residuos en la zona de influencia de la ciudad de Rafaela. 3er. Encuentro PROCQMA. Carlos Paz, Córdoba, 2005. Anales del Congreso CD-ROM.
- Sanchez, M.; Casenave, S.; Begliardo, H.; Garrapa, S.; Keller, S. (2010). Componentes confinados de suelo cemento, utilizando barros de excavación de pilotes, como material de baja resistencia controlada (MBRC). Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra (X SIACOT). Uruguay: Ed.: Red Proterra. CD-ROM
- Sánchez. H; Begliardo.H. H, Casenave.S, Fornero. M, Schuk. J. (2008). Ladrillos de suelo cemento comprimidos elaborados con barros de excavación para pilotes. Red Proterra, II Congresso de Arquitetura e Construção com Terra, VII Seminário Ibero-americano de Construção com Terra. Brasil, 2008. CD-ROM
- Tonda, M.; Begliardo,H.; Panigatti, M.C. (2008). Reciclado de hormigón sin preselección en origen. Anales III Congreso Internacional y 17ª Reunión Técnica de la A.A.T.H., Córdoba, Argentina. 2008. Anales del Congreso CD-ROM.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al personal y becarios del Laboratorio de Ingeniería Civil de la Facultad Regional Rafaela de la Universidad Tecnológica Nacional

## AUTORES

Mirta Amalia Sánchez, Ing. en Construcciones, Especialista en scientiae en metodología de la investigación científica y técnica. (Universidad Nacional de Entre Ríos), Especialista en Docencia Universitaria, Profesor Titular Ordinario de la cátedra Ingeniería Civil II. Investigador UTN Categoría C, Investigadora MCyT Categoría III. msanchp@yahoo.com.ar

Silvia Noemí Casenave, Ingeniera en Construcciones. Especialista en Docencia Universitaria. Profesor Asociado de la cátedra Estructuras de Hormigón de la carrera de Ingeniería Civil. Docente Investigador. Investigador UTN Categoría C. Investigador MCyT Categoría III. silvia.casenave@frra.utn.edu.ar; sncasenave@gmail.com

Javier Fornari, Licenciado en Sistemas y Computación. Facultad Católica de Química e Ingeniería "Fray Roger Bacon". Doctor en Ingeniería de Sistemas y Computación. Universidad de Málaga, España. Maestría en Administración de Negocios, Facultad Regional Rafaela – UTN. Especialista en Ingeniería Gerencial, Facultad Regional Rafaela – UTN. Docente Investigador UTN, Categoría D. Investigador MCyT, Categoría IV. javier.fornari@frra.utn.edu.ar

Susana Keller, Ing. en Construcciones. Jefe del Laboratorio de Ingeniería Civil de la Facultad Regional Rafaela. Investigadora. Investigador UTN Categoría: E. susana.keller@frra.utn.edu.ar

Federico Amaya, Estudiante 5º Nivel de Ingeniería Civil de la Facultad Regional Rafaela. Investigador UTN Categoría: G. mmofamaya@gmail.com

Lucia Belinde, Estudiante 5º Nivel de Ingeniería Civil de la Facultad Regional Rafaela. Investigador UTN Categoría: G. luli\_belinde@hotmail.com

Marilina Beltramo, Estudiante 5º Nivel de Ingeniería Civil de la Facultad Regional Rafaela. Investigador UTN Categoría: G. maguibeltramo-22@hotmail.com