

Los empalmes mecánicos roscados: una solución estándar en la ingeniería de grandes obras a nivel internacional, ahora se consolida en España.

Threaded mechanical splices: a standard solution in large-scale engineering projects worldwide, now establishing itself in Spain.

Marcos Tejedor Alcol ^a, Hans Christian Roloff ^b

^aGerente de Accesorios cimentación y estructura Geohidrol S.A., mtageohidrol@geohidrol.com

^bLic. en A.E., Dextra Europe sarl, Regional Manager Central and Southern Europe. hroloff@dextragroup.com

RESUMEN

Los manguitos roscados ofrecen una solución eficiente para la conexión de barras de refuerzo en estructuras de hormigón armado, mejorando la continuidad estructural y el comportamiento mecánico. Frente al solape, estos dispositivos reducen la congestión de acero y optimizan la eficiencia del armado. Aunque su uso en España ha sido limitado, avances tecnológicos como el sistema ROLLTEC han permitido su implementación con mayor eficacia y rapidez. Su adopción generalizada mejora la sostenibilidad y fiabilidad en la construcción, eliminando incertidumbres en zonas con alta densidad de refuerzo. DEXTRA y GEOHIDROL trabajan para impulsar su integración en proyectos estructurales.

ABSTRACT

Threaded couplers provide an efficient solution for connecting reinforcement bars in reinforced concrete structures, enhancing structural continuity and mechanical performance. Compared to traditional lap splicing, these devices reduce steel congestion and optimize reinforcement efficiency. Although their use in Spain has been limited, technological advancements such as the ROLLTEC system have enabled their implementation with greater precision and speed. Their widespread adoption improve the sustainability and reliability in construction by eliminating uncertainties in areas with high reinforcement density. DEXTRA and GEOHIDROL are working to promote their integration into engineering projects.

PALABRAS CLAVE: Manguitos roscados, acero, hormigón armado innovación, sostenibilidad, eficacia.

KEYWORDS: Threaded couplers, steel, reinforced concrete, innovation, sustainability, efficiency.

1. Introducción

Desde hace mucho tiempo, el solape entre barras ha sido el método más usado para distribuir cargas en el hormigón, tanto a la hora de diseñar como de ejecutar estructuras de hormigón. Hoy en día, no obstante, el uso de empalmes

mecánicos, también llamados manguitos, que transmiten las cargas directamente de una barra a la otra, se está haciendo cada vez más común.

De hecho, en muchas zonas del mundo como Norteamérica, el Norte y Oeste de Europa, el Medio Oriente o la India, y en países tan próximos como Francia y Reino Unido ya es el método preferido, en particular en obras de gran envergadura como líneas de alta velocidad o metro, rascacielos, o grandes puentes, donde se emplean muchas barras de gran diámetro (25 mm o más). Eso se debe a la cantidad de situaciones en las que son técnicamente preferibles para el diseño, y/o más eficaz para la construcción. Además, a diferencia de los solapes, características importantes del hormigón como la resistencia o adherencia no influyen en su buen funcionamiento.



Figura 1. Estadio Brasileia, Brasil.

2. Tipología

En España, se usan en este momento principalmente dos tipos de empalmes mecánicos:

2.1 *Empalmes roscados*

Empalmes con rosca métrica, como el sistema ROLLTEC de Dextra, o rosca cónica requieren la preparación de los extremos de las barras, por ejemplo, a través de un proceso de roscado o de extrusión.

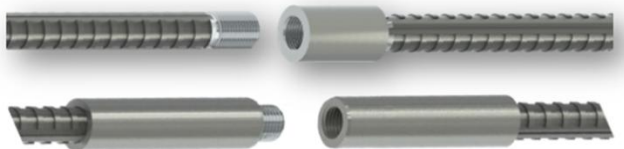


Figura 2. Conexiones de rosca cilíndrica

2.1.1 *Conexión estándar*

Para conseguir una conexión estándar hay que poder girar por lo menos una de las dos barras de la conexión.

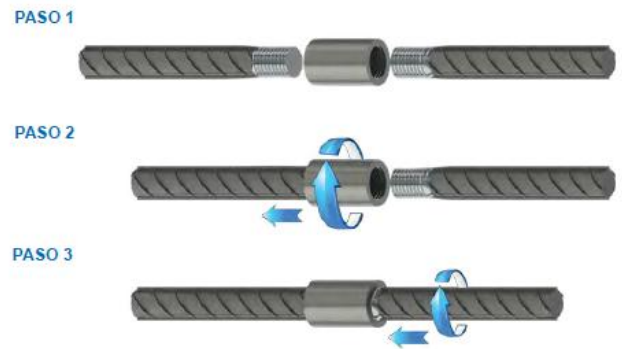


Figura 3. Establecer una conexión estándar de empalmes mecánicos con rosca métrica.

2.1.2 *Conexión de posición*

Esta es la forma de conectar las dos barras sin (poder) girarlas. Dependiendo del tipo de manguito y rosca se consigue de dos formas diferentes:

- a) Manguitos que se instalan en barras con rosca métrica necesitan una rosca alargada en una de las dos barras. El manguito se coloca en esta rosca y se gira hacia la otra barra hasta establecer la conexión.



Figura 4. Establecer una conexión de posición de empalmes mecánicos con rosca métrica.

- b) Manguitos que se instalan en barras con rosca cónica o que han sido extrusionados encima de la barra necesitan un elemento

adicional, a veces llamado conector de posición, para posibilitar la conexión sin giro de las barras.



Figura 5. Ejemplo de un conector de posición de empalmes mecánicos con rosca cónica.

2.1.3 Conexión de transición

Para conectar dos barras de diámetros diferentes se puede usar un manguito específico o igual reducir el diámetro de la rosca grande al diámetro de la rosca pequeña y después conectar con un manguito estándar.

2.2 Empalmes de reparación

Estos no requieren ninguna preparación de los extremos de las barras y se colocan con herramientas estándar o especiales. Conceptualmente sirven para situaciones especiales en las que no se puede conseguir la

longitud de solape necesaria ni roscar las dos barras que hay que conectar.

Se distinguen de los empalmes roscados no solo por su finalidad diferente, sino también por su costo que suele ser más elevado, y su baja productividad a la hora de producir las conexiones.

El tipo de empalme de reparación más común en España se conoce bajo el apodo “cocodrilo”.

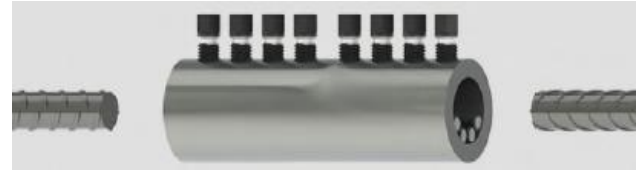


Figura 6. Ejemplo de un empalme mecánico de reparación tipo “manguitos cocodrilo”.

3. Ventajas de los empalmes mecánicos roscados

Ya que hemos determinado en el párrafo anterior que los empalmes de reparación sirven solo en casos especiales y son mucho menos económicos que los roscados, enfocaremos la descripción de las ventajas más destacadas de los empalmes mecánicos a los tipos roscados.



Figura 7. Obra del Soterramiento de la A-5 en Madrid

3.1 Ahorro económico y aspecto medioambiental

Empíricamente, el criterio principal para evaluar el uso de manguitos es el ahorro económico frente al solape. De ahí viene su prevalencia en estructuras con muchas barras de grandes diámetros en los que la cantidad de acero usado para el solape y por lo tanto el ahorro potencial es mucho mayor.

Cada vez se valora más el impacto ambiental de sustituir el solape, según normas y práctica constructiva (entre 40-100 veces el diámetro de la barra), lo que permite a los sistemas de empalme mecánico con su empleo reducir significativamente la huella de carbono.

3.2 Reducción de congestión de ferralla

Otro aspecto muy significativo, tanto en el diseño como en la ejecución, es la enorme congestión de la ferralla que los solapes causan. Como consecuencia, las barras son difíciles de fijar correctamente y el espacio restringido no permite que el hormigón se vierta y se compacte bien, resultando comprometida la calidad del hormigón. Con los manguitos se pueden evitar muchos de estos problemas y mejorar la constructibilidad de la estructura. Así los manguitos contribuyen de forma importante a unos procesos constructivos más rápidos y eficaces.

3.3 Seguridad

Construyendo con empalmes mecánicos se evitan las barras sobresalientes que constituyen un peligro para la seguridad y salud del personal de construcción, aparte de restringir considerablemente los movimientos en obra.

Esta ventaja, también es aprovechada para poder dar continuidad al tráfico en cortes de losas.



Figura 8. Obra del Soterramiento de la A-5 en Madrid, y Edar Sevilla

3.4 Eficacia en obra

Además de reducir la congestión del armado, el uso de manguitos optimiza significativamente los procesos constructivos. Por ejemplo, elimina la necesidad de perforar los encofrados, lo que acelera y aumenta la productividad, especialmente cuando se combina con encofrados trepantes.

También mejoran la productividad, en los casos de prefabricación de las conexiones en el taller del Ferralla, al acelerar la instalación en obra. Este efecto es aún más evidente en la (re)conexión de jaulas de pilotes o pantallas: Al no ser necesario soldar ni solapar barras para garantizar la continuidad de la armadura. El ensamblaje de jaulas en obra mediante empalmes mecánicos se realiza con mayor facilidad y en mucho menos tiempo, lo que reduce significativamente los costes de mano de obra y resuelve la problemática de concentración de acero en los solapes, donde además el encofrado es el terreno.



Figura 9. Jaulas prefabricadas de pilote con empalmes mecánicos roscados.

3.5 Normas y requerimientos

Partiendo de la base de los códigos que definen el diseño del hormigón, es obvio que las características del hormigón son fundamentales para el buen funcionamiento de la unión entre hormigón y ferralla. Por lo tanto, el deterioro del hormigón, por ejemplo, por agrietamiento o mala ejecución, puede causar un empeoramiento peligroso de esta unión hasta el punto del fallo, algo que con empalmes mecánicos no acontecerá.

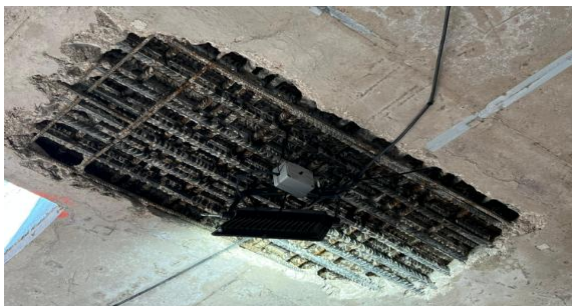


Figura 10. Patologías en losa de tapa de obras de metro por exceso de concentración de acero.

Los empalmes mecánicos se rigen por una variedad de normas y certificaciones. Entre las normas internacionales más destacadas están la ACI318 de los EE. UU., la BS 8597 del Reino Unido, y el Eurocódigo 2, mientras las certificaciones correspondientes suelen ser limitadas en su alcance a los niveles nacionales de distintos países, como la UK Cares del Reino Unido, la AFCAB de Francia o la DIBt Zulassung de Alemania.

España no tiene normativa propia para definir prestaciones requeridas de los empalmes

mecánicos ya que el código estructural es prácticamente idéntico con el Eurocódigo 2 que a su vez no define ningún requerimiento de prestación específico a los empalmes mecánicos. Por eso a veces las certificaciones de otros países europeos se aceptan en España y en otros países sin normativa propia, aunque no existe ningún convenio o regla para ello.

Las certificaciones con el alcance más internacional son la europea (ETA/marcado CE) que se aplica en los países de la UE, y la ISO 15835:2018 que se aplica en varios países europeos (por ejemplo, Noruega y Suecia) e internacionales.

Dicho esto, hay que tener en cuenta que la aplicación de la certificación europea está condicionada por los requerimientos nacionales de cada país de la UE (si es que existen) cuyo cumplimiento es obligatorio para la aceptación en el país correspondiente. A la vista de la multitud de criterios aplicados en los diferentes países de la UE, el documento de evaluación (EAD) para los empalmes mecánicos no especifica prestaciones, sino deja a la empresa aplicante que defina las prestaciones que quiere mostrar. Eso a su vez implica una limitación del alcance de una ETA ya que es muy laborioso, y en consecuencia muy costoso, incluir las prestaciones requeridas de todos los países de la UE en un certificado.

La ISO 15835, por otro lado, no solo define los métodos como y los criterios según los que se tienen que ensayar los empalmes, sino especifica los resultados que tienen que conseguir para el otorgamiento de una de las categorías de la certificación. Entre los criterios aplicados están el deslizamiento, la tracción y la fatiga.

Category designation	Properties tested	Requirement subclauses in this document	Testing subclauses in ISO 15835-2
B (Basic)	Strength, ductility and slip under static forces	5.3, 5.4	5.1, 5.2, 5.3, 5.4
F (Fatigue)	As for B + High-cycle fatigue	As for B + 5.5	As for B + 5.5
S (Seismic)	As for B + Low-cycle loading	As for B + 5.6	As for B + 5.6

^a If the coupler in a mechanical splice has been tested according to both class F and class S, it can be classified as FS.

Figura 11. Categorías de la certificación ISO 15835 para empalmes mecánicos roscados.

Curiosamente, mientras el uso de los empalmes mecánicos se tiene que justificar constantemente mediante certificaciones y ensayos, el buen funcionamiento del solape nunca se cuestiona, obviando posibles deficiencias o errores a la hora de la colocación y del hormigonado.

La ventaja de los empalmes mecánicos se vuelve aún más evidente al considerar que, para que un solape funcione, es imprescindible la presencia de hormigón. En cambio, la validez del empalme mecánico se analiza sin depender de su contribución.

4. Los empalmes mecánicos roscados en la construcción española

En comparación con otros países europeos, el uso de los empalmes mecánicos roscados en la construcción española sigue siendo muy limitado, enfocado en obras y/o situaciones muy específicas en las que prácticamente no existe otra opción. Aunque a nivel de diseño ya se aplican con más frecuencia, seguramente empujado por las experiencias de muchos ingenieros estructurales españoles en el extranjero, los autores han visto rediseños en varios proyectos recientes que llevaron como objetivo (principal o adicional) la sustitución de los manguitos por solapes u otras soluciones.

De hecho, a pesar de la creciente cantidad de personas en la construcción española que han vivido y trabajado en el extranjero y por lo tanto han podido ver las virtudes de los empalmes mecánicos de primera mano, la idea de que sean más costosos y/o menos eficaces que los solapes

sigue siendo muy común, en particular en el ámbito de las obras. Las principales razones de este desacierto son:

- La costumbre de equiparar el coste del material con el coste real, es decir la falta de tener en cuenta aspectos críticos como por ejemplo la aceleración de los procesos constructivos, la mejora de la seguridad en obra o el costo de la mano de obra, tal y como hemos comentado en el capítulo 3.

- La presencia en el mercado de sistemas de manguitos con rosca cónica que son más costosos y menos productivos que los de rosca métrica, en particular en las conexiones de posición (véase 2.1.2).

- El uso extendido de los empalmes de reparación, aunque estén pensados para situaciones excepcionales y por su diseño tengan un precio mucho más elevado y una productividad más baja que los empalmes roscados.

- Incertidumbre y Desconocimiento.

Además, en muchos casos, un factor que contribuye al escepticismo es la falta de definición de los requerimientos específicos que deben cumplir los empalmes mecánicos. Ahora bien, los puntos mencionados anteriormente deben abordarse mediante una divulgación comercial a medio y largo plazo. Sin embargo, para definir los requisitos adecuados en un proyecto determinado, es fundamental contar con un asesoramiento técnico especializado por parte de los proveedores de empalmes, un servicio que hasta ahora no se ha ofrecido en el mercado.

Asimismo, la gran cantidad de normas, certificados y criterios aplicables dificulta la selección de los elementos que realmente se ajustan a las necesidades del proyecto. Como consecuencia, muchos pliegos siguen abiertos en este aspecto, incluso cuando el diseño incorpora empalmes en zonas específicas de la obra. Esto

deja a los responsables del proyecto en una situación de incertidumbre respecto a qué deben solicitar a los proveedores para justificar el uso de un sistema determinado. En consecuencia, el uso de los empalmes se limita a lo estrictamente necesario o, en algunos casos, se evita por completo.

En este contexto, el proyecto de colaboración entre Dextra, una de las empresas líderes mundiales en la producción y comercialización de empalmes, con 30 millones de unidades anuales, y Geohidrol, su distribuidor en España y fabricante de soluciones técnicas para el sector, se centra en brindar apoyo técnico a las ingenierías para resolver dudas en obras de gran envergadura y alta complejidad. Con ello, ambas empresas buscan impulsar y facilitar el uso de los empalmes mecánicos roscados en España, con el objetivo de que, a medio plazo, se conviertan en el estándar para el diseño de grandes estructuras de hormigón, como ya lo son a nivel internacional

5. Situación actual en nuestro mercado

Paralelamente al asesoramiento técnico especializado ofrecido por DEXTRA y GEOHIDROL para la implementación de empalmes mecánicos en el diseño de los proyectos, se ha desarrollado una estructura auxiliar en colaboración con las grandes ferrallas, incorporando maquinaria ROLLTEC en sus talleres. Esta iniciativa permite a los contratistas disponer de barras roscadas y manguitos para la ejecución de las obras, garantizando una solución frente al solape:

- Más fuerte
- Más resistente
- Más eficaz
- Más duradera
- Más sostenible

Y que además muy probablemente resultará más económica.

Además, a finales de septiembre de este año 2025, se espera que el sistema ROLLTEC cuente con un certificado ETA para su uso en Europa, declarando en dicha homologación las prestaciones que ofrece.

Con esta implantación, los diseñadores de grandes proyectos, tenéis en vuestras manos la oportunidad de redefinir la manera de construir las grandes estructuras de hormigón y acero. Ya que, al reducir el espesor de las armaduras en las zonas de solape hasta un 50%, se superan las limitaciones geométricas tradicionales, abriendo nuevas posibilidades para diseños más eficientes, resistentes y optimizados.



Figura 32. Nuevo Puente Champlain, Canadá