

Señores

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

Dirección de Nuevas Creaciones

E. S. D.

REF. PCT- PATENTE DE INVENCION

Invencción: “PERLINES Y CAMISAS COLABORANTES EN LÁMINA FORMADAS EN FRIO PARA UN SISTEMA DE COLUMNAS COMPUESTAS DE CONCRETO ARMADO”.

Expediente: 16-54126

TITULAR: WINDSTARKE S.A.S

Asunto: RESPUESTA ACCIÓN OFICIAL DE FONDO

MAURICIO PATIÑO BONNET, mayor de edad, vecino de esta ciudad, identificado como aparece al pie de mi firma, en mi calidad de apoderado de la sociedad **WINDSTARKE S.A.S**, por medio del presente memorial y dentro del término legal correspondiente, presento respuesta a la acción oficial de fondo, notificada mediante el oficio No. **10260 del 17 de julio de 2017**, en los siguientes términos:

I. CLARIDAD DE LA SOLICITUD

a. De las reivindicaciones

La(s) reivindicación(es) 1 a 21 no son claras porque:

- Se presentan como características esenciales términos generales, tales como: “*alma*” (reiv. 1, 6), “*patines*” (reiv. 1, 5, 7, 8, 13, 14), “*patín*” (reiv. 9, 11), los cuales

abarcen una extensa gama de posibilidades; sugiriendo de forma imprecisa que la protección se extiende a otras posibles variaciones, se propone realizar las modificaciones respectivas utilizando términos que describan de forma menos general, y/o restringir los componentes reclamados a aquellos que tienen un efecto técnico demostrado, y/o identificar claramente los elementos reclamados.

Para dar respuesta a esta objeción, el solicitante presenta nuevo capítulo descriptivo y nuevo capítulo reivindicatorio donde el término “*alma*” ha sido reemplazado por “*cuerpo*” y los términos “*patín*” o “*patines*” han sido reemplazados por “*pestaña*” o “*pestañas*”. El solicitante espera que estos términos resulten claros y sean aceptados por ese despacho, pues no existen otras palabras para hacer alusión a las partes de un perlín, que es el objeto que se desea proteger.

Respetuosamente, el solicitante hace énfasis en que la característica novedosa del perlín no son el cuerpo y las pestañas per sé. La novedad de dicho perlín está dada por las pestañas que se pliegan en los extremos del cuerpo, las perforaciones presentes a lo largo de las pestañas y por las dimensiones y distancia de dichas perforaciones, como ahora se precisa en la nueva reivindicación 1.

- La expresión “*una serie de perforaciones*” en la reivindicación 1 es imprecisa, por lo cual no permite distinguir la invención del estado de la técnica. Se sugiere sustituirla por términos precisos o rangos concretos.

Con el fin de superar este requerimiento, el solicitante presenta nuevo capítulo reivindicatorio donde la expresión “*una serie*” ha sido eliminada de la nueva reivindicación 1.

- Las expresiones “*entrando en contacto con el concreto*” (reiv. 1), “*y las perforaciones de los patines adyacentes coincidan*” (reiv. 13), “*creando un puente de concreto*”

(reiv. 16), *“la mezcla para el núcleo de concreto presenta una resistencia a la compresión de 40Mp”* (reiv. 17), *“resistencia mínima a la tensión: 1.100Mp”* (reiv. 18), *“presenta un consumo de 16ml/kg de cemento”* (reiv. 20), *“para que al solidificarse las secciones pasantes del núcleo de concreto que atraviesan las perforaciones generen puentes que unen definitivamente los perlines y consolidan la columna compuesta de perlines colaborantes-núcleo de concreto”* (reiv. 21), hacen referencia a resultados a alcanzar y no definen a la invención, puesto que la reivindicación incluiría no sólo la solución propuesta por el solicitante, sino todas las alternativas presentes o futuras que lleguen a ese resultado. Se sugiere remplazarlos por las características esenciales, estructurales o funcionales, que contribuyen a la obtención de esos efectos.

Respetuosamente, el solicitante hace énfasis en que las objeciones relativas a resultados a alcanzar son absolutamente erradas, las expresiones *“entrando en contacto con el concreto”* (reiv. 1) *“y las perforaciones de los patines adyacentes coincidan”* (reiv. 13), *“creando un puente de concreto”* (reiv. 16) y *“para que al solidificarse las secciones pasantes del núcleo de concreto que atraviesan las perforaciones generen puentes que unen definitivamente los perlines y consolidan la columna compuesta de perlines colaborantes-núcleo de concreto”* (reiv. 21), **corresponden a características funcionales**, que establecen las interacciones entre diferentes componentes del perlín reivindicado o explican la función que cumple un elemento de dicho perlín.

Así las cosas, la expresión *“entrando en contacto con el concreto”* establece la dirección hacia la cual se dirige la pestaña (2) y es hacia el espacio interior, donde se encuentra el concreto.

De manera similar, la expresión *“las perforaciones (3) de las pestañas adyacentes coinciden”* es una característica funcional que precisa la relación que existe entre las

perforaciones (3) de las pestañas (2) de un perlín con las perforaciones de las pestañas (2) de un segundo perlín, las cuales deben coincidir para permitir la formación de los puentes (5).

Por su parte, las expresiones *“creando un puente de concreto”* (reiv. 16) y *“para que al solidificarse las secciones pasantes del núcleo de concreto que atraviesan las perforaciones generen puentes que unen definitivamente los perlines y consolidan la columna compuesta de perlines colaborantes-núcleo de concreto”* aclaran la relación que existe entre las perforaciones (3) y los puentes (5), y explican la función de dichos puentes. Siendo así, es evidente estas características son características funcionales que pueden ser incluidas en las reivindicaciones.

En relación con las expresiones: *“la mezcla para el núcleo de concreto presenta una resistencia a la compresión de 40Mp”* (reiv. 17), *“resistencia mínima a la tensión: 1.100Mp”* (reiv. 18), *“presenta un consumo de 16ml/kg de cemento”* (reiv. 20), respetuosamente el solicitante considera que el examinador está haciendo una lectura absolutamente errada de las reivindicaciones. En el caso en cuestión, las expresiones en comento se refieren a características estructurales de la mezcla de concreto que se introduce en el espacio interno de la camisa. Por ejemplo, la expresión *“la mezcla para el núcleo de concreto presenta una resistencia a la compresión de 40Mp”* no puede ser considerado un resultado a alcanzar, pues corresponde a una característica estructural que debe cumplir el concreto que se vierte dentro del espacio interno de la camisa reivindicada. La correcta lectura de esta reivindicación deja en claro que la resistencia a la que hace referencia la reivindicación 17 es **la resistencia del concreto no la resistencia de la columna**.

Así mismo, la expresión *“resistencia mínima a la tensión: 1.100Mp”* se refiere a una **característica estructural de las fibras metálicas** que se añaden a la mezcla de concreto que se vierte dentro de la camisa que aquí se reivindica. Por consiguiente, no

es correcto considerar que esta característica sea un resultado a alcanzar por la camisa, que es el objeto de la reivindicación 18.

Finalmente, la expresión “*presenta un consumo de 16ml/kg de cemento*” de la reivindicación 20, tampoco hace alusión a un resultado que se pretenda alcanzar mediante la camisa reivindicada. Esto hace alusión a cantidad de cemento que se debe agregar a la mezcla de concreto que se vierte dentro de la camisa que aquí se reivindica. En consecuencia, esta es una característica estructural.

A la luz de las explicaciones dadas, es evidente de ninguna manera las expresiones antes mencionadas pueden ser consideradas como un resultado a alcanzar, ya que la “GUÍA PARA EL EXAMEN DE SOLICITUDES DE PATENTE DE INVENCION Y MODELO DE UTILIDAD”¹ señala que “*el examinador no admitirá que la reivindicación defina la invención por el resultado a alcanzar (del tipo: “Aparato de destilación caracterizado porque tiene un rendimiento del 99%”), puesto que en realidad equivaldría a definir el problema técnico a resolver y el alcance de la reivindicación, incluiría no sólo la solución propuesta por el solicitante, sino todas las alternativas presentes o futuras que lleguen a ese resultado.*”

Como se establece en los argumentos expuestos, ninguna de las expresiones señaladas por el examinador está dirigidas a un resultado que se puede alcanzar o se busque alcanzar mediante el perlín o la camisa de la invención. Para dar tan sólo un ejemplo, no es posible pensar que el resultado que se busca alcanzar con la camisa colaborante de la presente invención sea contar con una mezcla de concreto que presente una resistencia a la compresión de 40MPa. Por el contrario, lo que señala la

¹ Guía para Examen de Solicitudes de Patentes de Invención y Modelo de utilidad. Superintendencia de Industria y Comercio. 2012. Sección 2.6.5.8. Páginas 79. Relativo a las “*Reivindicaciones definidas por el resultado a alcanzar*” (disponible electrónicamente en http://api.sic.gov.co/Documentos/Guia_Examen_Patentes.pdf)

reivindicación 17 es que el concreto que se encuentra en el núcleo de la camisa es un concreto que tiene una resistencia a la compresión de 40MPa. En este orden de ideas, las expresiones en cuestión corresponden a características funcionales o estructurales **de los elementos que constituyen el perlín o la columna** que aquí se reivindican.

- La expresión *“generando un espacio vacío en su interior para formar una sección tubular con las dimensiones de la columna”* en la reivindicación 15, corresponde a una característica funcional, las cuales, aunque explican la relación que hay entre diversas características estructurales y pueden estar incluidas en las reivindicaciones, no definen la invención; de tal manera no se tiene en cuenta para el estudio de patentabilidad.

Como bien lo indica el examinador, las características funcionales son absolutamente aceptables, tan es así que la “GUÍA PARA EXAMEN DE SOLICITUDES DE PATENTE DE INVENCION Y MODELO DE UTILIDAD”² de la Superintendencia de Industria y Comercio, que indica en su inciso 2.6.5.4:

*“Las características técnicas funcionales son los elementos que conforman las invenciones, descritos en términos de su uso o su función. No definen la invención, pero **explican la relación que hay entre sus diversas características estructurales.** Por ejemplo: aparato que tiene, además un “elemento **para medir la presión.**”*

*“Las reivindicaciones **deben** incluir características estructurales y funcionales cuando para la persona del oficio normalmente versada en la materia no sea obvio el funcionamiento de los elementos característicos y la relación entre estos. Por ejemplo: (Lo subrayado son características funcionales):*

² Guía para Examen de Solicitudes de Patentes de Invención y Modelo de utilidad. Superintendencia de Industria y Comercio. 2012. Sección 2.6.5.4 Páginas 75 a 78. Relativo a las “Características Esenciales” (disponible electrónicamente en http://api.sic.gov.co/Documentos/Guia_Examen_Patentes.pdf)

1. Sacacorchos, caracterizado por estar compuesto de un cuerpo principal o palanca (1), en cuya parte intermedia se sitúa una rosca helicoidal o tirabuzón (3) abatible mediante un eje de sujeción (2), y en el extremo de este cuerpo principal existe otro eje (7) por el que bascula un brazo acanalado (8) acabado en forma de convexa (17) para servir de punto de apoyo al cuello de la botella y que posee en los laterales y enfrentados entre sí unas ranuras (12) por las que se deslizan las prolongaciones establecidas a tal efecto del citado eje (7).

Por otro lado, las reivindicaciones pueden incluir características estructurales y funcionales cuando para la persona del oficio normalmente versada en la materia sea obvio el funcionamiento de los elementos característicos y la relación entre estos. Por ejemplo:

1. Una composición farmacéutica estable que comprende un derivado de azetidina: N- {1[bis (4-clorofenil) metil] azetidín-3-il} N- (3,5-difluorofenil) metilsulfonamida, en un sistema que comprende un surfactante hidrófilo no iónico capaz de solubilizar el derivado de azetidina y capaz de causar la formación de un sistema coloidal y un segundo excipiente lipofílico estabilizante de la formulación.” (El resaltado es nuestro)

Basándonos en los lineamientos de la mencionada Guía, es evidente que el solicitante está en su derecho de definir la invención mediante características estructurales **y funcionales**, por lo que estas últimas tienen por objeto aclarar la forma como interactúan los diferentes elementos del perlin reivindicado.

En este caso, la inclusión de estas características en el texto de las reivindicaciones resulta necesario toda vez que el fragmento citado en la acción oficial explica que la unión de los patines (2) de los perlines “*generan un espacio vacío en su interior para forman una sección tubular con las dimensiones de la columna*”.

- La reivindicación 12 es presentada como una reivindicación dependiente de las reivindicaciones 1 a 11 en la expresión: *“los perfiles de las reivindicaciones 1 a 11”*, sin embargo, esta no depende de sus anteriores, al no incluir todas las características de las reivindicaciones precedentes. Se solicita hacer la corrección necesaria.

De manera respetuosa el solicitante insiste en el hecho que la reivindicación 12 es correcta, puesto que los perlines que conforman la camisa colaborante tiene exactamente las características novedosas que se definen en las reivindicaciones 1 a 11 y no es claro el por qué el examinador afirma lo contrario. Tan es así, que la reivindicación 12 establece que el objeto reclamado es:

“Una camisa colaborante caracterizada porque comprende un tubular formado por los perlines de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11 y un núcleo de concreto (4) confinado en el espacio interno del tubular.”

Por tanto, la correcta lectura de dicha reivindicación lleva a establecer que el objeto reclamado es una camisa colaborante caracterizada porque comprende:

- un tubular formado por los perlines colaborantes formados a partir de láminas de acero, caracterizados porque comprenden un cuerpo (1) que tiene en uno o en ambos extremos una pestaña (2) que se proyecta hacia el espacio interno de la columna, entrando en contacto con el concreto (4), y dicha pestaña (2) comprende a lo largo de su longitud perforaciones (3), con un diámetro que oscila entre 25 mm y 38 mm y una distancia (L), entre un centro de perforación y otro, que es 1 a 2 veces el diámetro de las perforaciones, y
- un núcleo de concreto (4) confinado en el espacio interno del tubular.

Dado que la totalidad de las características de los perlines definidos en la reivindicación 1 están presentes en las camisas colaborantes de la reivindicación 12, no hay razón alguna para afirmar que no existe dependencia entre ellas. Es más, el concepto inventivo de las camisas colaborantes de la reivindicación 12 está basado en los nuevos perlines que la conforman. Por tanto, respetuosamente el solicitante requiere que de continuar con esta objeción, el examinador por favor indique cuál de las características de los perlines definidos en las reivindicaciones 1 a 11 no está presente en la camisa colaborante de la reivindicación 12.

- Se le recuerda al solicitante que la solicitud de patente, tanto en su capítulo reivindicatorio como descriptivo, debe estar escrita completamente en idioma castellano. Por esto, se debe sustituir la expresión “cold roll” del capítulo reivindicatorio (reiv. 2).

El solicitante ha modificado el capítulo reivindicatorio para sustituir la expresión “cold roll” de la reivindicación 2 por *“una lámina de acero laminada en frío”*.

- Adicionalmente, la solicitud de patente debe utilizar el sistema internacional de unidades, por lo que se solicita aclarar a que unidad se hace referencia con “Mp”, si es MPa (mega pascales) o a algún tipo de unidad que no hace parte del sistema internacional, así como realizar la respectiva conversión a una unidad perteneciente al sistema internacional de unidades.

El solicitante confirma que las unidades en cuestión corresponden a MPa, es decir, mega pascales, y ha procedido a efectuar la corrección correspondiente.

b. De la descripción

- Se le recuerda al solicitante que la solicitud de patente, tanto en su capítulo reivindicatorio como descriptivo, debe estar escrita completamente en idioma castellano.

El solicitante presenta nuevo capítulo descriptivo donde se ha sustituido la expresión “cold roll” por *“una lámina de acero laminada en frío”*.

- Adicionalmente, la solicitud de patente debe utilizar el sistema internacional de unidades, por lo que se solicita aclarar a que unidad se hace referencia con “Mp”, si es MPa (mega pascuales) o a algún tipo de unidad que no hace parte del sistema internacional, así como realizar la respectiva conversión a una unidad perteneciente al sistema internacional de unidades.

En respuesta a este requerimiento, el nuevo capítulo descriptivo presenta la unidad MPa en lugar de Mp, cumpliendo así con la solicitud del examinador de hacer uso únicamente de unidades pertenecientes al sistema internacional.

II. UNIDAD DE INVENCION (ART. 25 D 486)

Según la acción oficial de la referencia, no hay unidad de invención entre las tres reivindicaciones independientes ya que el concepto común inventivo, perlín colaborante formado a partir de láminas de acero, no cumple con el requisito de nivel inventivo de acuerdo con los documentos D1 y D2 (Análisis de patentabilidad para la reivindicación 1). Por lo tanto, esta invención presenta dos diferentes conceptos técnicos comunes inventivos así:

- Grupo I: Reivindicaciones 1-11. Perlín colaborante formado a partir de láminas de acero.

- Grupo II: Reivindicación 12-21. Camisa colaborante y método para la construcción de dicha camisa.

En primer lugar, el capítulo reivindicatorio no tiene 3 reivindicaciones independientes, el capítulo en comento tiene tan sólo una reivindicación independiente. Como mencionamos con relación a la claridad de la reivindicación 12, el concepto inventivo común es el perlín que se caracteriza por comprender un cuerpo (1) que tiene en uno o en ambos extremos una pestaña (2) que se proyecta hacia el espacio interno de la columna, entrando en contacto con el concreto (4), y dicha pestaña (2) comprende a lo largo de su longitud perforaciones (3), con un diámetro que oscila entre 25 mm y 38 mm y una distancia (L), entre un centro de perforación y otro, que es 1 a 2 veces el diámetro de las perforaciones. Dicho perlín no solo está presente en las primeras 11 reivindicaciones, sino que es la esencia inventiva de la camisa colaborante que se reivindica en las cláusulas 12 a 21.

Dado que dicho concepto inventivo es novedoso y cumple con el requisito de altura inventiva, no existe razón alguna para afirmar que el capítulo reivindicatorio carece de unidad de invención. Una vez más citamos el contenido de la “GUÍA PARA EXAMEN DE SOLICITUDES DE PATENTE DE INVENCION Y MODELO DE UTILIDAD”³ para resaltar que *“la unidad de invención implica que la solicitud debe estar relacionada con una sola invención o, en caso de un **grupo de invenciones**, esas invenciones sólo pueden ser objeto de la misma solicitud si están vinculadas de tal manera entre sí que formen un solo concepto inventivo general. Unidad significa que una solicitud puede contener dos o más invenciones, sólo si estas pertenecen a un solo concepto inventivo general.”* (Resaltado fuera del texto)

³ Guía para Examen de Solicitudes de Patentes de Invención y Modelo de utilidad. Superintendencia de Industria y Comercio. 2012. Sección 2.11 Páginas 105. Relativo a las “Unidad de Invención” (disponible electrónicamente en http://api.sic.gov.co/Documentos/Guia_Examen_Patentes.pdf)

En el caso que nos ocupa, la esencia de la novedad está dada por un perlín que tiene un cuerpo (1) con una o dos pestañas (2) que se proyectan hacia el espacio interno de la columna y presentan a lo largo de su longitud unas perforaciones (3), cuyo diámetro oscila entre 25 mm y 38 mm y una distancia (L), entre un centro de perforación y otro, que es 1 a 2 veces el diámetro de dichas perforaciones.

III. NIVEL INVENTIVO

- De acuerdo con la acción oficial, la presente invención carece de nivel inventivo a la luz de las enseñanzas de los documentos CN 105019559, en adelante D1, y CN 204456661, en adelante D2. Para sustentar tal afirmación el examinador efectúa un cuadro comparativo entre las columnas divulgadas en los citados documentos y la presente invención.

En relación con la reivindicación 1, el examinador afirma que el documento D1 se considera el estado de la técnica más cercano a la invención porque divulga una columna tubular llena de concreto con una estructura de rigidez, comprendiendo un tubo rectangular de acero de paredes delgadas, concreto, vigas y una pieza de acero para aumentar la rigidez (ABSTRACT).

La diferencia entre la invención, definida en la reivindicación 1 y la columna divulgada de D1 consiste en que los patines comprenden a lo largo de su longitud una serie de perforaciones.

El efecto que logra el incluir estas perforaciones es que permite un vertimiento más fácil del concreto, mejorando la unión entre el tubo de acero y el concreto.

Por lo tanto, el problema técnico objetivo que pretende resolver esta invención se puede formular así: cómo modificar la columna conocida en D1 para mejorar la unión entre el tubo de acero y el concreto.

Sin embargo, la utilización de perforaciones en las platinas para mejorar la unión entre el tubo de acero y el concreto, ya está divulgada en el documento D2 que se refiere a unas platinas (3) que tienen agujeros (8) que se encuentran distribuidos uniformemente. Los agujeros (8) en las platinas (3) permiten que el concreto sea vertido fácilmente y que el enlace entre el tubo de acero y el concreto sea más seguro (Párrafo 0013).

En consecuencia, la persona del oficio normalmente versada en la materia incluiría estos agujeros del documento D2 en la columna divulgada en el documento D1 para llegar así al objeto de la reivindicación 1 de la solicitud. Por lo cual se considera obvia.

El solicitante no está de acuerdo con las afirmaciones del examinador en relación con la falta de nivel inventivo por las razones que se exponen a continuación.

No obstante, en procura de facilitar la concesión de la patente, ha modificado la antigua reivindicación 1 para dejar aún más claro que las pestañas (2) se pliegan en los extremos del cuerpo (1) e incluir los datos relativos al diámetro de las perforaciones (3) y la distancia que existe entre ellos. Esta información marca una diferencia mayor en relación con las enseñanzas de los documentos D1 y D2, que no muestran pestañas en los extremos del cuerpo.

En relación con las objeciones de nivel inventivo, respetuosamente afirmarnos que la Superintendencia está haciendo un **análisis retrospectivo**, pues está partiendo de un documento D1, que divulga una columna absolutamente distinta de la columna y el

perlín aquí reivindicados, para afirmar que era obvio desarrollar el perlín y la camisa colaborante de la presente invención, los cuales tiene por objeto la eliminación de aditamentos de refuerzo soldados a las paredes internas del alma, cuerpo o tubo de acero, como los que precisamente tienen las camisas colaborantes reportadas en D1 y D2

a. Aplicación del Método “problema-solución”

Para demostrar que el análisis efectuado es incorrecto, respetuosamente se recuerda a ese Despacho que la “GUÍA PARA EXAMEN DE SOLICITUDES DE PATENTE DE INVENCION Y MODELO DE UTILIDAD”⁴ de la Superintendencia de Industria y Comercio, señala en su inciso 2.13.5.1, relativo al Método “problema-solución” empleado para establecer si una invención cumple o no con el requisito de nivel inventivo, que:

*“Durante el examen de nivel inventivo debe hacerse un juicio de valor y un análisis objetivo de las divulgaciones previas del estado de la técnica, **no influenciados por el conocimiento que ya se tiene de la Invención que se está evaluando.** Por tanto, con el fin de minimizar la subjetividad y evitar que se realice un análisis en retrospectiva (“hindsight” ó “a posteriori”), el examen debe relacionar la invención con la solución de un problema técnico, mediante el **Método “problema-solución”**. Éste consta de las siguientes etapas:*

- Identificar el estado de la técnica cercano a la invención reivindicada.
- Determinar la diferencia entre la invención y el estado de la técnica cercano.

⁴ http://api.sic.gov.co/Documentos/Guia_Examen_Patentes.pdf

- Definir el efecto técnico causado y atribuible al elemento diferencial.
- Deducir el problema técnico.
- Evaluar si la invención reivindicada, partiendo del estado de la técnica cercano y del problema técnico objetivo, habría sido obvia o evidente para la persona medianamente versada en la materia.

Teniendo en cuenta las etapas mencionadas anteriormente, procedemos a analizar el nivel inventivo de la solicitud presentada, basándonos en los documentos D1 y D2, citados por el examinador, señalando los errores en los que incurrió la SIC, para finalmente concluir que el objeto de la presente solicitud tiene nivel inventivo, ya que soluciona un problema técnico sin resolver antes de la existencia de la presente invención. Por lo tanto, el perlín y la camisa colaborante de esta solicitud son susceptible de ser protegido mediante el privilegio de patente de invención, toda vez que con la totalidad de los requisitos establecidos en el artículo 14 de la Decisión 486.

- ***Identificar el Estado de la Técnica Cercano***

Durante el examen de nivel inventivo debe hacerse un juicio de valor y un análisis objetivo de las divulgaciones previas del estado de la técnica, **no influenciados por el conocimiento que ya se tiene de la invención que se está evaluando.**

De acuerdo con la Guía antes mencionada: *“El estado de la técnica cercano es un documento que se encuentra en **el mismo campo técnico que la invención o trata de solucionar el mismo problema o uno semejante.** Suele ser el que tiene más características en común con la invención o presenta leves modificaciones de estructura e indica la **misma función, propósito.**”*

En caso de que haya varios documentos relacionados, el estado de la técnica cercano es el documento que menciona una función, propósito, problema a resolver ó actividad semejante al de la invención.” (Énfasis fuera de texto)

Como el examinador habrá de reconocer, aunque el estado de la técnica citado en la acción oficial N° 10260, es decir D1 y D2, corresponden a documentos relativos columnas, **ninguna de ellas se refiere a una columna sin aditamentos internos soldados a las paredes del alma o cuerpo del perlín.**

- ***Determinar la diferencia entre la invención y el estado de la técnica cercano.***

Siguiendo con el Método Problema-Solución se encuentra que el examinador comparó las características técnicas esenciales de la invención, con las características de las columnas de los documentos D1 y D2, que él consideró el estado de la técnica cercano.

El examinador efectúa un análisis comparativo de las características de la presente solicitud, las confronta con las características de las columnas reportados en D1 y D2, y como resultado de dicho estudio concluye *“La diferencia entre la invención, definida en la reivindicación 1 y la columna divulgada de D1 consiste en que los patines comprenden a lo largo de su longitud una serie de perforaciones.”*

Respecto a la conclusión anterior, el solicitante manifiesta su total desacuerdo pues un análisis detallado del documento D1 permite establecer que dicha solicitud se refiere a una columna tubular de acero rellena de hormigón, donde la columna comprende **unas placas esquineras de acero (1), las cuales están soldadas a la superficie interna de un cuerpo rectangular (2), formando un ángulo de 45 grados y sirven de refuerzo a la estructura.** Así mismo, la junta de bastidor de la columna rectangular

divulgada en D1 comprende una viga en forma de I (6) y concreto (7) en su interior. Las vigas de acero en forma de I se sueldan al cuerpo de acero rectangular (2), reforzado con las placas de acero (1), la presente invención no tiene ni placas esquineras(1), ni vigas en I (6).

Según la descripción de la figura 3 de D1, el tubo de acero en columna (2) está compuesto de dos canales (3) que están **acoplados y soldados entre sí**. La conexión de las dos piezas (3) de dicho canal (2) es con **soldadura de penetración I4**. Los extremos superior e inferior del tubo de acero de columna (2) están abiertos y el interior de los mismos es una cavidad hueca. Después de **soldar las dos canales (3)**, la cavidad dentro del tubo de acero de columna (2) es una sección transversal cúbica rectangular, mientras que los espacios entre la placa (1) y la pared interior de la esquina del canal (3) forman un prisma triangular.

Para hacer más fácil la compresión de los elementos mencionados anteriormente, se presenta a continuación la Figura 3 de D1 y al lado se ha colocado la figura más representativa de la presente invención:

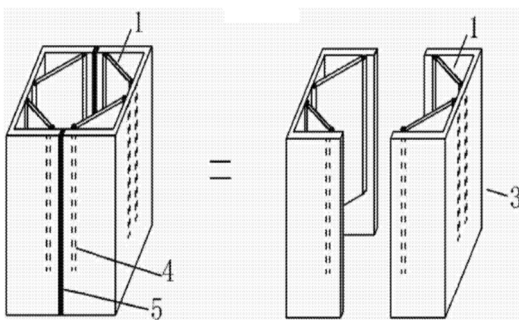


Figura 3 de D1

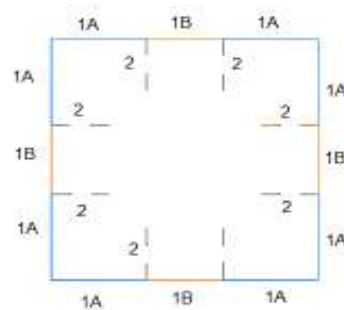


Figura 4A de la presente invención

Como se puede establecer, a partir de la descripción y las figuras de D1, el sistema que allí se divulga corresponde a un sistema cuyo campo de aplicación está destinado

principalmente a juntas o uniones entre componentes de concreto y acero (*), y un refuerzo en perfil tipo I (**). Esto es absolutamente diferente de **las CAMISAS COLABORANTES de la presente invención, las cuales no requiere refuerzo en el tramo del núcleo de concreto de la columna.**

Sumado a lo anterior, la columna de D1 presenta unas placas internas de acero (1), las cuales se ubican en las esquinas forman un ángulo de 45 grados en relación a las paredes internas de la columna (2), mientras que **las columnas de la presente invención carecen de dichos refuerzos esquineros.**

Así mismo, se encuentra que las uniones de D1 implican uniones soldadas, diferente de ello, las CAMISAS COLABORANTES de la presente solicitud **no requiere de la unión soldada** para conformar el sistema y **los cuerpos presentan pestañas plegadas.**

Adicionalmente, el cuadro comparativo del oficio N°10260 erra cuando considera que son lo mismo los segmentos que conforman las secciones abiertas tipo L, C y U: cuerpos y pestañas, en láminas de acero, mediante **secciones plegadas en frio obtenidas a partir de una sola lámina**, que las secciones no abiertas o cerradas y/o los segmentos no plegados o unidos con cordones de soldadura, como las que se mencionan en D1. Dentro de este mismo contexto, se hace énfasis en el hecho que el alma o cuerpo de las columnas D1 y D2 están compuestos por un *“Un canal (3) que **soldado** a otro forman una columna de acero (2) (párrafo 0028)”* Esa descripción no corresponde a la definición de las secciones abierta o CAMISAS COLABORANTES de la presente invención, donde **los segmentos de la sección son plegados no soldados.**

Siguiendo con el análisis del estado de la técnica, se encuentra que es diferente la existencia de *“Uno o dos patines (2) que se proyectan hacia el espacio interno de la*

columna”, como ocurre en la presente solicitud, que lo expuesto en D1 y D2, donde se menciona respectivamente: *“En el interior de cada canal (3) se sueldan dos placas de rigidez (1) (Párrafo 0029)”* y *“Platinas (3, 4, 5, 6) conectan con la tubería rectangular de acero, con un tubo central redondo”*, en el primer caso se hace referencia a **conexión soldada en el sistema y disposición de tubulares concéntricos**. En el segundo, se hace referencia a una disposición de dos tubos concéntricos, que aparte de ser secciones cerradas, describen sistemas que no tienen similitud con las CAMISAS COLABORANTES.

El solicitante también señala que en la presente invención se indica *“Dichos patines (2) comprenden a lo largo de su longitud una serie de perforaciones (3)”*. Esta característica se confronta en las columnas D1 y D2 del cuadro comparativo del oficio bajo estudio, y se encuentra que el examinador afirma, respectivamente: “No se menciona” y *“Las platinas (3) tienen agujeros (8) que se encuentran distribuidos uniformemente. Los agujeros (8) en las platinas (3) permiten que el concreto sea vertido fácilmente y que el enlace entre el tubo de acero y el concreto sea más seguro (párrafo 0013)”* En las CAMISAS COLABORANTES de la presente invención, la función de las perforaciones en las pestañas que se proyectan al interior de la columna está completamente definida: dichas perforaciones **no se destinan a facilitar el vertido del concreto**, como ocurre en D2.

Considerando las diferencias expuestas, no es cierto, como afirma el examinador, que la única diferencia entre las columnas de la presente invención y las columnas de D1 sean las perforaciones (3), que sólo están presentes en los perlines de la presente invención. El correcto análisis deja en evidencia que la invención de D1 no tienen ninguna coincidencia con las reclamadas mediante la presente solicitud, el único punto en común es que son columnas con un alma o cuerpo en acero. Así mismo, D2 dista de la presente invención por los aditamentos concéntricos presentes en dicha anterioridad, los cuales no existentes en la presente solicitud.

- ***Definir el efecto técnico causado y atribuible al elemento diferencial***

Los argumentos expuestos en el ítem anterior dejan en claro que, las diferencias entre la presente invención y el documento D1, que según el examinador es el documento más cercano, son muchas más que las mostradas por el señor examinador.

El efecto de estas diferencias y en especial, la presencia de las perforaciones (3) en la presente invención permiten garantizar: la transferencia de tensiones entre núcleo de concreto endurecido y tubular o CAMISAS COLABORANTES, por la resistencia al cortante y tensión de las secciones de concreto, que atraviesan las perforaciones practicadas en las pestañas extremas de las secciones abiertas. Este punto es de extrema importancia, ya que marca una diferencia con lo expuesto por el NSR-10 y la ACI-318, en cuanto al sistema de transferencia de tensiones entre el tubular y el núcleo. Los títulos: CR.10.13.3 y CR.10.13.4, especifican los sistemas de transferencia de tensiones entre el concreto del núcleo y el tubular de acero de la siguiente manera: *“...La conexión directa, para transferir las fuerzas entre el acero y el concreto puede desarrollarse, mediante salientes, platinas o barras de refuerzo soladas al perfil o tubo estructural antes de colocar el concreto...”* y así garantizar la conformación del tubular con las secciones abiertas sin unión soldada, haciendo que el “enlace entre el tubo de acero y el concreto sea más seguro...” es laxa, pues los “enlaces” entre el concreto y un elemento tubular, pueden ser de varios tipos: adherencia, cortante, tensión, etc.

Este efecto inesperado de ninguna manera es visto por el examinador, quien se limita a indicar que el efecto que logra el incluir estas perforaciones es que permite un vertimiento más fácil del concreto, mejorando la unión entre el tubo de acero y el concreto.

- **Deducir el problema técnico objetivo**

Según la “GUÍA PARA EXAMEN DE SOLICITUDES DE PATENTE DE INVENCION Y MODELO DE UTILIDAD”⁵, el examinador debe re-plantear el problema técnico, que la solicitud había mencionado inicialmente, a la luz del informe de búsqueda. El problema técnico objetivo se plantea en términos de *“¿cómo modificar ó adaptar el estado de la técnica cercano para obtener el efecto técnico que la invención proporciona?”*

La definición del problema técnico objetivo se basa en hechos objetivos concretos del estado de la técnica y en los resultados logrados por la invención.

Como se evidencia en los argumentos expuestos anteriormente, el examinador falla en identificar el estado de la técnica cercano a la invención reivindicada, erra al determinar las diferencias entre la invención y el estado de la técnica cercano, pasa por alto el efecto técnico causado y atribuible al elemento diferencial y por tanto, replantea equivocadamente el problema, afirmando que la presente solicitud busca *¿Cómo modificar la columna conocida en D1 para mejorar la unión entre el tubo de acero y el concreto?*

Como el solicitante expone a continuación, el problema señalado por el examinador dista del problema que realmente aborda la presente solicitud. Para ello, el solicitante hace énfasis en el contenido de las páginas 9 y 10 de la descripción de la presente solicitud, que señalan: *“A pesar de existir columnas compuestas con diferentes tipos de perfiles, entre ellos algunos similares a los de la presente invención como son los de ACESCO y GERDAU CORSA, todas las columnas con tubulares y núcleo de concreto requieren de la presencia de aditamentos soldados en el interior de las paredes*

⁵ http://api.sic.gov.co/Documentos/Guia_Examen_Patentes.pdf

del tubular, según lo dispuesto por la norma vigente para esta categoría de secciones compuestas: NSR-10 títulos: CR.10.13.3 y CR.10.13.4.

*Siendo así, en el estado de la técnica continúa existiendo la necesidad de contar con un sistema de columnas compuestas, **cuyos perfiles actúen solidariamente con el concreto**, trabajando de manera eficiente para que la transferencia de tensiones entre los dos componentes: el concreto y el tubular o el perfil de acero logren el contacto suficiente para que interactúen entre sí de forma que su capacidad de resistencia a la compresión del concreto y la resistencia del acero a la tensión trabajen solitariamente, manteniendo la ventaja de la rapidez de ejecución de los sistemas constructivos en acero, pero que sea económicamente rentable.”*

A la luz del problema planteado en la presente invención es evidente que el documento no resuelve dicha necesidad, ni aporta ninguna enseñanza para desarrollar un sistema sin **aditamentos soldados en el interior de las paredes del tubular**, toda vez que D1 es un típico ejemplo de columnas tubulares con aditamentos, en este caso placas rígidas (1), soldados en el interior de las paredes tubulares, como se observa en la figura 3 de dicho documento.

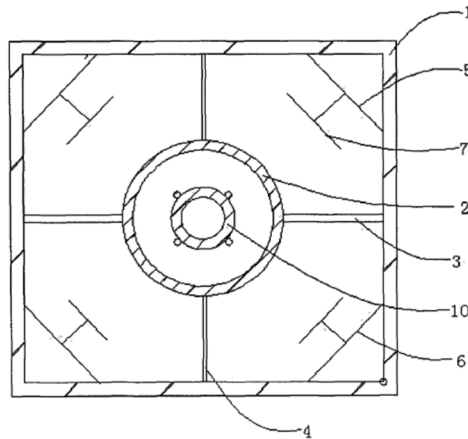
Siendo así, las enseñanzas de D1 son precisamente contrarias a la presente invención, cuyo objetivo es **eliminar la necesidad de incorporar aditamentos o placas (1) soldados**, como los mencionados en D1. Es más, D1 explícitamente menciona que la unión de bastidor de la columna rectangular de tubo de acero (2) lleno de hormigón (7) **que emplea las placas de acero reforzadas (1)** tiene los siguientes efectos beneficiosos:

- una nueva forma de unión puede ayudar efectivamente a retrasar el pandeo local del tubo de acero, mejorando así el efecto de restricción del hormigón;

- la tensión de las bridas de viga de acero puede ser transferida eficazmente por el reborde de refuerzo de la placa de acero de refuerzo de rodilla y el momento de flexión de las vigas de acero puede transferirse más eficazmente de manera que la junta pueda satisfacer la necesidad de un diseño asísmico; y
- la unión de bastidor de la columna rectangular de tubo de acero rellena de hormigón que emplea las placas de acero es una nueva forma de nodo de armazón que presenta una fina propiedad mecánica, una construcción conveniente y una viabilidad económica.

Dada las ventajas que aportan las placas (1) a las columnas de D1, ninguna persona versada en la materia eliminaría dichos aditamentos y dejaría de soldar los canales (3), pues a partir de D1 la única conclusión posible es que la eliminación de dichos aditamentos y de las soldaduras perjudicarían la calidad de la columna. Siendo así, D1 no aporta ninguna enseñanza para la eliminación de los aditamentos (1) soldados a las paredes internas de tubo de acero (2).

De otra parte, la información divulgada en D2 tampoco resulta útil para resolver el problema señalado en la presente invención, pues se encuentra que éste documento también hace referencia a platinas (3, 4, 5, 6) que conectan la tubería rectangular de acero con un tubo central redondo (Párrafo 0012) como se muestra en la figura 1 de dicho documento.



En este caso, las enseñanzas de D2 establecen la necesidad de incorporar en el interior de la columna **dos tipos distintos de patines y un tubo central para lograr que la columna tenga la resistencia necesaria para cumplir con la norma NSR-10.**

Diferente de esta aproximación, la presente solicitud plantea como problema técnico la necesidad de eliminar los aditamentos internos, lo cual resulta contrario a las enseñanzas de D2, y simplifica de manera irrefutable el proceso de construcción de la columna, pues elimina la necesidad de platinas y de tubos centrales mediante un perlín cuya alma (1) presenta en uno o en ambos extremos un patín (2), que se proyecta hacia el espacio interior de la pared tubular y presenta a lo largo de su longitud perforaciones.

- ***Evaluar si la invención reivindicada, partiendo del estado de la técnica cercano y del problema técnico objetivo, habría sido obvia para la persona medianamente versada en la materia***

Esta etapa consiste en responder a la pregunta de si en el estado de la técnica en su conjunto hay un segundo documento que contiene **una enseñanza que indicaría** (no sólo que podría indicar, sino que indicaría) a la persona medianamente versada en la

materia, enfrentada al problema técnico, cómo modificar o adaptar el estado de la técnica más cercano para modificar o adaptar el estado de la técnica más cercano para resolver el problema, de la forma reivindicada, sin realizar una actividad inventiva.

Si la respuesta es afirmativa, la Invención se considera obvia, y por tanto se concluye que no tiene nivel inventivo. Pero, si la respuesta es negativa, la invención no es obvia y se considera que tiene nivel inventivo.

Habiendo aclarado cuál es el problema que buscaba solucionar la presente invención, no existe razón alguna para que una persona versada en la materia pensara en tomar las enseñanzas de las columnas reportadas en D1 y/o en 2, para desarrollar una camisa colaborante sin aditamentos internos soldados a las paredes internas del cuerpo del perlín.

Para lograr este objetivo, la presente solicitud propone que el alma (1) del perlín presente en uno o en ambos extremos un patín (2), que se proyecta hacia el espacio interior de la pared tubular y presenta a lo largo de su longitud perforaciones. En consecuencia, D1 no suministra a una persona versada en la materia ninguna enseñanza para suprimir del interior de la columna las placas de rigidez (1) y menos, para incorporar en uno o en los dos extremos del cuerpo del perlín una pestaña con perforaciones, la cual no solo elimina la necesidad de incluir aditamentos internos en el canal, sino que eliminan la necesidad de soldaduras y pernos para unir los perlines entre sí, pues logra la unión de los perlines mediante la alineación de las perforaciones de los patines (2) que permiten la formación de los puentes (5), que garantizan que la columna compuesta construida con los perlines de la invención trabaje solidariamente, al punto que se puede reducir el grosor de la lámina, lo que permite utilizar galvanizado o acero inoxidable. Todas estas ventajas redundan en una columna económicamente viable y que requiere menos tiempo para su construcción, lo cual no se logra con los

perlines de D1 o D2. En consecuencia, los perlines de la presente solicitud son inventivos a la luz de las enseñanzas de D1.

Sumado a lo anterior y como el examinador habrá de reconocer, D2 no aportaba ninguna sugerencia para eliminar en su totalidad los tres tipos de aditamentos internos que constituían la esencia de la invención que se reporta en dicho documento. Además, D2 se basa en una tubería rectangular de acero, mientras que la presente invención se refiere a un cuerpo (1) con pestañas perforados (2) en cada extremo del cuerpo (1), y mientras en D2, la tubería de acero requiere de aditamentos internos para darle rigidez a la columna.

Así las cosas, la presente invención brinda una solución de mayor sencillez que cualquier a las existentes en el estado de la técnica, pues al colocar los patines perforados en los extremos del alma o cuerpo (1) permite que la unión de uno o más perlines entre sí pueda ocurrir sin la necesidad de soldaduras y pernos para unir los perlines, los cuales ahora se unen mediante la alineación de las perforaciones de los patines (2) y la formación de los puentes (5), que llevan a que la lámina de acero y el concreto trabajen solidariamente, ofreciendo las ventajas señaladas anteriormente. En este orden de ideas, los perlines de la presente solicitud también son inventivos a la luz de las enseñanzas de D2.

Adicional a los argumentos expuestos, hacemos énfasis en que las modificaciones propuestas se ajustan a las disposiciones del artículo 34 de la Decisión 486 toda vez que ellas no implican una ampliación a la materia divulgadas en la solicitud tal como fue presentada inicialmente.

IV. ANEXOS

- Nuevo capítulo descriptivo compuesto por 22 páginas.

- Nuevo capítulo reivindicatorio conformado por 21 reivindicaciones.

V. PETICIÓN

Por todo lo anterior, considero que las objeciones presentadas por el Examinador han sido superadas, que el nuevo capítulo reivindicatorio es claro y conciso, y que la invención reivindicada cumple con los requisitos de patentabilidad. Por consiguiente, solicito respetuosamente que el Despacho proceda a conceder el privilegio de patente para la solicitud de la referencia.

VI. NOTIFICACIONES

Recibiré notificaciones en la Carrera 9 # 74-08, Oficina 305, en la ciudad de Bogotá D.C.

Del Señor Jefe de la Dirección de Nuevas Creaciones,



MAURICIO PATIÑO BONNET
C.C. 11.342.699 de Zipaquirá
T.P. 73.583 del C.S. de la J.

REIVINDICACIONES

1. Un perlín colaborante formado a partir de láminas de acero, caracterizado porque comprenden un cuerpo (1) que tiene en uno o en ambos extremos una pestaña (2) que se proyecta hacia el espacio interno de la columna, entrando en contacto con el concreto (4), y dicha pestaña (2) comprende a lo largo de su longitud perforaciones (3), con un diámetro que oscila entre 25 mm y 38 mm y una distancia (L), entre un centro de perforación y otro, que es 1 a 2 veces el diámetro de las perforaciones.
2. El perlín colaborante de la reivindicación 1, caracterizado porque la lámina de acero es una lámina de acero laminada en frío.
3. El perlín colaborante de la reivindicación 2, caracterizado porque los perlines son producidos en acero galvanizado o acero inoxidable.
4. El perlín colaborante de la reivindicación 1, caracterizado porque el espesor de la lámina fluctúa entre 0,45mm y 3mm.
5. El perlín colaborante de la reivindicación 1, caracterizado porque tiene forma de L, C o U y presentan un par de pestañas (2) en cada uno de sus extremos.
6. El perlín colaborante de la reivindicación 1, caracterizado porque el ancho del cuerpo (1) de los perlines está entre 1 mm a 150 mm.
7. El perlín colaborante de la reivindicación 1, caracterizado porque el ancho de las pestañas (2) está entre 50mm y 75 mm
8. El perlín colaborante de la reivindicación 7, caracterizado porque las pestañas (2) tienen 75mm de ancho.

9. El perlín colaborante de la reivindicación 1, caracterizado porque las perforaciones (3) están distribuidas equidistantemente lo largo de la pestaña (2), están centradas en relación a los bordes laterales de la pestaña (2).
10. El perlín colaborante de la reivindicación 1, caracterizado porque el diámetro de las perforaciones es de 25mm.
11. El perlín colaborante de la reivindicación 1, caracterizado porque la distancia (L) entre un centro de perforación y otro es de 75 mm y la distancia entre el centro de la perforación (3) y los bordes de la pestaña (2) es de 37,5 mm.
12. Una camisa colaborante caracterizada porque comprende un tubular formado por los perlines de las reivindicaciones 1 a 11 y un núcleo de concreto (4) confinado en el espacio interno del tubular.
13. La camisa colaborante de la reivindicación 12 caracterizada porque comprende cuatro perlines colaborantes en forma de L (1A), ubicados en las esquinas de la camisa, unidos mediante sus pestañas (2) a las pestañas (2) de cuatro perlines colaborantes en forma de C (1B) que ocupan la parte central, y las perforaciones (3) de las pestañas adyacentes coinciden.
14. La camisa colaborante de la reivindicación 12 caracterizada porque comprende cuatro perlines colaborantes en forma de U (1C), unidos entre sí a través de sus pestañas (2).
15. La camisa colaborante de la reivindicación 13 o 14 caracterizada porque los pestañas (2) de los perlines se unen provisionalmente mediante un adhesivo tipo resina epoxi o soldadura tipo 70XX, generando un espacio vacío en su interior para formar una sección tubular con las dimensiones de la columna.
16. La camisa colaborante de la reivindicación 15 caracterizada porque sus pestañas (2) se unen definitivamente mediante el amarre de las secciones

pasantes del núcleo de concreto que atraviesan las perforaciones (3) creando un puente (5) de concreto.

17. La camisa colaborante de la reivindicación 12 caracterizada porque la mezcla para el núcleo de concreto presenta una resistencia a la compresión de 40MPa.

18. La camisa colaborante de la reivindicación 17 caracterizada porque la mezcla de concreto comprende fibras metálicas de sección circular con ganchos de anclaje en sus extremos, que tienen un diámetro de $0.75\text{mm} \pm 0.03\text{mm}$, una longitud de $60\text{mm} \pm 0.03\text{mm}$ y resistencia mínima a la tensión: 1.100MPa.

19. La camisa colaborante de la reivindicación 18 caracterizada porque la proporción fibra metálica en la mezcla de concreto es de 160Kg/m³.

20. La camisa colaborante de la reivindicación 18 caracterizada porque la mezcla de concreto tiene una relación agua/cemento = 0.4, comprende un aditivo súper plastificante, un aditivo reductor de agua con base de policarboxilatos modificados o similares, presenta un consumo de 16ml/kg de cemento, e incluye un agregado grueso tal como canto rodado fracturado, con un tamaño máximo de 15mm.

21. Un método para la construcción de una camisa colaborante caracterizado porque comprende los siguientes pasos:

- a. Elaborar los perlines en forma de L y C o en forma de U, dependiendo del tipo de columna que se desea construir;
- b. Unir provisionalmente las pestañas (2) de los perlines mediante un adhesivo o soldadura, garantizando que las perforaciones (3) de las pestañas adyacentes coincidan dejando un espacio hueco, a través del cual fluye el concreto, y creando un espacio vacío en el interior de los perlines unidos para formar el tubular;
- c. Llenar el espacio interior del tubular con concreto; y

- d. Esperar a que el concreto fragüe, para que al solidificarse las secciones pasantes del núcleo de concreto que atraviesan las perforaciones (3) generen puentes (5) que unen definitivamente los perlines y consolidan la columna compuesta de perlines colaborantes-núcleo de concreto.

PERLINES Y CAMISAS COLABORANTES EN LÁMINA FORMADAS EN FRIO PARA UN SISTEMA DE COLUMNAS COMPUESTAS DE CONCRETO ARMADO

5 CAMPO TÉCNICO

La presente solicitud se refiere columnas compuestas de concreto armado, que según las normas NSR-10 y ACI-318, se clasifican dentro de la categoría de concreto armado, En la cual el tubular lo conforman secciones en láminas tipo láminas de acero laminada en frio que forman perlines con un cuerpo y al menos una pestaña que se proyecta hacia el espacio interno de la columna, entrando en contacto con el concreto, y dicha pestaña comprende una serie de perforaciones que permiten que el concreto pase a través de ellas, logrando que una vez fragua el concreto se forme una columna compuesta que trabaja solidariamente, potencializando las cualidades del acero y del concreto, al punto que se puede reducir el grosor de la lámina, lo que permite que el producto sea económicamente viable.. Preferiblemente, los perlines de la presente invención son perlines abiertos en forma de “L”, “C”, “U”. Así mismo, es parte de la presente solicitud un sistema estructural integral y constructivo basado en dichas columnas

20

ESTADO DE LA TÉCNICA

En el sector de la construcción son conocidas las columnas de hormigón o concreto y las columnas con estructuras de acero, estas últimas ofrecen una serie de ventajas que se pueden resumir así:

25

- a) Por la naturaleza del material: acero, los modelos matemáticos de análisis, son más representativos de los modelos reales,
- b) El carácter industrial en los procesos de fabricación y montaje, se traducen en rapidez de ejecución,

30

- c) Derivado de la anterior razón, el producto final puede alcanzar niveles de calidad de muy difícil obtención, con la utilización de un material como el concreto,
 - d) Significativo menor peso de la masa estructural, que se traduce en menores exigencias por efectos inerciales de eventos sísmicos,
 - e) Derivado de lo anterior, menores cargas al suelo y en consecuencia de las soluciones de cimentación,
 - f) Material 100% reciclable.
- 10 A pesar de su mejor comportamiento, la difusión de las columnas de acero, particularmente en países con un deficiente desarrollo de la industria siderúrgica, como Colombia, sigue siendo incipiente, a pesar de la globalización de la economía. Una de las causas que explican ese hecho, radica en los costos.
- 15 Una alternativa ampliamente conocida y aplicada es la construcción de columnas en concreto armado y acero, la cual mantiene básicamente el mismo procedimiento constructivo que se aplica desde comienzos de su uso, a finales del siglo XIX:
- a) Actividad preliminar de herrería: elaboración, conformado y montaje del sistema de refuerzo,
 - b) Actividad de carpintería: montaje, ajuste y aplomado de la formaleta,
 - c) Actividad de vaciado del concreto: preparación del sistema de trabajo en altura, vaciado y vibrado del concreto,
 - d) Tiempo de espera para garantizar el fraguado suficiente, para el desencofre, y
 - e) Actividad de desencofre.

El hecho de mantener un procedimiento casi inalterable por más de cien años, aparte de revelar la ausencia de mejoras significativas, implica el proceso conserva dos actividades de naturaleza artesanal: la carpintería en madera o metálica y la herrería, con las implicaciones que le son propias: alto consumo de mano de obra en el sitio con mayor

riesgo de errores, mayores tiempos de ejecución y, en consecuencia, altos costos directos y administrativos.

Ahora bien, estructuralmente los componentes cuyas exigencias sean tipo tensión o flexión, son más eficientes en perfilaría de acero. No ocurre lo mismo para exigencias de compresión o flexo compresión, típicas en las columnas, donde los perfiles convencionales en acero, como son las secciones tipo I, mostrados en la figura 1, son más vulnerables al fenómeno de pandeo torsional, lo que limita su capacidad de resistencia a la compresión, mientras que las secciones cuadradas, rectangulares o circulares, típicas de las columnas en concreto armado, no existe esa limitante. Adicionalmente el concreto, ofrece una buena capacidad de resistencia a la compresión, a menores costos. Lo anterior determina que, para las exigencias usuales en las columnas, la alternativa en concreto armado, generalmente ofrece menores costos, que su equivalente actual en perfilería de acero.

De otra parte y desde el punto de vista estructural y de funcionalidad, se observa que, al refuerzo, conformado por barras de acero, se le debe proporcionar un recubrimiento de concreto, que según lo especificado en el título C.1.7.7.1 de la norma NSR-10, no debe ser inferior a los 40mm, cuya función básica, es la de protegerlo de los procesos corrosivos y eventualmente, como aislante térmico de corta duración, frente a un evento de conflagración.

Complementando la función de este concreto de recubrimiento, el título NSR-10: C.10.8.2, C.10.8.3, C.10.8.4: en uno de sus párrafos señala: *“La idea básica de: C.10.8.2, C.10.8.3, C.10.8.4, es que resulta adecuado diseñar una columna de dimensiones suficientes para resistir la carga mayorada, y después simplemente agregar concreto alrededor de la sección diseñada, sin aumentar el refuerzo, para que este dentro de los porcentajes mínimos requeridos por C.10.9.1. No debe considerarse que el concreto adicional resiste carga”*. Para una columna cuadrada de 250mm de lado, la sección del recubrimiento para el mínimo: 40mm, representa el 54% de la sección total de la columna.

Más de la mitad de toda la sección, no es aprovechada en términos de resistencia a la compresión.

En procura de encontrar una opción que combine la eficiente capacidad a la compresión del concreto en secciones “llenas”, con la eficiente resistencia del acero a la tensión, pero que mantenga las ventajas de rapidez de ejecución de los sistemas constructivos en acero, eliminando el proceso de encofrado que exigen las columnas en concreto armado, se han producido las columnas compuestas y se han definido modelos de análisis y procedimientos, sistematizados en las normas de construcción, como la AISC-LRFD, para la utilización de tubulares con núcleos de concreto o de secciones compuestas que exigen el encofrado, tal como las columnas mostradas en la Figura 1, las cuales son un ejemplo de la técnica actual.

La alternativa, registrada por la norma ACI-318 y la correspondiente colombiana: NSR-10, al igual que por la casi totalidad de normas internacionales, que reemplaza las actividades de carpintería y de herrería, por procesos de tipo industrial, corresponden a la categoría de columnas compuestas y dentro de estas, los tubulares con núcleos de concreto. En ella, la formaleta la conforma el tubular que a su vez cumple la función de refuerzo, de modo que las dos actividades de naturaleza artesanal, se fusionan en una sola, con el componente principal: tubular, de producción industrial.

La norma NSR-10, en su título C10.13.1, describe las secciones compuesta así: “...Los elementos compuestos sometidos a compresión deben incluir a todos aquellos elementos que estén reforzados longitudinalmente con perfiles de acero estructural, **tuberías o tubos** con o sin barras longitudinales”. Evidentemente se trata de secciones continuas cerradas. Más adelante en el título: CR10.13.2 señala: “Las mismas reglas que se emplean para calcular la resistencia, usando la interacción carga-momento, para secciones de concreto reforzado pueden aplicarse a secciones compuestas. Los diagramas de interacción para tubos rellenos de concreto (secciones compuestas), son idénticos a los del ACI Design Handbook...”. Los títulos: CR.10.13.3 y CR.10.13.4,

especifican los sistemas de transferencia de tensiones entre el concreto del núcleo y el tubular de acero de la siguiente manera: “...*La conexión directa, para transferir las fuerzas entre el acero y el concreto puede desarrollarse, mediante salientes, platinas o barras de refuerzo soladas al perfil o tubo estructural antes de colocar el concreto...*” El título:

5 C.10.13.6.1, establece los valores de espesores mínimos, con las ecuaciones, que abajo se reproducen, la primera de dichas ecuaciones es para secciones rectangulares o cuadradas y mientras la segunda corresponde a las secciones circulares.

En ellas, las variables son, e: espesor mínimo para el lado de longitud; b o diámetro: D,
10 f_y : límite de fluencia del acero, E_s : módulo de elasticidad del acero. De modo que, por ejemplo, para una sección cuadrada con una longitud mínima señalada de 250mm, por la norma $f_y = 413 \text{ MPa}$ y $E_s = 200.000 \text{ Mp}$, el espesor mínimo de la pared será $\approx 6.55 \text{ mm}$.

$$e = b \sqrt{\frac{f_y}{3E_s}}$$

$$e = D \sqrt{\frac{f_y}{8E_s}}$$

15

Los anteriores criterios de la norma, constituyen los fundamentos de la aplicación de las columnas de secciones compuestas y obviamente, su nivel de desarrollo en el presente, que limitan severamente su aplicación, por las siguientes razones de tipo económico:

- 20
- La definición establecida en el título: C10.13.1, señala: “...*tuberías o tubos con o sin barras de refuerzo...*”, hace referencia a tubulares estructurales, con espesores de pared iguales o mayores a 6mm. El disponer exclusivamente del tubular estructural, como opción de reemplazo del refuerzo en barras, constituye una desventaja económica severa. El costo por unidad de peso del
- 25
- tubular estructural, supera al de la barra de refuerzo, en más de un 40%. La reducción de la actividad de herrería que implicaría su uso, no alcanza equiparar su costo frente al refuerzo en barras.

- Sumado a lo anterior, los límites de fluencia que poseen los aceros para barras de refuerzo, mayores que los correspondientes de los perfiles tubulares estructurales, determina mayores secciones de tubulares, que las requeridas por las barras, y en consecuencia mayor consumo de acero tubular, con valores unitarios mayores que a las barras de refuerzo.

- Así mismo, el esquema de transferencia de tensiones: “...*mediante salientes, platinas o barras de refuerzo soladas al perfil o tubo estructural...*” implican un costo adicional a este componente de la sección compuesta.

- Adicional a los costos señalados, el requerimiento de tratamientos para protección superficial, frente a procesos de corrosión. Tratándose de un tubular “refuerzo” de pilares o columnas, componentes fundamentales en la estabilidad del sistema estructural que conforman, exige protección superficial de alto desempeño, que garanticen su vida útil.

- Si bien, estudios realizados en España, por CIDECT (Comité Internacional para el Desarrollo y el Estudio de la Construcción Tubular) en los años setenta, estableció que los tubulares rellenos en concreto, podían resistir el fuego, con temperaturas del orden de los 600°C, hasta por 90 minutos, la protección del tubular refuerzo, frente a eventos de conflagración es necesaria.

Adicional al tema económico, el uso a nivel mundial de este tipo de columnas, sigue siendo muy limitado, porque el sistema no trabaja de manera eficiente, como sección compuesta, es decir, la transferencia de tensiones entre los dos componentes: el concreto y el tubular de acero o el perfil embebido de acero, indispensable para que la sección tenga carácter de compuesto y trabajen de manera solidaria y en consecuencia eficiente, no se da de manera efectiva, pues cuando el concreto fragua, por la naturaleza de la reacción química, se retrae y se desprende de las paredes internas del tubular o de la superficie del perfil embebido, eliminando el contacto directo entre los dos

componentes. La capacidad de resistencia a la compresión del concreto, es prácticamente despreciada y la solución no es económicamente eficiente.

5 Como alternativa para garantizar un trabajo solidario, la norma AISC del 2010 especifica el uso de conectores de cortante para garantizar la transferencia de tensiones entre el concreto y el tubular de acero o del perfil embebido. Sobre este tema, la norma AISC-360-10¹ establece que los *“anclajes de acero empleados para transferir cortes longitudinales deberán ser distribuidos dentro de la longitud de introducción de la carga, la que no deberá exceder una distancia de dos veces la mínima dimensión transversal*
10 *de miembros compuestos embebidos sobre y bajo la región de transferencia de la carga. Los anclajes empleados para transferir cortes longitudinales deberán ser utilizado en al menos dos caras del elemento de acero en una configuración generalmente simétrica sobre el eje de la sección de acero. El espaciamiento de los anclajes de acero, tanto dentro como fuera de la longitud de la introducción de la carga, deberá satisfacer la*
15 *Sección I8.3e.”*

Sumado a lo anterior y en relación a los *“Miembros compuestos Rellenos”* la norma AISC-360-10 establece: *“Donde sea requerido, anclajes de acero que transfieran los cortes longitudinales deberán ser distribuidos dentro de la longitud de introducción a la carga, la*
20 *que no deberá exceder una distancia de dos veces la mínima dimensión transversal de miembros de acero rectangulares o dos veces el diámetro de miembros de acero redondos, ambos sobre y bajo la región de transferencia de carga. El espaciamiento de anclajes de acero dentro de la longitud de introducción de cargas deberá ser deberá satisfacer la Sección I8.3e.”*

25

¹ AISC-360-10. Capítulo I. Sección I8. Página 171, relacionada con el *“Diseño de miembros de sección compuesta”*. Numeral 4. *“Requisitos de Detallamiento”*. 4a. *“Miembros compuestos embebidos”* y 4b. *“Miembros compuestos Rellenos”*

Los parámetros señalados anteriormente introducen mayores costos en el proceso de fabricación de la columna, lo que en un insumo de alto costo como son los perfiles tubulares, hace que esta solución no sea competitiva.

- 5 Entre los documentos relacionados con este tipo de columnas está la solicitud de patente JPH03144047 de KAWASAKI STEEL CO, que reporta una columna compuesta que mejora la transferencia de esfuerzos entre una viga y un pilar, la viga de soporte esta soldada a un tubo de acero cuadrado, y el concreto que se coloca en dicho tubo de acero. El sistema se compone de un tubo metálico sección cuadrada (11) al que se sueldan
10 soportes de vigas (12). El tubo metálico (11) es llenado con concreto (15) a través de los agujeros pasantes (14) ubicados en caras de dicho tubo. Después de que el concreto (15) se cura los miembros pasantes (14) son bloqueados. Esta conformación provoca la dispersión de la fuerza de tracción, ejercida sobre los soportes (12) y evita la deformación fuera del plano de la parte lateral del tubo de acero (11). Los soportes de viga (12) son
15 empatados a otra sección de los mismos por medio de pernos

- Otro documento que se refiere a un sistema compuesto es la solicitud de patente KR20120099822, que se refiere a un método de construcción de una columna prefabricada de acero con hormigón armado utilizando perfiles de aceros en forma de L
20 y abiertos para reducir notablemente el tiempo de construcción, permitiendo la formación de una zona de panel de una columna PSRC para absorber un error de verticalidad. En una forma preferida de la invención, cuatro perfiles de aceros en forma de L (11) se colocan verticalmente en las esquinas de una sección transversal rectangular. Barras de refuerzo auxiliar (12) se añaden a los huecos entre los aceros en forma de L y están
25 rodeados por barras de unión (13). Las placas de acero (15) se sueldan a los lados exteriores de los perfiles de acero en forma de L y las barras de refuerzo auxiliares.

En el estado de la técnica se han encontrado columnas compuestas como las reportadas por ACESCO², quien divulgó una columna compuesta conformada por perfiles abiertos elaborados de láminas de acero, tipo CR o HR, especialmente en forma de “C”, los cuales se unen a lo largo de los empalmes de las secciones en C, conformando una sección tubular embebida con concreto. Aunque estas columnas son una alternativa para las columnas de acero y concreto, su interacción no es suficientemente fuerte para que la columna funcione como un elemento compuesto que trabaja solidariamente.

Así mismo, GERDAU CORSA³ ofrecen entre sus productos columnas cuyo diseño de miembros estructurales está formado por perfiles de acero que trabajan en conjunto con elementos de concreto reforzado, o con recubrimientos o rellenos de este material. Específicamente, hace mención a columnas compuestas, formadas por perfiles de acero, laminados o hechos con secciones o placas, atornilladas o soldadas, o por tubos o miembros de sección transversal rectangular hueca de acero, ahogados en concreto reforzado o rellenos de este material, y vigas o trabes, armaduras o largueros de alma abierta, denominados “joist”, los cuales son de acero y están ahogados en concreto reforzado o que soportan una losa, interconectados de manera que los dos materiales trabajen en conjunto.

Al igual que ACESCO, GERDAU CORSA se refiere a una columna compuesta, con un sistema periférico de láminas de acero, tipo CR o HR, que se unen mediante soldadura tipo 70XX, a lo largo de los empalmes de las secciones en “C”, con un cordón intermitente de soldadura, de 50mm cada 250mm, creando un espacio interior ocupado por el concreto

A pesar de existir columnas compuestas con diferentes tipos de perfiles, entre ellos algunos similares a los de la presente invención como son los de ACESCO y GERDAU

² <http://www.acesco.com/downloads/detalles/Porticos.pdf>

³ http://www.gerdaucorsa.com.mx/articulos/Construccion_Compuesta.pdf

CORSA, todas las columnas con tubulares y núcleo de concreto requieren de la presencia de aditamentos soldados en el interior de las paredes del tubular, según lo dispuesto por la norma vigente para esta categoría de secciones compuestas: NSR-10 títulos: CR.10.13.3 y CR.10.13.4.

5

Siendo así, en el estado de la técnica continúa existiendo la necesidad de contar con un sistema de columnas compuestas, cuyos perfiles actúen solidariamente con el concreto, trabajando de manera eficiente para que la transferencia de tensiones entre los dos componentes: el concreto y el tubular o el perfil de acero logren el contacto suficiente para que interactúen entre sí de forma que su capacidad de resistencia a la compresión del concreto y la resistencia del acero a la tensión trabajen solitariamente, manteniendo la ventaja de la rapidez de ejecución de los sistemas constructivos en acero, pero que sea económicamente rentable.

10

15 En resumen, los sistemas compuestos embebidos en forma de I, son muy costosos y los circulares o cuadrados, requieren de pasadores de cortantes que estén distribuidos a lo largo de la columna. En consecuencia, los sistemas existentes

20

- No son viables pues el espesor mínimo para que se categorice como columna compuesta debe ser de 4,8mm lo que aumenta costos pues resulta mucho más costosa que la varillas

25

- Acero en el exterior implica el tratamiento del acero para evitar corrosión y otros, tales como resinas u otros que son costosas. No utilizan galvanizado pues el espesor que requiere la lámina según la norma es muy costoso. La columna que acá se define permite reducir el espesor de la lámina que permite el uso de acero galvanizado o acero inoxidable.
- Adicionalmente, dichas columnas requieren de soldaduras para unir los pernos o proyecciones que aumentan la cantidad de material y tiempo requerido para su construcción.

30

DESCRIPCIÓN DE LA FIGURAS

- 5 FIGURA 1. Ilustra ejemplos de columnas compuestas existentes en el estado de la técnica con perfiles de acero de diferentes formas, en forma de H, circular o rectangular con un espacio interior llenado con concreto.
- FIGURA 2A. Muestra un corte transversal de un perlín colaborante en forma de L, de acuerdo con la presente solicitud
- 10 FIGURA 2B. Muestra un corte transversal de un perlín colaborante en forma de C, de acuerdo con la presente solicitud
- FIGURA 2C. Muestra un corte transversal de un perlín colaborante en forma de U, de acuerdo con la presente solicitud
- 15 FIGURA 3A. Muestra la vista lateral de un perlín colaborante en forma de L, de acuerdo con la presente solicitud
- FIGURA 3B. Muestra la vista lateral de un perlín colaborante en forma de C, de acuerdo con la presente solicitud
- 20 FIGURA 3C. Muestra la vista lateral de un perlín colaborante en forma de U, de acuerdo con la presente solicitud
- 25 FIGURA 4A. Muestra una vista superior de la columna de la presente invención, compuesta por cuatro perlines colaborante en forma de L (1A) y cuatro perlines colaborantes en forma de C (1B), donde las pestañas de los componentes A y B han sido unidas y el concreto se encuentra fraguado dentro del espacio interno de la misma.

FIGURA 4B. Muestra una vista superior de la columna de la presente invención, compuesta por cuatro perlines colaborantes en forma de U (1C), donde las pestañas de los componentes A y B han sido unidas y el concreto se encuentra fraguado dentro del espacio interno de la misma.

5

FIGURA 5A. Vista superior de la columna de la presente invención, compuesta por cuatro perlines colaborantes en forma de L (1A) y cuatro perlines colaborantes en forma de C (1B), donde se muestran las secciones de los puentes de concreto, que atraviesan las perforaciones practicadas en las pestañas de los perlines colaborantes.

10

FIGURA 5B. Vista superior de la columna de la presente invención, compuesta por cuatro perlines colaborantes en forma de U (1C), donde se muestran las secciones de los puentes de concreto, que atraviesan las perforaciones practicadas en las pestañas de los perlines colaborantes.

15

FIGURA 6. Muestra un esquema y la foto de un ensayo realizado sobre el núcleo de concreto.

FIGURA 7. Muestra un detalle de la conexión entre la camisa colaborante y un pedestal.

20

FIGURA 8. Muestra un detalle de la conexión entre la camisa colaborante y una viga.

FIGURA 9. Análisis utilizando el método de elementos finitos, en el programa STAAD.Pro V8i, para simular el comportamiento de una de las caras de un perlín colaborante, restringida internamente por el núcleo de concreto. Las condiciones de contorno para los nodos son libertad de movimiento según eje Z, que corresponde al desplazamiento vertical del cuerpo de la columna, pero imposibilitado de desplazamiento según el eje X, en virtud de la presencia del núcleo de concreto.

25

30

FIGURA 10. Cuadro que muestra los grados de libertad definidos para los nodos laterales.

- 5 FIGURA 11. Análisis utilizando el método de elementos finitos, en el programa STAAD.Pro V8i, para simular el comportamiento de una de las caras de un perlín colaborante, sometido a la carga necesaria para llevar al límite de fluencia la sección de la lámina y distribuida sobre los nodos laterales del modelo, de la siguiente manera: mitad superior de nodos laterales con las
- 10 cargas orientadas en dirección $-Z$. Mitad inferior de nodos laterales con las cargas orientadas en dirección $+Z$.

Los resultados se muestran en el cuadro de la Figura 12. El desplazamiento perpendicular al plano de la lámina, dirección Y , o arrugamiento es nulo.

15

FIGURA 12. Resultados del análisis del arrugamiento y de los desplazamientos en X , Y y Z .

- 20 FIGURA 13. Muestra una conexión columna-viga.

FIGURA 14. Muestra la longitud de anclaje (11).

25 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La presente invención se relaciona con perlines colaborantes formados a partir de láminas de acero, preferiblemente láminas tipo láminas de acero laminada en frío, que comprenden un cuerpo (1) y al menos una pestaña (2) que se proyecta, hacia el espacio

30 interno de la columna, entrando en contacto con el concreto (4) y dicha pestaña (2)

comprende a lo largo de su longitud una serie de perforaciones (3), tal como se muestra en la figuras 2 y 3. Estas perforaciones permiten que el concreto pase a través de ellos antes de solidificarse, y una vez éste fragua, se forme un puente (5) de concreto, marcados mediante círculos en la figura 5, que garantiza que una columna compuesta construida con los perlines de la invención trabaje solidariamente, potencializando las cualidades del acero y del concreto, al punto que se puede reducir el grosor de la lámina, lo que permite que el producto sea económicamente viable.

Estos perlines son producidos en acero galvanizado o acero inoxidable cuyo espesor fluctúa entre 0,45mm y 3mm. En contraste el estado de la técnica actual que maneja soluciones equivalentes de sección compuesta con tubulares de mayores espesores o sección compacta y dispositivos de transferencia de tensiones consistentes en aditamentos que exigen ser soldados, lo que finalmente repercute en un incremento de los costos, haciendo que dichas columnas no sean llamativas pues resulta poco rentables.

Los mencionados perlines (1) tiene forma de L (ver figura 3A y 4A), forma de C (ver figura 3B y 4B) o forma de U (ver figura 3C y 4C) y presentan un par de patines (2) en cada uno de sus extremos.

En una modalidad preferida de la invención, el ancho del cuerpo (1) de los perlines debe ser menor a 150 mm, el ancho de las pestañas (2) está entre 50 mm y 75 mm, preferiblemente las pestañas (2) tienen 75mm de ancho y las perforaciones (3) están distribuidas equidistantemente lo largo de la pestaña y centradas en relación a los bordes laterales de la pestaña. Ellas presentan un diámetro que oscila entre 25 mm y 38 mm, aún mejor, dicho diámetro es de 25mm, la distancia (L) entre un centro de perforación y otro es de 1 a 2 veces el diámetro de las perforaciones, preferentemente dicha distancia de separación es de 75 mm y la distancia entre el centro de la perforación (3) y los bordes de la pestaña (2) es de 37,5 mm.

Así mismo, es parte de la presente solicitud un sistema estructural integral y constructivo basado en dichos perlines para la construcción de columnas compuestas.

Dichas columnas compuestas están conformadas por camisas colaborantes que comprenden diferentes combinaciones de los perlines de la presente invención. Para formar el tubular, las pestañas (2) de los perlines se unen provisionalmente mediante un adhesivo tipo resina epoxi o soldadura tipo 70XX, de forma que las perforaciones (3) de las pestañas adyacentes coincidan para permitir el flujo de concreto a través suyo, y los perlines crean un espacio vacío en su interior para formar una sección tubular con las dimensiones de la columna. La unión definitiva de los perlines que conforman el tubular se da luego de vaciar el concreto en el espacio vacío y que éste se fragüe, mediante el amarre de las secciones pasantes del núcleo de concreto que atraviesan las perforaciones (3), creando un puente (5) que consolida el sistema compuesto de PERLINES COLABORANTES-NUCLEO DE CONCRETO, logrando la conexión e interacción requerida para que la columna compuesta funcione como tal y se logre que los componentes actúen solidariamente. La transferencia de tensiones entre el núcleo y los perlines colaborantes se dará entonces por la resistencia al cortante de las secciones de los puentes de concreto, que atraviesan las perforaciones (3) y quedan embebidos en el núcleo de concreto, tal como se muestra en las figuras 5A y 5B.

En el caso de las láminas de acero en “L”, “C” o “U” de las figuras 2 y 3, para que el trabajo entre el concreto y la sección de la lámina de acero sea balanceado, se debe dar que: cuando el concreto (2) que atraviesa las perforaciones, falle por cortante, el acero de la lámina (1) estará entrando en fluencia, por lo tanto, se estará aprovechando la máxima capacidad de cada componente en la sección.

En una alternativa preferida de la invención, el tubular de la columna comprende cuatro perlines colaborantes en forma de L (1A), ubicados en las esquinas, unidos a cuatro perlines colaborantes en forma de C (1B) que ocupan la parte central, como se muestra

en la figura 5A. En otra modalidad de la presente invención, el tubular comprende cuatro perlines colaborantes en forma de U (1C), como se muestra en la figura 5B.

Ahora bien, el sistema estructural integral y constructivo de la presente solicitud también incluye el núcleo de concreto. En una modalidad de la invención, el diseño de mezcla para el núcleo de concreto será para una resistencia a la compresión de 40Mp.

En una alternativa preferida, la mezcla de concreto tiene una relación agua/cemento = 0.4, comprende un aditivo súper plastificante, un aditivo reductor de agua con base de policarboxilatos modificados o similares, presenta un consumo de 16ml/kg de cemento, e incluye un agregado grueso tal como canto rodado fracturado, con un tamaño máximo de 15mm, y fibras metálicas de sección circular con ganchos de anclaje en sus extremos, clasificación I, ASTM A820-11, con las siguientes propiedades: diámetro: $0.75\text{mm} \pm 0.03\text{mm}$, longitud: $60\text{mm} \pm 0.03\text{mm}$, resistencia mínima a la tensión: 1.100Mp. Proporción de consumo de fibra metálica: 160Kg/m³.

Para ese concreto con esa proporción de fibra metálica, es indispensable hacer ensayos de laboratorio para determinar su resistencia al cortante, la cual se incrementa con ese agregado. Norma de ensayo para cortante: JSC SF-6. La figura 6, muestra un esquema y la foto de un ensayo. En dicho ensayo la probeta es una viga de 500mmx150mmx150mm y el ensayo es cortante puro, lo cual arroja un resultado conservador frente al caso de elementos sometidos simultáneamente a compresión, como el que corresponde al presente desarrollo. En el estudio: *“ENERGIA DE FRACTURAS EN MODO II DEL CONCRETO DE RESISTENCIA NORMAL REFORZADO CON FIBRAS CORTAS DE ACERO”*, realizado por los Ingenieros: Fabián Augusto Lamus Báez y Sergio Mauricio Segura Arenas, pagina 166, Ver Apéndice: 1, se establece que el concreto califica para una resistencia al cortante de: $15.46 \pm 0.65\text{Mp}$, que es la resistencia del concreto que se emplea en las columnas de la presente invención.

Finalmente, hace parte del objeto que acá se divulga el método de construcción que comprende los siguientes pasos:

- 5 a. Elaborar los perlines en forma de L y C o en forma de U, dependiendo del tipo de columna que se desea construir;
- b. Unir provisionalmente las pestañas (2) de los perlines mediante un adhesivo o soldadura, garantizando que las perforaciones (3) de las pestañas adyacentes coincidan dejando un espacio hueco, a través del cual fluye el concreto, y creando un espacio vacío en el interior de los perlines unidos para formar el tubular;
- 10 c. Llenar el espacio interior del tubular con concreto; y
- d. Esperar a que el concreto fragüe, para que al solidificarse las secciones pasantes del núcleo de concreto que atraviesan las perforaciones (3) generen puentes (5) que unen definitivamente los perlines y consolidan la columna compuesta de PERLINES COLABORANTES-NUCLEO DE CONCRETO.

15

EJEMPLOS

Ejemplo 1. Detalles constructivos

20

UNIÓN COLUMNA COMPUESTA-PEDESTAL DE CIMENTACIÓN: Aplica tanto a estructuras de concreto armado como de acero. Como se muestra en la Figura 7, la conexión estructural se da por la prolongación del primer tramo de refuerzo de la columna (6) que viene del pedestal (7), en una longitud no inferior a la longitud de desarrollo (61) de la barra de mayor diámetro, dentro del núcleo de concreto (4) de la sección compuesta (6). Dicha columna (6) se una al pedestal (7) mediante tuercas de nivelación (71), tuercas de ajuste (72) y pernos de anclaje (73). El marco placa base (8) cumple únicamente la función de facilitar el posicionamiento de la camisa colaborante.

25

UNION COLUMNA COMPUESTA-VIGAS O LOSA: Aplica a estructuras de concreto armado, específicamente placas o losas (9). En la figura 8 se muestra que la conexión estructural se da por la prolongación del último tramo y primer tramo de refuerzo (62) de la columna (6) inmediatamente siguiente, en una longitud no inferior a la longitud de desarrollo (61) de la barra de mayor diámetro, dentro del núcleo de concreto de la sección compuesta, de las columnas consecutivas formadas por la camisa colaborante (63).

UNION COLUMNA COMPUESTA-VIGAS O LOSA: Aplica a estructuras de acero. En la figura 8 se puede observar que la conexión estructural se da por barras pasantes que unen las vigas de acero en línea. Al igual que en el caso anterior, la columna (6) se une a la placa (9) mediante tuercas de nivelación (91), tuercas de ajuste (92) y pernos de anclaje (73).

Ejemplo 2. Fundamento analítico del desarrollo y ventajas:

CRITERIOS DE DISEÑO: Normas: ACI-318-11 y NSR-10, Capítulo: “*Columnas de Sección Compuesta*” y norma AISI, en lo que respecta a los PERLINES COLABORANTES.

ACERO DE LOS PERLINES COLABORANTES: Tal como se definió anteriormente: láminas de acero galvanizado ASTM A572, laminadas en frío, con espesores: 0.45mm ~ 2mm. o Inoxidable 302, con espesores entre: 0.5mm ~ 1.5mm. Para su análisis aplica la norma para aceros conformados en frío: AISI. Este reglamento, en los subtítulos: A3.2 y A3.3 relativos la DUCTILIDAD, establece los criterios para aplicar su normatividad, a otros aceros diferentes a los aceros al carbono, dentro de los cuales cabe el Acero Inoxidable 302 CR.

COMPATIBILIDAD DE DEFORMACIONES: Para los Aceros CR galvanizado ASTM A572 e Inoxidable 302 y el Concreto con las especificaciones de diseño de mezclas

definidas anteriormente, se mantienen la equivalencia de las deformaciones unitarias máximas dentro del rango elástico: 0.2%. Hipótesis fundamental en el comportamiento del sistema compuesto.

- 5 ESPESOR MINIMO DE LOS PERLINES COLABORANTES: Aplica la norma: AISI B.1.1: “CONSIDERACIONES SOBRE LAS RELACION ENTRE EL ANCHO PLANO DE LAS ALAS Y SU ESPESOR: w/t ”, orientada a garantizar que la sección alcance la fluencia, antes de presentar deformaciones locales. Adicionalmente la lámina de perlín colaborante, se encuentra severamente impedida para deformarse el interior, pues ese
- 10 espacio está ocupado por el núcleo de concreto. Lo anterior se corrobora analíticamente utilizando el método de ELEMENTOS FINITOS, en el programa STAAD.Pro V8i, para simular el comportamiento de una de las caras de un PERLIN COLABORANTE, restringida internamente por el núcleo de concreto.
- 15 En el ejemplo de análisis mostrado a continuación, se modela una lámina delgada de acero ASTM A36, límite de fluencia: 250MPa o 2549kgf/cm², con un espesor de 0.6mm, de 200mm de ancho, por 2480mm de largo, que corresponde a un lado típico de un perlín colaborante. Las condiciones de contorno para los nodos (10) de borde laterales son: libertad de movimiento según eje Z, que corresponde al desplazamiento vertical del
- 20 cuerpo de la columna, por efecto de la carga de compresión. Pero imposibilitado de desplazamiento según el eje X, en virtud de la presencia del núcleo de concreto y sin considerar el efecto de Poisson, que se dará en la fase final de falla del núcleo de concreto, ver Figura 9, iconos en rojo-verde, que corresponden al soporte, ver cuadro derecho: Supports-Whole Structure. El cuadro de la Figura 10, muestra los grados de
- 25 libertad definidos para esos nodos laterales. Los soportes inferiores del modelo en azul, Ver Figura 9, se asimilan a articulaciones, con libertad de rotación, pero que impiden el desplazamiento vertical de esos nodos y corresponden al extremo inferior de la columna.

El modelo, será sometido a la carga necesaria para llevar al límite de fluencia la sección

30 de la lámina y distribuida sobre los nodos laterales del modelo, de la siguiente manera:

mitad superior de nodos laterales (10) con las carga orientadas en dirección –Z. Mitad inferior de nodos laterales (10) con las cargas orientadas en dirección +Z. Condición de carga que se daría por la transferencia entre núcleo de concreto y perlín colaborante, al aplicar la carga indicada, en la cara superior de núcleo de concreto. Ver Figura 11. Una vez corrido el modelo bajo las condiciones arriba indicadas, se determina el desplazamiento en dirección Y (de arrugamiento) de él nodo más exigido: los nodos centrales en las direcciones: X, Y, Z. Los resultados se muestran en el cuadro de la Figura 12. El desplazamiento perpendicular al plano de la lámina, dirección Y, o arrugamiento es nulo.

. De acuerdo con los resultados obtenidos:

$$(C_F) \text{Carga de fluencia} = 2549 \frac{kgf}{cm^2} * 20cm * 0.06cm = 3058.8kgf$$

Numero de nodos laterales: 250

$$(F) \text{Valor absoluto de carga aplicada por nodo} = \frac{3058.8kgf}{250} = 12.2352kgf$$

$$\approx 12.24kgf$$

Los datos anteriores, utilizando el modelo matemático de elementos finitos, revelan la no generación de “arrugamiento” en la lámina delgada del tubular o camisa colaborante, trabajando con las restricciones que impone el núcleo de concreto y lo que permitir el empleo de lámina delgada, como material para el tubular de la presente invención, que la norma vigente NSR-10 o ACI, no permite.

TRANSFERENCIA DE TENSIONES ENTRE LOS PERLINES COLABORANTES Y EL CONCRETO DEL NUCLEO: Esta transferencia, junto a la hipótesis definida en el subtítulo: 4.2.: COMPATIBILIDAD DE DEFORMACIONES, permite el trabajo conjunto o solidario entre los dos componentes del sistema compuesto: PERLINES COLABORANTES y núcleo de concreto, impidiendo el deslizamiento de uno con relación al otro, tal como se

definió anteriormente. El modelo de transferencia de tensiones entre los dos componentes, se definió anteriormente en los siguientes términos: “La transferencia de tensiones entre el núcleo de concreto y los perlines COLABORANTES, se dará por la resistencia al cortante de los puentes (5) de concreto, que atravesarían las perforaciones (3) de 25mm de diámetro practicadas en las pestañas (2) de los perlines colaborantes, los cuales quedarían embebidas en el núcleo de concreto.” Para aprovechar plenamente la capacidad resistente de ambos componentes, se debe garantizar que los pasantes de concreto, contenidos dentro de un tramo de longitud razonablemente corta; que llamaremos longitud de anclaje (L_a) (11), garanticen que ninguno de los componentes de los perlines colaborantes se deslice antes que alcance el punto de fluencia. Para esta verificación, como ejemplo se determinará la longitud de anclaje (11) de un perlín colaborante: L125mmx1mm en Acero inoxidable, que posee mayor límite de fluencia que las láminas galvanizadas CR de acero ASTM A572. Ver Figura 14.

$$\text{Perimetro de la seccion L125x1: } p = 2(125\text{mm} + 75\text{mm}) = 400\text{mm}$$

$$\text{Diametro seccion pasantes en concreto: } D = 25\text{mm}$$

$$\text{Area pasantes de concreto: } A_c = \pi r^2 = \pi 12.5^2 \text{mm}^2 = 490.86\text{mm}^2$$

$$\text{Longitud de Anclaje: } L_a$$

$$\text{Numero de secciones que trabajan al cortante por cada pasante: } 2$$

$$\text{Longitud de Anclaje: } L_a = 76\text{mm} + 25(n - 1)$$

$$\text{Area efectiva de la seccion L125x1: } A_{es} = (400\text{mm} - 2 \times 25\text{mm}) \times 1 = 350\text{mm}^2$$

$$\text{Limite de fluencia Acero Inoxidable CR 302: } 1.308\text{MPa}$$

$$\text{Tension maxima de la seccion de acero cuando alcanza el punto de fluencia: } T_s$$

$$T_s = 350\text{mm}^2 \times 1.308\text{MPa} = 457.800\text{N}$$

$$\text{Resistencia al cortante del concreto: } v_c = 15.46\text{MPa}$$

$$\text{Cortante maximo de las secciones de pasantes en concreto: } T_c$$

$$T_c = 2n490.86\text{mm}^2 \times 15.46\text{MPa} = n15.177,4\text{N}$$

$$\text{Entonces, } n = \frac{457.800,0\text{N}}{15.177,4\text{N}} \approx 30$$

$$L_a = 76\text{mm} + 25(30 - 1)\text{mm} = 801\text{mm}$$

En conclusión, la camisa colaborante de la presente solicitud ofrece la opción de conformar el tubular en obra, a partir de láminas CR, lo que facilita la operación

constructiva, desde el transporte, pasando por el almacenamiento, hasta el proceso constructivo que asimila el montaje del tubular, al conformado de la formaleta.

5 Por otro lado, el espesor de las láminas empleadas en la camisa colaborante de la invención oscila entre 0,45mm y 3mm, lo cual es mucho menor al mínimo espesor requerido para los sistemas existentes en el estado de la técnica, el cual debe ser superior de 6mm. Adicionalmente, la ubicación de los espesores de las secciones abiertas puede variar según las necesidades de cuantía requeridas en la sección de la columna: en los tubulares convencionales con espesores de pared uniforme, esto no es posible.

10 Otra ventaja relevante de la presente invención es que al no requerir de componentes adicionales que deben ser soldados, tales como salientes, platinas o barras de refuerzo soladas al perfil o tubo estructural antes de colocar el concreto, permite reducir costos.

15 Sumado a lo anterior, las características del núcleo en concreto garantizan la resistencia a la cortante necesaria que proporcione el trabajo compuesto de las dos partes, el tubular en acero y el núcleo de concreto. Adicionalmente, la opción de producir los perlines en lámina en acero galvanizado o inoxidable, permite manejar dos alternativas de protección frente a los procesos corrosivos, según la agresividad del medio.

20 Finalmente, la lámina de sección abierta en acero inoxidable 302 permite la conformación del tubular en un acero con un límite de fluencia de: 1138 MPa, que frente a los 412 MPa de las barras de refuerzo o los 345 MPa de la lámina CR galvanizada en acero ASTM A572, demanda menores cuantías.