

Año 21 N° 35 Abril de 2012
Revista de propiedad de la Facultad de
Ciencias Exactas y Tecnología
Universidad Nacional de Tucumán
Tucumán – Argentina

Directora
María Eugenia Marquetti
revista@herrera.unt.edu.ar



ISSN 1668-9178

Autoridades de la Universidad Nacional de Tucumán

Rector **C.P.N. Juan Alberto Cerisola**
Vicerrectora **Dra. Alicia Bardón**

Autoridades de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología

Decano **Ing. Sergio José Pagani**
Vicedecana **Mg. Lic. Patricia Mónica Fernández**

cet Revista de Ciencias Exactas e Ingeniería

Comisión Asesora

Ing. Alejandra Ingaramo de Díaz - Ing. José Eduardo Juliá - Dr. Víctor Hugo Ríos.

Comité Editorial

Docentes e Investigadores de la Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología

Lic. Roberto F. Cautelier. Departamento de Matemática.
Lic. Leonor Colombo de Cudmani. Departamento de Física.
Ing. Ricardo Díaz. Departamento de Electricidad, Electrónica y Computación. Alta Tensión.
Dr. Constantino Grosse. Departamento de Física.
Ing. María Rosa Fátima Hernández de Colombo. Departamento de Ingeniería de Procesos y Gestión Industrial.
Ing. José Eduardo Juliá. Departamento de Geodesia y Topografía. Fotogrametría.
Dr. Carlos Kirschbaum. Departamento de Luminotecnia.
Ing. Antonio José Marcoch. Departamento de Mecánica.
Dra. Magdalena Mechetti. Departamento de Física.
Dr. César Francisco Medina. Departamento de Física.
Ing. Juan Carlos Reimundín. Departamento de Construcciones y Obras Civiles.
Ing. Roberto Angel Rivero. Departamento de Electricidad, Electrónica y Computación.
Dr. Máximo E. Valentinuzzi. Departamento de Bioingeniería.
Cleveland State University Dr. Jorge E. Gatica
Instituto Superior Politécnico "J. A. Echeverría" Ciudad Habana Dra. Regla Margarita Calderón Arios
Universidad Nac. del Centro de la Provincia de Bs. As. Dr. Roberto Gratton
Universidad Nac. de Córdoba Dra. María Isabel Dotti
Universidad Nac. de Mar del Plata Prof. Emilce Graciela Moler
Universidad Nac. de Santiago del Estero Lic. E. Gómez Pascualini de Bullaude
Universidad Politécnica de Catalunya Dr. Ignacio Carol
Universidad Politécnica de Madrid Dr. Roque Saltaren

Producción

Programadora Universitaria Fanny Lía Díaz
Prof. Ingeniero Carlos Gay
Ingeniero Juan Manuel Yalour Bernal

Asesor Gráfico

Hernán Gonzalo Eroles

Esta publicación figura en el Directorio de Latindex.

Periodicidad de la revista: Semestral.

Clasificación decimal universal (CDU): 501- 62

Director TE. +54-381-4364093 - Int. 7719 - Cooperadora TE. +54-381-4364093 - Int. 7803

FAX: +54-381-4363004

El contenido de los trabajos firmados no representa necesariamente la opinión del editor, siendo de exclusiva responsabilidad de los autores.

Registro de Propiedad Intelectual: N° 303943 - ISSN 1668-9178

Este número cerró el 30/04/2012.

Presentación

Este primer número especial de la revista **cet** Revista de Ciencias Exactas e Ingeniería, surge de la combinación de la generosa actitud de un egresado de nuestra Casa de Estudios, el Ingeniero Mecánico Domingo Antonio Bravo, de dar a conocer los documentos y resultados de sus investigaciones y del trabajo de nuestro equipo de producción.

El Ing. Bravo ha realizado todos los procedimientos propios de su investigación en el Laboratorio de Ensayos de Materiales del Departamento de Construcciones y Obras Civiles de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología de la Universidad Nacional de Tucumán, en el período comprendido entre los años 2006 y 2008, con la colaboración del Director de dicho laboratorio, el Ingeniero Civil Domingo Luis Amín, docente de esta Facultad desde el año 1977.

El contenido de éste ejemplar responde a un intento por formalizar la divulgación del trabajo completo del autor acerca de la temática Gaviones, el cual fue publicado en partes en ediciones anteriores de la revista y se titula "Mecánica de deformación de gaviones".

Coherente con sus principios fundacionales, **cet** trabaja para continuar siendo un lugar de encuentro entre profesionales, investigadores, docentes, alumnos, lectores en general, e incorpora a sus dos ejemplares anuales, un número especial, comprometido con una temática específica, con el fin de favorecer la comunicación entre autores y lectores e incrementar su visibilidad en el campo de las revistas científicas.

Es muy grato para el equipo de trabajo de **cet**, la presentación de éste número especial, que esperamos sea el primero de una larga serie.

María Eugenia Marquetti
San Miguel de Tucumán, Abril de 2012

Agradecimiento

La directora y el equipo de producción de Revista **cet**, agradecen a la Dra. Elena Florencia Pedicone de Parellada, docente de la Facultad de Filosofía y Letras de la UNT, por su apoyo y buena voluntad para la realización de este ejemplar.

Mecánica de deformación de gaviones

F355 R1: Ensayos no destructivos de gaviones de malla romboidal y hexagonal de tipo caja y saco

Domingo A. Bravo ■
Tucumán, Argentina.

Resumen

En este compendio, en cuatro capítulos, revisamos la práctica tradicional de ensayos de tracción de mallas de alambre para gaviones, que consiste en hacer los ensayos con probetas de ancho natural. Sostenemos que esos ensayos no son aplicables a gaviones, porque las mallas sólo mantienen su ancho natural cuando están en reposo, sin haber trabajado. Esa práctica tradicional tiende a dirigir la atención en forma errada hacia la importancia de las cargas de rotura y a no dar importancia a las deformaciones. Tampoco explica, al no incluir ensayos de mallas angostadas o ensanchadas porque las mallas de los gaviones que se han alargado soportan deformaciones longitudinales mucho mayores que las de esos ensayos, ni aborda sobre el aumento de resistencia de las mallas cuando se las angosta, ni sobre la disminución de resistencia cuando se las ensancha

Palabras clave: gavión, ensayos no destructivos, malla hexagonal, malla romboidal, mecánica de deformación, ensayos de tracción de mallas de alambres.

Gabion deformation mechanics

F355 R1: Non-destructive tests of box and bag type gabions of rhomboidal and hexagonal mesh

Abstract

In this summary, the traditional practice of tests of wire mesh traction for gabions through natural width test tubes is discussed. We believe such tests are not applicable to gabions since the meshes keep their natural width only when they are at rest, without having worked before. This practice tends to wrongly lead attention to the significance of breaking loads with no concern given to the deformations. Neither does it explain why meshes of the gabions that have been extended withstand much larger longitudinal deformations than those of the tests, since tests of narrowed or widened meshes are not included. The increase of the mesh resistance when meshes are narrowed and the resistance decrease when they are widened are also not dealt with by the practice under discussion. This study of the gabion deformation mechanics permits the generation of abacuses and through them to gabion non-destructive tests.

Key words: gabion, non-destructive tests, hexagonal mesh, rhomboidal mesh, deformation mechanics, tests of wire mesh traction.

Introducción

La presente colección de informes técnicos es el resultado de sucesivos estudios y observaciones, realizados a partir de nuestros primeros ensayos de tracción de mallas romboidales y hexagonales, que realizamos en el Laboratorio de Ensayos de Materiales del Departamento de Construcciones y Obras Civiles de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología - U.N.T. a partir del año 1989, y en los cuales advertimos que, mientras las cargas de rotura varían con el diámetro de los alambres y la abertura de la malla, las deformaciones son muy parecidas para los distintos tipos de mallas.

En el Capítulo 1, desarrollamos nuestro informe técnico **F346**, donde mostramos que la deformación de gaviones en servicio se produce a volumen constante, y eso causa el angostamiento de las mallas en la dirección perpendicular a la de las fuerzas de tracción, o el ensanchamiento si hay compresión.

En el Capítulo 2, presentamos el informe técnico **F344**. En éste informe, mostramos las contracciones transversales asociadas al alargamiento longitudinal de las mallas. También integran este capítulo otros informes con observaciones de campo de otras obras.

En el Capítulo 3, elaboramos un nuevo informe, el **F355**, en el que ensayamos mallas de ancho natural, angostadas y ensanchadas. El **F355** permite la confección de ábacos para determinar, fácilmente, mediante mediciones directas en obra, las fuerzas obrantes en cada uno de los rombos o hexágonos de un gavión deformado. En él desarrollamos el método que muestra que, ensayos de tracción a ancho natural constante, no son aplicables a gaviones en servicio, ya que mientras que en el laboratorio las mallas de ancho natural se rompen con deformaciones del 4%, en los gaviones se ven mallas sin roturas, con deformaciones longitudinales del +10% y transversales de -16%.

En el Capítulo 4, mostramos los procedimientos de ensayos aprobados por la Universidad Nacional de Tucumán, y el marco de tracción cuyo diseño permite modificar el ancho natural de las mallas, para ponerlas de acuerdo con las observaciones de los gaviones en servicio. Simplemente, para aplicar la Ley de Hooke a este proceso, hay que tener en cuenta que los gaviones al deformarse "generan" mallas más angostas o más anchas que la de origen.

Sometemos éstos trabajos a la crítica técnica de nuestros colegas de la ingeniería.

Capítulo 1

F346: Mecánica de deformación de gaviones: Ensayos de mallas para gaviones, deformaciones y fuerzas que actúan en los gaviones

Reseña

Los ensayos de tracción de mallas de alambre para gaviones fuera del contexto de la mecánica de deformación de los gaviones, no son útiles, más aún son peligrosos porque confunden al lector y lo inducen a creer, como es práctica habitual, que las cargas y las deformaciones de rotura en Kg/ml son lo importante, cuando solamente son valores referenciales que abren la puerta a la utilización de gaviones y a otros temas de investigación.

En los informes técnicos del Capítulo 2 se muestran obras que han colapsado y se miden las deformaciones longitudinales y transversales de los gaviones; en ellas no hay roturas de mallas. Esto indica que los ensayos de tracción de mallas de alambre para gaviones, tienen que relacionarse con la mecánica del proceso de deformación de los gaviones.

Los gaviones se deforman a volumen constante

Las mallas se angostan a medida que los gaviones se alargan, debido a las fuerzas de tracción, dado que las deformaciones se producen sin agregado ni quita de las piedras contenidas. Lo mostramos en el siguiente ejemplo ideal, muy parecido a la realidad:

Si las medidas iniciales de un gavión son: $4 \times 1 \times 1 \text{ m} = 4 \times a_1 \times b_1$, y se alarga un 14%, pasa a medir $4,56 \times b_2 \times h_2$. Debido a ese alargamiento, su sección transversal se reduce en la inversa del 14% que es 88%.

Consideremos que $b_2 = h_2$, entonces: $b_2 = h_2 = 0,94 \text{ m}$, lo que significa que las mallas se angostan un 6% porque las piedras se adaptan a la forma del nuevo recipiente. Este ejemplo casi coincide con las observaciones de nuestros informes señalados arriba.

El angostamiento es posible porque los alambres de la malla están dispuestos en zig-zag formando un enrejado, lo cual descarga la tensión en las mallas y facilita un mayor alargamiento. Los alambres giran en sus nodos a manera de bielas con momento flector pequeño, y si aumenta la carga, las mallas siguen alargándose longitudinalmente y angostándose al través, un 6% más hasta romperse.

Sin embargo, el proceso real tiene el límite muy inferior al que se desprende del ejemplo y es el colapso de las obras. Luego del colapso, poco interesa saber si los gaviones están sanos, simplemente la obra ha perdido el perfil de diseño. Esto también desvirtúa la importancia del valor numérico de las cargas de rotura, Kg/m. lineal de los ensayos de tracción: se puede afirmar que los gaviones no se rompen por tracción.

Las mallas electro-soldadas con alambres rectos a lo largo y al través no se angostan ante fuerzas de tracción, y también debido a esta conformación, las deformaciones son mucho menores que en las mallas romboidales y hexagonales.

Nuestro procedimiento de ensayos

Para analizar la mecánica de deformación de los gaviones, se deben ensayar mallas de igual ancho en reposo. A éstas, se las fija en la máquina de tracción de manera que queden inicialmente de distintos anchos, porque eso sucede en los gaviones, en los que se ven mallas angostadas y ensanchadas. Este enfoque es diferente del que vemos en otras publicaciones, puesto que abordamos este estudio desde el punto de vista de las deformaciones y no de la resistencia Kg/ml de las mallas.

Una vez elegido el ancho, se las tracciona manteniendo ese ancho constante, como se ve en nuestro informe técnico **F355**, hasta llegar a las medidas de las muestras tomadas en obra; así se determinan las fuerzas que actúan en cada punto del gavión. Dicho en función de las coordenadas:

Si un gavión tejido con mallas cuyas coordenadas en reposo son $E_1(F=0, Pl_0, Pt_0)$, se deforma, de él se toma una muestra de coordenadas $F_2(\lambda, Pl_2, Pt_2)$ con $F=?$, porque no sabemos cuánta fuerza está aplicada. Podemos determinar esta fuerza F haciendo un ensayo de tracción: angostamos la probeta hasta que tenga Pt_2 y la sometemos a tracción. Cuando alcanza las coordenadas $E_2(F, Pl_2, Pt_2)$ estaremos ante la fuerza cuyo valor F buscamos y el problema queda resuelto.

Si por el contrario limitamos los ensayos a mallas de ancho natural, no resultan aplicables a gaviones porque éstas y éstos mantienen su ancho natural sólo cuando no están sometidos a tracción y como tal, muestran una situación que no existe.

Ante estas evidencias, el problema de poner al alcance del lector los resultados de ensayos sacados de contexto, es que si, resuelve usarlos, terminará diciendo lo que expresamos en la reseña de nuestro informe técnico **F155a** (2006): “Les pondré (a los

gaviones) un coeficiente de seguridad de 5 a éstos, de 4 a estos otros, y de 3 a aquéllos; o dirá: - No me sirven estos ensayos, son inaplicables.”

Capítulo 2

F344: Deformación de mallas de gaviones, Río Famailá (Tucumán, R.A.)

En los informes técnicos de este capítulo se muestran obras que han colapsado y se miden las deformaciones longitudinales y transversales de los gaviones; en ellas no hay roturas de mallas. Esto indica que los ensayos de tracción de mallas de alambre para gaviones, tienen que relacionarse con la mecánica del proceso de deformación de los gaviones.



Fig. 1 Socavación de la cabecera del puente.

Analizamos una defensa de ribera, volcada por una creciente extraordinaria. El muro está compuesto por gaviones de secciones 1x1 m apoyado en otro de igual sección, y éste sobre de otros que sufrieron daños anteriormente. En la figura 1, el ramaje depositado en el puente, que sufrió el socavado de una losa de aproximación, da una idea del nivel que alcanzó la corriente. En la imagen se observa el proceso de reparación.

La longitud de la parte derrumbada, figura 2, es de aproximadamente 25 m. Vemos la importancia de los ataques activos, que pueden causar gran destrucción en una sola tormenta, como fue la de la noche del 13 enero de 2007.



Fig. 2 Colapso de muro a lo largo de 25 m.

En la figura 3, los gaviones de la fila superior, que sufrieron pronunciado descalce, se apoyan en los de la fila siguiente. Son de malla hexagonal del tipo 8 x 10 cm - 2,5 mm, con paso longitudinal $Pl_0 = 165$ mm, paso transversal $Pt_0 = 82$ mm y alambres de borde de 3,25 mm.



Fig. 3 Fila superior volcada.

En la figura 4 se pueden ver las mallas con amplias deformaciones longitudinales, transversales y tangenciales.



Fig. 4 Mallas con distintas deformaciones.

En las figuras 5 y 6, se puede observar la malla deformada de una tapa, en un punto próximo a una subdivisión: $Pl_1 = 179$ mm, $Pt_1 = 143-75 = 68$ mm, $\epsilon_l = (l_1 - l_0) * 100 / l_0 = 8,48$ %, $\epsilon_t = (t_1 - t_0) * 100 / t_0 = -17$ %. Hay fuerte alargamiento en dirección longitudinal, fuerte contracción transversal y también deformación por tensiones tangenciales.



Fig. 5 Deformaciones longitudinales, transversales y tangenciales.



Fig. 6 Detalle de las deformaciones.

En las figuras 7 y 8, se puede ver la imagen de una tapa próxima a una cara lateral. No hay alambre de borde, sino cambio de plano de la envolvente. Hay fuerte alargamiento en dirección longitudinal y fuerte contracción transversal:

$$Pl_1 = 180\text{mm}, Pt_1 = 145-75 = 70\text{mm}, \\ \varepsilon_l = (l_1 - l_0) * 100 / l_0 = 9,09\%, \varepsilon_t = (t_1 - t_0) * 100 / t_0 = -14,6\%.$$



Fig. 7 Medición con dos cintas métricas.



Fig. 8 Detalle de la medición con cintas métricas.

En la figura 9, detalle de la figura 10, la malla se deformó a $Pl_1 = 176\text{mm}$, $Pt_1 = 65\text{mm}$,

$$\varepsilon_l = (l_1 - l_0) * 100 / l_0 = 6,7\%, \varepsilon_t = (t_1 - t_0) * 100 / t_0 = -20,7\%.$$



Fig. 9 Amplias deformaciones (Detalle de la figura 10).

En la figura 10, se puede ver la fuerte contracción transversal del gavión, la ondulación de la subdivisión vertical lo evidencia. El ancho nominal de 1 m se redujo a 0,84 m. Las medidas del hexágono están en la figura 9.



Fig. 10 La subdivisión evidencia la contracción transversal del gavión.

En las figuras 11 y 12 se utiliza una cuadrícula puesta cada 10 mm debajo de la malla.

La figura 11 muestra las deformaciones por fuerzas tangenciales: 15 mm / 73 mm. $Pl_1 = 170\text{mm}$, $Pt_1 = 73\text{mm}$, $\varepsilon_l = (l_1 - l_0) * 100 / l_0 = 3,03\%$, $\varepsilon_t = (t_1 - t_0) * 100 / t_0 = -11\%$, $\alpha = \text{artg}15/73 = 11,6^\circ$. Hay un pequeño alargamiento en dirección longitudinal, fuerte contracción transversal y fuerte deformación por fuerzas tangenciales. En la figura 12 las deformaciones exceden los rangos de medición.



Fig. 11 La cuadrícula facilita la apreciación de las deformaciones.

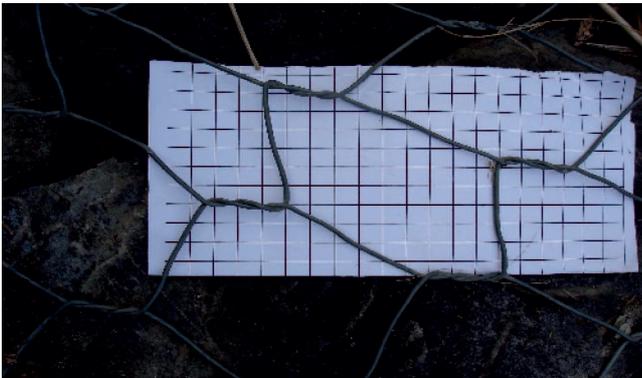


Fig. 12 Las deformaciones exceden los rangos prácticos de medición.

Las figuras 13 y 14 muestran la excelente resistencia del enrollamiento de los alambres de la malla en el alambre de borde transversal (ABT). Se rompió el alambre de costura entre ambos gaviones, se desprendieron los AB longitudinales (ABL) de la tapa y del paño vertical ante la fuerte deformación.



Fig. 13 Vista en planta.



Fig. 14 Resistencia del enrollamiento.

En la figura 15 se observa un gavión de longitud inicial de 4 m, que se alargó hasta 4,35 m.

$$\epsilon l = (l_1 - l_0) * 100 / l_0 = 9,88 \%$$



Fig. 15 Los alambres de borde no acompañan al alargamiento de la malla. ABL de la tapa y ABL de la caja.

Las pequeñas señales en los extremos de los alambres de borde longitudinales (ABL) que son de 3,25 mm, muestran que los ABL de la tapa de un gavión y de la caja del otro se desprendieron deslizando entre las torsiones que los vinculan a las mallas sin acompañar a la deformación de los mismos. El del gavión de la derecha se enganchó con la tapa y deformó al hexágono. En ese hexágono se ve cómo las trenzas entre alambres de borde muy gruesos en comparación con los de las mallas resultan desequilibradas y deslizables.

Conclusiones

1) Vemos la importancia de los ataques activos, a los que definimos como aquellos que inciden sobre las obras por circunstancias fortuitas y que casi siempre son fuertes corrientes de agua que remueven el terreno de fundación. Pueden producir su colapso parcial, de poca importancia, o daños muy severos. La corriente muchas veces arrastra arena gruesa, ripio o grandes piedras y ramaje y éstos atacan a las mallas de alambre si no se hacen protecciones en su cara expuesta. Los ataques activos se diferencian de los ataques pasivos en que éstos tienen que ver con el envejecimiento natural de las mallas de alambre.

2) Los alambres de bordes longitudinales (ABL) y los transversales (ABT) son generalmente más gruesos que los de la malla y rompen la regularidad del tejido. Cuando el tejido se deforma, los AB no acompañan bien a estas deformaciones y si se los hace progresivamente más gruesos, perjudican en mayor medida a la deformabilidad, que es la cualidad esencial de los gaviones.

3) Los gaviones no se rompen por tracción, ya que el colapso de los muros precede ampliamente a las cargas de rotura y que si éstas se producen, es tras el colapso. El muro analizado resulta ser del tipo seco, esto permite concluir que en el caso de muros en contacto con corrientes de agua los riesgos son el desgaste, la rotura violenta de los alambres, o las socavaciones que los desestabilizan.

4) La contracción transversal del gavión ante el alargamiento, que se produce siempre porque el volumen de piedras es constante, alivia y facilita la deformación longitudinal de las mallas.

5) La deformabilidad de las mallas es la constante, el punto cero del análisis de la utilización de mallas romboidales y hexagonales para gaviones.

6) Los ensayos de tracción longitudinal de mallas sin permitir la contracción transversal y viceversa, son ajenos a los gaviones prismáticos, y que eventualmente son aplicables a tierra armada.

7) Los ensayos indicados en el punto anterior, deben hacerse según los lineamientos de la norma IRAM IAS U 500 – 102 con las adaptaciones imprescindibles, salvo que haya normas de tracción de mallas de alambre tejido romboidal o hexagonal, que no conocemos.

F339-1: Deformaciones de mallas de gaviones: Hundimiento de un espigón de gaviones, sin rotura de las mallas

Observando las figuras 16 y 17, apreciamos que el espigón en su conjunto está alargado, incluso en su cara inferior, ya que la pendiente propicia el escurrimiento del extremo del espigón hacia el cauce del río. Las filas están cosidas entre sí, con lo que no hay deslizamiento entre ellas. Lo contrario sería: suponer que son aplicables las ecuaciones de Navier para vigas elásticas sometidas a flexión, con la consecuente contracción de la cara inferior respecto de su eje neutro, lo cual es imposible, ya que estamos ante canastos cargados con piedras y no ante una viga homogénea, F055 (1996).



Fig. 16 Espigón

Los alambres de estas mallas, del tipo IRAM-IAS U500, se rompen por tracción con deformación específica mínima del 12 %, pudiendo alcanzar el 22%; los círculos trazados muestran segmentos de longitud

creciente. Como las filas están cosidas entre sí, no hay deslizamiento entre ellas, entonces se aprecia la importante deformación que han sufrido. La altura del gavión horizontal es de 0,95m. Los arcos son de $D3 = 6,12\text{ m}$, $D2 = 6,51\text{ m} = 1,063\text{ D3}$, $D1 = 8,45\text{ m} = 1,33\text{ D3}$.

Esta deformación amplia, específica, se ve facilitada por la contracción de la sección transversal, F155b (2006). Se puede afirmar que: como el arco menor ya está deformado, entonces las deformaciones son mayores que el 15 %.

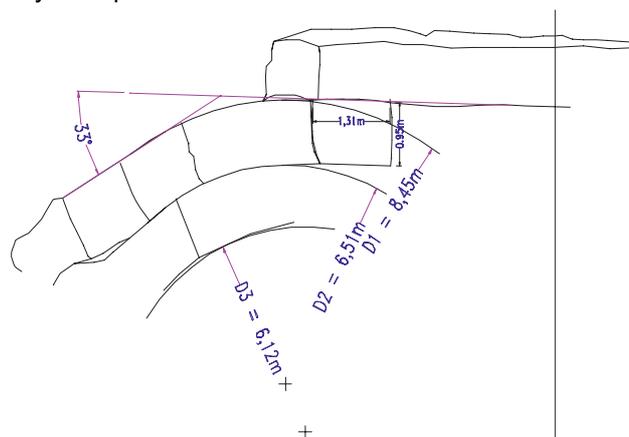


Fig. 17 Esquema del espigón.

F345: Deformación de mallas de gaviones, Río Romano (Tucumán, R.A.)

Este informe es la continuación del F344. Las observaciones siguen el procedimiento de ese informe. La fila superior de esta defensa se desplomó en enero de 2007 y cayó más de cuatro metros sobre el lecho del río a lo largo de 30 m sin romperse. El notorio alargamiento de estos gaviones, debido a la fuerza de tracción, fue acompañado por la contracción de su sección transversal. Las fuerzas tangenciales provocaron el revirado de 180°. En un informe anterior al presente mostramos que esta misma defensa ya sufrió un volcamiento parcial ante una creciente extraordinaria, con deformaciones del 8 al 10 %, sin rotura de las mallas.

Las mallas son romboidales de abertura 76mm tejidas con alambre de 3,25mm con:

$$PI = 112\text{mm}$$

$$Pt = 112\text{mm}$$

Las figuras 18 y 19 muestran el alcance de las crecientes.



Fig. 18 Río Romano, Tucumán, R.A.



Fig. 19 Una persona del lugar señala el nivel que alcanzan las crecientes.

En las figuras 20 y 21 se muestran las mediciones realizadas sobre las diagonales de uno de los rombos deformados. Ellas fueron: $l_1 = 83\text{mm}$ y $l_0 = 137\text{mm}$, con lo que las deformaciones específicas resultan:

$$\varepsilon_l = (l_1 - l_0) * 100 / l_0 = -25,9 \%$$



Fig. 20 Medición de diagonal transversal.

$$\varepsilon_l = (l_1 - l_0) * 100 / l_0 = -25,9 \%$$



Fig. 21 Medición de diagonal longitudinal.

Conclusión

Esto confirma, para mallas romboidales, lo analizado en nuestro informe 344: Que para mallas tejidas usadas en gaviones se debe analizar la contracción transversal, porque sería inútil ensayar mallas de ancho natural constante, ya que resultaría inexplicable que las deformaciones longitudinales alcancen el 26% sin que el tejido se rompa.

F347: Gaviones del Río Amarillo o de Gualco (Famatina, La Rioja, R.A.)

A la salida sur de la ciudad de Famatina, hacia Chilecito, por la ruta provincial N° 11 cruza el río Amarillo o de Gualco por un badén extenso. El muro

que se ve en la figura 22, de dos metros de altura (dos filas superpuestas de gaviones), de la ribera de aguas arriba del badén fue erosionado por la creciente. Al fondo se ve la margen derecha del río. El gavión de arriba se volcó con revirado de 80° en 5 m y el de abajo, de 60° en 6m. La malla es del tipo 6 x 8 - 2,35 y no presenta roturas ante este ataque activo. Lugareños nos dijeron que ya soportó seis crecientes, que se volcó en la primera, pero que está bien. Debajo del gavión, en un corrillo que abrió la creciente, cuelga un trozo de membrana geotextil.



Fig. 22 Gavión volcado en el Badén de la Ruta provincial N° 11

En la figura 23 la cuadrícula de medición es de 5mm. La inclinación de la malla, muy pronunciada, es un caso típico de deformación por tensiones de corte, es de 71° y la desviación de una fila de trenzas respecto de la siguiente es de 23,8mm. Las mallas son del tipo 6 x 8cm - 2,34mm. El paso longitudinal $PI=132\text{mm}$ es el mismo que el de la malla en reposo, el $Pt=64\text{mm}$ presenta leve contracción. No hay tracción, no hay roturas.

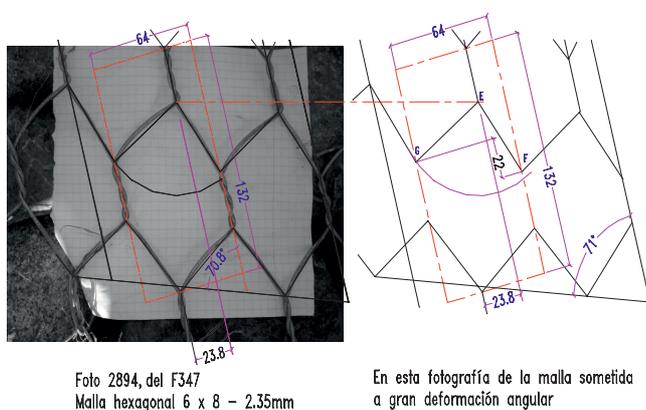


Foto 2894, del F347
Malla hexagonal 6 x 8 - 2,35mm

En esta fotografía de la malla sometida a gran deformación angular

Fig. 23 Cuadrícula de medición.

F071b: Resistencia de mallas de alambre ante el colapso de muros de gaviones, Chumbicha (Catamarca, R.A.)

Reseña

Ante el colapso de defensas de gaviones, las mallas romboidales y las hexagonales no se rompen, porque no alcanzan las deformaciones de rotura determinadas en los ensayos de laboratorio.

En la figura 24 se muestran colchonetas tendidas sobre un bordo.



Fig. 24 El bordo se escurrió y las colchonetas se hundieron.

En la RN 38, entre las provincias de Catamarca y la Rioja, en Chumbicha (Catamarca), hay dos obras de gaviones de malla romboidal de 76 mm - diagonales de 112 x 112 mm - tejida con alambre $\varnothing 2,95$ mm, que fueron construidas en el año 1988. El 30 de setiembre de 2005 hicimos las siguientes observaciones:

- Una está ubicada en el Km 523,5 y se encuentra en perfecto estado de conservación. Es un muro transversal bajo, de $\sim 30 \times 3 \times h 1$ m, con colchonetas 0,30 m, para atenuar la pendiente a la cuneta por la que corre el agua de lluvia, hasta evacuarla en un arroyo que cruza la ruta en el Km 523.

- En esta desembocadura está la otra defensa en U, transversal a la cuneta, de $\sim 30 \times 3 \times h 2$ m, con alas de gaviones. Ambas alas sufrieron hundimientos, siendo el de la izquierda muy pronunciado. Esta consistía en varios gaviones de $2 \times 1 \times 0,5$ m, puestos encima de colchonetas de $4 \times 2 \times 0,30$ m, las componentes X e Y de las deformaciones específicas son muy severas; como se observa en las figuras 25 y 26.



Fig. 25 Vista de la malla deformada.

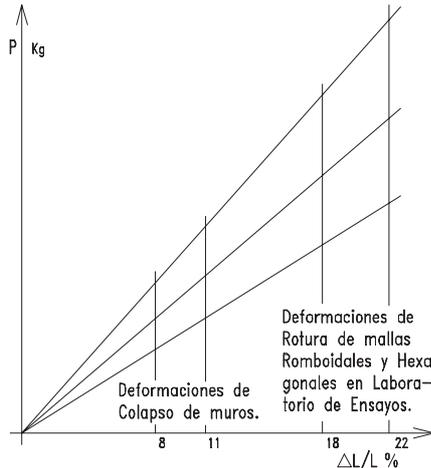


Fig. 26 Deformaciones de colapso de muros y de rotura de mallas. El colapso precede a las roturas.

Las deformaciones de acortamiento y de alargamiento de las diagonales de este rombo, no superan el 5 %. $(82-79)/79 = 3,8 \%$. Podrían ser mayores que el 12% fijado como valor mínimo de rotura por la norma IRAM- IAS 500-102. Pero además, la disposición en zig-zag de las diagonales, permite que el alargamiento longitudinal de las mallas, sea mayor que el de las diagonales, y por añadidura, la contracción lateral de las mallas aumenta la capacidad de deformación longitudinal de las mallas, **Guzmán** (1996).

Entre los resultados obtenidos del colapso de esta defensa pequeña, que permite la contracción de los gaviones, y los de la defensa del Río Romano que mostramos en nuestro informe **F345** - de 300 m de largo por 4 m de altura, desde donde cayó un tramo de 30 m de largo hasta el lecho del río - se confirma que las deformaciones posibles de las mallas son muy superiores a las de colapso de los muros.

Por esto, la deformabilidad es la cualidad más importante de ambos tipos de mallas para gaviones como se muestra en los informes técnicos **F058** (1998), **F067** (1997), **F345** (2007), **F080a R1** (2005) y **F080b R1** (2006). En el informe **F065** (1997) se muestra la gran deformación de mallas hexagonales causadas por fuerzas tangenciales.

Colchonetas: Las hebras están dispuesta "de arriba hacia abajo" por lo que medimos:

P. Longitudinal, a lo largo de las hebras,
 $655/5 = 131$ ($131 - 112$)/ $112 = 17 \%$.

P. Transversal, al través de las hebras,
 $290/3 = 97$ ($97 - 112$)/ $112 = -13 \%$.

Gaviones: Las hebras están dispuesta "horizontales". En la figura 27 vemos que:

P. Longitudinal, medido en tres rombos es:
 $PI = 302/3 = 100,7$ mm y $\epsilon_l = (100,7 - 112)/112 = -10$

P. Transversal, medido en 9 hebras es:
 $Pt = 1170/9 = 130$ y $\epsilon_t = (130 - 112)/112 = 16 \%$.

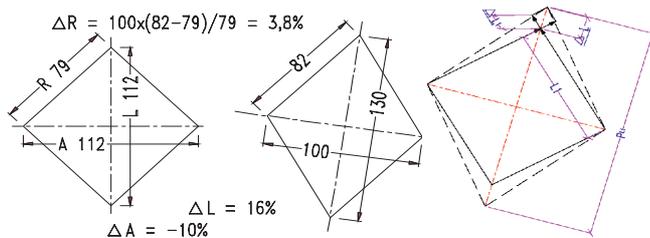


Fig. 27 Medidas de las diagonales de la malla romboidal natural (112×112 mm) y deformada (130×100 mm).

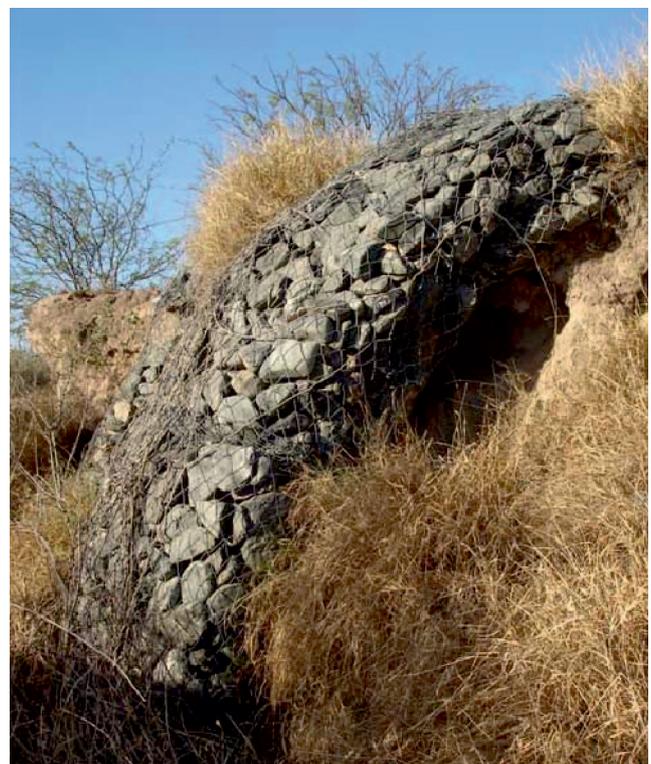


Fig. 28 Otra vista de la figura 24.

Capítulo 3

F355 R1: Ensayos no destructivos de gaviones de malla romboidal y hexagonal de tipo saco y caja

Nota preliminar

Este informe preliminar **F355** (2009) se fundamenta en todos nuestros informes técnicos previos, y en particular en los informes **F071b** (2005), **F344** (2007), **F345** (2007) y **F347** (2007). El mismo avanza sobre todas las ideas y creencias que llegaron a nuestro conocimiento en lo que respecta a la mecánica de deformación de gaviones. En su desarrollo, para el que contamos con los ensayos de tracción de mallas de distintos anchos realizados en la UNT en los años 2006 y 2007, mostramos que aquella idea de que los ensayos de tracción de mallas de alambre de ancho natural son aplicables a gaviones, está equivocada y es inaplicable.

Este informe no está completo, le faltan ensayos; lo importante es el método usado. Queda a criterio de los lectores la aplicabilidad de acuerdo a su necesidad de contar con esta herramienta para realizar peritajes en obras.

El desarrollo de los ensayos de mallas romboidales no forma parte de este trabajo.

Reseña

En la información actual se ve que las mallas de alambre se ensayan a tracción manteniendo constante su ancho natural, para determinar la carga de rotura sin que en los informes de laboratorio se muestren las deformaciones. Esto por una parte, no permite la representación cartesiana del proceso y también evidencia que se pone atención a las fuerzas, pero no a las deformaciones. Nosotros, analizando la mecánica de deformación de los gaviones, determinamos los estados de carga en cada punto de sus mallas mediante ensayos no destructivos.

En los años 1987 y 1988 hicimos nuestros primeros ensayos de tracción de mallas en la Universidad Nacional de Tucumán, donde advertimos que, mientras la capacidad de carga depende del diámetro de los alambres, las deformaciones son muy parecidas para todas las mallas de un mismo tipo y a esto le asignamos importancia, como lo expresamos en el título de nuestro informe técnico **F058** (1998).

Realizamos más ensayos, recorrimos obras que habían sufrido deformaciones por hundimientos, y tomamos medidas que nos permitieron desarrollar, entre otros, el informe técnico **F155b** (2006). En el **F155b** se trabajó sobre la base de que el volumen de los gaviones es constante, ya que al deformarse, el contenido de piedras no varía. Esta observación nos permitió aplicar la Ley de Hooke al proceso de deformación de las mallas de los gaviones, haciendo participar las variables: fuerza, deformación longitudinal y deformación transversal de las mallas. **Así resolvimos el problema, como mostramos en este informe F355.**

Cuando el gavión tiene forma superficial irregular y cuando las piedras se mueven, se producen pequeñas variaciones positivas y negativas del volumen propias de los sucesivos acomodamientos, el procedimiento de determinación de las fuerzas actuantes mantiene su validez.

Integrado al método de ensayos de tracción de mallas angostadas, de ancho natural y ensanchadas mantenemos otro enfoque, distinto del clásico de la Resistencia de Materiales:

Hacemos nuestro análisis desde el punto de vista de las deformaciones de las mallas (los gaviones resisten deformaciones mucho mayores que las que muestran los ensayos), y no de la determinación de cargas de rotura de mallas de ancho natural constante, expresadas en Kg/m.lineal, ya que, insistimos: cuando los gaviones se deforman, las mallas inicialmente de ancho natural se angostan o ensanchan, o reviran. La discrepancia entre la amplitud de deformaciones en gaviones deformados pero no rotos, respecto de las deformaciones de rotura por tracción en el laboratorio, es tan grande, que a las cargas de rotura diríase que no les damos importancia, porque en casi todos los casos (por no decir que en todos), las mallas de los gaviones tienen resistencia suficiente en Kg/m.lineal, lo cual las torna naturalmente útiles para su uso en gaviones, y a su carga de rotura inútil para explicar el proceso que nos ocupa.

En el informe **F334** (2005), mostramos numerosas obras colapsadas en las que las mallas no sufrieron roturas, ya que el colapso por socavación de las fundaciones es la constante y precede ampliamente a las cargas de roturas por tracción a las que en ningún caso llegan. Por añadidura, en los informes **F334** (2005) y **F081** (2005), mostramos que la corrosión no es el problema. Pero los ataques activos ponen límite a la confianza en la resistencia a la tracción de las mallas, porque los choques de piedras, el ripio y los ramajes

que arrastra la corriente obligan a usar alambres más gruesos.

De esta manera la resistencia de las mallas según el enfoque clásico, cual si constituyera sólo el ABC del tema, abre paso a estos estudios más avanzados que ahora exponemos a la consideración de la comunidad técnico - científica.

Hay dos antecedentes muy conocidos de cómo aplicar la Ley de Hooke para resolver problemas importantes de la ingeniería: las ecuaciones de Bernoulli y Navier para la Flexión de las Barras Rectas de Acero y las ecuaciones de Von Tetmajer y de Euler para el problema del pandeo de las Barras Rectas de Acero Sometidas a Compresión.

Conclusiones

- Los ensayos de tracción de probetas de ancho natural constante no son aplicables a gaviones en servicio.
- El dato de la carga de rotura [Kg/m.lineal] induce al lector a pensar en coeficientes de seguridad, como lo expresa el criterio clásico de la Resistencia de materiales y puede llevarlo a un error de apreciación o de cálculo.
- Por la vía de las cargas de rotura no se puede explicar la mecánica del proceso de deformación de gaviones.
- La **Especificación ASTM 975 R2003** man-tiene el enfoque clásico al expresar la resistencia a la tracción de mallas hexagonales de ancho natural en [Kg/m.lineal] y no determina deformaciones. Estos conceptos, de acuerdo a nuestros trabajos quedan superados, pero constituyen los antecedentes de investigación de este tema.

Desarrollo del método de ensayos

En este informe técnico analizamos la mecánica de deformación de gaviones en servicio y desarrollamos el método para determinar in situ, fácilmente, las fuerzas que actúan en las mallas romboidales y hexagonales de gaviones prismáticos, colchonetas y del tipo saco. Para saber cuánta fuerza hay en cada rombo o hexágono sólo se necesitan los ábacos hechos de acuerdo a las medidas iniciales de la malla que se observa, cinta métrica, un cuaderno, papel milimetrado, micrómetro para medir el diámetro de los alambres y cámara fotográfica para documentar resultados.

Para determinar el valor de las fuerzas que actúan en lugares de nuestro interés se toman muestras consistentes en imágenes de las mallas, sin producir ninguna destrucción ni deterioro, simplemente se dejan marcas de pintura que permitan la identificación de esos lugares.

En cada lugar las mallas tienen pasos P_l y P_t que medimos, y que son las **muestras** de la figura 29a. Las muestras **deben corresponder** a mallas hexagonales cuyas medidas iniciales se conocen, **las probetas se hacen con las mallas conocidas**, esto es importante. Con éstas se hacen los ensayos de laboratorio y luego, los ábacos.

Aunque el análisis que haremos es general, lo particularizamos para nuestras mallas hexagonales del tipo 8 x 10 - 2,5 mm porque tenemos muestras tomadas en el río Famallá. No sabemos cuánta fuerza **F** tienen aplicadas estas muestras.

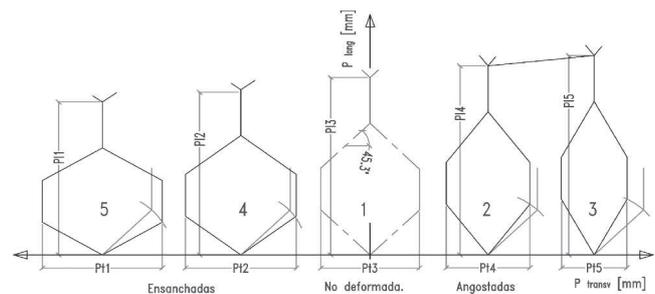


Fig. 29a Mallas romboidales y hexagonales angostadas, de ancho natural y ensanchadas. Medir P_l , P_t y α .

A- Mallas angostadas (Angostamiento del paso transversal P_t)

En la figura 29b se muestra que cuando la malla se hace más angosta, varía la disposición de las fuerzas y también la resistencia a la tracción longitudinal y transversal: al aumentar el ángulo α de las diagonales crece la resistencia longitudinal y decrece la transversal y cuando se ensancha se da la situación inversa. Esta es otra diferencia importante respecto de los ensayos a Paso transversal natural constante.



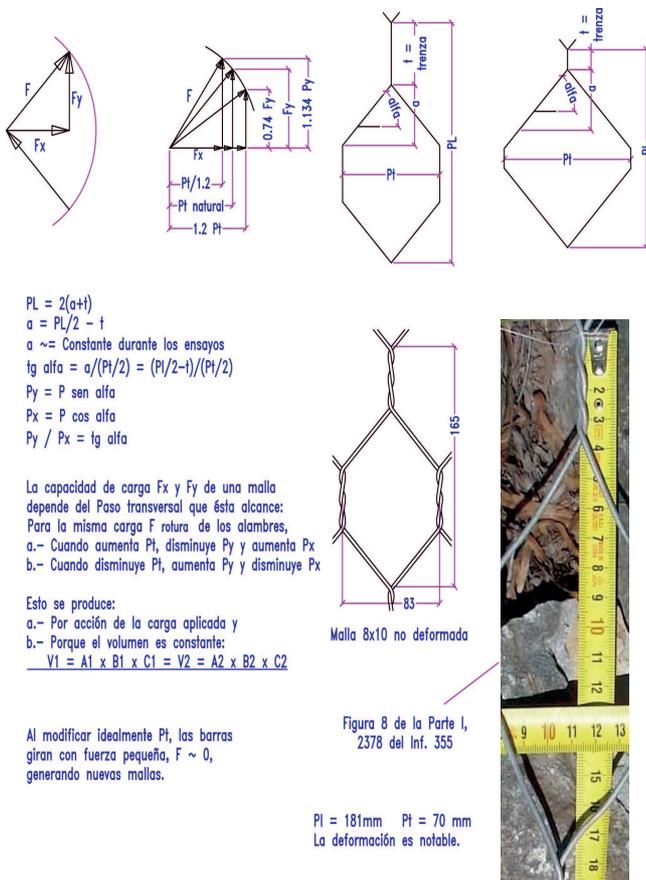


Fig. 29b Al modificar idealmente Pt , las barras giran con fuerza pequeña, $F \sim 0$, generando nuevas mallas.

Destacamos: al angostarse, las mallas de un gavión se hacen más resistentes. Esto se muestra en la figura 31.

Preparamos **una probeta** a la que previamente angostamos con fuerza pequeña ($\sim 160\text{ Kg}$) hasta que tenga el Paso transversal Pt de **la muestra**.

La ubicación de la probeta en reposo en el plano de coordenadas, figura 30, es el punto $E1$, coincidente con el origen de coordenadas, porque está en reposo. La ubicación de la muestra, $E2$ (PI, Pt) ó ($\epsilon PI, \epsilon Pt$) conocemos parcialmente, porque sólo conocemos la abscisa PI ó ϵPI , pero no la Pt ó ϵPt . Sabemos que ahí actuó la fuerza $F2$ que produjo el PI , pero no conocemos su valor numérico. Hacemos el ensayo de tracción de la probeta manteniendo Pt fijo, el recorrido se inicia en $E1$ y al alcanzar el ϵPI de la muestra se está en $E2$. Queda determinada la fuerza $F2$ que obra en la muestra y ubicado el punto $E2$: **esta es la primera parte del método**. Si la fuerza de tracción sigue en aumento se llega al punto de rotura.

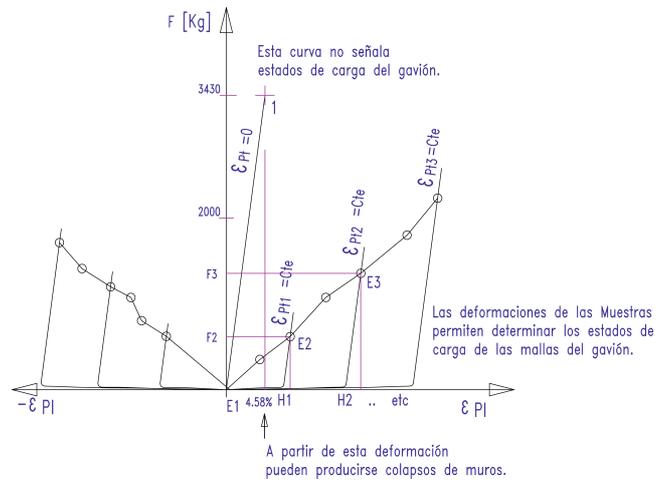


Fig. 30 En los puntos $E2, E3$ coinciden las deformaciones de muestras y probetas.

Si tenemos otras muestras menos o más angostadas, que tienen por ejemplo, las coordenadas $E3, E4$, etc, seguimos el mismo procedimiento: preparamos probetas de la misma malla, con angostamientos iguales a los de las muestras y al hacer los ensayos los recorridos partirán de $E1$ y pasarán por $E3, E4$, etc. Entonces el problema queda resuelto.

La segunda parte del método permite el trazado del ábaco: se pueden hacer inter/extrapolaciones para otras muestras a conseguir. El procedimiento se generaliza haciendo ensayos con angostamientos prefijados hasta el punto de rotura de las probetas, ver figura 31. **Las muestras que se consigan permitirán hacer el ábaco, que es la envolvente de las situaciones que se presenten trayectorias $E1, E2, \dots, En$.**



Esto vale para gaviones prismáticos, colchonetas y gaviones saco. Estos son ensayos no destructivos de gaviones.

Todas las probetas se preparan con mallas del mismo ancho inicial natural y con la misma cantidad de alambres. Son grandes, para reducir errores de lectura.

En los gaviones no existen trayectorias de deformación con Paso transversal constante: estas sólo se producen en el Laboratorio durante los ensayos y éste es el fundamento del método.

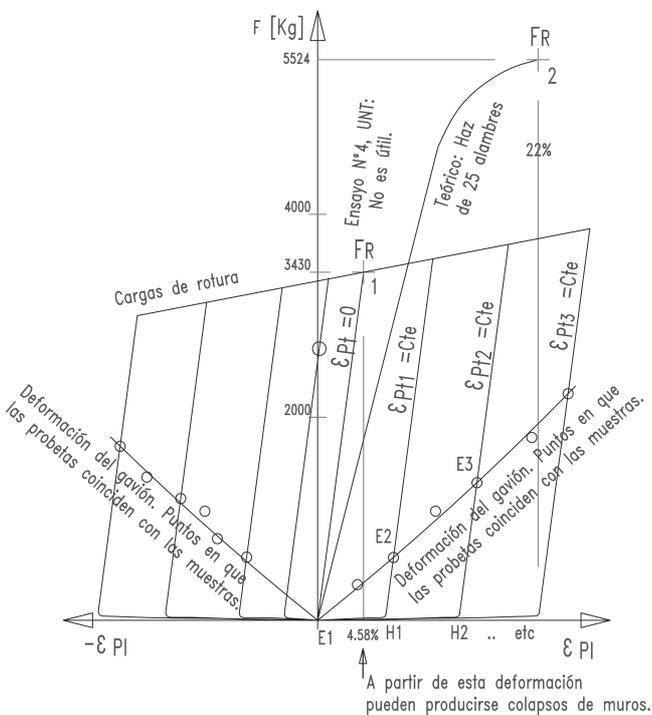


Fig. 31 Representación detallada de F[Kg] - ϵ_{PI} .

Observamos que:

1) **Los ensayos de probetas de ancho natural no señalan ningún estado de carga de un gavión, sus datos no son aplicables a gaviones de ningún tipo y las deformaciones en el punto 1 (de rotura) son muy inferiores de las que se miden en gaviones deformados:**

Por ejemplo, en el caso del ensayo de la probeta de malla 8x10-2,5mm de ancho natural, según consta en el Informe Técnico completo, mostramos la Carga y deformación longitudinal de rotura. La probeta tiene 25 alambres y por ser de ancho natural es $\epsilon_{transv} = 0$. En ella:

FR = 3430 Kg, con una deformación del **4,58%** y rotura en la 3º mordaza superior izquierda.

2) **Teórico:** En la curva 2 (de la figura 31) vemos el punto de Carga y deformación de rotura de Z = 25 alambres de $\varnothing 2,5$ mm. El alargamiento es del **22%** y la tensión de rotura de 45 Kg/mm². Decimos teórico porque tomando datos del Certificado de Calidad N° 896201 de ACINDAR del 8 de noviembre de 2008, multiplicamos por 25 la fuerza individual.

$$F = 25 \text{ alambres} * 4,91 \text{ mm}^2 * 45 \text{ Kg/mm}^2 = 5524 \text{ Kg}$$

3) El haz de alambres se rompe con fuerza muy superior que la malla de la misma cantidad de alambres: aquí juega un papel importante **la acritud** y cierto marcado en las mordazas a pesar de que están debidamente adaptadas para fijar sin resbalamiento. Los alambres que provienen de bobinas tienen más acritud que los que provienen de canastos. En la figura 32 se aprecia el revirado a lo largo de ellos, lo que causa acritud.

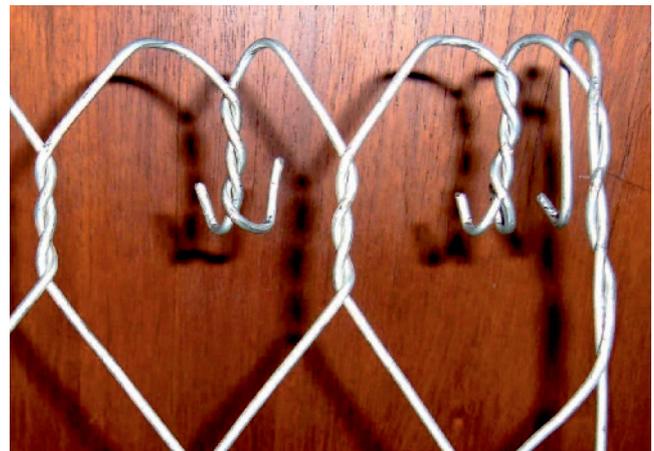


Fig. 32 Como toman las mordazas a las probetas.

La deformación del 4,58% en realidad es menor porque los alambres están inclinados más o menos 45° respecto de la línea en que se mueven las mordazas de la máquina de tracción, por lo que debería dividirse ese valor por lo menos entre $\sqrt{2}$ y dará 3,26%, **Guzmán (1963)**.

4) Las fuerzas de rotura por tracción paralela a los alambres de las mallas, se hacen mayores a medida que aumenta el angostamiento porque los vértices de los rombos o hexágonos se hacen progresivamente más agudos y el triángulo de fuerzas arroja una resultante mayor. A la inversa, la fuerza de rotura en dirección transversal disminuye.

5) Los ábacos pueden hacerse agregando ensayos de tracción para anchos predeterminados a los que tienen la **referencia de las muestras**: la interpolación y extrapolación es posible.

6) El punto E1 marca el inicio de todos los ensayos. Las probetas son angostadas con muy poca fuerza de tracción hasta los puntos H1, H2, etc. por la máquina de tracción. En correspondencia su P longitudinal aumenta casi sin carga y a partir de ahí empieza a aumentar la carga.

7) Con la ayuda de estos ábacos podemos saber el estado de carga de las mallas de cualquier tipo de gavión.

8) Las mallas **angostadas** tienen geometría y propiedades diferentes de la malla de origen, ya no son de 6 x 8, ni de 8 x 10 y ganan resistencia a la tracción.

B - Mallas ensanchadas (Ensanchamiento del paso transversal Pt)

En este caso, ver figura 33, el gavión ha sido traccionado en la dirección transversal de sus hexágonos y está deformado. Se sigue el mismo procedimiento que en el caso A, pero en estos casos las mallas pierden resistencia a la tracción.

Hay un caso muy interesante: el de gaviones traccionados y cuya deformación ϵ longitudinal es = 0. La fuerza **F** se representa sobre la ordenada. Se trata de un gavión que está amarrado por sus costados a sus vecinos constituyendo un amplio recubrimiento. Su capacidad de deformación es pequeña por falta de contracción lateral, como los de malla electro-soldada que mencionamos.

Siempre que la muestra se encuentre sobre la ordenada se los analiza como gaviones con mallas ensanchadas. Es casi seguro que la deformación no será pareja a lo largo del borde libre del recubrimiento y que se producirán hundimientos desaparejos que producirán ensanches localizados.

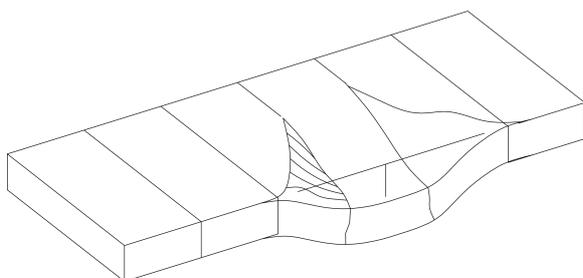


Fig. 33 Colchoneta deformada, sin posibilidad de que se acorte la medida entre sus cabeceras.

Vemos que las mallas ensanchadas tienen propiedades diferentes de la malla de origen.

C- Mallas sometidas a esfuerzos de corte (Gaviones revirados)

Las tensiones de corte se presentan frecuentemente. Son causadas por el deslizamiento de una cara en dirección paralela a otra, opuesta como en el caso del revirado de gaviones. “Las tensiones de corte en general, dan origen a deformaciones angulares y tienden a producir rotaciones”... “Siempre que en un elemento actúe una tensión de corte, ésta será equilibrada por otra complementaria actuando en un plano ortogonal a la primera y podrán ser ambas convergentes o divergentes con respecto al vértice del elemento”, **Guzmán (1963)**.

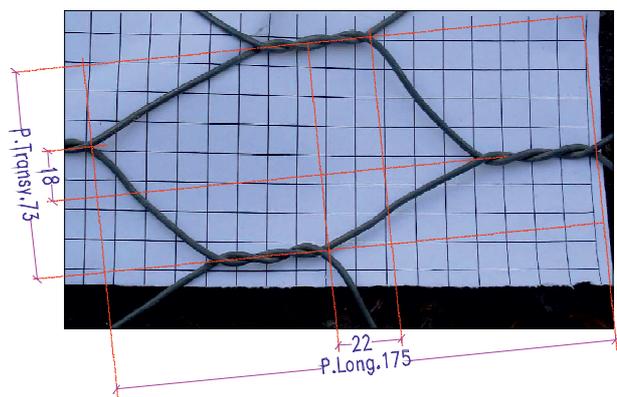
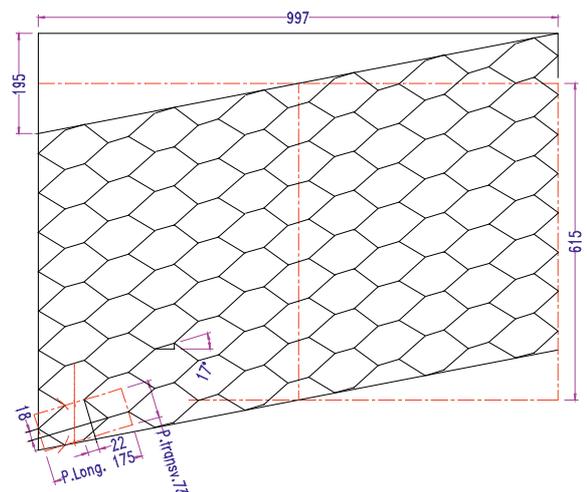


Fig. 34 Malla hexagonal 8 x 10 – 2.5.

En la figura 34, se mide la **desviación** de 18 mm entre la dirección de las trenzas.

Colocando un papel con cuadrícula de 10 mm por debajo de la malla se facilita y documenta la tarea. Esto también es útil durante la realización de ensayos en el Laboratorio, para fijar las distintas etapas de los mismos. Resulta especialmente **útil para trazar los lados inclinados**, con lo que se determinan las fuerzas de acuerdo a las reglas de la Estática, ver figura 34.

Los ensayos de tracción probetas de 6x8-2.34mm de ancho natural sometidas a corte muestran resultados muy parecidos a los correspondientes de tracción simple: con $F_{Long} = 3000\text{Kg}$ la deformación específica es del 3.35% con $\beta = 0^\circ$ a 10.5° y de 3.94% con $\beta = 0$ a 18° .

Nuevamente se manifiesta la acritud: si no se permite la contracción transversal, las mallas se rompen con deformaciones longitudinales sensiblemente menores que el 12% mínimo fijado en la norma IRAM IAS U500-102 y normas que se refieren a gaviones, para los alambres. Se debe a las torsiones y flexiones que sufren los alambres durante el proceso de tejido. **Esta es otra confirmación de que los gaviones ganan capacidad de deformación al deformarse.**

Proceso de deformación de gaviones

1- Gaviones cuyo relleno de piedras supera el volumen que configuran las mallas

En la figura 35 se muestran:

Mallas dispuestas en posición A

a) La deformación inicial de las mallas, al juntar los bordes de la tapa con el paño vertical para hacer la costura manual produce el angostamiento de los hexágonos hasta el punto 1. En el diagrama Fuerza - Deformación, es una línea de muy poca pendiente. Hay aumento del PI y acortamiento del Pt.

b) Si el contenido de piedras se deforma alargándose, la altura del gavión disminuye y el diagrama Tensión - Deformación muestra una trayectoria inicialmente de poca pendiente, con disminución de PI hasta que los alambres comienzan a deformarse con lo que la pendiente se incrementa notoriamente. El corrimiento del relleno produce desde el inicio el ensanchamiento de las mallas en la misma dirección de deformación del gavión.

Mallas dispuestas en posición B

a) La deformación inicial de las mallas, al juntar los bordes de la tapa con el paño vertical para hacer la costura manual produce el ensanchamiento de los hexágonos hasta el punto 1. En el diagrama Fuerza - Deformación, es una línea de muy poca pendiente. Hay aumento del Pt y acortamiento del PI.

b) Si el contenido de piedras se deforma alargándose, la altura del gavión disminuye y aumenta el PI de los hexágonos con disminución del Pt. El diagrama Tensión - Deformación muestra una trayectoria inicialmente de poca pendiente hasta que los alambres comienzan a deformarse y la pendiente se incrementa notoriamente. La trayectoria 1-B muestra el aumento de PI con angostamiento Pt en la misma dirección de deformación del gavión.

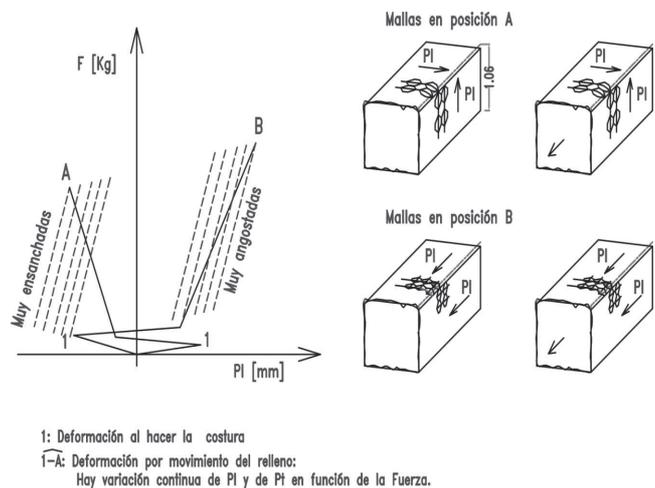


Fig. 35 Gaviones cuyo relleno de piedras supera el volumen que configuran las mallas

2- Gaviones cuyo relleno de piedras no alcanza para que las mallas queden ajustadas.

En la figura 36 se muestran:

Mallas dispuestas en posición A

a) En este caso, al hacer las costuras, las mallas no se deforman.

b) Si el contenido de piedras se deforma alargándose hasta ocupar todo el volumen configurado por las mallas, los alambres de éstas se mueven como barras articuladas. Los hexágonos se ensanchan aunque ejerciendo muy poca fuerza en contra del movimiento del relleno.

c) Si la deformación del relleno continúa, la pendiente de la trayectoria en el diagrama Fuerza - Deformación aumenta considerablemente. Se está desde el inicio ante el ensanchamiento del Pt en la misma dirección de deformación del gavión y ante el acortamiento del PI.

Mallas dispuestas en posición B

a) En este caso, al hacer las costuras, las mallas no se deforman.

b) Si el contenido de piedras se deforma alargándose hasta ocupar todo el volumen configurado por las mallas, los alambres de éstas se mueven como barras articuladas. Los hexágonos se angostan aunque ejerciendo muy poca fuerza en contra del movimiento del relleno.

c) Si la deformación del relleno continúa, la pendiente de la trayectoria en el diagrama Fuerza - deformación aumenta considerablemente. Se está desde el inicio ante el alargamiento del PI en la misma dirección de deformación del gavión y ante el angostamiento del Pt.

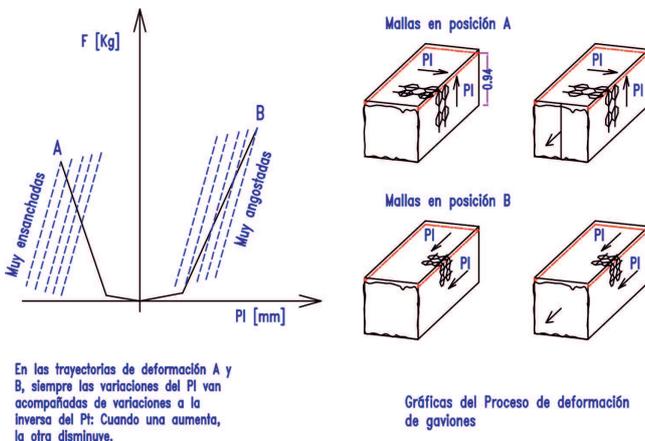


Fig. 36 Gaviones cuyo relleno de piedras no alcanza para que las mallas queden ajustadas.

Ensayos no destructivos: Aplicación del ábaco de ensayos de tracción de mallas hexagonales de 8x10-2,5mm a la determinación de fuerzas en gaviones del mismo origen, de defensas colapsadas del Río Famaillá

En la figura 37, se observan los distintos ϵ_{Pt} , tomados en puntos distantes entre sí y con la secuencia de la observación de campo, que muestran que el muro está muy tensionado. Sin embargo, si admite mayor deformación transversal, admitirá mayor deformación longitudinal. La deformación varía continuamente en cada punto del gavión, no es pareja en su cara superior, costados, ni en la base. La flojedad de las mallas

cuando se cerró el gavión y el recomodamiento de las piedras se reflejan en mayor o menor angostamiento.

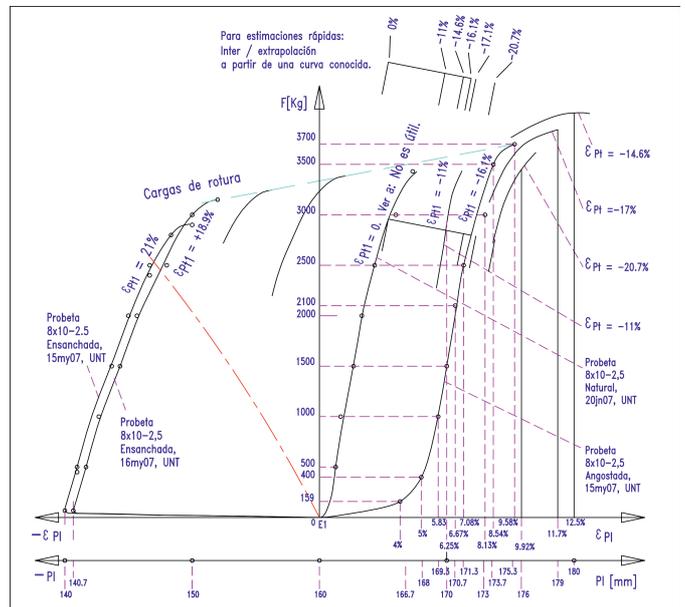


Fig. 37 Ensayos no destructivos: ábaco de mallas hexagonales del tipo 8x10-2,5mm sometidas a tracción

El colapso de este muro es del tipo avalancha: al ceder una pequeña parte, arrastró al resto.

Conclusiones

- a) Las mallas sin contracción transversal no integran el ábaco.
- b) Se grafican las curvas con distintas contracciones del Paso Transversal por inter-extrapolación se trazan otras curvas con distintas contracciones. Siempre es mejor trabajar con curvas de ensayos, que por deducción.
- c) Se toman las muestras y se las ubica en el ábaco mediante sus coordenadas E (P.long, Contrac. P.t). Aquí sólo mostramos el método. La fuerza aplicada es el lugar de coincidencia con las curvas del diagrama. El ábaco se va completando a medida que se toman más muestras. Servirá para cualquier obra que tenga gaviones tejidos con esa malla.

d) Otra extrapolación: si el diámetro del alambre no es el de las mallas, se usa la relación cuadrática de los diámetros para determinar la fuerza existente. Pero siempre es mejor contar con ensayos.

e) Los ensayos se hicieron sometiendo a las probetas a condiciones severas que las del marco impreciso que configuran las piedras.

Informe 3257 (2008), UNT: Ensayos de tracción de mallas hexagonales tipo 6 x 8 cm y 8 x 10 cm

En este informe se realizaron ensayos de Malla Hexagonal Angostada, ensayos de Malla Hexagonal Ensanchada y ensayos de Malla Hexagonal Natural.

A continuación mostraremos el informe de resultados de las siguientes probetas:

Probeta de malla 8 x 10 angostada

F. Long	L. Prob	A. Prob	OBSERVACIONES
kg	mm		
0	500	794	Fecha ensayo: 15 de Mayo de 2007
400	504	794	Malla: 8 x 10 - Ø 2,5 Angostada
1000	508	794	PL natural = 168 mm de la probeta
1500	510	794	Pt natural = 69 mm de la probeta
2100	512	794	
2500	514	794	
3000	519	794	F. Long = Fuerza longitudinal
3500	521	794	L. Prob = Long. de la Probeta
3700	526	794	

Probeta de malla 8 x 10 ensanchada

F. Long	L. Prob	A. Prob	OBSERVACIONES
kg	mm		
-	-	-	Fecha ensayo: 16 de Mayo de 2007
500	425	1125	Malla: 8 x 10 - Ø 2,5 - Ensanchada
1000	428	1125	PL natural = 140,7 mm de la probeta
1000	428	1125	Pt natural = 97,8 mm de la probeta
1500	433	1125	
2000	437	1125	
2500	444	1125	
2500	444	1125	Rotura, cayó hasta 1110
3000	450	1125	Rotura de malla cerca de una orilla (380 x 220)
3150	456	1125	



REVISTA DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERIA
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y TECNOLOGÍA

Probeta de malla 8 x 10 natural

F. Long	L. Prob	A. Prob	OBSERVACIONES
kg	mm		
0	480	946	Fecha ensayo: 20 de Junio de 2007
130	480	946	Malla: 8 x 10 - Ø 2,5 - Natural
500	484	946	PL natural = 160 mm de la probeta
1000	485	946	Pt natural = 82,2 mm de la probeta
1500	488	946	
2000	490	946	
2500	493	946	
3000	498	946	
3430	502	946	
3430	-	-	Rotura de un alambre en la 3ª mordaza superior izq. Bajó a 1700 Kg

Se presentan algunas de las imágenes de las probetas y del marco de ensayos:



Fig. 38 Probeta de malla 8x10 - 2,5 ensanchada – Rotura en el alambre de bobina. Los alambres de borde fueron cortados antes de iniciar el ensayo.

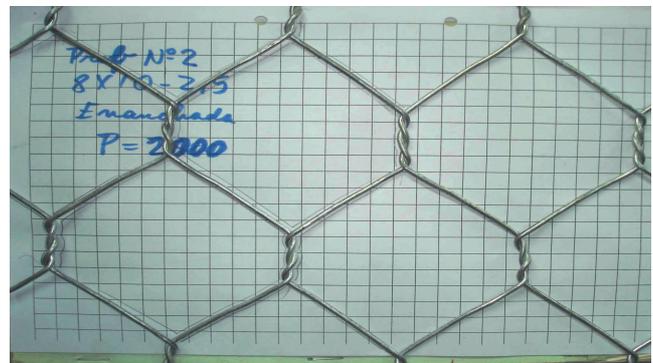


Fig. 39 Probeta de malla 8x10 - 2,5 ensanchada – F=2000 Kg sobre cuadrícula de fondo.



Fig. 40 Probeta de malla 6x8 - 2,34 angostada montada en el marco.



Fig. 41 Probeta de malla 6x8 - 2,34 angostada – F=2500 Kg., sobre cuadrícula de fondo.



Fig. 42 Probeta de malla 6x8 - 2,34 natural sometida a Corte, con inclinación de 18°.



Fig. 43 Probeta de malla 6x8 - 2,34 natural sometida a corte, con inclinación de 18°, carga de 2000 Kg., sobre cuadrícula de fondo.

Capítulo 4

F151 R1: Procedimiento de ensayos de tracción de mallas tejidas del tipo hexagonal

1) Objeto: estos ensayos están dirigidos a analizar la mecánica de deformación de los gaviones de tipo caja y saco de malla romboidal y hexagonal. Para esto se hacen ensayos de tracción de mallas tejidas de alambre de ancho natural, angostadas y ensanchadas, midiendo fuerzas y deformaciones.

2) Definición: las mallas hexagonales de triple torsión son un conjunto más o menos ordenado de alambres que se tejen en telares de vaivén. Esto produce filas de trenzas de tres medio-giros sucesivamente hacia la izquierda y hacia la derecha. Este conjunto es más o menos ordenado porque los alambres tienen distintas tensiones de rotura y diámetros, que causan hexágonos con frecuencia de forma irregular, es decir con lados de largo desigual.

3) Marco de ensayos:

Marco con cabeceras con mordazas largas: es para probetas de ancho natural, ensanchadas o angostadas previamente a valores prefijados, figura 44.

cet

REVISTA DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERIA
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y TECNOLOGÍA

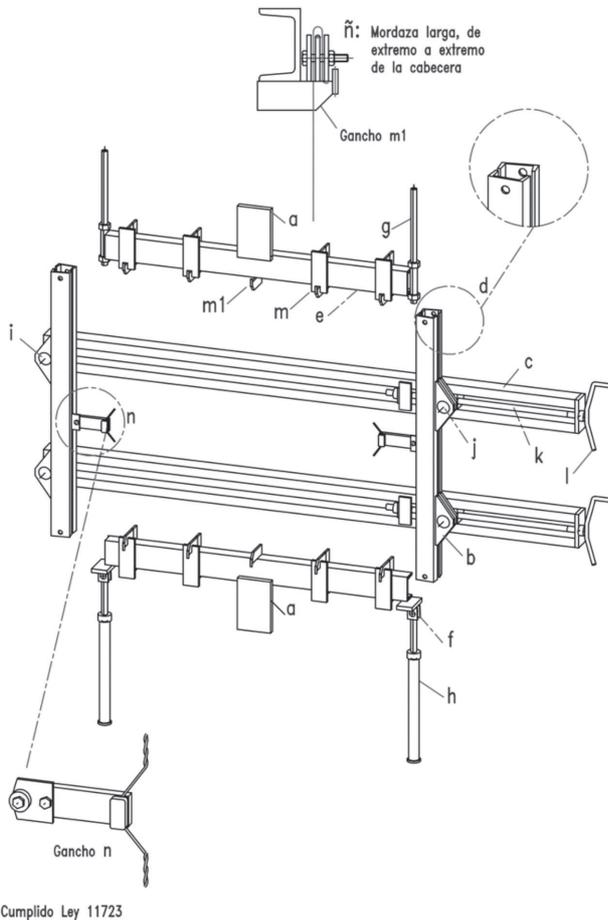


Fig. 44 Marco para probetas angostadas, de ancho natural y ensanchadas. Se muestra la sección transversal de una mordaza larga que se extiende de extremo a extremo de la cabecera.

Marco con cabeceras con mordazas individuales móviles: una para cada trenza. Permite variar en forma continua el ancho de las probetas, figura 45.

4) Forma de tomar la probeta:

a) Mordazas de las cabeceras del marco:

Las mordazas largas (ñ) se usan en el marco F009-4bR4, figura 44.

Las mordazas individuales (m) se usan en el marco F009-4bR2, tienen ruedas que les permiten trasladarse por su guía para el ajuste del ancho de la probeta, figuras 45 y 48.

Fijación: se hace pasar y volver los extremos de la probeta entre las planchuelas de acero que constituyen las mordazas, ya sean del tipo largo (ñ) (continua de extremo a extremo de la cabecera), o individuales (m) y se las ajusta con bulones.

b) Ganchos de los largueros verticales del marco: piezas n, figuras 44 y 45. Los ganchos tienen ruedas que les permiten trasladarse por su guía acompañando los movimientos de la probeta.

c) Estabilizadores: para asegurar la geometría del marco, es decir que las cabecera superior avance paralela a la inferior, se colocan las péndolas roscadas a la superior y columnas roscadas a la inferior: Piezas g y h, figuras 44 y 45.

d) Regulación del ancho: se hace mediante los dos tornillos k con manijas 1, que fijan a voluntad la distancia entre los lados verticales d.

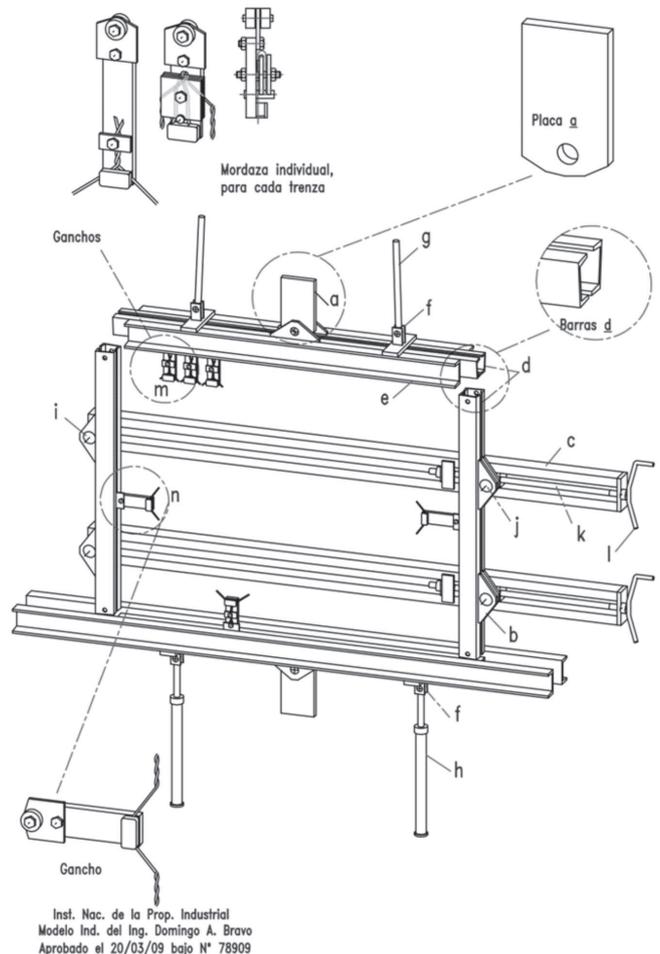
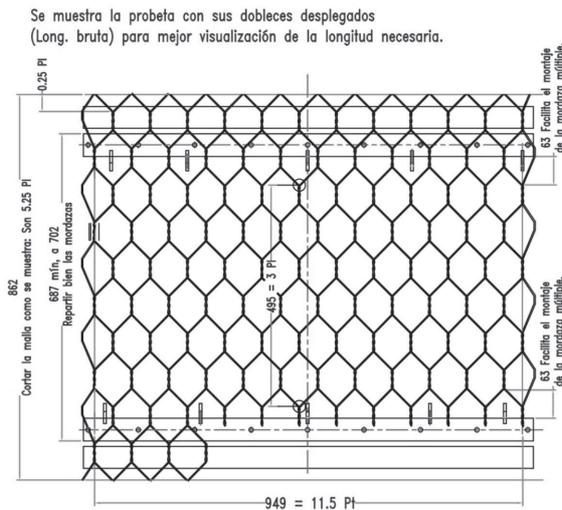


Fig. 45 Marco para probetas angostadas, de ancho natural y ensanchadas.

5) Probetas de ensayo:

a) Probetas de ancho natural:

Las cabeceras de la probeta no tienen regulación de ancho, la de arriba y la de abajo son iguales; consisten en un paquete de tres planchuelas de hierro y bulones, que se arma y ajusta antes de montarlas en las ménsulas del marco. Ver figuras 44 y 46.



Se muestra la mordaza larga. Las mordazas individuales toman de igual manera a la probeta. Ver figuras 1 y 2.

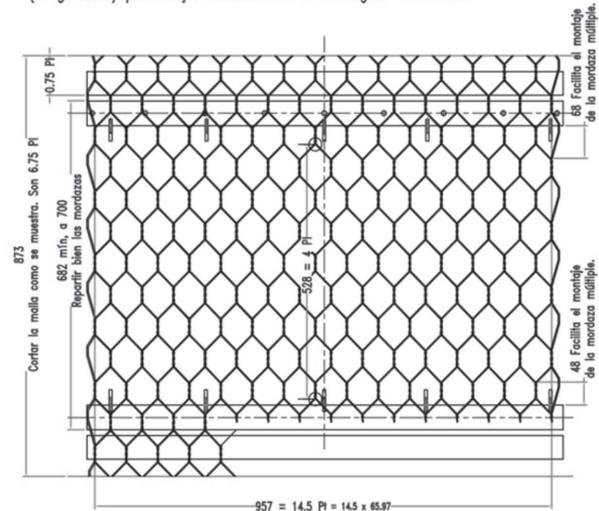
Longitud de las probetas:
 Las de ancho natural y angostadas tienen longitud = 5.25 Pl.
 Las ensanchadas tienen longitud = 6.25 Pl

Probeta de 8x10cm de ancho natural para Marcos metálicos de ensayos de tracción

Fig.46 Probeta para ensayos de tracción simple de malla de ancho natural del tipo 8 x 10 cm: Está integrada por la malla y sus cabeceras que mantienen constante el ancho.

b) Probetas de ancho variable: ensanchadas y angostadas. Cuando es necesario ajustar la regulación del ancho de las probetas, se usan mordazas que toman individualmente por sus trenzas a la malla. Hay variantes propias de cada tipo de ensayo. Se ven en las figuras 45 y 47.

Se muestra la probeta con sus dobleces desplegados (Long. bruta) para mejor visualización de la longitud necesaria.



Se muestra la mordaza larga. Las mordazas individuales toman de igual manera a la probeta. Ver figuras 1 y 2

Longitud de las probetas:
 Las de ancho natural y angostadas tienen longitud = 6.75 Pl.
 Las ensanchadas tienen longitud = 7.75 Pl

Probeta de 6x8cm de ancho natural para Marcos metálicos de ensayos de tracción

Fig. 47 Probeta para ensayos de tracción simple de malla de ancho natural del tipo 6 x 8 cm.



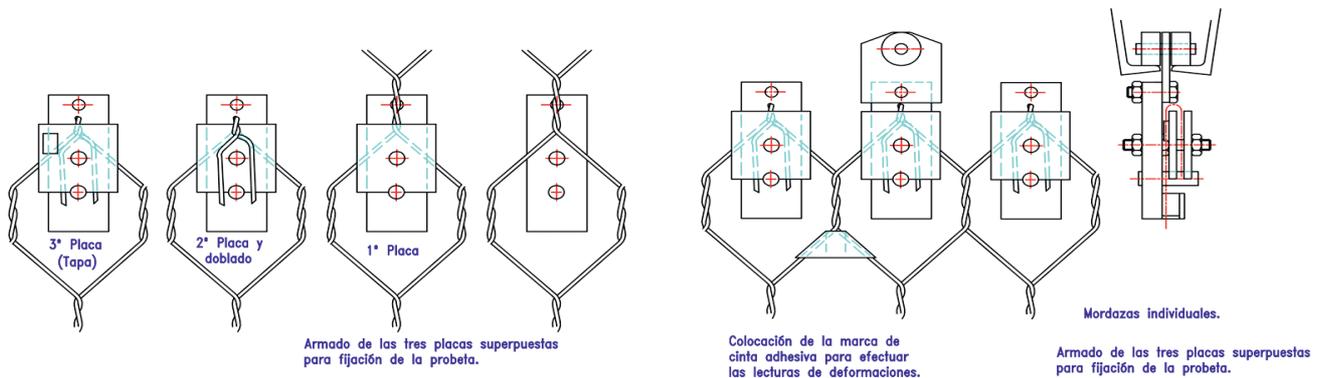


Fig. 48 Mordazas individuales para probetas de ancho variable. Hay variantes propias de cada tipo de ensayo.

El montaje del marco de ensayos en la máquina de tracción

El marco de ensayos fue diseñado y fabricado adecuando sus medidas a las de la máquina de tracción universal Amsler del Laboratorio de Ensayos de Ma-teriales del Departamento de Construcciones y Obras Civiles de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología de la Universidad Nacional de Tucumán, que se muestra en la figura 49.

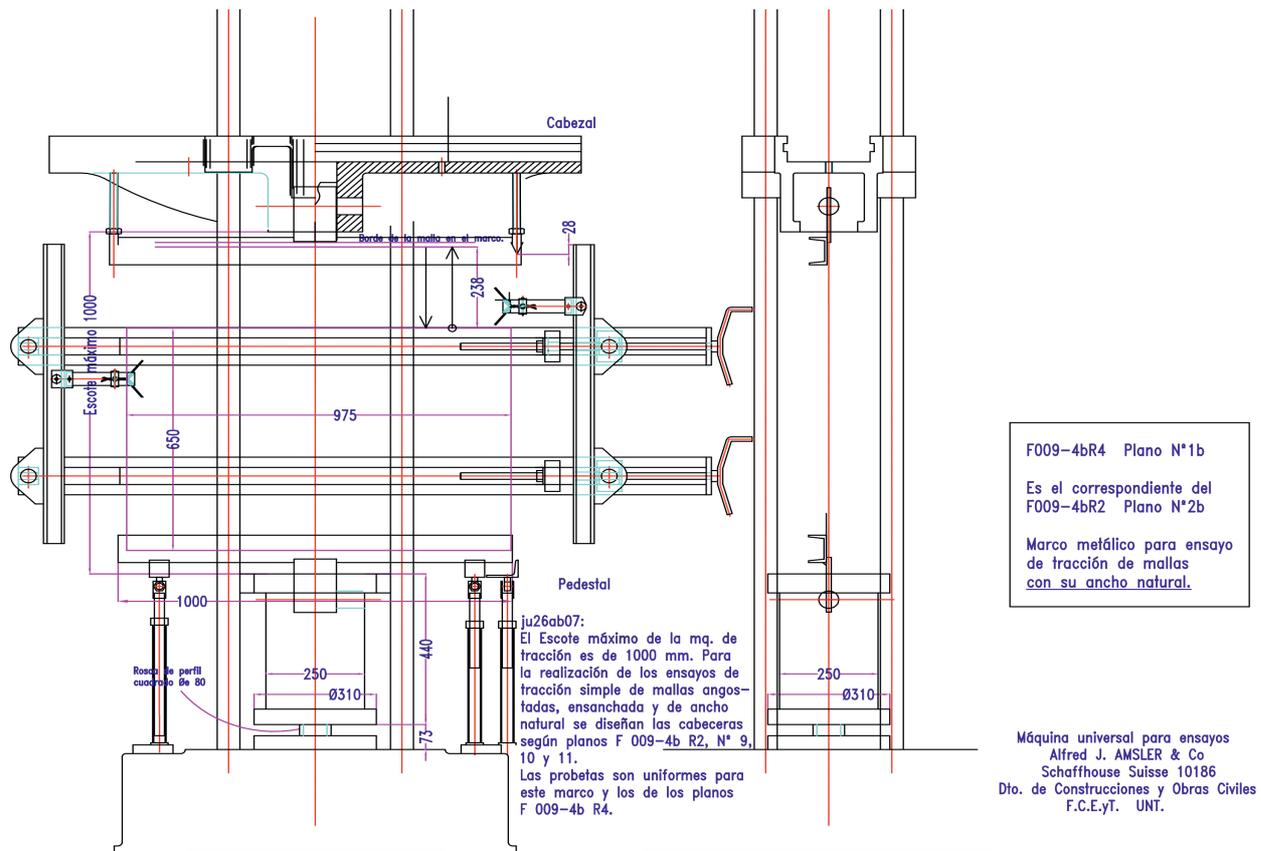


Fig. 49 Montaje del marco de ensayos en la máquina universal Alfred J. Amsler de la UNT para ensayos de tracción y de otros tipos.

Bibliografía

Bravo, D. A. (1988) "F008: Ensayos de tracción de alambres usados en gaviones y colchonetas", Universidad Nacional de Tucumán.

Bravo, D. A. (1988) "F009 R1: Ensayos de costuras de mallas romboidales para Gaviones y Colchonetas".

Bravo, D. A. (1988) "F009/1: Resistencia de mallas romboidales usadas en gaviones y colchonetas".

Bravo, D. A. (1993) "F009/3: Ensayos en Universidad Nacional de Tucumán de mallas hexagonales Bravo - Tipo 8 x 10 - Ø2,94 mm".

Bravo, D. A. (1993) "F009/4b: Marco metálico para ensayo de mallas hexagonales - Tipo 8 x 10".

Bravo, D. A. (1993) "F009/4c: Ensayos de tracción de mallas hexagonales de tipo 8x10 de alambre".

Bravo, D. A. (1993) "F009/4 R1: Gráfico de Ensayo en UNT de mallas hexagonales Bravo - Tipo 8 x 10 - Ø2,94 mm".

Bravo, D. A. (1996) "F055: Comparación de Resistencia Mecánica de mH de tipo 8 x 10 cm y de 6 x 8 cm".

Bravo, D. A. (1997) "F065: Relación entre la rotura de gaviones de alambre tejido y la deformabilidad de las mallas, el desgaste y la corrosión".

Bravo, D. A. (1998) "F058: En la Deformabilidad está la Clave para el Análisis de la Utilización de Mallas de Alambre en Gaviones".

Bravo, D. A. (1999) "F067: Alcances de los ensayos de tracción de mallas de alambre para Gaviones".

Bravo, D. A. (2004) "F071: Rotura y destejido de mallas para gaviones".

Bravo, D. A. (2005) "F080a R1: Soporte técnico de los gaviones".

Bravo, D. A. (2005) "F081: El Problema Inverso, la Supresión de los Ataques Activos".

Bravo, D. A. (2005) "F334: Los Ataques Activos, el Cincado y el Alambre de Bordes".

Bravo, D. A. (2005) "F335: Costura de gaviones".

Bravo, D. A. (2006) "F080b R1 : Reseñas de los Informes técnicos sobre los gaviones".

Bravo, D. A. (2006) "F155a: Los ensayos de tracción, cargas de rotura y coeficientes de seguridad. El peso de las mallas".

Bravo, D. A. (2006) "F155b: Otra Particularización de los Ensayos de Tracción de Mallas Tejidas de Alambres para Gaviones".

Bravo, D. A. (2006) "F336 R1: El alambre de bordes de gaviones de malla hexagonal".

Guzmán, A. M. (1963) Tracción, Compresión y Corte, En: *Curso de Resistencia de Materiales*, Cap. IV, p. 53 y p. 84.

Guzmán, A. M. (1966) Curso de Resistencia de Materiales, Universidad Nacional de Tucumán, Cap. IV, pp. 26, fig. IV, 13-a.

Agradecimientos

Agradecemos al Laboratorio de Ensayos de Materiales del Departamento de Construcciones y Obras Civiles de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología de la Universidad Nacional de Tucumán, su invaluable atención para el desarrollo de los procedimientos y la realización de ensayos desde el primero que hicimos en el año 1988, hasta la actualidad.

Domingo Antonio Bravo

Maestro Normal Nacional Regional e Ingeniero Mecánico de la U.N.T. año 1974. En la UNT auxiliar docente 2º categoría de cátedra de Dibujo y Geometría Descriptiva. Trabajó en el equipo de proyectos del Ferrocarril Funicular Horco Molle, San Javier, años 1973 a diciembre de 1974. Fue profesor de Prácticas de taller en la Escuela de Sacarotecnia, y de Dibujo en el Instituto Técnico. Se desempeña en la industria metalúrgica desde el comienzo de su actividad laboral. Ahora dirige su empresa Domingo A. Bravo – Gaviones. La Secretaría de Ciencia y Técnica de la Nación le ha conferido el galardón 2005 al Empresario innovador por el NOA y lo ha apoyado en sus proyectos de innovación tecnológica.



Información para los Autores

cet Revista de Ciencias Exactas e Ingeniería, es editada por la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología de la Universidad Nacional de Tucumán. Está orientada a difundir en el NOA, en el país y en el extranjero artículos de investigación científica y tecnológica, de docencia y de extensión sobre temas de las ingenierías y sus ciencias básicas.

Nuestra revista invita a docentes e investigadores de universidades nacionales a realizar sus aportes y proponer sus trabajos. Se aceptan trabajos originales, comunicaciones cortas y revisiones en las áreas de las ingenierías y las ciencias básicas, matemática, física y química. Los trabajos en investigaciones multidisciplinarias son especialmente bienvenidos.

Los trabajos presentados serán sometidos a su revisión según indicación del Comité Editorial. Los artículos son enviados para su revisión omitiendo el nombre de los autores y sus filiaciones. Son evaluados por uno o más evaluadores de reconocida autoridad en el área, externos o internos, seleccionados por miembros del Comité Editorial, y ellos actúan de acuerdo a una pauta de evaluación que se les envía. Las observaciones sobre los trabajos son comunicadas al autor principal dentro de los tres meses de su recepción.

Los originales se reciben bajo la suposición de que no están simultáneamente considerados para ser publicados en otra revista. Una característica que deben tener estos trabajos es que deben ser inéditos, es decir, que no hayan sido publicados en ningún otro medio.

La aceptación del trabajo está basada en el significado, originalidad y validez del material presentado, el cual deberá cumplir con las pautas indicadas bajo el título "Instrucciones para Autores". Los autores serán notificados acerca de la aceptación o no de dicho trabajo dentro del plazo establecido por la Producción de **cet**.

Los autores son los únicos responsables por las expresiones vertidas en sus trabajos.

Los autores recibirán gratuitamente 3 ejemplares del número de la revista en el que está publicado su trabajo.

Si el autor de un trabajo publicado en **cet**, estuviere interesado en la publicación de separatas, deberá solicitarla mediante nota dirigida a la Dirección de la

revista para su consideración. El costo total de la separata estará a cargo del autor.

Los originales de los trabajos no serán devueltos.

Instrucciones para los Autores

Las instrucciones que se presentan a continuación tienen el propósito de estandarizar la presentación de trabajos y pretenden por una parte, establecer una armonía en la misma, lo que le da identidad y estructura a la publicación.

El texto completo se debe presentar en dos versiones: impresa y digital. Ambas versiones deberán estar escritas en hojas tamaño DIN A4 (210 x 297 mm), a simple espacio y con un margen izquierdo no menor de 4 cm, podrá tener una extensión de hasta 8 páginas para trabajos de investigación y/o desarrollo, y hasta 5 páginas para otro tipo de trabajos, escritas con tipografía Arial tamaño 10, párrafos sin sangría y a dos columnas.

El texto escrito debe acompañarse con una versión digital, editada con un procesador de texto. Los trabajos originales impresos deben ser entregados en la oficina de la Revista **cet**, situada en Block 1, 2do. Piso, Of. I-2-19 de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología de la Universidad Nacional de Tucumán. El autor debe consignar la categoría o sección (Investigación y Desarrollo, Extensión, Docencia, Revisión, Informe Técnico, Notas) en la que considere que debe ser incluido su trabajo. La versión digital se puede enviar como archivo adjunto al correo electrónico **revista@herrera.unt.edu.ar**.

Los títulos deben ser sucintos y suficientemente informativos y precisos en lo que se refiere al contenido como para que tengan un interés práctico en las listas de títulos así como para la codificación. No deben contener abreviaturas. No pueden exceder de los 100 caracteres incluyendo los espacios. En el caso de los trabajos de investigación, los títulos deben ser presentados en castellano y en inglés.

Los trabajos de investigación a editarse serán acompañados por un resumen en castellano de no más de 200 palabras y otro en inglés de no más de 450 palabras.

Para facilitar la búsqueda temática, a continuación de los resúmenes se incluirán las palabras clave en castellano y en inglés.

De la lectura conjunta del resumen, conclusiones e introducción, el lector debe poder obtener una idea clara del contenido del trabajo.

Las referencias son trabajos citados y numerados en el texto.

La bibliografía se refiere a textos relacionados con el tema, que el autor considera oportuno listar, al final del trabajo, en orden alfabético por el apellido del autor principal.

La información biográfica sobre el autor o autores debe presentarse con una extensión máxima de 160 palabras por cada autor. Se incluirá la dirección electrónica y/o dirección postal del autor/es indicando la institución donde se realizó el trabajo y la fecha.

Los títulos y subtítulos no deben numerarse.

Las unidades correspondientes a las distintas magnitudes deben ser indicadas sin punto.

Las fórmulas deben ser señaladas por números progresivos ubicados sobre la derecha, entre paréntesis.

Las figuras o fotografías deben ser numeradas progresivamente para su identificación, se presentarán fuera del texto y deben tener la referencia precisa de ubicación.

Las figuras y las fotografías deben ser originales de los autores. Si son modificaciones o reproducciones de otro artículo, es necesario acompañar el permiso del editor correspondiente, para salvaguarda de los derechos del autor. Las figuras a publicarse en una columna deben tener 8 cm de ancho aproximadamente, mientras que las que se van a publicar a dos columnas, 17 cm de ancho aproximadamente. Para fotografías, las dimensiones se pueden tomar con más tolerancia. Debe verificarse que la resolución de la imagen sea la adecuada para publicar en la Revista. La resolución para impresión es de mínimo 300 DPI (Dots Per Inch o puntos por pulgada).

Comunicaciones cortas: son deseables si ellas resultan de un trabajo que muestre una contribución nueva o de importancia inmediata. Deben ser escritas en no más de 1000 palabras, se acepta una tabla o gráfico y una fotografía. Deben satisfacer las instrucciones para los artículos originales y pueden o no tener subtítulo.

Agradecimientos: exprese su agradecimiento sólo a personas e instituciones que hicieron contribuciones substantivas a su trabajo. Los autores son responsables por la mención de personas o instituciones a quienes los lectores podrían atribuir un apoyo a los resultados del trabajo y sus conclusiones.

Referencias bibliográficas

En el texto debe seguirse el Sistema Harvard, en el caso de un autor, nombre del autor en negrita y año de publicación entre paréntesis. Ej.: **Jones** (1999). En el caso de dos autores, ambos apellidos deben mencionarse. Por favor, siga este ejemplo: **Fisher and Hollemberg** (1963). Para tres autores o más, el nombre del primer autor debe ser seguido por "et al.". Ejemplo: **Fisher et al.** (1980).

En la sección referencias, al final del artículo, las citas deben ser presentadas en orden alfabético por el apellido del primer autor, de acuerdo a los siguientes ejemplos:

1) Cuando se refiere a un artículo de revista

Apellido e inicial del nombre del autor (Año, subdivididos en a, b, c, etc. para trabajos del mismo año). "Título del artículo" entre comillas, *Nombre de la revista*, volumen, número, página inicial y final del artículo.

Ejemplo: **Hibbs, R. G., Burch, G. E., Phillips, J. H.** (1958). "The fine structure of the small blood vessels of normal dermis and subcutis", *Am Heart J.*, Vol. 56, pp. 662-670.

Por favor, tenga en cuenta el modo de puntuación usado en el ejemplo de arriba.

Para abreviar correctamente los nombres de las revistas consulte ISI Journal Abbreviations Index: <http://library.caltech.edu/reference/abbreviations/>.

2) Cuando se refiere a un artículo de revista consultado electrónicamente

Apellido e inicial del nombre del autor (Año) "Título del artículo", *Nombre de la revista*, volumen, número, página inicial y final del artículo. Dirección con el formato

<http://www. .../ ...> y fecha del último acceso. E-mail del autor.

3) Cuando se refiere a un libro completo

Apellido e inicial del autor (Año) *Nombre del libro*. Editorial, lugar.

Ejemplo: **Happel, J. and Brenner, H.** (eds.) (1985) *Low Reynolds Number Hydrodynamics with Special Applications to Particulate Media*. Prentice-Hall, Englewood-Cliffs, New Jersey, E.E.U.U.

4) Cuando se refiere a un capítulo de un libro

Apellido e inicial del nombre del autor del capítulo (Año) Título del capítulo, En: *Título y subtítulo del libro*, (Editores del libro), Editorial, Lugar de edición, Página inicial y final del Capítulo.

Ejemplo: **Green, K.P., Smith, P. and Martin, K.** (1993) Exitatory amino acids, En: *Glutamate Receptors*, (Jones, T., ed.), J. Wiley Press, New York, E.E.U.U., pp. 24-59.

5) Cuando se refiere a un libro consultado electrónicamente

Apellido e inicial del nombre del autor. *Título del libro*. Nombre del editor, compilador o traductor. Datos de la publicación. Fecha de consulta. Acceso (dirección completa de Internet).

Ejemplo: **Austen, J.** *Pride and prejudice*. Ed. Henry Churtyard. 1996. 10 Sept. 1997. <<http://www.pemberley.com/janeinfo/pridprej.html>>.

6) Cuando se refiere a un trabajo publicado en anales de un congreso (proceedings), conferencia o reunión

Apellido e inicial del nombre del autor del trabajo (Año) Título del trabajo, En: *Nombre del congreso, conferencia o reunión*, lugar, Página inicial y final del trabajo.

Ejemplo: **Billings, C. y Wilder, J.** (1974) Major applications of fabric filters, En: *Proceedings of EPA Symposium on Control Emission*, San Francisco, California, E.E.U.U., pp. 120-133.

7) Cuando se refiere a una tesis o trabajo de grado

Apellido e inicial del nombre del autor (Año) "Nombre de la tesis o trabajo de grado" entre comillas. Grado Académico. Nombre de la Institución.

Ejemplo: **Ramírez, M.** (2004) "Violencia en relaciones de pareja y conductas autodestructivas en mujeres". Tesis. Maestría en Psicología Clínica y Psicoterapia. Universidad Iberoamericana de Puebla.

Equipo de Producción de **cet**
Marzo de 2012

La normativa definida para la realización de un número especial de **cet**, establece que todos los gastos relativos a producción, diseño de tapas, diagramación e impresión, están exclusivamente a cargo del autor o autores de dicho número. Por mayores informes, dirigirse a: revista@herrera.unt.edu.ar