



15 al 17 de octubre 2024

Cámara Mercantil de productos del país

CIPP “CURE IN PLACE PIPE” O LINER – EXPERIENCIAS INTENDENCIA DE MONTEVIDEO EN REHABILITACION

Nombre del autor 1

Gabriel dos Santos (*)

Intendencia de Montevideo – Servicio de Operación y Mantenimiento de Saneamiento – Mantenimiento de Colectores.

Institución de trabajo de autor 1 Intendencia de Montevideo

Nombre del autor 2

Leonardo Failache

Intendencia de Montevideo – Servicio de Operación y Mantenimiento de Saneamiento – Equipo Técnico de Contratos

Institución de trabajo de autor 2 Intendencia de Montevideo

TEMA: Efluentes domiciliarios e industriales y drenaje Urbano. Conducción / Rehabilitación por Liner



Dirección del autor principal (*): Lucas Piriz 2359, Montevideo, Montevideo – Uruguay - Tel.: 1950 9009 – e-mail: Gabriel.dossantos@imm.gub.uy

RESUMEN

CIPP “Cured-In-Place Pipe” o Liner con mangas o fieltros de fibras de poliéster impregnadas con resinas compuestos curados -catalizados- para endurecimiento en sitio, están a nivel mundial siendo utilizados como solución de rehabilitación estructural y de conducción hidráulica. Beneficios de velocidad de ejecución y por consiguiente rapidez en cuanto a solución y afectaciones menores que otros métodos, están redundando en su éxito.

El presente trabajo presenta dos alternativas de uso frecuente a nivel mundial en rehabilitación de Colectores de líquidos por gravedad, conocidas por sus denominaciones comunes: Mangas curadas con UV -ultravioleta- y Mangas curadas con Calor -vapor o agua caliente-.

Ambos casos deben sus nombres al proceso utilizado para el curado de las resinas impregnadas en mangas, luego de instaladas en colectores objeto de rehabilitación.

La experiencia adquirida por la Intendencia de Montevideo se enmarca en la realización de obra cercana a los mil metros por el método mencionado como “curado con UV”, así como visitas técnicas de obras en ejecución en Buenos Aires y en Santiago de Chile, participando en procesos integrales de ejecución de ambas tecnologías.

La experiencia adquirida ha permitido tomar conciencia de lo complejo que es la concreción integral del procedimiento de obra, por medio de un sistema conceptualmente simple, pero que implica toma de decisiones expertas, juntamente con uso de equipamiento específico y especial, durante todo el proceso y con riesgos de instalaciones costosas que pueden resultar en pérdidas económicas tanto para la Administración como para Ejecutores y Operadores.

Palabras Clave: CIPP; Liner curado con UV; Liner curado con Calor

INTRODUCCIÓN

Los colectores con los años de servicio sufren degradación de su estructura, tanto por afectaciones asociadas a características de los líquidos transportados, gases desprendidos, acciones y/o reacciones físicas y/o químicas, cargas y/o sobrecargas de servicio (densidad del terreno, tapada, sobre carga de tránsito, empuje por presencia de agua), el paso del tiempo y degradación de los materiales, mantenimientos de limpieza y operación, otras obras de infraestructura -eléctrica, agua potable, comunicaciones, gas, otras - que afecten, en general a infraestructuras de saneamiento.

Las manifestaciones pueden resultar sumamente diversas, pero irremediablemente generan la pérdida de



15 al 17 de octubre 2024

Cámara Mercantil de productos del país

capacidad estructural, en algunos casos se acompañan de pérdida de espesor de paredes -caso típico el hormigón- y de no tomar acciones correctivas, inexorablemente generan el colapso estructural del colector y la pérdida o directamente la supresión del servicio que prestan.

Acciones de rehabilitación, tomadas en tiempo y forma, deben servir para detener el proceso y revitalizar, así como revalorar la vieja y/o afectada infraestructura.

Sistemas de rehabilitación y/o construcción de colectores existen muchos y diversos, utilizando la Intendencia de Montevideo, algunos métodos como la inserción de tubos de PEAD -entre 200 y 300 mm- sustituyendo el existente -rompiendo el huésped por expansión y por arrastre colocando uno nuevo de similar diámetro- y el ya mencionado CIPP por manga de UV.

El CIPP por manga de UV instalado para rehabilitar colectores del tipo Red Arteaga (ovoide de 1,20m x 0,80m) prestando servicios en calles del centro de Montevideo, en tramos de aproximadamente 100 m y totalizando entre 900 y 1000m instalados. El proceso de compra logró la presentación de 6 oferentes, todos optaron por la misma tecnología de "curado con UV" y el precio por metro de la oferta que resultó adjudicada, rondaba los USD 3.000 por metro rehabilitado. Esta instalación se realizó entre el 2020 y 2021. Recientemente se confeccionó términos de referencia por la Unidad Ejecutora de Saneamiento Urbano y se procedió a licitar la instalación de "liner" para rehabilitación de colectores ovoides Arteaga y/o de Hormigón de similares tamaños. Se volvió a lograr 6 oferentes, con precios unitarios de instalación muy variados agrupables en 3 parejas de ofertas. Inician en un primer grupo de dos ofertas que ronda aproximadamente los USD 1.250 por metro, un segundo que las duplica y un tercer grupo de las últimas dos que cuadruplica el primer valor.

Centrándonos en las dos ofertas más convenientes, resultó que una empresa optó por la tecnología del liner con UV, resultando económicamente algo menor que la segunda que optó por la tecnología curado por Vapor. Este hallazgo para la Administración Municipal de Montevideo resultó inesperado por dos razones sustantivas:

- Los valores económicos por una u otra alternativa no presentan diferencias de consideración a efectos de una primera instancia de selección.
- El entorno de inversión disminuyó en forma sustantiva respecto a la previsión inicial, ya que el valor actual del liner con curado UV (mismo proveedor de manga, pero diferente instalador) manifiesta disminución a menos de la mitad del valor de inversión anterior. (hay una diferencia en el espesor de la manga considerable de casi la mitad, lo que redundó en la mitad de material a instalar por metro de colector rehabilitado)

La Intendencia de Montevideo dispone de infraestructura de colectores de diversos materiales y secciones, cuyos bienes datan de la segunda mitad de los años 1800's -superando por su robustez su vida útil- y expuestos en algunos casos a solicitaciones no previstas por sus características constructivas (resistencias de los materiales al tipo de exposición).

A nivel de la Administración Municipal se han definido dos "infraestructuras tipo" a ser objeto de rehabilitación mediante CIPP.

Red Arteaga: colectores de forma ovoidal construidos en sitio, de piedra ahogada en piso y paredes, con bóveda de ladrillos, solidarizados los componentes con cales hidráulicas.

Ovoides de hormigón: colectores de forma ovoidal construidos en sitio, de hormigón colado en toda la estructura, piso, paredes y bóveda.

Las secciones por rehabilitar de ambas tipologías elegidas por forma ovoidal y por razones de las dimensiones más comunes en uso, correspondieron a las de alto x ancho 1,20x0,80, medidas en metros.

MARCO CONCEPTUAL

Extracto de ChatGPT.¹: "CIPP, que significa "Cured-In-Place Pipe" (tubería curada in situ), es una técnica

¹ La información sobre CIPP (Cured-In-Place Pipe) se puede encontrar en diversas fuentes técnicas y académicas, así como en documentación de empresas especializadas en rehabilitación de tuberías. Algunas fuentes relevantes incluyen: Manual de rehabilitación de tuberías de la American Society of Civil Engineers (ASCE); Publicaciones de la National Association of Sewer Service Companies (NASSCO), que abordan técnicas de rehabilitación de tuberías; Artículos y estudios de caso en revistas de ingeniería civil o en conferencias sobre infraestructura y saneamiento.



15 al 17 de octubre 2024

Cámara Mercantil de productos del país

de rehabilitación de tuberías utilizada en sistemas de saneamiento. Consiste en insertar un revestimiento flexible impregnado de resina dentro de una tubería dañada. Luego, este revestimiento se cura, generalmente mediante calor o luz UV, formando una nueva tubería resistente y hermética dentro de la existente.

Este método es muy eficiente porque minimiza la necesidad de excavación, reduce el tiempo de inactividad del sistema y es menos disruptivo para el entorno urbano. Es especialmente útil para reparar tuberías de alcantarillado y drenaje que tienen fugas, corrosión o daños estructurales.”

Se entiende por Liner UV: El proceso de curado corresponde a exposición directa de manga a rayos Ultravioletas u otros como “Luz Azul”. La exposición genera la catalización de la resina impregnada en la manga a efectos del endurecimiento de la estructura. La dificultad principal a sortear, es la instalación y mantenimiento en posición de la manga, a efectos de lograr su endurecimiento permaneciendo inamovible durante el mismo y pegada al colector huésped.

Se entiende por liner curado por Calor: El proceso de curado se logra completando y circulando por intermedio de: vapor; o agua caliente; u otra forma de transmitir el calor directo al fieltro de la manga; para lograr por temperatura la catalización de las resinas.

Ambos casos cumplen con el objetivo de catalizar resinas por procesos acelerados de endurecimiento, los cuales se logran por exposición al calor en un tiempo de actuación. Vale decir que en general las resinas se conservan sin activación mediante conservación por refrigeración.

El curado de la manga no puede comenzar antes de su instalación por exposición al calor o rayos UV, realizándose únicamente en un proceso controlado luego que la maga se haya inflado y tomado la forma del caño huésped. Si el curado comienza antes del momento previsto, puede llevar a la pérdida de la manga incluso a obstrucciones sobre el colector huésped.

OBJETIVO

El CIPP implica aporte de material nuevo sobre el paramento interior del colector afectado denominado “huésped”. El aporte de estructura en el interior revitaliza y en conjunto con el colector huésped logran varios beneficios que se traducen en objetivos asociados a:

- nueva estructura combinada de materiales que aumentan la capacidad de soporte estructural;
- superficies más lisas o menos rugosas que disminuyen la fricción y resistencia a la circulación;
- superficies más resistentes a la corrosión y a las afectaciones fisicoquímicas;
- extender vida útil y revalorizar bienes existentes;
- regularizar las uniones de conexiones con colectores, minimizando una de las patologías de rotura;
- y por sobre todo logrando su realización en tiempos de obra imposibles para obras tradicionales de sustitución.

Implica un análisis profundo la selección de la solución integral a aplicar, en función de las tecnologías accesibles localmente y los antecedentes recientes licitados. En la segunda licitación mencionada de esta tecnología en Montevideo, las 2 propuestas más convenientes económicamente para la IM, resultan ser con métodos de curados y espesores distintos.

METODOLOGIA

Técnicos de la IM participaron de experiencias tanto localmente como en el extranjero de rehabilitación con ambos tipos de mangas (Vapor y UV). A nivel nacional se llevó a cabo un contrato de rehabilitación Arteaga de casi 1000 m con curado UV, según ya fue mencionado.

Realizando consultas actuales y por medio de búsquedas por internet asociadas a Inteligencia Artificial y en particular de consultas a “Chat GPT”, surgen los siguientes cuadros de comparación con respuestas de información a valoraciones entre ambas tecnologías:

Diferencias Tecnología CIPP curado con UV o curado con Vapor	
### Curado con UV	### Curado con Vapor
1. **Fuente de Energía**: Utiliza luz ultravioleta para activar la resina, lo que provoca su curado.	1. **Fuente de Energía**: Utiliza vapor de agua caliente para calentar y curar la resina.



15 al 17 de octubre 2024

Cámara Mercantil de productos del país

<p>2. **Tiempo de Curado**: Generalmente, es más rápido que el curado con vapor, permitiendo ciclos de trabajo más cortos.</p> <p>3. **Condiciones Ambientales**: Puede ser más efectivo en condiciones de humedad y temperatura variables, ya que la luz UV no depende de la temperatura del entorno.</p> <p>4. **Control de Proceso**: Ofrece un mayor control sobre el proceso de curado, lo que puede resultar en una calidad más uniforme.</p> <p>5. **Menor Huella de Carbono**: Suele requerir menos energía en comparación con el curado a vapor, lo que puede ser más sostenible.</p>	<p>2. **Tiempo de Curado**: Puede ser más lento que el curado UV, dependiendo de la temperatura y presión del vapor.</p> <p>3. **Condiciones Ambientales**: Requiere condiciones de temperatura más específicas para un curado efectivo, lo que puede ser un desafío en algunos entornos.</p> <p>4. **Equipamiento**: Generalmente, el equipo para el curado a vapor es más pesado y puede requerir más espacio en el sitio.</p> <p>5. **Costo**: Puede ser menos costoso en términos de materiales, pero los costos operativos pueden aumentar debido al consumo de energía y tiempo.</p>
<p>### Conclusiones</p> <p>La elección entre curado con UV y curado con vapor depende de factores como el tipo de proyecto, las condiciones ambientales, el presupuesto y las preferencias de tiempo de ejecución. Ambos métodos tienen sus ventajas y desventajas, y la decisión debe basarse en las necesidades específicas de la rehabilitación de tuberías.</p>	

<p>Diferencias cálculo estructural CIPP curado con UV o curado con vapor</p> <p>Las diferencias en el cálculo estructural del sistema CIPP entre curado con UV y curado con vapor se deben principalmente a las propiedades de los materiales y las condiciones del proceso de curado.</p>	
<p>### 1. **Propiedades del Material**</p>	
<p>**Curado con UV**:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Las resinas curadas con UV tienden a tener propiedades mecánicas diferentes, a menudo más resistentes a la compresión y a la flexión. - Pueden presentar una mayor resistencia a la tracción y menor contracción durante el curado. 	<p>**Curado con Vapor**:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Las resinas curadas con vapor pueden tener propiedades mecánicas que varían más con la temperatura y el tiempo de curado. - Es posible que experimenten una mayor contracción, lo que puede influir en la carga estructural.
<p>### 2. **Efecto de la Temperatura**</p>	
<p>**Curado con UV**:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El curado no depende de la temperatura del entorno, lo que permite un control más preciso de las propiedades mecánicas del material. 	<p>**Curado con Vapor**:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La temperatura del vapor influye en el curado, lo que puede afectar la resistencia final del material. Es crucial calcular las condiciones de curado adecuadas para optimizar las propiedades.
<p>### 3. **Cálculo de Cargas**</p>	
<p>**Curado con UV**:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Debido a la alta resistencia de las resinas, los cálculos pueden considerar un mayor límite de carga y una mejor adaptación a condiciones de tensión. 	<p>**Curado con Vapor**:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Los cálculos deben considerar posibles variaciones en la resistencia del material debido a la temperatura y el tiempo de curado. Esto puede resultar en un diseño más conservador.
<p>### 4. **Durabilidad y Fatiga**</p>	
<p>**Curado con UV**:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Las resinas UV suelen ofrecer mayor durabilidad frente a factores ambientales y ciclos de carga, lo que puede ser favorable en análisis de fatiga. 	<p>**Curado con Vapor**:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aunque también son duraderas, las resinas curadas con vapor pueden requerir más atención en el análisis de fatiga, dependiendo de las condiciones de operación.
<p>### 5. **Normativas y Requerimientos**</p> <p>- Ambas técnicas deben cumplir con normativas específicas, pero el tipo de curado puede influir en las especificaciones de diseño, pruebas y validación.</p>	
<p>### Conclusiones</p>	



15 al 17 de octubre 2024

Cámara Mercantil de productos del país

La elección entre curado UV y curado a vapor no solo afecta el proceso de rehabilitación, sino también el diseño estructural y los cálculos necesarios. Es fundamental considerar las propiedades de los materiales resultantes de cada método al realizar un análisis estructural completo y asegurarse de que se cumplen las normativas aplicables.

Equipos necesarios en proceso de colocación de manga CIPP previo a procesos de curado con UV o curado con vapor

Curado con UV

1. **Manga CIPP**:
 - Resina adecuada para curado UV, normalmente con revestimiento reflectante.
2. **Sistema de Inflado**:
 - **Compresor de Aire**: Para inflar la manga con aire o agua a presión.
 - **Mangueras de Inflado**: Para conectar el compresor a la manga.
3. **Equipos de Curado UV**:
 - **Lámparas UV**: Dispositivos que emiten luz ultravioleta para activar la resina.
 - **Carro de Curado UV**: Estructura que sostiene las lámparas y permite su movimiento a lo largo de la manga.
4. **Sistema de Control**:
 - **Controlador de Temperatura y Presión**: Para monitorear y ajustar las condiciones de curado.
5. **Equipos de Seguridad**:
 - **Gafas de Protección UV**: Para proteger a los trabajadores de la exposición a la luz ultravioleta.
 - **Ropa de Protección**: Para manejar materiales químicos.

Curado con Vapor

1. **Manga CIPP**:
 - Resina adecuada para curado por vapor, diseñada para soportar altas temperaturas.
2. **Sistema de Inflado**:
 - **Generador de Vapor**: Para producir vapor a alta presión y temperatura.
 - **Mangueras de Vapor**: Para transportar el vapor hacia la manga.
3. **Compresor de Aire** (opcional):
 - Para inflar la manga antes de aplicar el vapor, si es necesario.
4. **Controles de Vapor**:
 - **Válvulas de Control**: Para regular la presión y temperatura del vapor.
 - **Manómetros**: Para monitorear la presión del vapor en tiempo real.
5. **Sistema de Monitoreo**:
 - **Sensores de Temperatura y Presión**: Para asegurar que las condiciones de curado sean las adecuadas.
6. **Equipos de Seguridad**:
 - **Dispositivos de Protección Personal (EPP)**: Como guantes y gafas de protección, para manejar el vapor y los materiales químicos.
 - **Dispositivos de Alerta**: Para advertir sobre condiciones de presión peligrosas.

Conclusiones

Ambos métodos requieren equipos específicos que reflejan las diferencias en los procesos de curado. Mientras que el curado con UV se centra en la iluminación y el control de la exposición a la luz, el curado con vapor depende del manejo de altas temperaturas y presiones. La selección de equipos debe considerar las necesidades del proyecto y las condiciones del sitio.

RESULTADOS

La documentación recibida con procesamiento "inteligencia artificial" surge completa y permite tomar conocimiento de ambas tecnologías integralmente, pero comparando con las experiencias adquiridas, surgen varios aspectos a considerar, que hacen a ambos procesos.

Sin animosidad de posicionarse por uno u otro sistema, pero siendo necesario para la evaluación integral y complementando con experiencias adquiridas, deben destacarse algunos hechos y puntualizaciones de contexto sustantivas en los procesos de comparaciones.

Se aprecia en primera instancia de la experiencia aprendida, la cual se sustenta solo en la poca experiencia adquirida y que no tiene por qué ser generalizable al acontecimiento mundial sobre estas tecnologías.

Logística del proceso de gestión de las mangas impregnadas y riesgo asumido.

La experiencia de adaptación de la tecnología utilizada en Chile correspondiente a liner curado por Vapor,



15 al 17 de octubre 2024

Cámara Mercantil de productos del país

han utilizado mangas sin impregnar en origen (lo que hace más sencillo el proceso de importación y condiciones de viaje) no corriéndose riesgos en cuanto pueda perderse por endurecimiento de la manga en el transporte marítimo (dadas las dimensiones y peso involucradas en el packaging). La empresa chilena visitada y que realiza el proceso de instalación en el colector huésped a rehabilitar, integralmente gestiona todo el proceso, en particular de embebido de manga.

La experiencia adquirida en cuanto instalaciones de mangas con UV tanto en Uruguay como en Argentina, han implicado a la fecha, la importación de mangas embebidas en origen (ambos casos desde proveedor en Alemania) con importación desde origen en transportes refrigerados para evitar el activado de las resinas por calor o UV, con endurecimiento previo a su instalación.

Proceso de fabricación y puesta de manga a pie de obra.

En las diferencias metodológicas de instalación, no se hace expresa mención a la diferencia en el proceso de fabricación, transporte y cuidados de las mangas embebidas en resina hasta el sitio de instalación. Se hace especial hincapié, que luego de embebidas en resina, las mangas deben encontrarse en condiciones de almacenamiento estable, que según la experiencia implican refrigeración para evitar el inicio del proceso de curado.

- 1- El procedimiento visitado de curado con vapor, tiene la ventaja de disponerse de la manta con la resina a impregnar casi a pie de obra, lo cual reduce los viajes refrigerados y permite tomar decisiones sobre el mejor día a instalar en función de variables por ejemplo climáticas o de la tubería huésped a rehabilitar.
- 2- En el caso de curado con UV, el transporte de la manga ya impregnada desde origen (Europa o USA), rigidiza mucho el procedimiento, debido a los tiempos de transporte de varias semanas, así como los riesgos de curado previo a la instalación por problemas en el refrigerado.

Proceso de instalación para curado de endurecimiento.

Estos procesos presentan según lo aprendido, diferencias también sustanciales que no surgen de la información recolectada, pero que hacen al proceso. Se presentan dos formas de "tendido" del liner en el colector huésped que estarían asociados a los procesos elegidos de selección de los procesos de endurecimiento para instalaciones en tramos de colectores (no para el caso de rehabilitación de conexiones domiciliarias por liner).

- 1- El tendido de mangas de curado con UV se realiza por medio de enhebrado de cuerda o linga para el cinchado de la manga por dentro del colector huésped. El cinchado implica disponer de guinche de capacidad suficiente para arrastrar la manga por dentro del colector. El guinche debe estar dimensionado para vencer: el mover por arrastre todo el peso de la manga; sumado a la tracción por fricción (generalmente sobre una manta de nylon para minimizar fricciones); y finalmente el sistema de control en el otro extremo de liberación de manga y foil de nylon, en forma controlada por grupo de trabajadores expertos, quienes controlan el proceso de instalación de forma ordenada dentro del colector.
- 2- El proceso del tendido de mangas por Vapor apela al mecanismo de soplado/inflado controlado con inversión de manga. Si bien este método no es exclusivo del curado por Vapor (es utilizado también por el UV para el caso de conexiones o tuberías de diámetros menores) implica la inversión de la manga durante el proceso de colocación al controlar el aire contenido en la propia manga al irse desarrollando dentro del tramo de colector huésped. Es un proceso que al igual que el anterior se sustenta en la experiencia de grupo humano que lo realiza, debiendo controlar varios parámetros que hacen a la tarea: la cantidad y presión de aire (en forma constante y permanente); procesos de lubricación y manejo de dispositivo de control; todo lo cual se manifiesta en velocidad para las garantías finales del proceso ingreso de la manga.

Proceso de curado de endurecimiento.

Este proceso es el que define el tipo de denominación de manga y corresponde a los procesos de catalización de las resinas por aumento de temperatura en reacciones fisicoquímicas de la manga, ya dispuestas en el colector huésped e infladas hasta ocupar toda la superficie interior de la tubería objeto de rehabilitación.

- 1- En el caso del curado por UV, se inserta en la manga inflada (con compuertas en ambos extremos de la manga) lo que se denomina en la jerga un "tren de luces UV", el cual se desplaza a velocidad controlada por todo el tramo objeto de rehabilitación. Este proceso de exposición de la resina de la



15 al 17 de octubre 2024

Cámara Mercantil de productos del país

manga a las luces UV, manteniendo inflada la manga, desencadena el proceso de endurecimiento en sitio del liner en el colector huésped, con tiempo de exposición según determinación de norma.

- 2- El curado por Vapor es un proceso más elemental desde el punto de vista de la tecnología aplicada, generándose una circulación de vapor por la tubería que se mantiene también a presión controlada, durante tiempo suficiente para detectar que la exposición por temperatura en el extradós del extremo de salida de vapor en el tramo del liner en contacto con el colector huésped, arribe a determinado valor de temperatura, manteniéndolo por tiempo requerido según normativa.

Proceso de cálculo estructural, módulos de elasticidad y vida útil esperada.

Se detectan en el proceso de selección y dimensionamiento de mangas, la existencia de distintos espesores requeridos según el tipo de resinas y curado. Según información de las normas de uso y las recomendaciones, las mangas presentan diferencias en cuanto a:

- 1- Las mangas curadas con UV presentan según normativa Módulo de Elasticidad de orden 16.000 N/mm², el cual en lapso de 50 años presentaría decrecimiento a ordenes de 11.800 N/mm². En propuestas recibidas por la Intendencia de Montevideo, se han presentado, incluso a pesar de ser el mismo proveedor y para el mismo proyecto, pero en ofertas distintas, espesores liner para curado con UV para formas ovoidales de 1,20m x 0,80m, espesores mínimos de 9 mm de manta y hasta los 17 mm (este último instalado en proyecto con UV en Montevideo).
- 2- En el caso de mangas curadas por Vapor, el Módulo de Elasticidad es del orden de 5.500 N/mm² con valor esperable a 50 años de 3.600 N/mm². En este caso los espesores de cálculo rondan los 14 a 18 mm, lo que redundaría en espesores superiores para las mismas solicitudes.

Recursos Humanos en función de mano de obra especializada para viabilizar ejecuciones.

Uno de los hallazgos significativos y destacables es justamente los Recursos Humanos requeridos, en función de experiencias de equipos operativos necesarios para el logro de la rehabilitación. La concreción final de la rehabilitación implica los riesgos asociados a fallas, impericias o falta de experiencia además de los riesgos propios asociados a accidentabilidad por improvisar o no prevenir alcances para cubrir los ítems antes listados.

Sorprendentemente las empresas que han presentado ofertas a licitación nacional, han basado y sustentado las mismas con sorprendente soberbia técnica, lo cual es difícil de justificar debido a que a nivel nacional solo hay una experiencia y no han participado en otras a nivel internacional.

La experiencia adquirida de la participación técnica en los procesos integrales para la concreción de rehabilitaciones, independientemente del método de curado elegido, es la necesidad de coordinación y funcionamiento conjunto de los recursos humanos que desempeñan las tareas. El "know how" individual no solo es estrictamente necesario, sino también y no menos importante, la práctica adquirida en equipo fruto de la continuidad en trabajos de ejecuciones de rehabilitación y en la capacidad de resolución asociada al enfrentar a diario los problemas.

De las visitas de obra realizadas en el exterior, puede inferirse que se necesita de una vasta experiencia colectiva y equipos sustitutos, para sortear inconvenientes que se presentan durante la instalación de la manga. Esas capacidades fueron en varias oportunidades sustantivas y necesarias para el logro con razonable éxito de la instalación de manga, en algunos casos que implicaron tolerancias más allá de lo previsto (mangas arrugadas, espacios "vacíos" entre manga y colector huésped, dificultades en materializar conexiones, etc).

CONCLUSIONES

Ambas tecnologías poseen en estos momentos precios similares de suministro e instalación, lo cual es de interés para el licitante. No existen elementos económicos que puedan inclinar la decisión final y por tanto optar a la fecha por decisiones de inversión en una u otra tecnología.

Es razonable inferir que esta conclusión está afectada por intereses de empresas locales que están tratando de posicionarse como empresas referentes en dicha tecnología a nivel local, garantizando su futuro como proveedores.

Las empresas locales que presentaron menores valor de ejecución, es presumible que no han dimensionado o han subsidiado los costos reales, donde actualmente el precio final de instalación está rondando los USD/m 1.300. Este valor no resulta razonable en función de la instalación realizada en 2020-



15 al 17 de octubre 2024

Cámara Mercantil de productos del país

2021, no obstante, la empresa deberá ejecutar la obra al precio presentado cumpliendo con la norma.

Se identifica como necesidades sustantivas:

- Fortalecer las capacidades de utilización de tecnología de rehabilitación por CIPP.
- Formación de equipos generando “know how” para la concreción de rehabilitaciones.
- Inversión en equipamiento a nivel nacional para disponer de capacidades instaladas que permitan ejecuciones de rehabilitación por CIPP.

Desde el punto de vista ambiental, las obras mediante tecnología CIPP generan menos residuos de obras civiles (ROCS) que las obras convencionales, debido a que no hay remoción de pavimentos a gran escala, ni remociones de antiguas tuberías, ni tampoco extracción de relleno/terreno de excavaciones no aptos para posterior uso. Tampoco hay material nuevo de aporte de cantera; por ende disminuye la circulación de camiones y máquinas.

Se evita los problemas con interferencias tanto subterráneas como aéreas, vale decir árboles, columnas de diversos servicios, semáforos, otras infraestructuras municipales; a nivel subterráneo líneas de gas, energía eléctrica, fibra óptica, agua potable, etc.

Las condiciones hidráulicas no se verán afectadas significativamente, de todos modos, dependerá del estado original de la tubería a rehabilitar. Si bien es cierto que hay una reducción del área de pasaje, esto se compensa con la disminución notoria de la rugosidad de la tubería, lo que permite mayor capacidad de conducción.

Todo lo anterior sustenta la conveniencia de los usuarios de las zonas afectadas con y por las obras, dado que los tiempos de duración de las rehabilitaciones por CIPP son francamente más cortas que las obras civiles de sustitución tradicional, con menor afectación a la vida cotidiana de los vecinos, a la circulación por movilidad, tanto peatonal como vehicular y muy especialmente la de transporte público.