

DESARROLLO DE

DISPOSITIVO DE ENTIBAMIENTO MODULAR

PARA EL TRABAJO SEGURO EN LAS OBRAS DE ZANJEO



UNR Universidad
Nacional de Rosario

cdtSaSEd 
centro de desarrollo tecnológico en
Salud y Seguridad Edilicia



DISPOSITIVO DE ENTIBAMIENTO MODULAR

Benedetti, Rubén

Desarrollo de dispositivo de entibamiento modular para el trabajo seguro en obras de zanejo. / Rubén Benedetti. - 1a ed. - Rosario : UNR Editora. Editorial de la Universidad Nacional de Rosario, 2019.

96 p. ; 30 x 21 cm.

ISBN 978-987-702-365-7

1. Arquitectura Ferroviaria . I. Título.
CDD 713

Fecha de catalogación: Enero 2020

Redacción y elaboración de textos: Arq. HyS Rubén Benedetti / Ing Esp. Marcelo Ibañez / Arq. HyS Mariela Borromeo / Mg. Arq. Ana Espinoza

Elaboración y selección de material gráfico y fotográfico: Arq. HyS Rubén Benedetti / Ing Esp. Marcelo Ibañez/Arq. HyS Javier Povrzenic/ Arq. Andrea Manavella

Maquetas digitales y simulaciones computarizadas: Lucas Tenaglia

Supervisión de la construcción metálica: Arq. HyS Hernán Angiolini

Coordinación de prueba de verificación y montaje in situ del dispositivo: Arq. HyS Rubén Benedetti / Ing Esp. Marcelo Ibañez /Arq. Hernán Angiolini /Arq. HyS Javier Povrzenic

Arte de tapa: Arq. Ariel Guisen

Diseño y diagramación: Arq. Ariel Guisen

Hecho el depósito que marca la ley 11.723

No se permite la reproducción total o parcial, el almacenamiento, el alquiler, la transmisión o la transformación de este libro, en cualquier forma o por cualquier medio, sea electrónico o mecánico, mediante fotocopias, digitalización u otros medios sin el permiso previo y escrito de su editor. Su infracción esta penada por las leyes 11.723 y 25.446.

Director

Esp. Arq. Rubén Benedetti

Codirectora

Esp. Arq. Mariela Borromeo

Equipo Docente FAPyD - UNR

Ing. Laboral Marcelo Hugo Ibáñez

Mg. Arq. Ana Emilia Espinoza

Esp. Arq. Javier Povrzenic

Esp. Arq. Hernán Angiolini

Arq. Natalia Jacinto

Graduados FAPyD - UNR

Esp. Arq. Flavio Luciani

Arq. Andrea Manavella

Estudiantes

Florencia Gabriela Aranda (FAPyD – UNR)

Nadia Britos (FAPyD – UNR)

Camila Cambursano (FAPyD – UNR)

Noelia Kronenberger (FAPyD – UNR)

Gino Rogani (FAPyD – UNR)

Lucas Tenaglia (FCEIA – UNR)

DESARROLLO DE

DISPOSITIVO DE ENTIBAMIENTO MODULAR

PARA EL TRABAJO SEGURO EN LAS OBRAS DE ZANJE

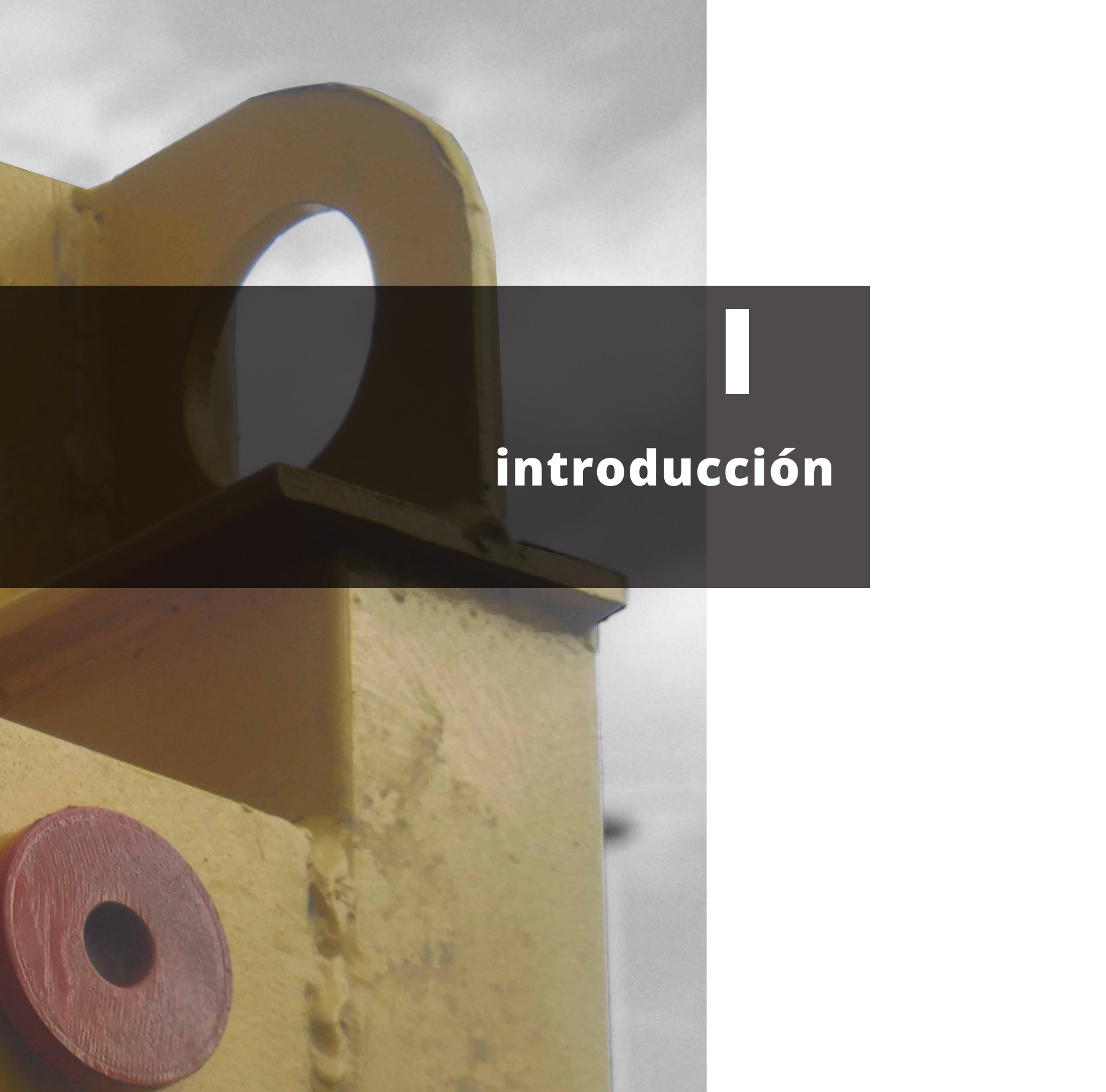


UNR Universidad
Nacional de Rosario

cdtSaSEd 
centro de desarrollo tecnológico en
Salud y Seguridad Edilicia

I. Introducción	7
Fundamentos del proyecto.	9
El riesgo en las tareas de zanjeo.	10
Objetivos del proyecto.	12
 II. Desarrollo y metodología de trabajo	 15
1. Estudio de la normativa vigente. Relevamiento y documentacion de condiciones de trabajo observadas.	16
2. Definición y fundamentación del proceso de diseño del dispositivo.	20
3. Materializacion del dispositivo. Medidas de transporte. Verificacion y prueba del montaje del prototipo.	28
4. Identificación de perspectivas para el desarrollo a escala industrial del dispositivo diseñado.	62
 III. Impacto y sostenibilidad	 65
 IV. Difusión y extensión	 71
 V. Bibliografía general	 77





I

introducción



Fundamentos del proyecto.

En diversos tipos de obras civiles, públicas y privadas, se realizan tareas de excavación de zanjas de distintos anchos y profundidades, las que implican riesgos para los operarios que realizan trabajos dentro de las mismas, a consecuencia de los cuales se produce un elevado número de accidentes fatales, los que deben alertar tanto a decisores políticos, como a responsables de conducción de obras.

Existen recursos técnicos que mejoran las condiciones de seguridad, sin embargo, en el ámbito local en la realización de estas tareas específicas es usual que no se empleen protecciones de ninguna clase o que se dispongan elementos precariamente improvisados. Una situación que puede hacerse extensiva a buena parte de la república argentina con contadas excepciones.

En este contexto, el equipo del **cdt-SaSEd** se interesó en estudiar el desarrollo de un dispositivo que permitiera de manera sencilla garantizar

condiciones de trabajo seguro en tareas de zanjeo, para lo que se propuso en el marco de la segunda convocatoria de Vinculación Tecnológica y Desarrollo Productivo financiados por la UNR, e inicialmente con la colaboración de un taller metalúrgico local, un proyecto que contó con la participación de estudiantes de grado de Arquitectura y posgrado de la carrera Especialización en Salud y Seguridad en el Proyecto y la Construcción de Edificios de la FAPyD - UNR, en el que se propuso el diseño y desarrollo de un dispositivo eficaz de entibamiento, modulable, destinado a facilitar la disposición de protecciones, con dimensiones tales que cubrieran las necesidades para tendidos de cañerías, tubos y las zanjas realizadas para cimentaciones del tipo zapatas profundas corridas o vigas de equilibrio, siendo el objetivo final generar un sistema que resolviera las exigencias de seguridad a costos de fabricación razonables, con criterio de modularidad para adaptarse a diferentes condiciones de trabajo, durabilidad de los elementos consti-

tutivos para facilitar su amortización y practicidad tanto en el almacenamiento, como en el movimiento, instalación y desmontaje.

Así, finalmente el desarrollo del dispositivo abarcó las fases de investigación de las condiciones en que se ejecutan las tareas de zanjeo, de verificación de los modos de ejecución habituales, de proyecto y desarrollo propiamente dichos incorporando los conceptos de verificación y validación del diseño. Ante el elevado costo de trabajar con diferentes prototipos para comprobar las características de diseño, durante la fase de proyecto, se estudiaron las posibles configuraciones haciendo uso de modelado en 3D digital, como herramienta útil para confrontar y verificar las propuestas en estudio.

El riesgo en las tareas de zanjeo.

Los reportes de la Superintendencia de Riesgos del Trabajo permiten corroborar que el desmoronamiento es la segunda causa de muerte en accidentes ocurridos en la construcción en la Argentina. Si bien la estadística oficial no amplía detalles, es evidente que los accidentes mortales ocurren al producirse la caída de mampostería o de los laterales de excavaciones sobre los trabajadores¹.

El primer caso, implica la necesidad de estudiar soluciones de ingeniería específicas, como apuntalamientos, arriostramientos, además de aplicar adecuadas técnicas de trabajo.

El segundo caso, implica no solo adecuadas técnicas de trabajo y estudio del suelo involucrado, sino que ante la necesidad de mantener

trabajadores en el sector excavado, sea para realizar el tendido de redes, efectuar conexiones o para la disposición o atado de armaduras, resulta necesario disponer de las adecuadas protecciones colectivas que neutralicen el riesgo de desmoronamiento de las paredes excavadas.

En años recientes, en la zona de Rosario se produjo un elevado número de casos que son de dominio público, en los cuales los trabajadores afectados resultaron sepultados por el desprendimiento de terreno en laterales excavados, accidentes ocurridos mayoritariamente en obras de tendidos de redes de servicios públicos. En estos casos las causas de muerte de los trabajadores se relacionan con aplastamiento torácico y abdominal, y eventualmente a casos de asfixia ocurridos al quedar entera-

mente sepultados por suelo disgregado.

Debe tenerse en consideración, que aún en casos en que el ensayo de suelo hubiera determinado la aptitud para auto soportarse sin necesidad de taludes o tabiques de contención, en las condiciones de obra, existe siempre el riesgo de que se dispongan cargas no previstas sobre los laterales del área de trabajo o se produzcan vibraciones o deslizamientos ocasionados por la interacción con vehículos, máquinas o equipos, que cambian de manera inesperada las condiciones originales dando lugar a riesgos para los trabajadores que se encuentran realizando tareas en zanjas.

La legislación aplicable, en nuestro país, se encuentra en las seccio-

1 Superintendencia de Riesgos del Trabajo, anuarios estadísticos 2011-2012; 2012-2013, 2013-2014

2 Cuando el presente texto se encontraba en preparación se produjo en Ing. Maschwitz un accidente en el que dos empleados de una contratista de AySA fallecieron sepultados por el derrumbe de una zanja. La Nación 12/09/19



nes correspondientes del Decreto 911/96 que en los Artículos 142 al 166 contempla trabajos en excavaciones y trabajos subterráneos, túneles y galerías, pilotes y tablaestacas estableciendo de manera general la necesidad de implementar medidas de prevención y protección para evitar desmoronamientos en excavaciones y el cumplimiento de las medidas de señalización, haciendo énfasis en la necesidad de la revisión de los equipos y las condiciones de los terrenos y lugares de trabajo en forma diaria, antes de comenzar las tareas. De manera complementaria, la Res. 503/14 incorpora medidas de seguridad determinadas para excavaciones a cielo abierto que superan 1,20m de profundidad, no incluidas en la Res. 550/11 referida a la incorporación de acciones preventivas, correctivas y de control específicas para tareas de demolición, excavación para subsuelos y ejecución de submuraciones. Sin embargo, ninguna de las normas incluye provisiones para tareas que puedan resultar en cambios drásticos de las condiciones del sitio, ni estipu-

lan la necesidad de contar con protecciones cualquiera sea la condición verificada del terreno.

Cabe destacar que el proyecto incluyó la revisión de una amplia variedad de normas extranjeras aplicables para casos de tareas en zanjeo, entre las cuales se destaca la norma OSHA 2226-2015 y el estándar OSHA CFR29, como así también el Code of Practice (nº8) de la OHS australiana, que establece la necesidad de colocar entibados cualquiera sea la condición de trabajo siempre y cuando exista la necesidad de realizar tareas en el interior de la zanja.

Objetivos del proyecto.

El Proyecto planteó como objetivo general generar un aporte efectivo para mejorar las condiciones de seguridad de los operarios que realizan trabajos en excavaciones/zanjas, mediante un dispositivo de fácil implementación, uso y acopio.

Los objetivos específicos apuntaron a los siguientes logros:

- Mejorar el estado de situación existente en seguridad en zanjas de obras públicas y privadas.
- Determinar requerimientos constructivos para el desarrollo de sistemas de entibamiento modular adecuados a necesidades existentes.
- Establecer una red de consulta con organismos y empresas vinculadas a la temática planteada.
- Diseñar, verificar y validar alternativas constructivas para sistemas de entibamiento, en base a prototipos, desarrollando un modelo operativo escala 1:1
- Formular perspectivas de desarrollo industrial para la producción a escala.

Estos objetivos fueron cumplimentados satisfactoriamente al concretarse la ejecución del prototipo diseñado a escala 1:1 del modelo propuesto, que fue designado como DEM (Dispositivo de Entibamiento Modular).

También se difundieron los resultados de esta investigación en ámbitos académicos y en organismos y empresas vinculadas a la construcción a fin de posibilitar su inserción y empleo en el ámbito de la construcción donde se desarrollan tareas vinculadas con la temática planteada.







desarrollo y metodología de trabajo

1. Estudio de normativa vigente. Relevamiento y documentacion de condiciones de trabajo observadas.

Como punto de partida, se efectuó una identificación precisa de los requerimientos normativos existentes, con la intención de determinar los datos de entrada necesarios para el proceso de diseño, de manera que el dispositivo a proyectar reuniera los requerimientos establecidos en la norma aplicable.

En esta etapa, como se comentó anteriormente, se analizó la legislación nacional en la materia, y a la vez se revisaron normas de otros países aplicables a las mismas tareas. Esta instancia permitió verificar el criterio laxo e inespecífico de la actual normativa nacional, que deja amplios aspectos indefinidos sobre la verificación y control de estas tareas, y a la vez no es taxativa sobre los criterios de protección a emplear.

Las normas extranjeras señalan expresamente que la excavación de zanjas es una tarea de riesgo elevado, con mayor índice de accidentes y mayor mortalidad que otras tareas de excavación (OSHA, HSE). Para el caso, la OSHA requiere disponer protecciones

laterales en todo zanjeo que no se ejecute en roca estable.

En nuestro país, aunque las técnicas de protección son conocidas, y la necesidad de su aplicación está establecida en la legislación argentina vigente (Dec. 911/96 y resoluciones complementarias de la SRT), no existe disponibilidad de elementos industrializados que den una solución rápida y práctica al problema.

En otros mercados se comercializa una variedad de elementos industrializados para la protección de zanjas y excavaciones, e incluso es frecuente el servicio de alquiler e instalación de estos dispositivos, con diversidad de modelos conforme a las dimensiones del sector excavado o las características del suelo, incluso con expansores hidráulicos.

En la Argentina no se ofrecen sistemas análogos, existiendo únicamente algún dispositivo “artesanal”, o empleándose dispositivos improvisados y

sin el necesario aval de cálculo profesional.

Complementariamente se realizó un trabajo de campo donde se relevaron y documentaron las condiciones en que se desarrollan en general las tareas de zanjeo, en especial en los trabajos de tendidos de redes de servicios, a efectos de verificar las condiciones usuales en que se ejecutan estas tareas y la ausencia de protecciones específicas.

Se organizó un equipo de trabajo que procedió a relevar diversas obras de redes de servicios en ejecución, con lo que se comprobó in situ de qué manera y a qué profundidades se hacen habitualmente los tendidos de estas redes, verificando las obras en curso por cuenta de la Dirección de Hidráulica de la Municipalidad de Rosario, de la empresa de Aguas de Santa Fe y de la Empresa Provincial de la Energía.

De este relevamiento se pudo sistematizar que en general, las profundidades de las excavaciones de zanjas





varían, para este tipo de tendidos y canalizaciones, entre los 0,50m y 2,40m.

Hay casos excepcionales, según información suministrada por el personal de las empresas, en el cual los tendidos cloacales y tendidos de alta tensión, pueden llegar a profundidades de hasta 4m pero difícilmente se trata de zanjas de gran longitud, alcanzándose estas profundidades sólo en algunos tramos específicos.

De los trabajos de zanjeo verificados el de mayor profundidad tenía 3,00m, con la mayor parte de ellos en el orden de los 2.00m bajo el cero del terreno.

En el proceso de determinación de profundidades usuales en zanjeos, se procedió a la vez a observar las condiciones de ejecución de esos trabajos, con lo que se pudo comprobar en la mayoría de ellos la ausencia total de cualquier sistema de entibado u otra protección colectiva. Sólo se encontró un caso puntual, en un tendido de

la Empresa Provincial de la Energía, el empleo de un entibado realizado de tablas de madera sobre una estructura metálica, con una ejecución bastante precaria y discontinua, con evidente posibilidad de infiltración de líquidos o terreno disgregado entre las tablas de los laterales.

En otros casos se observaron contenciones laterales ejecutadas con tableros fenólicos de reducido espesor, que de ninguna manera pueden considerarse protecciones eficaces en el sentido que lo requiere la normativa aplicable, por no contener de manera completa el lateral de la excavación, por la inadecuada resistencia del tablero en sí, y por la precaria materialización de los soportes transversales (codales) que sólo disponen de un sistema de sujeción mínimo realizado mediante acañamientos de madera y eventualmente con clavos, con lo que el conjunto resultante es en suma muy precario, inestable y de resistencia imposible de determinar.

2. Definición y fundamentación del proceso de diseño del dispositivo.

La segunda etapa se abocó al proceso de diseño propiamente dicho, que se desdobló en dos aspectos. Por un lado, se realizó la verificación por cálculo de los empujes esperables en entibamientos en loess pampeanos, a efectos de permitir el posterior dimensionamiento de los elementos a emplear. Se trabajó sobre este tipo de suelo por resultar el más habitual en la región, y a la vez el que por su naturaleza implica mayor inestabilidad.

Los loess pampeanos son depósitos arcillosos o arcillo-limosos compactos o duros con impregnación calcárea variable, que cuando es importante y en puntos singulares adquiere forma de nódulos; constituye la llamada tosca y se trata del suelo más habitual en la región litoral.

La principal característica geotécnica está constituida por su colapsabilidad o estado metaestable de su estructura interna que puede destruirse debido a cambios en el contenido de humedad o cambios tensionales.

Como consecuencia de ello, se generan variaciones volumétricas bruscas que pueden afectar a las estructuras que sean incapaces de soportar distorsiones y asentamientos diferenciales significativos.

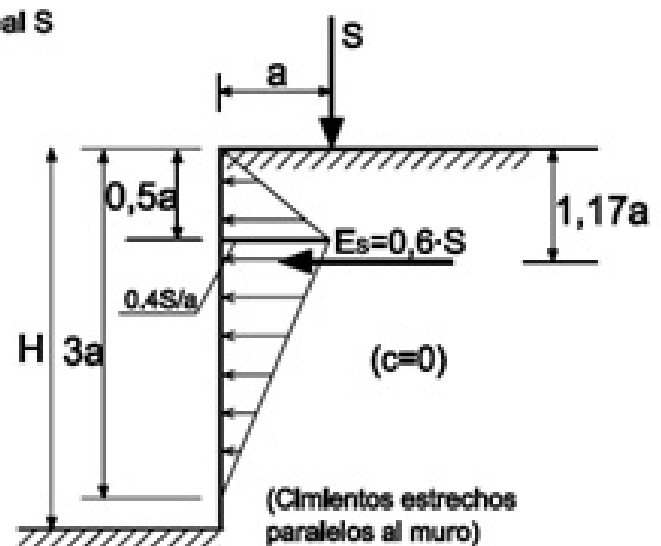
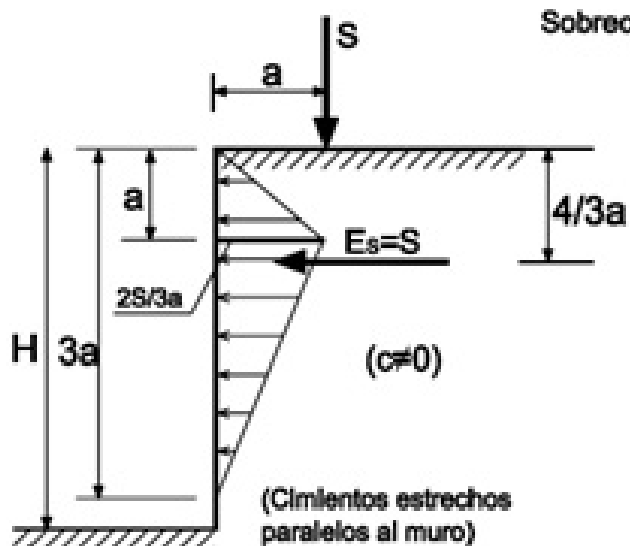
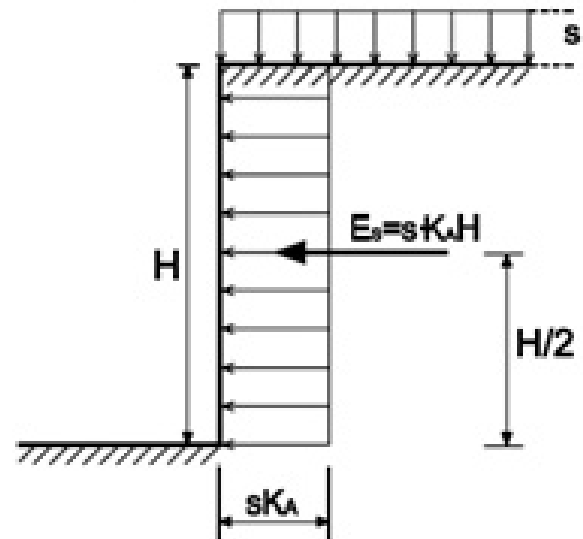
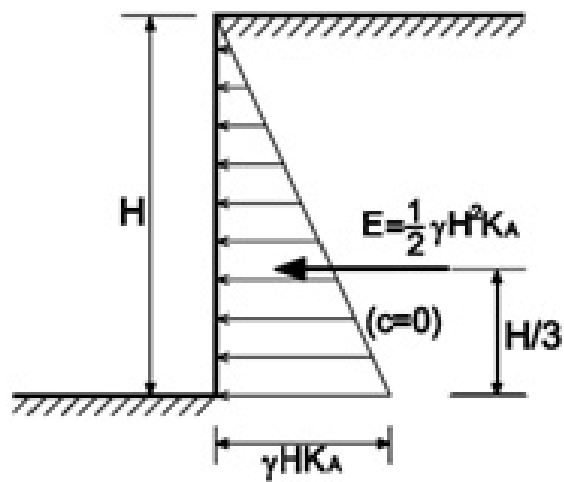
En segunda instancia, a efectos de determinar los procesos que hacen habitualmente a la ejecución de tareas de zanjeos, en esta etapa se investigaron y relevaron los procedimientos específicos de excavación, las herramientas empleadas, y la secuencia de trabajos.

A partir de los datos recabados de empresas de servicios (EPE, Aguas Provinciales, ImpSat) y de la Dirección de Hidráulica de la Municipalidad de Rosario, se establecieron los criterios habituales para el avance de tareas involucradas en el tendido de redes; en tanto se verificó por relevamiento de los equipos de diferentes proveedores de máquinas viales los anchos usuales de herramientas aplicables en las tareas de zanjeo, los que resultan de los anchos de baldes –cucharas– de las excavadoras disponibles en el mercado.

Conociendo las profundidades habituales de zanjeo, el paso siguiente fue determinar los anchos útiles de las excavaciones. Para hacer esta determinación, nuevamente se recurrió a un trabajo de campo que condujo a verificar el ancho de las cucharas de las retroexcavadoras. En esta instancia se procedió a indagar y relevar en las marcas habituales los anchos disponibles de baldes, los que fueron verificados y tabulados, haciendo la salvedad de que la mayor parte de los equipos tienen la posibilidad de intercambiar, dentro de la potencia del brazo, distintos anchos de baldes.

Los anchos más usuales registrados fueron del orden de 0,40m; 0,60m; 0,80m; 0,90m y 1,10m, con ligeras variaciones -del orden de pocos centímetros- según el fabricante.

Se verificó en este proceso, que en caso de emplearse para el zanjeo el balde de medida igual o inferior a 0,40m, por las dimensiones mínimas que presenta la zanja resultante, no es posible ubicar en el interior ningún dispositivo



BALDES ENCONTRADOS EN EL MERCADO

MARCA: CAT



Medida de ancho de cuchara: 107.6 cm

Origen: Estados Unidos

de entibamiento o contención lateral que a la vez admita el ingreso de personas en el interior de la excavación.

Esta situación permitió establecer el primer hallazgo en este proceso de búsqueda sistematizada de información, al quedar en evidencia que es imposible realizar tareas en el interior de zanjas de 0,40m con las debidas protecciones que permitan establecer condiciones seguras para el trabajador que ingrese en la misma.

Debería ser considerada por la legislación con intención de lograr una mejora normativa, ya que no hay manera posible, técnicamente, de realizar un entibado útil que a su vez deje espacio para la presencia de un trabajador, con lo que las excavaciones de 0.40 m deberían disponerse únicamente para el caso de realizarse tendidos o tareas que no impliquen el ingreso de personal en la zanja abierta.

En cambio, para todos los tendidos de profundidad mayor a 1m y de longitudes que superan los 20 o 30m el método habitual de trabajo implica que la apertura se realice mediante el empleo una retroexcavadora, que se desplaza abriendo la zanja. Es predominante el

empleo de estas máquinas para el zanjeo, aunque ocasionalmente y en especial en zanjas de mayores profundidades y ancho se recurre a excavadoras.

La forma habitual de trabajo implica que la máquina es “montada” sobre el trazado de la zanja trabajando con la pala excavadora y avanzando en reversa. A medida que excava la retroexcavadora se va desplazando y va dejando como huella la zanja abierta. En algunos casos observamos la realización de zanjas con equipos menores como miniexcavadora tipo bobcat con el implemento de excavación o miniexcavadora oruga, pero son casos muy puntuales.

El procedimiento habitual para la ejecución de tareas es que luego de replanteado el recorrido y definido el perfil a excavar, la retroexcavadora comienza la tarea en un punto y a partir de este avance en reversa, trabajando en la apertura de la zanja con el brazo excavador, y disponiendo el suelo removido sobre un lateral.

Con un tramo de zanja abierta se procede a trabajar en el interior de la zanja, con el personal ingresando a esta para disponer tendidos o colocar armaduras y encofrados, mientras la

retroexcavadora continúa progresando en la apertura de zanja de manera que se configura una suerte de proceso continuo.

Finalizado y verificado el trabajo ejecutado (colocación de cañerías, sellado, armado, etc) la máquina procede al tapado de la zanja.

BALDES ENCONTRADOS EN EL MERCADO

MARCA: WACKER NEUSON



Medida de ancho de cuchara: 40 cm

Origen: Alemania

BALDES ENCONTRADOS EN EL MERCADO

MARCA: VOLVO



Medida de ancho de cuchara: 72 cm

Origen: Suecia

En este punto, se comprobó luego de analizar la manera en que se realiza el procedimiento usual de excavación de zanjas y sus profundidades habituales, que los anchos de las excavaciones están determinados por los anchos del balde –cuchara- y que este ancho está relacionado con las dimensiones habituales de las diferentes marcas.

Estos datos constituyeron el *input* para el proceso de diseño, que en primera instancia permitió determinar que para las excavaciones menores, de profundidades comprendidas entre los 0,50m y 0,60m no se utiliza ningún equipo ni maquinaria pesada ya que en general éstas se abren manualmente y se trata de tendidos de poca longitud, aunque en casos específicos puede darse el empleo de miniexcavadoras oruga. En estos casos, las profundidades resultantes no requieren protección de los laterales por cuanto no implicarían riesgos para los trabajadores.

El equipo luego procedió a indagar la forma en que se avanza en el frente de trabajo; es decir a determinar sobre

la secuencia antes descripta cuál es la permanencia de personal en el interior de la zanja, siendo que en la realización de las tareas mencionadas el personal no trabaja en la totalidad de la zanja al mismo tiempo; por el contrario, se comprobó que abierta la excavación, en general una o dos cuadrillas realizan primero el tendido interior y otra las tareas complementarias, pero en ambos casos se configura un sector de trabajo de 15 o 20 metros de longitud, mientras el resto de la excavación se mantiene sin personal, a cielo abierto, hasta tanto se cubra el tramo luego de la inspección o verificación del tendido.

Esta circunstancia hace evidente que en una zanja de gran longitud no es necesario disponer la protección completa de todos los laterales, sino que solamente se deberá proteger los sectores en los cuales se encuentre personal realizando tareas.

Resulta evidente en consecuencia, que se pueden asegurar las condiciones de seguridad para los trabajadores que realizan tareas en el interior de la

excavación contando con un número limitado de dispositivos de entibamiento que se irán desplazando a medida que avanza el frente de trabajo.

De lo expuesto surgió la siguiente conclusión: el dispositivo propuesto debía que tener una solidez suficiente para permitir su desplazamiento en el interior de la zanja a medida que avanza el frente de trabajo sin que se deteriore y sin que a la vez haya necesidad de desmontarlo, retirarlo y volverlo a ensamblar, sumando de esta manera una nueva premisa para nuestro criterio de diseño.

Dado que en general en las tareas consideradas, se cuenta con la retroexcavadora o excavadora como principal máquina pesada, el elemento de entibado a diseñar debería contar con características tales que permitieran el empleo de éstas para su traslado y reposicionamiento.



3. Materialización del dispositivo. Medidas de transporte. Verificación y prueba del montaje del prototipo.

Originalmente, para comenzar con el proceso de materialización del prototipo y en un trabajo de colaboración con la contraparte se revisaron equipamientos similares disponibles en el mercado en distintos países comprobándose que en general éstos están constituidos, como elemento de contención lateral, por paneles realizados en chapa de acero de un espesor significativo de alrededor de 1/2" e incluso hasta 1 1/2", con un sistema de codales formados por tubos estructurales. Esta fue la primera decisión de trabajo para aproximar un primer bosquejo de diseño.

Efectivamente, en una primera versión se trabajó con un diseño de una chapa gruesa (1/2" en acero SAE 1010), que se pensó alivianar con perforaciones para facilitar el movimiento y el transporte especialmente en lugares donde hubiera que posicionarla a mano evitando así tener la necesidad permanente de emplear grúas o equipos auxiliares.

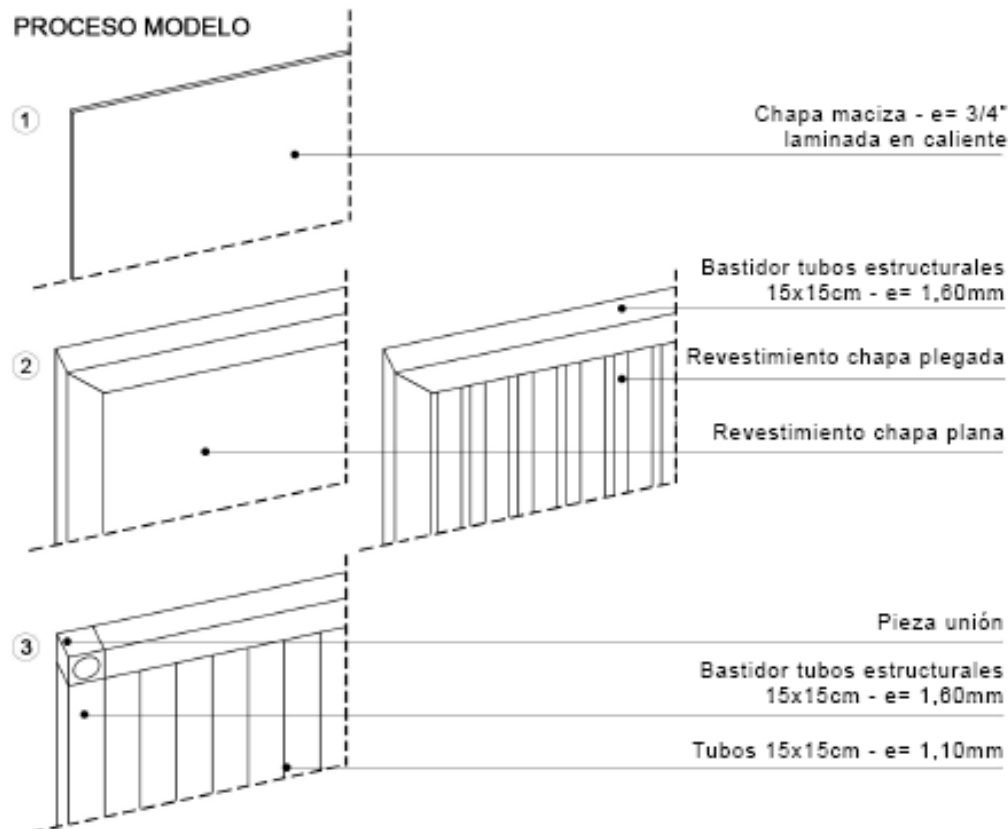
Por ello, nuestra contraparte original fue un taller metalúrgico dedicado al trabajo con pantógrafo y corte de chapa, contactado para colaborar en el proyecto justamente porque coincidía con el criterio de diseño planteado. Luego por una cuestión exógena que se detallará más adelante que forzó al rediseño del conjunto, resultó que dicha empresa colaboró solamente en la ejecución de componentes del dispositivo pero quedó marginada de la producción del mismo.

Desde el primer momento, el criterio empleado para el diseño tuvo en cuenta no solamente de las medidas de trabajo en sí de excavación, sino también de la observación de las condiciones de trabajo en general de empresas contratistas dedicadas a estas actividades, en especial la disponibilidad de medios de transporte y equipamiento con que cuentan constatándose que en general estas no tienen grandes infraestructuras ni equipamiento de primera línea. Esta observación condujo a un pri-

mer replanteo de la idea original de diseño, por cuanto el dispositivo correspondiente al primer bosquejo al emplear chapa de acero de gran espesor, resultaría en un dispositivo de gran peso que iba a requerir necesariamente una pluma hidráulica o una grúa no solo para su posicionamiento sino incluso para el remanejo y estiba de los componentes en forma separada.

Una nueva verificación in situ de las condiciones de trabajo habituales permitió verificar que las empresas que normalmente se dedican a las tareas de zanjeo se mueven con cuadrillas livianas donde no hay equipamientos pesados disponibles, salvo la retroexcavadora que incluso suele ser tercerizada. Así mientras - por ejemplo- Aguas Provinciales y la EPE cuentan para algunas tareas con camiones con hidrogrúas, es muy infrecuente que las cuadrillas de empresas contratistas que están afectadas a las tareas de excavación o tareas de zanjeo cuenten con este equipamiento. Esta situación llevó a considerar la

PROCESO MODELO



Observaciones:

Desventajas:
- Peso
- Costo

Esquemas
ESCALA 1:20



posibilidad de trabajar con elementos que fueran enteramente modulares y de un peso suficiente para poder trabajarlo y movilizarlo sin necesidad de equipos especiales, preferentemente factibles de mover entre los operarios presentes sin ayuda mecánica ni herramientas especiales.

Respecto al diseño y retomando los anchos útiles de los baldes de las máquinas retroexcavadoras la premisa que se respetó fue que el dispositivo a generar para protección en las tareas de zanjeo tenía que adaptarse a las diversas posibilidades de anchos de excavación, es decir, el mismo elemento tenía que servir, con modificaciones menores, para trabajar con un balde de 0,60m, 0,90m, 1,10m y 1,40m de ancho.

Se fijó de este modo el criterio de modularidad. Se determinó que debía tratarse de un sistema de codales intercambiables de distintas longitudes de ancho y que permitiera con los mismos paneles laterales trabajar con distintos anchos de zanjas y ade-

más que las proporciones de los paneles permitieran trabajar en mayor o menor profundidad por lo cual se definió, sin tener todavía una medida exacta de los paneles, que los mismos tenían que ser rectangulares de manera de poder trabajar a máxima o a mínima profundidad con mayor longitud poniendo más dispositivos modulares uno sobre otro. Esta situación puso en evidencia como tema pendiente a resolver de qué manera se iba a realizar la unión de los distintos elementos, lo que se estudiaría más adelante.

Medidas de transporte

En función de los anchos habituales se definió que se debían cubrir profundidades de hasta 2m, por su proximidad a la cota máxima de trabajo (2,40m) que se verificó en una primera instancia.

El dispositivo debía proteger del riesgo habitual de aplastamiento del tórax del trabajador y adecuarse hasta profundidades mayores en caso de realizarse trabajos en el extremo superior de la excavación con un talud, con lo cual y con un criterio adecuado de trabajo se podía adaptar el blindaje propuesto para trabajar con profundidades mayores.

El siguiente problema que se constató, al verificar el equipamiento usual de las contratistas, fue el de la logística del traslado hasta el sitio de emplazamiento, por lo que se recurrió al estudio de la capacidad de carga habitual de los vehículos disponibles usualmente por las empresas contratistas.

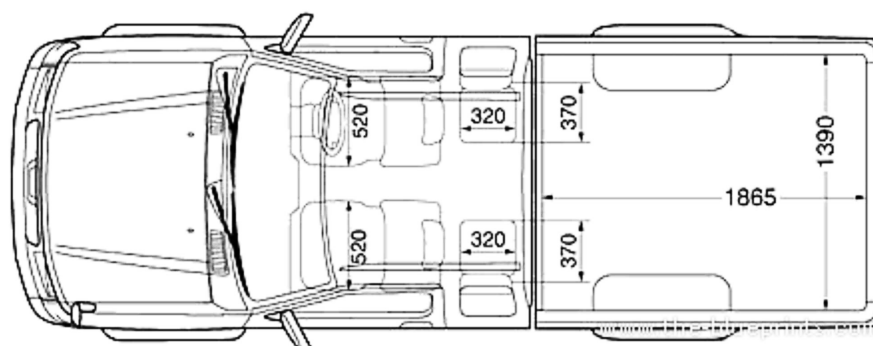
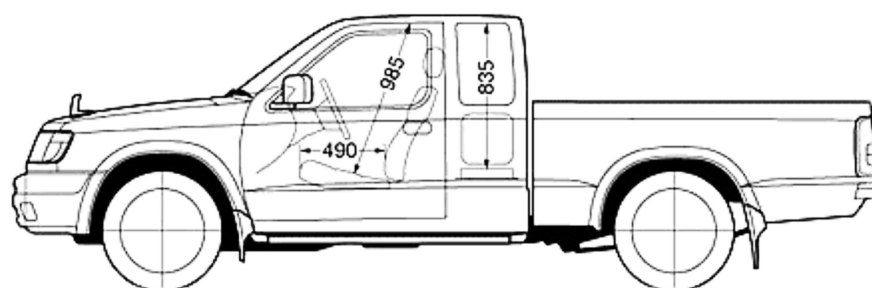
En función de lo relevado, resultó que si bien algunas de ellas cuentan con camiones de gran porte, la mayor parte trabaja con camiones livianos e incluso con camionetas medianas, siendo muy frecuente el empleo de camiones ligeros de tipo frontal con barandas volcables.

Esta observación condujo a la sistematización de los tamaños de las cajas de carga de los vehículos livianos del mercado comprobándose que el ancho útil más habitual está en el orden de 1,20m/1,40m, pero teniendo una restricción bastante importante en el orden de 1,20m de ancho de la caja de carga y con una capacidad de carga en peso del orden de los 2.000kg.

Con estas dimensiones sabidas, se observó que resultaría factible que en el mismo vehículo se llevaran desmontados un buen número de dispositivos si se lograba bajar el peso individual de los módulos.

Hasta este punto todavía se estaba trabajando con la idea original de emplear chapa de acero de espesor importante, estudiando diversos criterios de perforado para bajar el peso de los elementos y elaborando con la contraparte distintos modelos y posibilidades para el ensamblaje de los codales. Dicha unión se pensó en esta primera instancia, a partir de cuñas de sistemas roscados y de sistemas con chavetas análogos a los de los puntales telescópicos. Se llegó también a evaluar la posibilidad de trabajar con codales plegadizos pero este tema quedó pendiente para una instancia superadora porque requiere el uso de dispositivos muy complicados para su expansión o el uso de cilindros hidráulicos, con lo que se obtendría mayor modularidad, pero a cambio de un aumento considerable de costos.

DIMENSIONES DE VEHICULO



En esta etapa, una circunstancia exógena influyó en el replanteo completo de la idea de materialización de los paneles laterales del entibado. En plena la fase de diseño, en diciembre de 2015, se produjo el cambio de las autoridades nacionales, y entre las primeras medidas económicas que adoptó el nuevo gobierno se produjo un sinceramiento del mercado de divisas que en la práctica significó una importante devaluación del peso, con lo cual la chapa de acero teniendo un valor de commodity internacional tuvo un salto significativo de precio dejando al equipo de investigación prácticamente sin los fondos disponibles para adquirir los materiales mínimos para poder trabajar con el esquema de materialización sobre la que se había avanzado en los meses anteriores.

Por este motivo, al retomarse las tareas luego del receso anual 2016, se presentó la necesidad de replan-

tear básicamente todo el concepto del dispositivo llevando a la necesidad de definir, de manera precisa y exacta, las solicitudes esperables para poder dimensionar de manera ajustada el dispositivo que se iba a proponer, apuntando al uso racional de los materiales

En esta instancia, la contraparte explicó que con otros materiales (se estudiaron opciones para hacer bastidores metálicos y usar elementos de tableros fenólicos; bastidores metálicos con paneles de madera; bastidores de perfil estructural con chapa plegada, etc.) sus posibilidades técnicas se veían muy limitadas y que le resultaba dificultoso acompañar en la producción de los elementos salvo que el equipo arbitrara los medios para compatibilizar los elementos que él nos podía proveer con la nueva materialización propuesta.

A partir de lo expuesto y atendiendo a este nuevo escenario de recursos disponibles el equipo decidió recortar la etapa de ejecución de maquetas de trabajos no estructurales y se optó por trabajar con maquetas digitales que permitieron visualizar de una manera cabal las modificaciones del proyecto sin necesidad de incurrir en mayores gastos.

Se trabajó en el diseño del dispositivo en sí, sobre premisas que se ajustaron en proceso, a saber:

- Capacidad de adaptarse a diferentes anchos de excavación, entre 0.60 y 1.20m
- Capacidad de ser transportado en camiones livianos y movilizado sin intervención de grúas
- Facilidad de estiba en depósito
- Prolongada vida útil

Se volvieron entonces a examinar los modelos disponibles comercialmente en otros países tratando de encontrar alternativas viables. Mientras tanto se encargó, fuera del equipo de trabajo, una cuantificación exacta de la solicitación esperable en función de las profundidades de trabajo de las zanjas que en el trabajo de relevamiento anterior se habían determinado.

Esta tarea se encargó a un ingeniero externo para evitar presiones y subjetividades dentro del equipo, solicitándole el trabajo de estimar cuál era la presión de trabajo esperable en los suelos habituales en la región pampeana. A partir de esta cuantificación, se volvió a retomar la investigación sobre los modelos existentes en otros mercados y se encontró que en el mercado australiano, existe un sistema constituido con elementos intercambiables de chapa conformada en perfiles C.

El sistema australiano tiene una amplia modularidad que va mucho más allá de lo que se pretendía en este proyecto; se trata de un sistema mucho más complejo y oneroso, pero sirvió de ejemplo para la posibilidad de realizar un sistema de tabiques laterales que tuviera la necesaria resistencia estructural, con peso significativamente bajo y a la vez por lo inalterable de los materiales asegurara larga vida, por cuanto los perfiles de chapa conformada permiten absorber impactos laterales sin mayores deformaciones y tienen una prolongada vida útil ante la corrosión y el maltrato que es propio de las tareas en obra.

Considerando esta posible resolución material se estudiaron diversas posibilidades para conformar los paneles laterales. En este punto se recurrió a buscar ayuda en materia de ingeniería mecánica, brindada por la contraparte, y se resolvió que era

viable la ejecución de los paneles empleando un bastidor de tubo estructural para realizar el marco y el panel en sí se conformara haciendo una suerte de tabique mediante la colocación sucesiva de perfiles C en chapa conformada.

Al ubicar los perfiles de forma sucesiva se logró que el lado corto de la C, soldado uno con otro, generara sucesivas costillas que permiten aumentar la resistencia estructural del conjunto de una manera significativa.

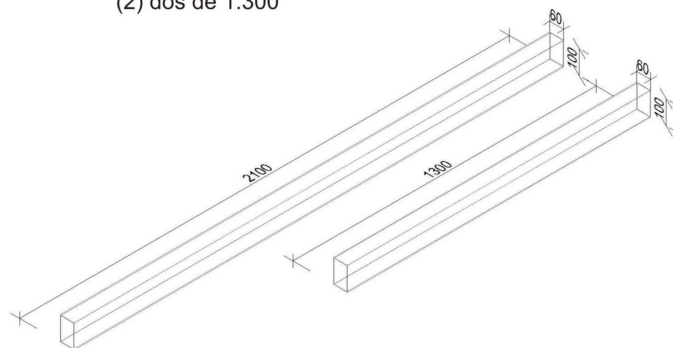
PIEZAS MODELO

Marcos Estructurales

tubo 100 x 60 x 2

Cantidad: (2) dos de 2.100

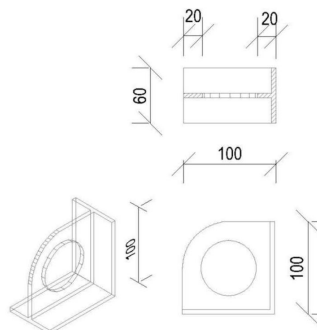
(2) dos de 1.300



Pieza de Unión Marcos

planchuela 100 x 100 x 5

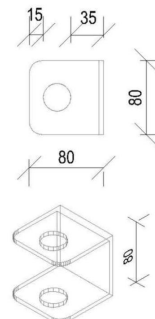
Cantidad: (6) seis



Pieza de Sujeción Codales

tubo 80 x 80 x 5

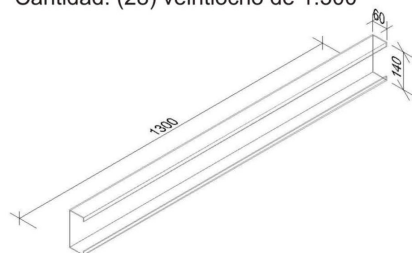
Cantidad: (10) diez



Pared Estructural

Perfil conformado en frío 140 x 60 x 2

Cantidad: (28) veintiocho de 1.300

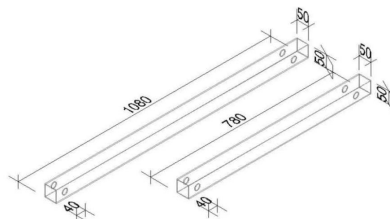


Codales

tubo estructural 50 x 50 x 2

Cantidad: (6) seis de 1.080

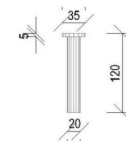
(6) seis de 780



Perno sujeción Codales

barra diámetro 20

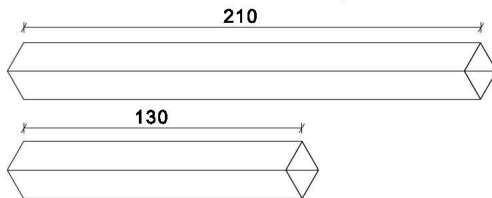
Cantidad: (6) seis



NOTA: medidas en milímetros

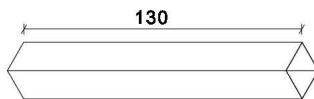
Tubos estructurales

Dimensiones: 15x15cm - e= 1,60mm



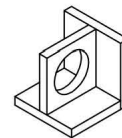
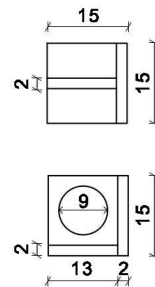
Tubos

Dimensiones: 15x15cm - e= 1,10mm



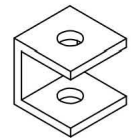
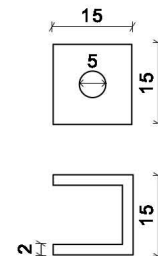
ESCALA 1:20
Medidas en cm

Pieza unión tubos



ESCALA 1:10

Pieza fijación codales



No se avanzó con cálculo detallado del conjunto resultante, ya que para obtener un resultado ajustado debía aplicarse un proceso de cálculo por elementos finitos, pero en cambio se optó por desarrollar simulaciones con software específico dando resultados óptimos, y permitiendo conocer positivamente que la resistencia específica de cada uno de los perfiles aumenta de manera significativa al generarse esta costilla que va estructurando el panel a modo de nervio.

A efectos de darle resistencia ante los impactos al conjunto, la solución que se adoptó fue componer un marco en tubo estructural 100 x 60mm con espesor 2mm, brindando una protección para el izado y para las aristas, las cuales sufrirían en el uso diario los embates de la excavadora, del terreno y de los objetos sólidos que se encontraran en la zanja.

Para las aristas se definió ampliar la resistencia empleando planchuelas de 5mm de espesor, que permitieran el izaje y el eslingado. De esta manera, se obtuvo una concepción inicial de cuál iba a ser la configuración estructural del conjunto, es decir, se iba a trabajar con paneles de dimensiones establecidas por la profundidad habitual de zanjeo más las dimensiones habituales de los vehículos disponibles para el transporte; los anchos del dispositivo iban a estar condicionados por el ancho de los codales y éstos iban a estar condicionados por los anchos habituales de balde.

Quedaba en consecuencia, la tarea de ajustar los distintos elementos que iban a componer las uniones del sistema, es decir, de qué manera los codales se iban a vincular con los paneles laterales y de qué manera se iba a permitir que el conjunto pudiera montarse y desmontarse sin el uso de herramientas y pudiera izarse

mediante el empleo de grúas e hidrogrúas o, como nos marcaba el procedimiento habitual de trabajo, pudiera izarse y moverse empleando el propio brazo de la excavadora.

Como criterio de modularidad y para asegurar diferentes anchos útiles, al comienzo se trabajó con la idea de emplear puntales telescópicos que se ajustarían de diversas maneras; podía ser mediante sistemas de rosca, pero éstos significaban un sistema demasiado costoso y atención para el mantenimiento. Se pensó en codales compuestos de dos partes, que estuvieran articulados, con posibilidad de incluirse una parte dentro de la otra, y de esta manera regular el ancho útil, pero se definió que esto significaba que la resistencia del codal quedaba reducida a la resistencia del elemento que uniera las dos mitades, porque en caso de fallar éste, las dos mitades iban a colapsar.

CÁLCULO DE PESO DEL DEM

Peso 1 Bastidor (2300 x 1500mm)

	cantidad	largo ml	ancho mm	alto mm	espesor mm	Kg/m	kg.		
bastidor	2	2,10	100	60	2	4,912	20,63	Caño Estructural Rectangular	http://www.jnavarro.com.ar/Productos51.php
bastidor	2	1,30	100	60	2	4,912	12,77	Caño Estructural Rectangular	http://www.jnavarro.com.ar/Productos51.php
pared	14	1,30	140	60	2	4,500	81,90	Perfil Conformado en frío C	http://www.jnavarro.com.ar/Productos21.php
angulo	4	0,20	60	100+100	5	2,140	1,71	Planchuela 3" de 5mm espesor	http://www.jnavarro.com.ar/Productos11.php
unión	4	0,36	80	80+80	5	2,850	4,10	Planchuela 3" de 5mm espesor	http://www.jnavarro.com.ar/Productos11.php
soldadura	varias						4,00		
							125,12	Peso Total de un Bastidor	
perno	1	0,12			20	3,050	0,37	HierroRedondo Maciso	http://www.jnavarro.com.ar/Productos22.php
codal	1	1,08	60	60	2	3,712	4,01	Caño Estructural Cuadrado	http://www.jnavarro.com.ar/Productos51.php
codal	1	0,78	60	60	2	3,712	2,90	Caño Estructural Cuadrado	http://www.jnavarro.com.ar/Productos51.php

Peso DEM 120cm (2300 x 1500mm)

bastidor	2	125,12	250,24	
pernos	6	0,37	2,20	
codales	6	4,01	24,05	
			276,48	Peso Total para zanjas de 1,20mts de ancho

Peso DEM 90cm (2300 x 1500mm)

bastidor	2	125,12	250,24	
pernos	6	0,37	2,20	
codales	6	2,90	17,37	
			269,80	Peso Total para zanjas de 0,90mts de ancho

Entonces se optó por la opción de trabajar con codales integrales en tubo estructural cuadrado de sección y resistencia conocidas enchavetados en los dos extremos de manera que, en caso de fallar el elemento de vinculación, el propio codal no colapsara sino que hiciera tope contra el elemento de retención que tuviera el panel. Definido este criterio para los codales, se trabajó en la definición de la unión entre los paneles y los codales, empleando un sistema de U perforada con un doble enchavetado donde el codal es vinculado al panel mediante una chaveta sólida de sección calculada, de acero, de 20mm de diámetro, a la cual como sistema de seguridad, para evitar que durante los trabajos se desplace, se corra o se suelte, se le hizo un doble enchavetado, mediante una chaveta elástica tipo máquina agrícola. Este aporte fue realizado por la contraparte, a través de una sugerencia apuntando a permitir el fácil montaje sin herramientas del conjunto.

Vale destacar que una de las premisas que se sostuvo a partir de la redefinición del dispositivo fue que todo el conjunto de entibado pudiera montarse solamente por cuatro personas sin necesidad de usar herramientas especiales, resultando para cada panel lateral un peso de 125kgs (Imagen 15 y 16 – ver Anexo 2). En definitiva se logró que el proceso de armado, de colocación de los codales, de enchavetado y colocación de la chaveta de seguridad se pudiera realizar a mano, por cuatro operarios, y sin necesidad de emplear herramienta alguna.

Todos los tubos estructurales que constituyen los codales se seleccionaron en función de la resistencia de los mismos, las que están íntegramente tabuladas, considerándose que solamente con cuatro de los codales colocados, el conjunto resistiera sin inconvenientes la solicitación lateral máxima esperable.

El siguiente punto que hay que mencionar es de qué manera se produce el posicionamiento o cómo definimos la ubicación de los codales respecto a los tabiques. Esto tiene que ver también con las posibilidades de trabajar en los cuatro ángulos de manera de maximizar el espacio útil interior, que a su vez, ante la posibilidad de trabajar en forma vertical, consideró una segunda línea de alojamiento a una altura distinta del suelo que permitiera la posibilidad de mantener un espacio libre de codales de manera de que la zanja estuviera protegida y se pudieran hacer circular cañerías por debajo permitiendo que el trabajador pueda trabajar en conexiones o en soldaduras estando protegido y sin necesidad de retirar los mismos.

En última instancia es necesario mencionar, que una vez realizado el prototipo se trabajó en la señalización que se dispuso sobre los codales, indicando la prohibición de apoyar otros elementos en los mismos



según se exige y se menciona en la legislación. Además, se previó la colocación de señalización incluyendo normas de seguridad como “evitar el contacto con instalaciones eléctricas” y “coloque siempre las chavetas de seguridad durante el armado”, ubicadas en ambos laterales de los mismos, para mantener informado a los usuarios frente a estas circunstancias.

Una vez definidos todos los elementos que componen el sistema se realizó la maqueta digital para verificar las piezas en ensayos simulado empleando el software SolidWorks y luego se encargó la construcción del prototipo (Imagen 17 y 18 - ver Anexo 2). En esta instancia cómo se había adelantado, la contraparte informó que no podía asistir en la ejecución completa y sólo acompañó en el corte de los elementos y la preparación de los insumos necesarios para la construcción, que fue encargada a un taller de soldadura industrial, al que se le proveyeron los planos y mate-

riales. A partir de esta información, se construyó el prototipo presentándose algunos inconvenientes por cuanto algunas de las etapas de soldadura requerirían dispositivos específicos para asegurar las uniones idénticas a escala industrial, pero en esta primera etapa resultó suficiente para poder verificar el concepto y el criterio de diseño del conjunto.

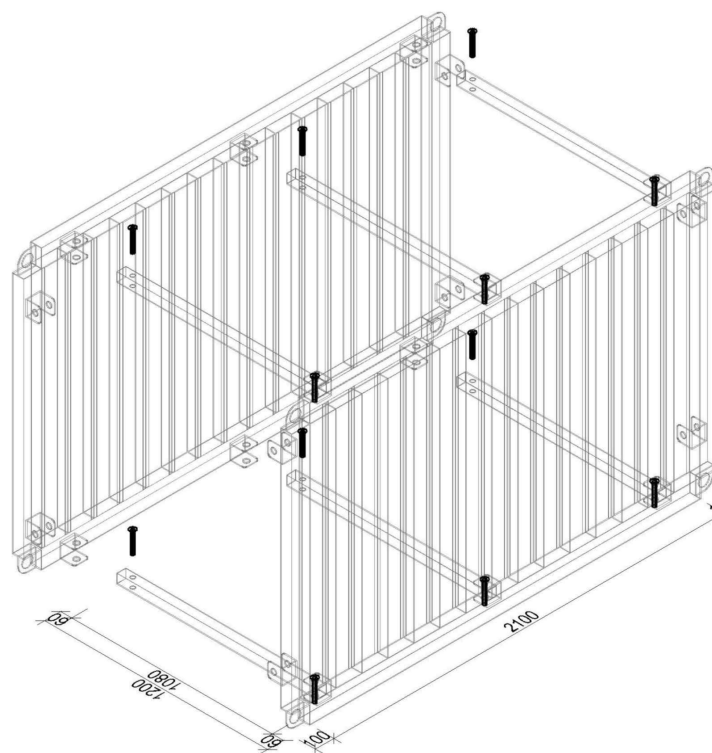
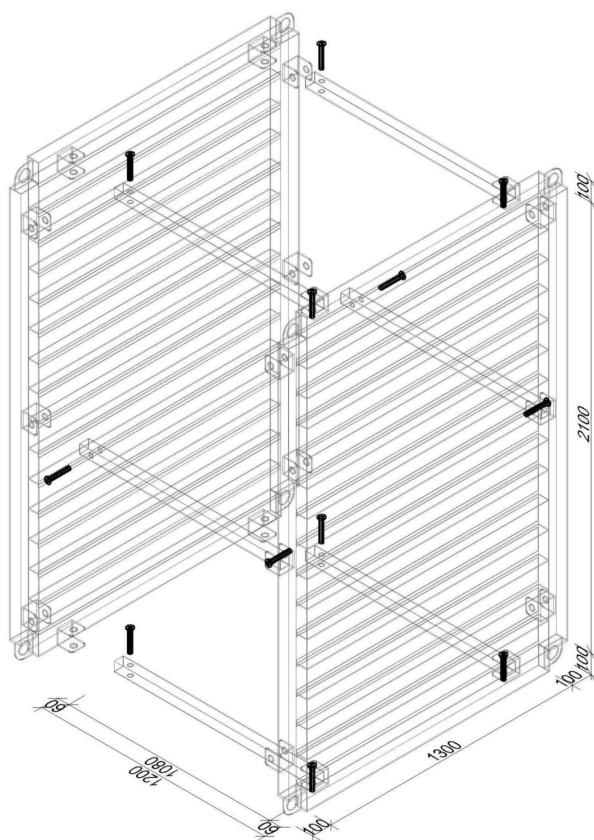
Finalmente en el mes de junio 2017, se concretó el prototipo, con los elementos de ensamblaje y los elementos de seguridad necesarios para el ensayo, con lo cual se pasó a la siguiente etapa que consistió en la puesta a prueba en el terreno del concepto de modularidad, el concepto de armado, desarmado y empleo práctico en un zanjeo.

De acá en adelante, se verificó mediante la operación de carga y descarga que podía ser manejado montado, desarmado, cambiado los codales con la participación de sólo 4 personas y asimismo, se pudo ve-

rificar que todo el proceso de cambio de puntales, aseguramiento, montaje y desmontaje podía realizarse sin herramientas, tal como se había planteado en la premisa de diseño. En este punto con el dispositivo montado en las instalaciones del Centro Universitario de Rosario se procedió a verificar el posicionamiento del mismo, el manejo mediante retroexcavadora y la ubicación del dispositivo en el interior de la zanja, y la posibilidad de trabajar con distintos anchos de trabajo y con ambas posiciones del dispositivo: horizontal y vertical.

POSICIÓN VERTICAL POSICIÓN HORIZONTAL

POSICIÓN VERTICAL POSICIÓN HORIZONTAL







CAÑO ESTRUCTURAL CUADRADO

	mecánico	1 ¼	31,75	25x25	30x20	0,685	0,940	1,190	1,330	1,467	1,637	1,803	2,253	2,470
	Caños Epoxi				40x10									
	Caños Estructurales	1 ½	38,10	30x30	40x20									
					50x10	0,826	1,136	1,440	1,611	1,781	1,990	2,195	2,754	3,025
	Chapas para techos	1 ¼	44,46	35x35	40x30		1,332	1,690	1,893	2,094	2,342	2,586	3,255	3,581
	Chapas lisas		48,30		50x20							2,824	3,559	3,918
	Chapas LAC y LAF	2	50,80	40x40	50x30		1,527	2,065	2,175	2,462	2,695	2,980	3,757	4,137
					60x20								4,617	5,406
	Alambres	2 ¼	57,15	45x45	50x40		1,723	2,190	2,467	2,720	3,046	3,370	4,258	4,693
					60x30								5,243	6,150
	Clavos		60,32									3,564	4,506	4,969
													5,554	6,520
	Membranas	2 ½	63,50	50x50	60x40		1,920	2,442	2,739	3,033	3,399	3,761	4,750	5,249
	Accesorios				70x30								5,870	6,896
					80x20									
		2 ¾	69,65	55x55	60x50		2,114	2,693	3,021	3,347	3,751	4,153	5,260	5,805
					70x40								6,496	7,641
					70x50									
		3	76,20	60x60	80x40		2,311	2,944	3,303	3,712	4,104	4,544	5,761	6,361
					90x30								7,122	8,387
					80x60									
		3 ½	88,90	70x70	90x50		3,445	3,867	4,286	4,308	5,327	6,763	7,472	8,375
					100x40								9,877	
					110x40									
		3 ¾	95,25	75x75	100x50			3,695	4,148	4,600	5,160	5,718	7,265	8,028
					90x60								9,000	10,600
					80x70									
		4	101,60	80x80	100x60			3,946	4,430	4,912	5,513	6,110	7,766	8,584
					120x40								9,828	11,368
					100x80									
					110x70									
		4 ½	114,30	90x90	120x60				5,539	6,218	6,893	8,766	9,696	10,881
					130x50								12,859	

CAÑO ESTRUCTURAL RECTANGULAR

Caños mecánico	1 1/4	31,75	25x25	30x20	0,685	0,940	1,190	1,330	1,467	1,637	1,803	2,253	2,470
Caños Epoxi				40x10									
				40x20									
Caños Estructurales	1 1/2	38,10	30x30	50x10	0,826	1,136	1,440	1,611	1,781	1,990	2,195	2,754	3,025
Chapas para techos	1 1/4	44,45	35x35	40x30		1,332	1,690	1,893	2,094	2,342	2,586	3,255	3,581
				50x20								3,990	
Chapas lisas		48,30								2,824	3,559	3,918	4,370
												5,111	
Chapas LAC y LAF	2	50,80	40x40	50x30		1,527	2,085	2,175	2,452	2,695	2,980	3,757	4,137
				60x20								4,617	5,406
				50x40									
Alambres	2 1/4	57,15	45x45	60x30		1,723	2,190	2,457	2,720	3,046	3,370	4,258	4,693
												5,243	6,150
Clavos		60,32									3,564	4,506	4,969
												5,554	6,520
Membranas	2 1/2	63,50	50x50	60x40		1,920	2,442	2,739	3,033	3,399	3,761	4,750	5,249
				70x30								5,870	6,896
				80x20									
Accesorios	2 1/4	69,65	55x55	60x50		2,114	2,693	3,021	3,347	3,751	4,153	5,260	5,805
				70x40								6,496	7,641
				70x50									
	3	76,20	60x60	80x40		2,311	2,944	3,303	3,712	4,104	4,544	5,761	6,361
				90x30								7,122	8,387
				80x60									
	3 1/2	88,90	70x70	90x50		3,445	3,867	4,286	4,308	5,327	6,763	7,472	8,375
				100x40								9,877	
				110x40									
	3 1/4	95,25	75x75	100x50			3,695	4,148	4,600	5,160	5,718	7,265	8,028
				90x60								9,000	10,600
				80x70									
	4	101,60	80x80	100x60			3,946	4,430	4,912	5,513	6,110	7,766	8,584
				120x40								9,628	11,368
				100x80									
				110x70									
	4 1/2	114,30	90x90	120x60					5,539	6,218	6,893	8,766	9,696
				130x50								10,881	12,859

PLANCHUELAS

Inicio

La empresa

Sucursales

Productos

Servicios

Cotización

Contacto

Bajar Catálogos

Productos

Planchuela

Angulo

Hierro Cuadrado

Hierro Doble T

Hierro Redondo

Hierro Perfil C

Hierro Perfil U

Hierro de Construcción

Metal Desplegado

Caños ASTM

Caños para uso mecánico

Caños Epoxi

Caños Estructurales

Chapas para techos

Chapas lisas

Chapas LAC y LAF

Alambres

Clavos

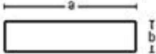
Planchuela

Principales usos

Construcción: Estructuras metálicas: Rejas, cercados y herrería en general.

Agro: Elemento estructural de maquinarias e implementos agrícolas, rejillas para celdas.

Industria: Herramientas y maquinarias. Industria automotriz.



HIERRO PLANCHUELA

Pesos aproximados por metro

ANCHO = a		ESPESOR = b									
En mm.	En pulg.	3/16	1/4	5/16	3/8	7/16	1/2	5/8	3/4	7/8	1
12.7	1/2	0,320	0,480	0,640	0,800	0,960					
15.8	5/8	0,400	0,600	0,800	1,000	1,200	1,400	1,600			
19.1	3/4	0,480	0,720	0,960	1,200	1,440	1,680	1,920			
22.2	7/8	0,560	0,840	1,120	1,400	1,680	1,960	2,300			
25.4	1	0,640	0,960	1,280	1,600	1,920	2,240	2,560	3,200	3,850	
31.7	1 1/4	0,870	1,230	1,640	2,050	2,460	2,900	3,300	4,100	5,000	
38.1	1 1/2	1,020	1,470	1,950	2,450	2,950	3,450	3,900	4,900	5,900	7,800
44.5	1 3/4	1,150	1,750	2,300	2,850	3,450	4,000	4,550	5,700	6,850	9,100
50.8	2	1,300	1,900	2,530	3,160	3,800	4,550	5,060	6,330	7,600	9,100
57.1	2 1/4	1,460	2,140	2,850	3,560	4,270	5,100	5,700	7,120	8,540	10,200
63.5	2 1/2	1,620	2,370	3,160	3,950	4,850	5,700	6,330	7,910	9,500	11,400
76.2	3	1,950	2,850	3,800	4,750	5,700	6,800	7,600	9,500	11,400	13,600
88.9	3 1/2	2,250	3,400	4,550	5,550	6,650	7,900	8,850	11,070	13,300	15,800

PERFIL CONFORMADO EN FRIO C



JUAN NAVARRO

Sociedad Anónima Metalúrgica

Inicio

La empresa

Sucursales

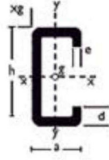
Productos

Servicios

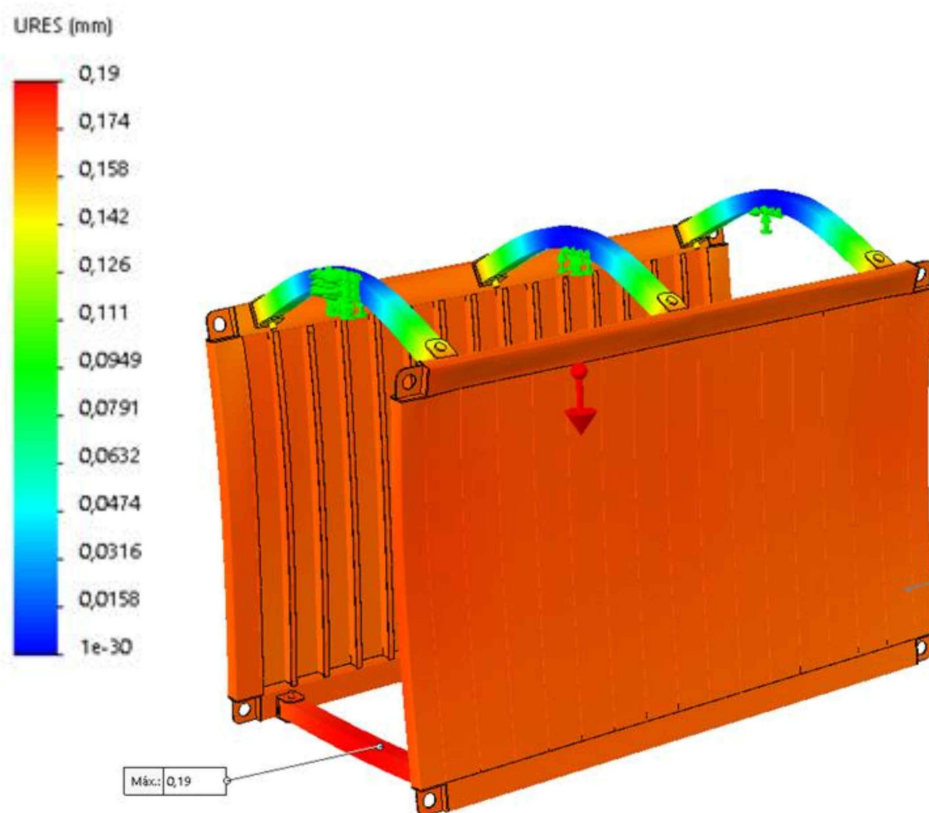
Cotización

Contacto

Bajar Catálogos

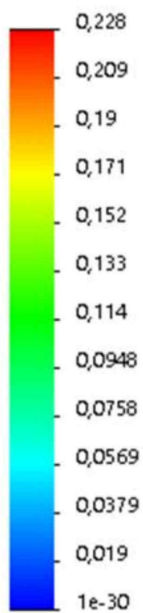
Productos				Hierro Perfil C												
Planchuela				Principales usos												
Angulo				Construcción: Elementos en estructuras principales (reticulados) y secundarios , pórticos de sostén para carteles. Tinglados, techos, aberturas, puertas, portones.												
Hierro Cuadrado				Agro: Chasis de máquinas, cabinas.												
Hierro Doble T																
Hierro Redondo																
Hierro Perfil C																
Hierro Perfil U																
Hierro de Construcción																
Metal Desplegado																
Caños ASTM																
Caños para uso mecánico																
Caños Epoxi																
Caños Estructurales																
Chapas para techos																
Chapas lisas																
Chapas LAC y LAF																
Alambres																
Clavos																
				NEGRO												
				Valores estáticos relativos a los ejes XX-YY												
				Dimensiones Sección Peso												
				h	a	d	e=r	F	g	Jx	Wx	Ix	Xg	Jy	Wy	Iy
				mm	mm	mm	mm	cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm	cm	cm ⁴	cm ³	cm
				80	40	15	1.6	2.87	2.25	29.03	7.26	3.18	1.47	6.73	2.66	1.53
						15	2.0	3.53	2.78	35.25	8.81	3.16	1.46	8.07	3.18	1.51
				80	50	15	1.6	3.19	2.52	33.95	8.40	3.26	1.89	11.46	3.78	1.90
						15	2.0	3.94	3.09	41.33	10.33	3.24	1.89	13.82	4.59	1.87
				100	45	10	1.6	3.22	2.58	53.30	10.65	4.01	1.72	8.24	2.51	1.61
				100	50	15	1.6	3.51	2.76	56.70	11.34	4.02	1.73	12.41	3.89	1.88
						15	2.0	4.34	3.41	69.23	13.85	3.99	1.72	14.98	4.71	1.86
				120	50	15	1.6	3.83	3.01	86.47	14.41	4.75	1.59	13.21	3.97	1.86
						15	2.0	4.74	3.72	105.80	17.63	4.72	1.59	15.95	4.82	1.83
						20	2.5	6.09	4.78	133.20	22.20	4.68	1.72	21.66	6.86	1.88
						20	2.5	7.65	6.00	164.20	27.37	4.63	1.72	26.15	8.38	1.85
				140	60	20	2.0	5.74	4.50	176.40	25.20	5.54	1.99	29.35	7.51	2.26
						20	2.5	7.09	5.56	215.60	30.80	5.51	1.99	35.41	9.11	2.23
				160	60	20	2.0	6.14	4.82	240.95	30.12	6.27	1.87	30.88	7.42	2.24
						20	2.5	7.59	5.96	294.90	36.86	6.23	1.86	37.02	9.22	2.21
				180	70	20	2.5	8.59	6.74	428.80	47.64	7.06	2.12	55.89	11.75	2.55
						25	2.0	7.14	5.80	358.56	39.84	7.09	2.26	50.56	10.67	2.66
						25	3.2	11.20	8.79	549.20	61.02	7.00	2.26	75.35	16.46	2.59

DESPLAZAMIENTO POR CINTA EN CODALES EN POSICIÓN HORIZONTAL

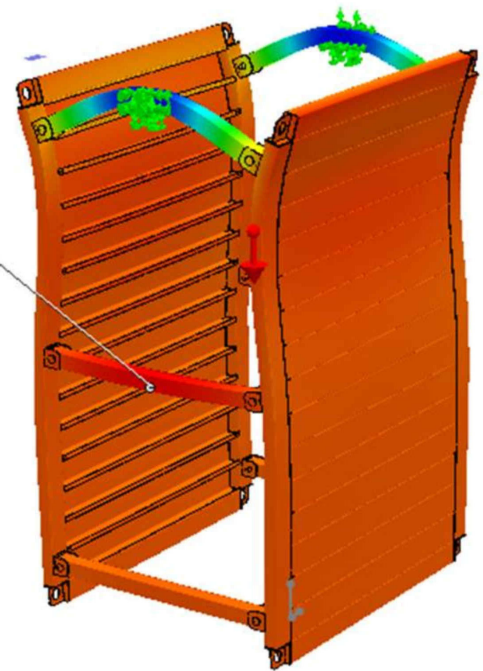


DESPLAZAMIENTO POR CINTA EN CODALES EN POSICIÓN VERTICAL

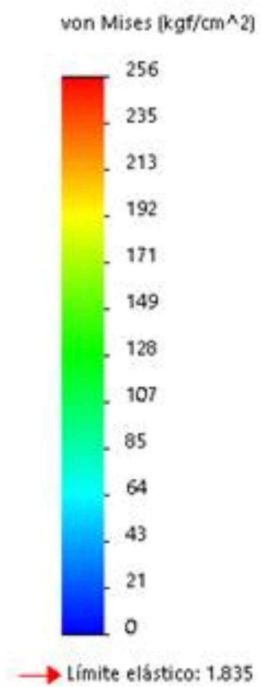
URES (mm)



Máx.: 0,228

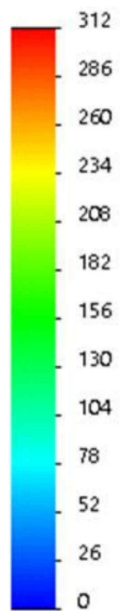


TRASLADO POR CINTA EN CODALES EN POSICIÓN HORIZONTAL



TRASLADO POR CINTA EN CODALES EN POSICIÓN VERTICAL

von Mises (kgf/cm²)



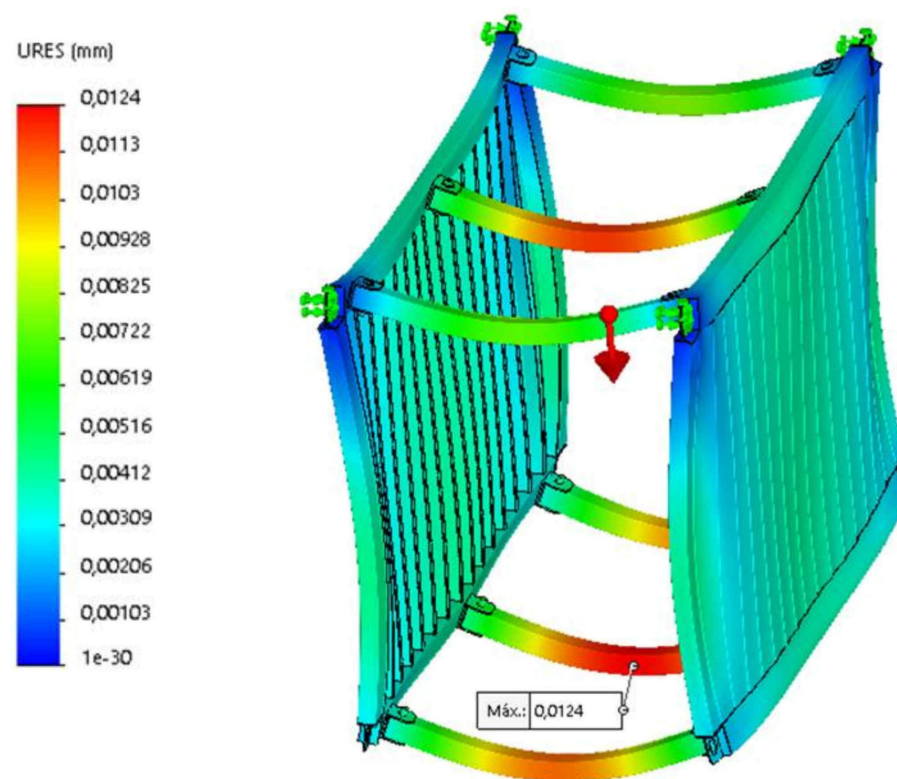
→ Límite elástico: 1.835



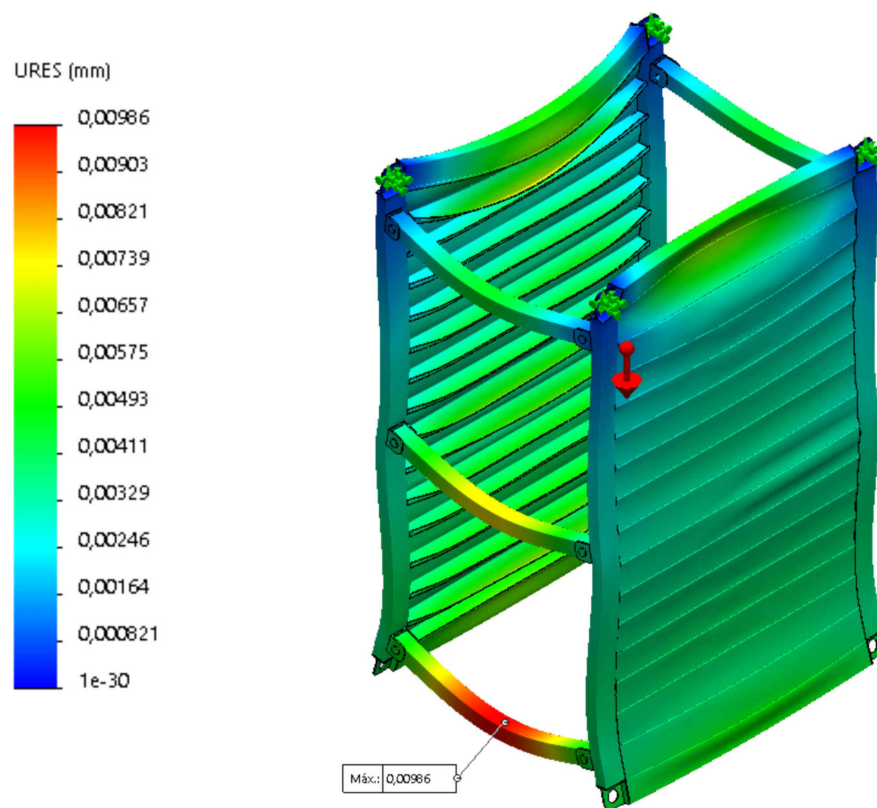
Máx.: 312



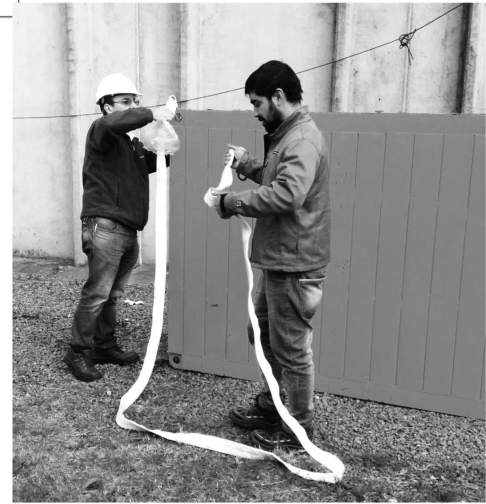
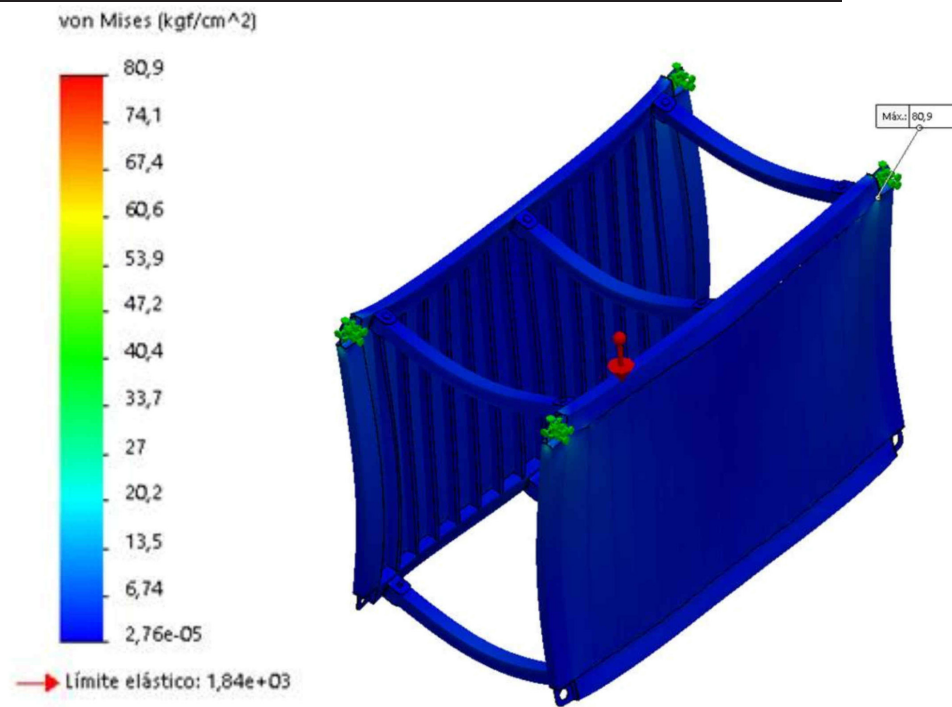
DESPLAZAMIENTO POR SOPORTE EN POSICIÓN HORIZONTAL



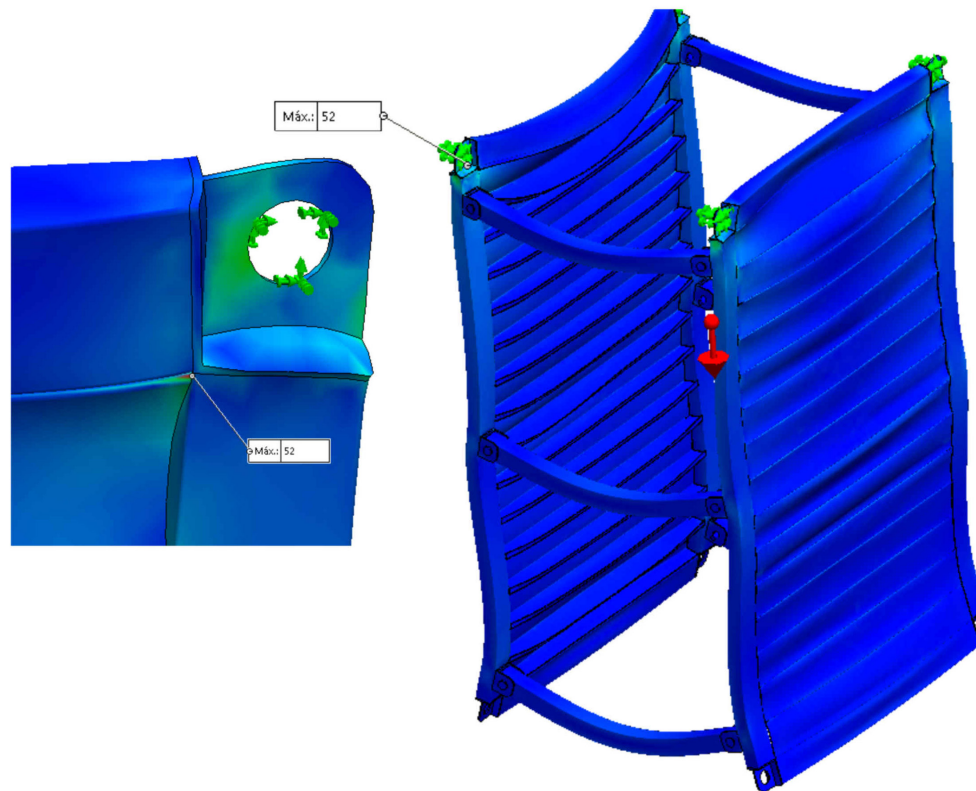
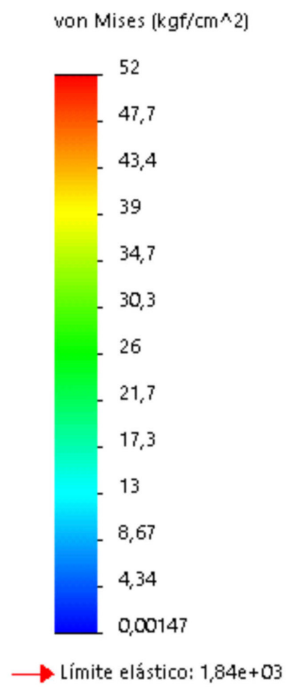
DESPLAZAMIENTO POR SOPORTE EN POSICIÓN VERTICAL



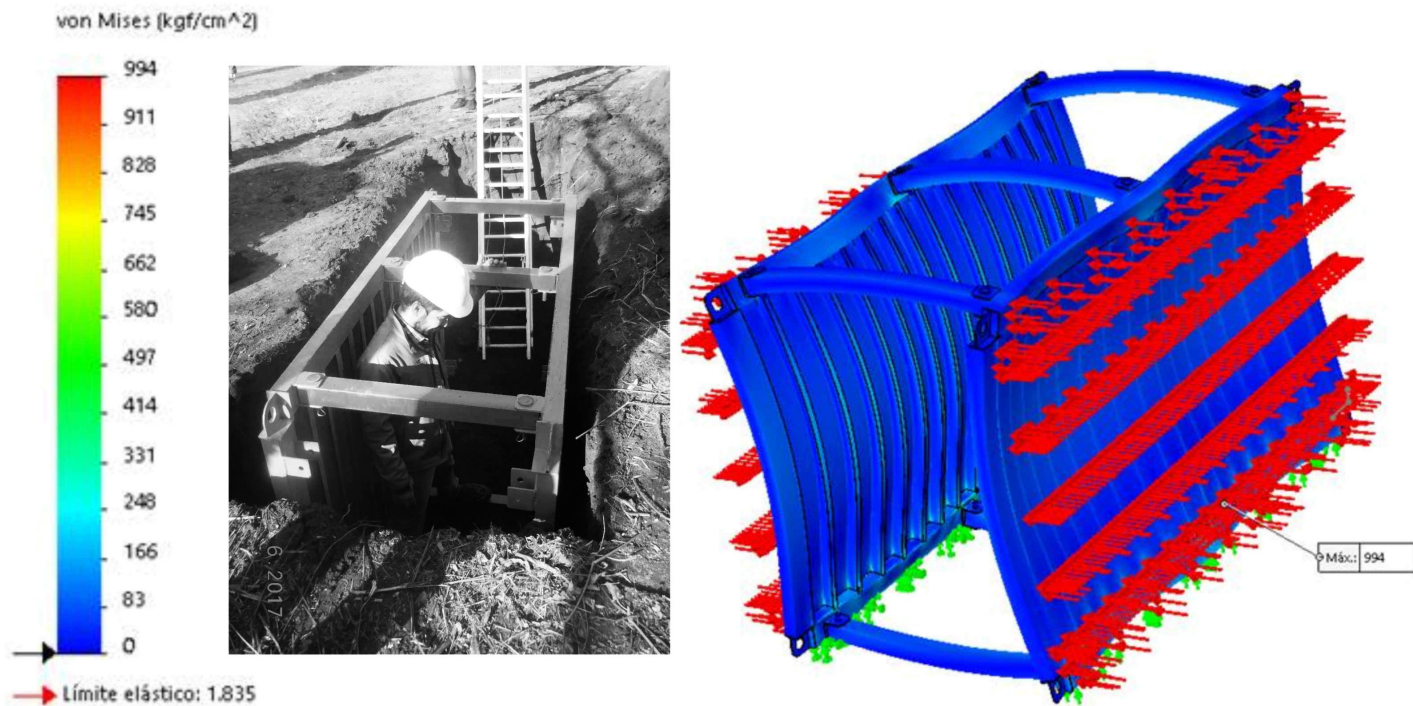
TRASLADO POR SOPORTE EN POSICIÓN HORIZONTAL



TRASLADO POR SOPORTE EN POSICIÓN VERTICAL

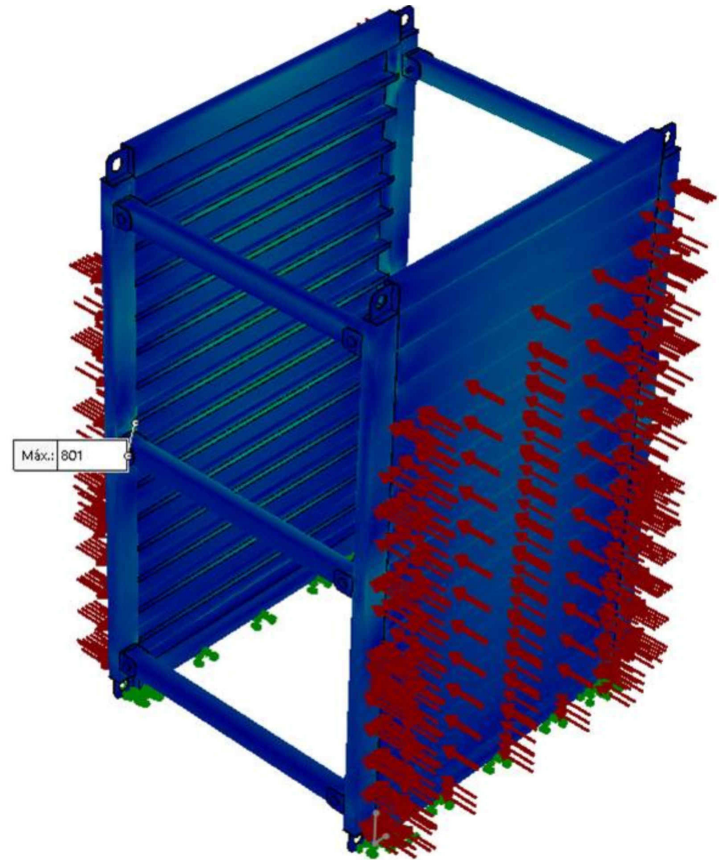
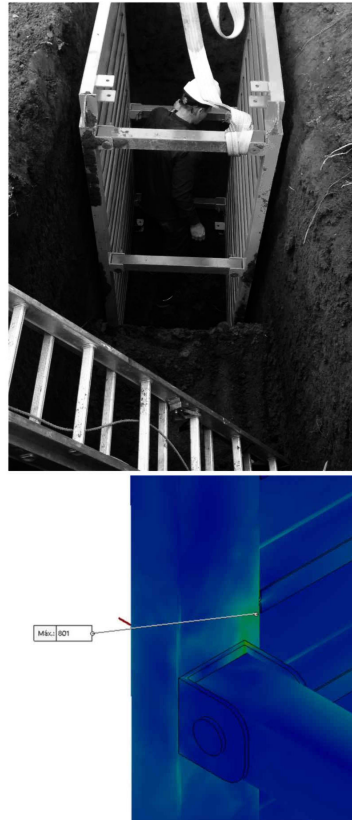
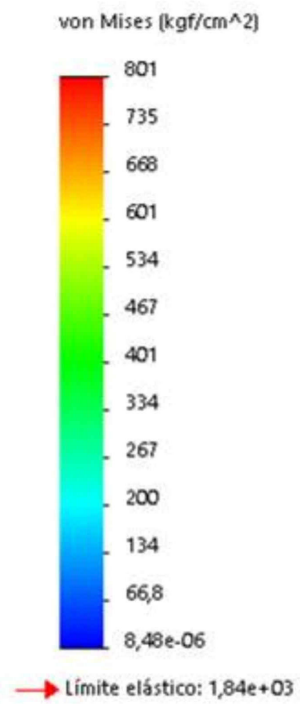


PRESIONES: TENSIONES LATERALES EN POSICIÓN HORIZONTAL



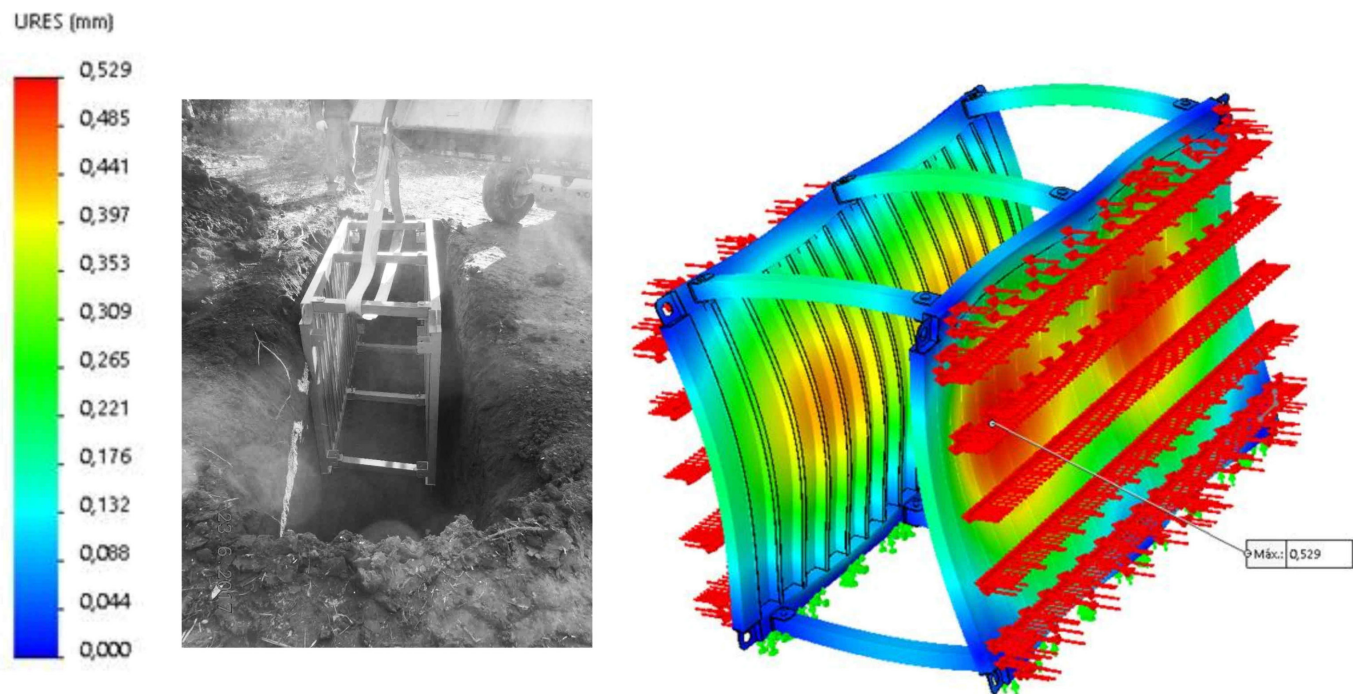
Las presiones tomadas son 450 kg/m² desde la parte superior hasta 1,50m y 300 kg/m² desde 1,50 m hasta la base

PRESIONES: TENSIONES LATERALES EN POSICIÓN VERTICAL



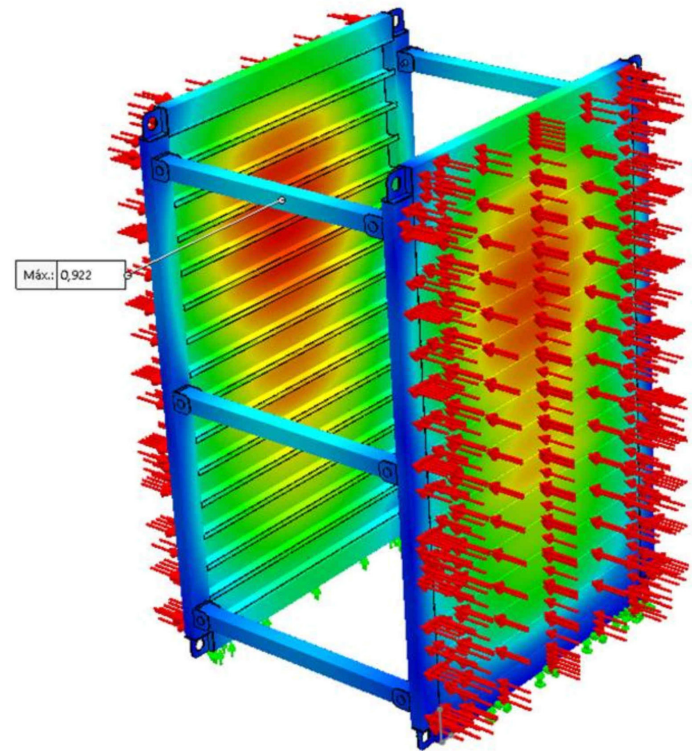
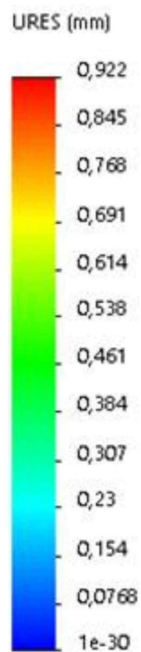
Las presiones tomadas son 450 kg/m² desde la parte superior hasta 1,50m y 300 kg/m² desde 1,50 m hasta la base

PRESIONES: DESPLAZAMIENTOS LATERALES EN POSICIÓN HORIZONTAL



Las presiones tomadas son 450 kg/m² desde la parte superior hasta 1,50m y 300 kg/m² desde 1,50 m hasta la base

PRESIONES: DESPLAZAMIENTOS LATERALES EN POSICIÓN VERTICAL



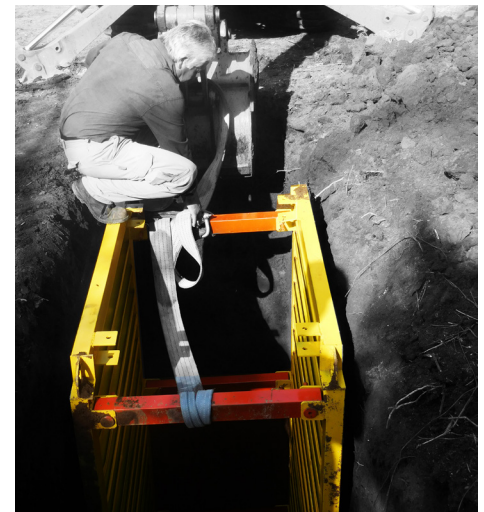
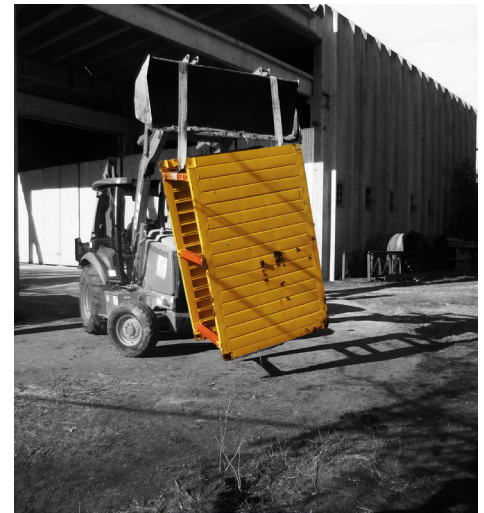
Las presiones tomadas son 450 kg/m² desde la parte superior hasta 1,50m y 300 kg/m² desde 1,50 m hasta la base

4. Identificación de perspectivas para el desarrollo a escala industrial del dispositivo diseñado.

Todas las pruebas resultaron exitosas y en conclusión el dispositivo demostró que puede ser empleado eficientemente en tareas de zanjeo de hasta 2,40m de profundidad, si se trabaja con el procedimiento adecuado; que sirve también para tareas con profundidades menores, pudiéndose emplear en los dos sentidos y que el sistema de montaje se puede realizar y ejecutar con cuatro personas y sin herramientas, cumpliendo satisfactoriamente con los objetivos planteados al inicio del proyecto.

Cabe mencionar finalmente que la contraparte, si bien asistió al equipo durante el proceso de diseño y materialización, terminó desistiendo de la posibilidad de producirlo, por cuanto el modelo que finalmente se implementó, por cuestiones de costo, estaba más allá de su capacidad técnica de producción por lo cual el diseño, que está en el Centro de Desarrollo Tecnológico en Salud y Seguridad Edilicia, cdt_SaSEd, está disponible para su producción, venta, comercialización, y para la difusión del modelo de la manera que se estime más conveniente para preservar la vida y la salud de los trabajadores.









impacto y sostenibilidad

El desarrollo del presente proyecto planteó la participación activa de estudiantes de grado y posgrado, realizando actividades apropiadas a los diferentes objetivos formativos, a saber:

a. Estudiantes de grado: colaboración en el relevamiento de condiciones observadas en tareas de zanjeo, relevamiento de maquinarias disponibles en el mercado, tabulación de los resultados. Elaboración de documentación gráfica soporte para el registro de avances, resultados de ensayos y observaciones en el terreno.

b. Estudiantes de posgrado: colaboración en análisis de normativas y documentos. Elaboración de informes previos. Asistencia en el proceso de diseño de componentes. Tanto los estudiantes de grado y posgrado participaron en las actividades de prueba en el terreno, colaborando en el montaje del dispositivo y la documentación de las actividades.

Es de hacer notar que la entidad desde la que se formuló el proyecto, el Centro de Desarrollo Tecnológico en Salud y Seguridad Edilicia, cdt_SaSEd, forma parte de una trama de núcleos académicos relacionados a la temática, vinculada al grado a través de una materia optativa, y al posgrado bajo la forma de una carrera de especialización, acreditada por la CONEAU. La ejecución del proyecto calificó asimismo a los docentes participantes, aportando nuevas experiencias tecnológicas a su carrera, marcadas por la integración de diversas disciplinas y ramas de la técnica.

El impacto social del proyecto tiene directa relación con la reducción de la siniestralidad por accidentes en obras de zanjeo desprovistas de protecciones adecuadas para los operarios que ejecutan tareas en tendido de acueductos, gasoductos, oleoductos, etc. El dispositivo propuesto, resulta pertinente a las necesidades actuales de seguridad laboral en el ámbito seleccionado. Su utilización

efectiva en el futuro permitirá mejorar las condiciones de trabajo en obras del tipo analizado. A su vez, al plantear un producto novedoso en el mercado, abre nuevas posibilidades de desarrollo productivo en el sector metalmecánico, cuya presencia en la trama industrial local es altamente significativa.









An abstract sculpture made of light-colored wood or cardboard. It features a large, irregular circular opening at the top. Below this, a horizontal wooden beam is attached. In the lower-left corner, there is a red circular disc with a central hole, mounted on a wooden base. The background is a soft, out-of-focus grey.

IV

difusión y extensión

El presente proyecto fue presentado con el fin de difundir y divulgar los resultados obtenidos, en diferentes eventos, jornadas y Congresos que se detallan a continuación:

- En primera instancia, luego de la prueba del DEM el 23 de junio del 2017, la FAPyD realizó el 28 de junio la comunicación on line, disponible en su pág web: <http://fapyd.unr.edu.ar/ensayo-del-dispositivo-de-entibamiento-modular-dem/>. Además la prueba realizada se publicó en el blog del centro <http://saludyseguridad-fapyd.blogspot.com/2017/06/dispositivo-de-entibamiento-modular-dem.html>

- En el año 2016, se anunció un avance en la realización del desarrollo del proyecto, en la ponencia oral y escrita: "Grado/ Posgrado/ Investigación. Una experiencia integradora en la formación en Higiene y Seguridad" en el IIIV Creta, Congreso Regional de Tecnología de la Arquitectura; realizado en la Facultad de Arquitectura,

Diseño y Urbanismo de la Universidad Nacional de San Juan, del 19 al 21 de octubre de dicho año.

- En el año 2017, la difusión del material producido pudo concretarse con la Presentación de la ponencia oral y escrita: "Desarrollo de dispositivo de entibamiento para el trabajo seguro en obras de zanjeo"; en el IX Creta, Congreso Regional de Tecnología de la Arquitectura; Desarrollo Tecnológico regionalmente Sustentable, realizado en la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad Nacional del Litoral, ciudad de Santa Fe, del 16 al 18 de agosto de 2017. Disponible en: http://www.fadu.unl.edu.ar/congresocreta2017/docs/ix-creta_libro-de-ponencias.pdf

- Asimismo, en el año 2018, se realizó la exposición de la ponencia: "Desarrollo de dispositivo de entibamiento para el trabajo seguro en obras de zanjeo"; en el XXII° Congreso y XXXVII° Encuentro Arquisur: La dimensión pública de la Arquitectura.

(Área B - Eje 4 - Hábitat e Infraestructura, realizado en la Facultad de Arquitectura, Planeamiento y Diseño-UNR, Rosario, cuyo texto se encuentra disponible en: [url:https://fapyd.unr.edu.ar/wp-content/uploads/2019/02/libro_ponencias_arquisur-1.pdf](https://fapyd.unr.edu.ar/wp-content/uploads/2019/02/libro_ponencias_arquisur-1.pdf).

- Finalmente en el año 2019, como síntesis de las actividades de producción académica y de investigación y realizadas por el SaSEd y la carrera de Especialización en Salud y Seguridad en el Proyecto y la Construcción de Edificios, se presentó en forma oral y escrita la ponencia: "Experiencias sobre la incorporación de conocimientos sobre Salud y Seguridad en la formación profesional como herramientas para el proyecto y la construcción de edificios seguros", en el XXIII Congreso y XXXVIII Encuentro Arquisur: «La producción de la Ciudad Contemporánea en el Cono Sur: Desafíos y perspectivas desde la arquitectura y el urbanismo», realizado los días 2, 3 y 4 de octubre del 2019 en sede de la Escuela de Arqui-



tectura de la Universidad Federal de Mina Gerais en Belo Horizonte, Brasil.

Texto Disponible en: <https://proceedings.science/arquisur-2019?lang=pt-br>

- Actualmente, el prototipo del dispositivo (DEM), luego de ensayado, se mantiene en el predio del Centro de Desarrollo Tecnológico cdt_SaSEd, donde se ha presentado el mismo y las ventajas de su aplicación a empresas del sector y a diversos organismos que podrían beneficiarse en su empleo, tanto a dependencias de la Administración Pública que en forma frecuente contratan actividades de zanjeo, como a reparticiones que podrían darle empleo en tareas de rescate. La documentación para su producción está disponible en el cdt-SaSEd, en tanto la contraparte original -como se señala más arriba- por cambios en la naturaleza del entibado en sí, se excluyó de la producción posterior del mismo. En consecuencia, el dispositivo se encuentra apto

para emprender la producción en serie, con la intervención de una empresa del sector, lo que deberá hacerse previo registro del modelo de utilidad y en un todo de acuerdo a las normativas aplicables de la UNR.





The background features a complex geometric composition. On the left, there are overlapping shapes in shades of yellow and brown, some with circular cutouts. A prominent dark grey horizontal band spans the middle of the image. To the right of this band, a large white letter 'V' is positioned. The rightmost portion of the image is a solid white vertical strip.

V

bibliografía general

Bibliografía

República Argentina; Superintendencia de Riesgos del trabajo. Anuario estadístico 2011-2012

República Argentina; Superintendencia de Riesgos del trabajo. Anuario estadístico 2012-2013

República Argentina; Superintendencia de Riesgos del trabajo. Anuario estadístico 2013-2014)

Decreto 911/96

Res. SRT 550/11

Occupational Safety and Health Administration (2015); Norma OSHA 2226

Victorian WorkCover Authority (1988); Code of Practice – (No. 8) – Safety Precautions in Trenching Operations)

Excavation, Trenching and Shoring Safety, US Department of Labor, OSHA, 2003

Trenching and Shoring manual, California Department of Transportation, 2011

Juárez, Eulalio. Mecánica de Suelos, Ed. Limusa, México, 2005

Mitchell, J. K. Fundamentals of Soil Behaviour. John Wiley & Sons Inc, 1976.



| **UNR** Universidad
Nacional de Rosario

ISBN 978-987-702-384-8



9 789877 023848