

**LAS PEQUEÑAS OBRAS, COMO GRANDES EJEMPLOS PARA ELIMINAR COSTES SOCIALES, MEDIOAMBIENTALES Y ECONÓMICOS, A TRAVÉS DE LA REALIDAD DE LAS REHABILITACIONES**

**MOTIVO DEL ARTÍCULO**

El motivo que mueve al que suscribe, para redactar este artículo, dado lo que viene observando en su trayectoria técnica, es **poner en cuestión la ejecución de una obra convencional (zanja abierta) como primera medida en el planteamiento de renovaciones de redes de abastecimiento y saneamiento.**

La obra convencional siempre será necesaria, cuando las condiciones de la tubería o colector existente, presenten una situación de asentamientos que deriven en la imposibilidad de gestionar la rehabilitación, de modo que la nueva tubería/colector, queden en condiciones hidráulicas idóneas para un correcto funcionamiento. *Cuando esta condición no se da (es decir, que la tubería/colector, no tiene esos asentamientos), la posibilidad de su renovación/rehabilitación a través de las distintas Tecnologías Sin Zanja (TSZ) existentes en el mercado, y que vienen siendo aplicadas durante décadas con total éxito, debe ser la primera opción a valorar por los técnicos de las administraciones/entidades correspondientes.*

Estas tecnologías van a permitir la obtención de nuevas tuberías/colectores, de calidad y fiabilidad idéntica, en cualquier condición de fracturaciones, fisuraciones, perímetros ovalados, etc., **estudiando de modo previo su situación real, la necesidad hidráulica, y eligiendo la técnica más apropiada para el caso**, bien *por medio de sistemas de entubación de todo tipo* (entubación simple -si puede reducirse ostensiblemente la necesidad de sección hidráulica- con nuevas tuberías estándar, tuberías especiales, o con manguitos cortos; o con entubación ajustada a su diámetro interno, para perder una sección mínima interior -bien con tuberías estándar adaptadas previamente, para ser conformadas en introducción, o con sistemas CIPP, encamisados con manga flexible de curado variado-); o por medio de sistemas de rotura/expansión, introduciendo tras los cabezales la nueva tubería correspondiente, pudiendo incrementar el dimensionamiento existente.

**El resultado con cualquiera de las tecnologías indicadas, establece nuevas tuberías, que pueden ser de formatos estándar de mercado u otras que pueden denominarse “especiales”, que cumplen con todos los requisitos exigidos a las tuberías estándar y que, por tanto, son igual de viables que estas, tanto en sus prestaciones hidráulicas y resistentes, como en su vida útil, como en el factor alimentario, cuando son aplicadas en redes de abastecimiento de agua potable.**

Cuando estas tecnologías son aplicadas con formatos de entubaciones (simples o ajustadas), la tubería existente que queda renovada, queda fuera de servicio en el concepto hidráulico, pero no así en el concepto resistente, ya que, incluso, aportará condiciones de apoyo a la nueva tubería instalada en su interior.

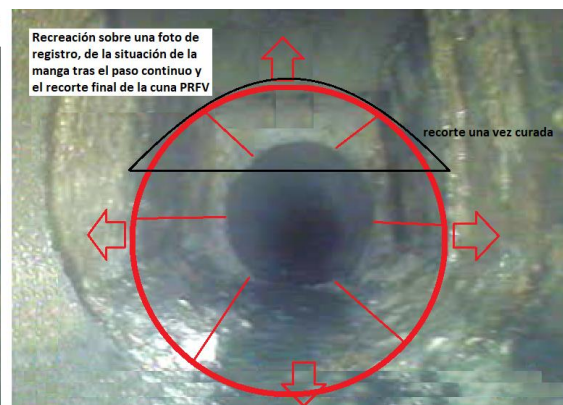
Por otro lado, es totalmente viable la consecución de unión a las acometidas existentes, bien de modo directo por su interior (fresados tras su implantación o “packer de sombreretes” para el saneamiento, como mediante catas simples localizadas en el caso de abastecimiento, frente a excavaciones en toda la traza de la tubería).



Además, dependiendo del material implantado, se consiguen nuevas tuberías sin juntas (puntos críticos de toda red) en toda la longitud establecida e, incluso para el saneamiento -según dimensionamiento-, sin generar ninguna excavación introduciendo la nueva tubería a conformar a través de los pozos de registro y consiguiendo establecer, a la vez, en el caso de mangas flexibles polimerizadas, nuevas cunas en ellos, sin juntas con su estructura, al quedar el perímetro de la entrada y salida de la tubería existente, perfectamente solidarizada físicamente, con la nueva, como puede verse en el ejemplo de abajo (sección sobre una junta de tubería de PVC).



CONSOLIDACIÓN DE NUEVAS CUNAS EN LOS POZOS DE REGISTRO EXISTENTES, MEDIANTE RECORTE DE LA MANGA CONTINUA INTRODUCIDA Y POLIMERIZADA



De estos recortes, es de donde se pueden sacar las probetas para ensayos, ya que serán las zonas con peores condiciones para los resultados a obtener (zona de manga con menor espesor, dada la expansión que se produce en la zona del pozo, exenta de clave superior y mayor anchura

Cunas rehabilitadas que, obviamente, pueden ejecutarse con otros tipos de tuberías insertadas.



En general, y en todo caso, **las mínimas intervenciones de excavaciones necesarias, llevan a ventajas de todo tipo, que las Administraciones/Entidades cualesquiera, promotoras de las obras, no pueden dejar a un lado, como garantes del bienestar social, de los aspectos medioambientales y del uso del dinero invertido, de modo eficiente, evitando altos costes que pueden ser soslayados -con reducciones muy importantes-.**

#### OBJETO DE ESTE ARTÍCULO

Es objeto de este artículo el exponer que hasta la obra más simple lleva pareja la necesidad de estudiarla bajo el prisma indicado en el motivo. Para ello se expone lo que puede considerarse un **ejemplo menor real, típico**, en un *colector de saneamiento para vertido exclusivamente fecal, a una profundidad media de 2,5 metros, de pequeño diámetro (en este caso DN300HM -hormigón en masa-), en una pequeña longitud (en este caso 155 metros), incluso con roturas laterales desprendidas en varios puntos, en un vial urbano de tráfico intenso y con presencia de servicios (en este caso, gas a media presión) muy próximos a toda la línea de traza del colector y, por consiguiente, prácticamente adosados a los pozos de registro, lo que conllevará, con obra convencional, a una zanja entibada, cuajada, a dos caras, en profundidad de 3 metros, con afección a toda la línea de caz/bordillo. Así mismo, arbolado que va a sufrir la rotura de la mayor parte de sus raíces de sustentación, con un previsible resultado de tener que ser retirados (árboles consolidados) y sustituidos.*

Por supuesto, considerando la afección total mínima de ocupación del carril, más el tránsito de obra con las máquinas y materiales, durante la consecución de la obra, estimada en 30-45 días laborables (sin sufrir imprevistos).



La verificación interior del colector existente lleva a observar (aunque **realizada sin limpieza previa, ni acompañamiento de piña en el avance de la cámara robotizada, para obtener la situación real del colector, que es como se deben ejecutar estas inspecciones**):

1.- **La línea de calado histórico del vertido es de poca entidad, respecto a la sección hidráulica del colector.** Es decir, **no ha tenido nunca problemas de puestas en carga** que hayan podido comprometer el servicio. Esto, unido a la inexistencia de acometidas a tubo (todas ellas van a pozos, en altura superior a la clave del colector), y a ser una zona consolidada (sin previsión de incrementos futuros), hace ver que su dimensionamiento es más que suficiente, para entender inadecuado cualquier cambio a mayor diámetro interior (se comenta, para que se entienda que , incluso, se podría reducir sin mayores problemas, para favorecer la velocidad del vertido, de cara a poder optar a distintas ejecuciones de rehabilitación).



2.- **El estado estructural del colector existente, es bueno** (salvo puntos concretos de corta longitud, que se observan y comentan posteriormente, junto con alguna pequeña introducción de raíces finales que no suponen problema alguno para su fresado/retirada). **No se observan fisuraciones que pudieran dar a entender un riesgo de colapso de la estructura perimetral del hormigón en masa.** En realidad, y en general, no se observan, siendo un colector que, además, debe considerarse alejado de su nivel de "vida útil" (34 años).



Se observa una pequeña retención de agua (altura de calado mínima en una corta longitud) que, teniendo en cuenta que la inspección se ejecutó sin limpieza previa y/o acompañamiento de limpieza a la vez que la inspección, obedece a retenciones por obstáculos existentes ante el propio vertido.



3.- Los puntos concretos de afecciones por roturas, se dan en zonas de clave superior que, como máximo, abarcan de las 10:00 a las 02:00h, y alguna pequeña, puntual, en laterales, en zonas superiores a la línea de vertido. En toda la longitud de los 155 metros de colector se concretan en 4 afecciones importantes, en distintos tramos, con 3 de ellas de bastante menos de 1 metro de longitud y una que supera el metro (menor de 1,5 metros).



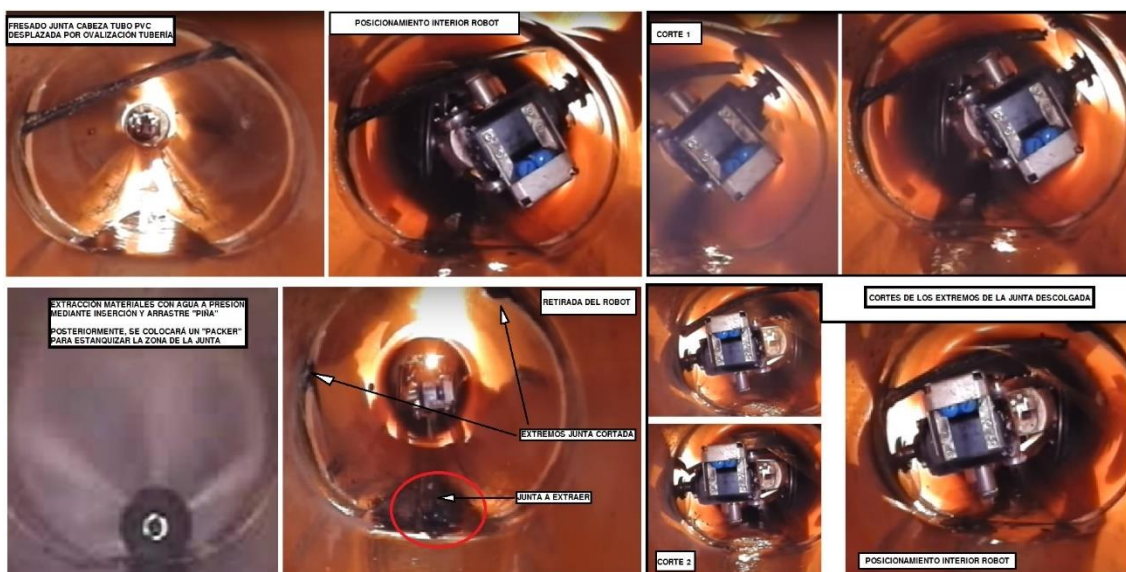
Por otro lado, se observan **2 juntas de estanquidad de cabezas de tubo, desplazadas en su clave superior**, que se resuelven para eliminarlas como obstáculo, de modo previo a la actuación de rehabilitación, con su corte por fresador y retirada.



En general, se puede observar que con una limpieza adecuada para la eliminación de las “costras de jabones” en la línea de vertido, producidas por la reacción de los aceites domésticos con los productos de base cáustica usadas en las limpiezas,



apoyados por fresados puntuales de algún pequeño obstáculo de hormigón en alguna zona de junta, corte y retirada de raíces y de las 2 juntas de estanquidad desplazadas,



así como la adecuación de relieves en los puntos de rotura, en función del sistema de rehabilitación elegido, **se puede dejar el colector en condiciones idóneas para su rehabilitación, evitando la obra convencional de zanja abierta en toda su longitud y con todos sus inconvenientes, siendo este tipo de obra el criterio técnico fijo, con oposición tajante a cambiarlo, seguido por la Empresa de Servicio competente en el ejemplo de este documento.**

## ELECCIÓN DEL SISTEMA DE REHABILITACIÓN

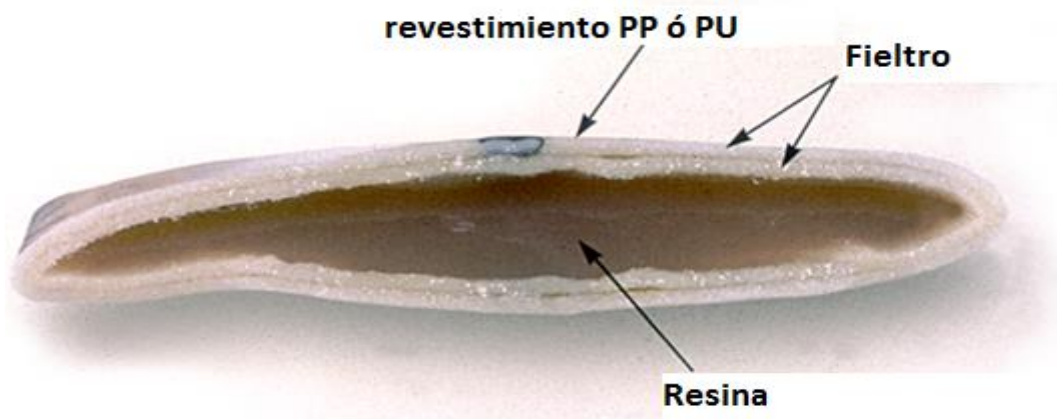
Como se ha indicado anteriormente, hay varios sistemas que pueden ser aplicados y que hay que sopesar en función de las posibilidades y de lo que se quiera obtener. En este caso, tal como

se ha comentado, **no se requiere ningún incremento de sección hidráulica (descartada la opción de sustitución por rotura, implementando diámetro)** y, por otro lado, **no se quiere entrar en reducir el diámetro actual (\*), por lo que quedan descartados los sistemas de entubaciones simples (bien con tuberías o con manguitos cortos).**



(\*)Indicar que, al ser un colector exclusivo para agua fecal (existe otro, anexo, para el agua pluvial) y dado lo observado en cuanto al nivel histórico de vertido, una reducción de diámetro podría ser, incluso, conveniente, para mejorar el factor de velocidad de la evacuación. A pesar de ello, la obra tratada aquí se enmarca en el *requerimiento de la propiedad (criterio técnico que no quieren variar), de no reducir sección.*

En base a esas dos premisas, y dado el estado estructural general del colector, **una entubación ajustada parece, a priori, la opción óptima.** Y, dentro de ese sistema, **de cara a evitar cualquier tipo de excavación** (por poder ser ejecutada a través de su incorporación por el acceso directo a pozo de registro, bien por sistema de reversión o de introducción en formato plano) **y obtener la mínima reducción de sección (\*) la opción más plausible se concreta en una rehabilitación mediante encamisado con manga flexible de fieltro de poliéster, impregnada (saturada) en resina para su polimerización (curado) posterior** (se pone un ejemplo abajo), una vez instalada, por el método que se considere oportuno, **según el sistema utilizado y material** (agua caliente, vapor de agua, tren de lámparas LED o UV).

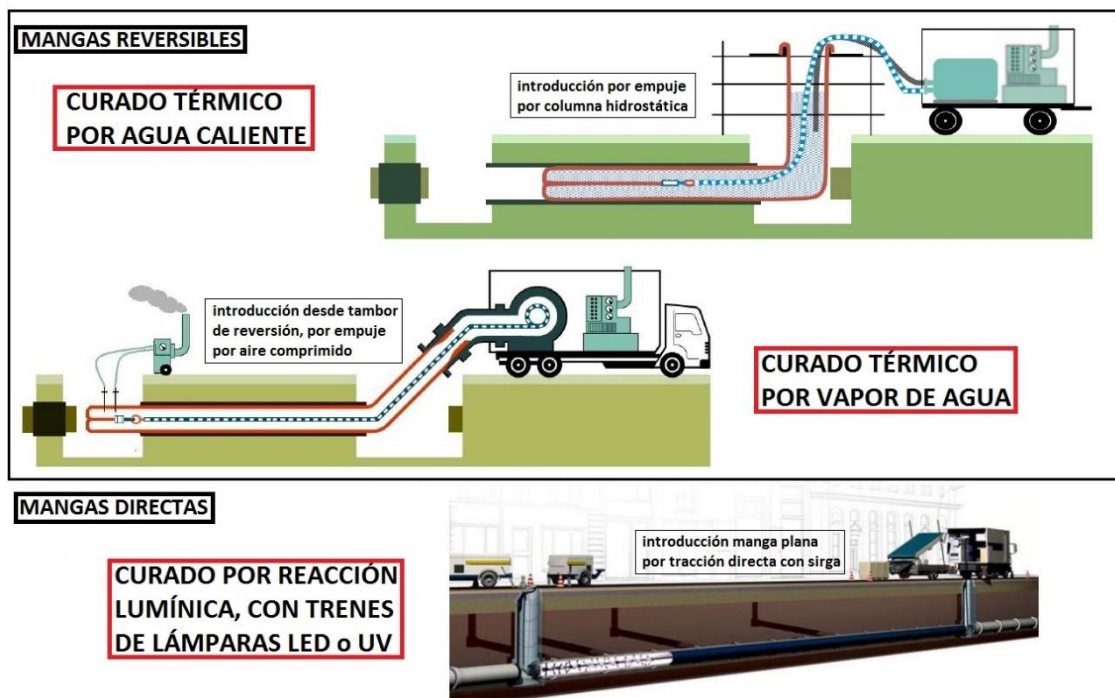


(\*) Existe la posibilidad de inserción, *sin excavación*, de tubería *continua* de polietileno, conformada en formato plano, de modo previo a la introducción a 90º en el pozo, e insertada en el colector a rehabilitar, mediante un nuevo cambio a 90º (para pasar de la inserción vertical a la horizontal), pero se reduce más el paso interior final.



Sea cual sea la opción y método (reversión y avance por empuje de agua, a través de la introducción por tambor o por columna hidrostática y su curado posterior con vapor de agua o agua caliente, o de modo directo por tracción de la manga plana, su expansión con aire comprimido y curado por tren de lámparas LED o UV), se elimina directamente cualquier actuación de excavación, con todo lo que conlleva.

### SISTEMAS DE INTRODUCCIÓN Y DE CURADO DE LOS "ENMANGADOS"



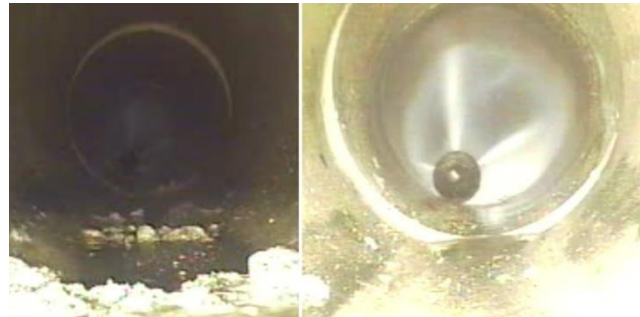


En este caso, por diámetro, se tendería posiblemente a la ejecución por reversión con tambor, con curado térmico, o a la introducción en formato plano, con curado lumínico.



La rehabilitación a ejecutar debe considerar, con carácter previo a la introducción:

1. Limpieza con agua a presión del colector y retirada de sólidos.



2. Inspección (con acompañamiento de piña de limpieza para evitar paralizaciones por cualquier obstáculo que pueda haberse quedado o desprendido) para verificación de los puntos de intervención.

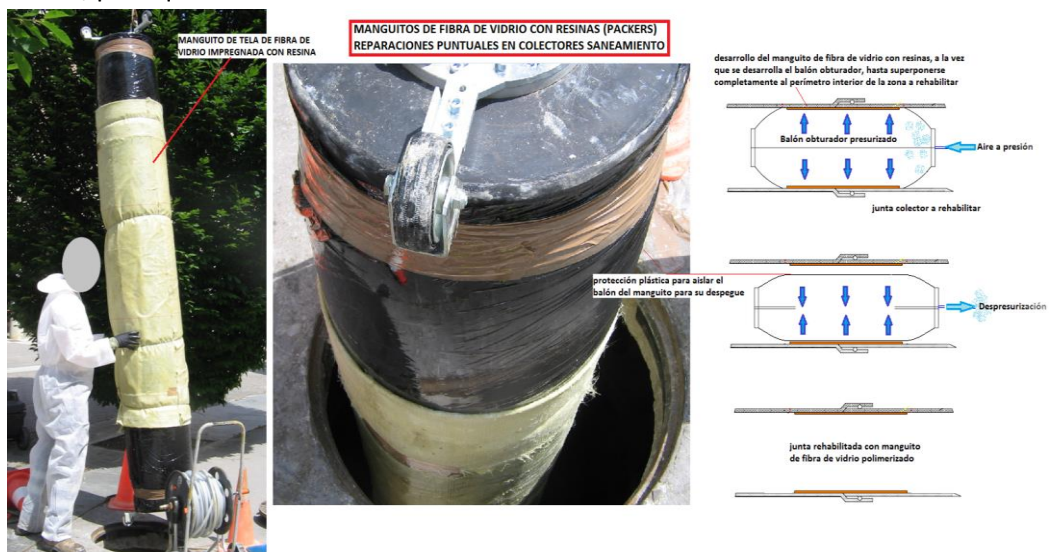




3. Ejecución de los fresados necesarios para acondicionamiento del interior y retirada de los restos (raíces, juntas cortadas y otros sólidos desprendidos con el fresado).

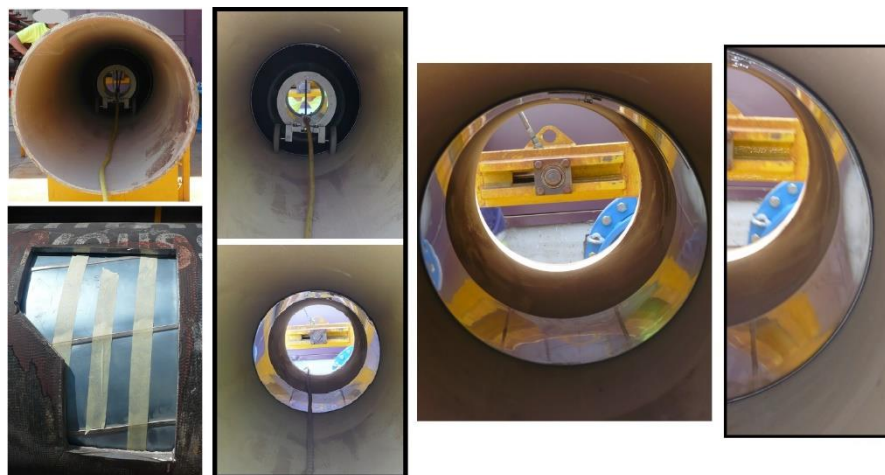


4. Implantación de “packer” (manguito de fieltro de poliéster, impregnado y curado por tiempo) en los puntos de rotura, en la longitud necesaria respecto a la longitud de cada rotura, para que se consoliden adecuadamente.



Dadas las roturas, y para evitar que la manga, en su desarrollo de conformación sobre el interior del colector, pueda verse afectada o, cuando menos, expandirse hacia el interior de los huecos perdiendo espesor, los “packer” a instalar deben disponerse con una camisa metálica de acero inoxidable, montada sobre su exterior, de espesor mínimo (1mm es suficiente, ya que su función es, solamente, **la de homogeneizar el perímetro para evitar la expansión de la manga** hacia el interior del hueco de la rotura, pues la característica resistente necesaria la dará la manga continua, una vez curada), que quedará fijada al colector por la longitud, y anchura, en exceso que se debe dar a la capa de fieltro de poliéster impregnada del propio “packer”.

También puede ejecutarse con manguitos de EPDM con alma de acero inoxidable que se ajustan por expansión de la corredera del alma metálica (con la misma premisa de instalación sobre su exterior de la lámina de acero comentada, para evitar rasgados)



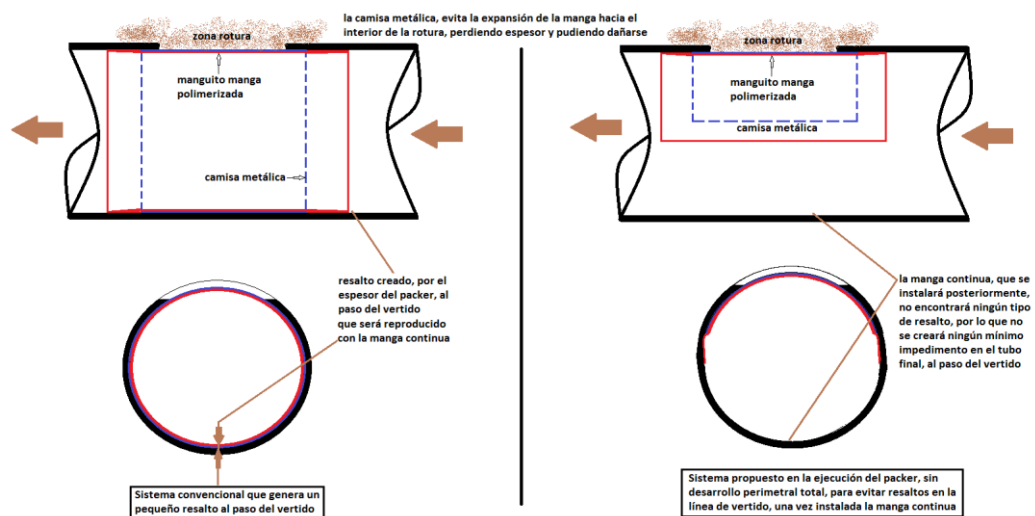
Sea con un sistema u otro, **se consigue una adecuada conformación perimetral de la zona de rotura**, que permitirá un desarrollo e implantación correcta de la manga continua de rehabilitación.

Aunque dados los espesores del resultado final de los manguitos polimerizados (packer), el resalto sería mínimo, al ser una tubería de fecales (y dada la amplitud de su diámetro para las necesidades reales, que le llevan a velocidades mínimas) se debe intentar

conseguir el mínimo resalto posible en la zona de aplicación del packer, ya que la manga lo reproducirá en la tubería final.



Para ello, lo más recomendable es **ejecutar su implantación, de modo que no sea perimetral**. Es decir, con packer dispuestos de modo que su desarrollo de expansión permita el sellado de la zona afectada, de modo completo, pero **sin “engrosar” la clave inferior del vertido**. De este modo, con la instalación de la manga final, esta reproducirá el “sobre grosor” de la zona superior/lateral, pero la línea de vertido quedará totalmente uniforme, sin resalto alguno, que es la condición para una óptima rehabilitación, consiguiendo una tubería continua sin el mínimo condicionante al tránsito del vertido, así como a posteriores actuaciones de limpiezas de mantenimiento (para estas, el resalto que se genera no supone inconveniente alguno para el avance de la “piña” de limpieza, pero siempre es una mejora a considerar).



Conviene que los packer instalados curen debidamente para evitar que puedan ser arrastrados en el proceso de inversión de la manga (aunque puede evitarse esperar al

curado total, ganando tiempo, si se usa el sistema de manga plana para inserción directa a través de tracción con sirga, su desarrollo posterior -con aire comprimido-, y curado por trenes de lámparas LED o de rayos UV).

**Nota a considerar:** Aunque las dimensiones de las roturas, o la posible complicación que pudiera verse en la ejecución con los sistemas packer comentados para dejar libre la línea inferior de vertido, hicieran dudar del resultado de su aplicación, siempre quedaría la opción (a mi entender, innecesaria) de ejecutar excavaciones puntuales hasta las zonas de rotura, para implementar las chapas metálicas por el exterior, “grapadas”, sobre las zonas concretas. Esto llevaría a ejecuciones con obra convencional, pero con extensiones puntuales, mínimas, frente a una obra total a zanja abierta, a profundidades menores, y con costes y tiempos mínimos invertidos.

5. Implantación de la manga (CIPP). Una vez instalados los “packer” y tras la oportuna revisión con CCTV para verificar su instalación idónea, se ejecuta el **enmangado a polimerizar (sistemas suficientemente conocidos, denominados CIPP, con más de 50 años de implantación sin problemas, en todo el mundo, y un innumerable kilometraje), que constituirá una nueva tubería, fuertemente adherida, físicamente (como hemos visto en el ejemplo puesto al inicio), de modo perimetral, al colector existente**

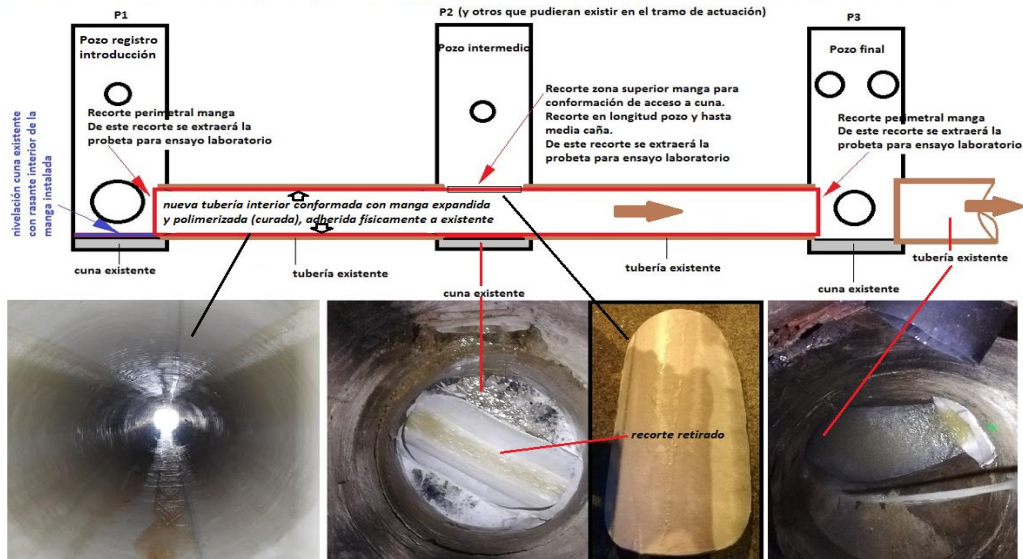


, que, de por sí, en base a la manga elegida, ya sería **totalmente “autoportante”, sin depender de la actual** (aunque constituye un refuerzo notable al propio sistema, no se considera, en el ejemplo de aplicación para esta obra real, el implantar manga “semi portante” – más económica-, dado que las roturas observadas pueden deberse a cargas indirectas de tráfico, dada la “pequeña” profundidad, junto con la posible deficiencia de rellenos de flancos y coberturas en el momento de ejecución de la obra en origen, pero, sobre todo, por las obras posteriores de otros servicios solapados).

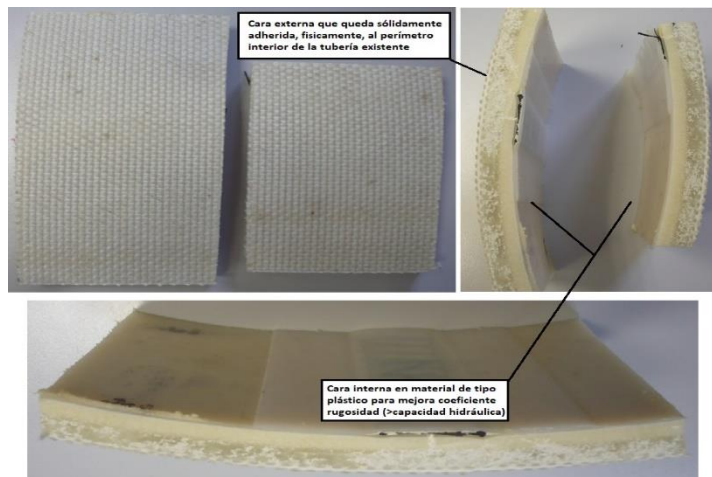
Esta manga **se implanta en una sola tirada** (de pozo 1 a pozo 10) pasando a través de los propios pozos, de modo que, al margen de no existir ninguna junta en toda la longitud del colector, sirve (tras su recorte, una vez curada) como cuna física rehabilitada de los propios pozos, evitando, también, las propias juntas de unión de tubo/pozo. Es decir, **se crea un sistema totalmente impermeable a cualquier infiltración desde cualquier punto y totalmente estanca para exfiltraciones.**



ESQUEMA BÁSICO DEL FINAL DE UNA REHABILITACIÓN DE COLECTOR DE SANEAMIENTO, SIN OBRA CIVIL, A TRAVÉS DE LA INSERCIÓN, EXPANSIÓN Y CURADO DE MANGA DE FIELTRO IMPREGNADA DE RESINA, ALCANZANDO SU RESISTENCIA DE CÁLCULO TRAS POLIMERIZACIÓN DE ESTA



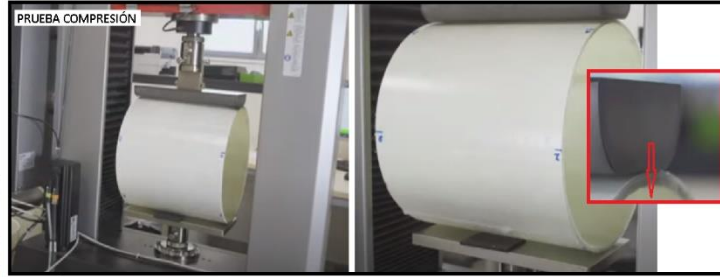
Tras la instalación y curado, se recogen las muestras pertinentes para las pruebas de calidad que determinen el cumplimiento de los parámetros de cálculo, desde espesores finales, hasta los requerimientos de resistencias, etc.



PRUEBAS LABORATORIO MUESTRAS MANGA POLIMERIZADA/CURADA, PARA CONTRASTE CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN CON DISEÑO



RECÓGIDA MUESTRAS EN LA PROPIA OBRA, DE LA MANGA CURADA, PARA SU TRASLADO A LABORATORIO



Respecto a los **pozos de registro**, en lugar de hacerlos nuevos, como es el objeto de la obra convencional, se pueden rehabilitar los existentes (*si fuese necesario*) sin ningún problema, mediante ejecución interna. Bien por medios mecánicos, como el ejemplo que se indica,

IMPERMEABILIZACIÓN DE POZOS DE REGISTRO, POR PROYECCIÓN, PARA EVITAR INFILTRACIONES DE AGUA DE FREÁTICO O DEL TERRENO



o de modo manual, con costes mínimos, que, dada su altura y estado, sería lo más indicado para esta obra.

## **VENTAJAS DE LA REHABILITACIÓN PROPUESTA, FRENTE A LA OBRA CONVENCIONAL CONSIDERADA (ZANJA ABIERTA) COMO CRITERIO TÉCNICO CONSTRUCTIVO FIJO**

Aunque son obvias, a nivel técnico general, se explicitan –de modo simple- dada la controversia, histórica de criterios que vienen dándose en la Empresa de Servicio competente en el ámbito en el que se enmarca la obra del ejemplo real, por oposición a la implantación generalizada de los Tecnologías Sin zanja (TSZ), como planteamiento prioritario, frente al existente de ejecutar siempre con obra convencional de apertura de zanjas.

### **Ventajas Sociales**

-No hay excavaciones, lo que lleva directamente a la eliminación de polvo (con su derivada de limpiezas), ruidos y tráfico de vehículos pesados.

-Eliminación de afecciones a pasos a Comercios, industrias, colegios, ambulatorios/hospitales...

-Eliminación de afecciones al tráfico (sólo se ocupa una pequeña franja longitudinal respecto al total de la longitud en línea con el pozo de ataque, -en un tiempo mínimo frente a la obra convencional- por lo que, en todo caso, se ocupa una zona que no impide el tráfico). En este caso, se evita la afección a una calle principal y a una rotonda de tráfico intenso.

-No existen probabilidades de asentamientos en la pavimentación, tras las obras

-No existen probabilidades de asentamientos de los nuevos colectores CIPP instalados

-No existen probabilidades de generación de infiltraciones/exfiltraciones, tras las obras

-La obra de rehabilitación del colector (integra) se concluye en un máximo de 7 días laborables (echándole bastante tiempo por encima, considerando desde el momento en que se llega a la obra, hasta el momento en que se han retirado todos los equipos), frente a un tiempo mínimo de 30 a 45 días laborables de la obra convencional –sin contar imprevistos-, lo que supone una reducción orientativa de tiempo entre, aproximadamente, un 75% a un 85%

### **Ventajas en materia de Seguridad y Prevención**

-Al no existir zanjas, se evita todo lo correspondiente a movimientos de maquinarias de excavación, camiones (y otros necesarios en la obra convencional), entibaciones, trabajos en las propias zanjas, movimientos de cargas –tuberías, con presencia de personal en zanja-, protecciones por vallados y señalizaciones, etc.

-No existen posibles afecciones a servicios (en este caso, con riesgos importantes por gas a media presión y suministro eléctrico a media tensión)

-Se preserva la seguridad de operarios y de personal externo a la obra

### **Ventajas Medioambientales**

-No resultan afecciones al arbolado existente

-No existen residuos a retirar (productos de demolición y excavación), salvo los resultantes de las operaciones de limpieza y fresados (insignificantes, frente a la obra convencional)



-No existen materiales de relleno y repavimentación

-No existe generación de gases por las maquinarias

En cualquiera de los casos, reducción total del CO<sub>2</sub>, que se genera en la obra convencional.

### **Ventajas de imagen de empresa**

-Implementación de imagen de empresa, por todo lo anterior, y por cumplimiento (hay que predicar con el ejemplo) de sus propios objetivos irrenunciables que le sirven de estandarte hoy por hoy, con todo tipo de publicidad que desarrolla: Mejora continua del Servicio al Cliente (y entidades que conforman la Empresa de Servicio) y reducción de la Huella de Carbono.

-Ausencia de confrontaciones y descrédito por la afección arbórea

### **Otros**

-Eliminación de permisos necesarios

### **Respecto a comparativas hidráulicas**

La nueva tubería, a pesar de su reducción de diámetro interior (en este caso, de 300mm del existente a 288mm), presenta un coeficiente de rugosidad de 0,01, por lo que su capacidad hidráulica frente a un tubo de hormigón (considerándolo como nuevo) de 0,015, aumentaría en un 38%. Por supuesto, será mucho mayor, dado que el actual tiene ya 34 años de antigüedad.

*Respecto a un nuevo colector DN315mm PVC PN6 (300mm interior), que es el que se va a instalar con obra convencional, el coeficiente de rugosidad es idéntico, dada su capa de contacto, de material plástico, con el vertido. Por tanto, la nueva tubería propuesta con sistema TSZ, solo pierde "competitividad", respecto a una nueva tubería como la indicada, en relación a su menor diámetro (288mm) que, en este caso, por el caudal de vertido observado (comentado anteriormente) no representa ningún inconveniente. Más bien, al contrario, facilita el vertido.*

### **Respecto a comparativa económica**

#### **1. Obra convencional**

El presupuesto orientativo para desarrollar el proyecto con zanja convencional, aplicando el precio actualizado de la base de datos de la Empresa de Servicios responsable de la obra, es de 473,57€/m, al cual le aplican un 6% de Costes Indirectos (CI) y el 16% de Gastos Generales (GG) y Beneficio Industrial (BI), lo que lleva a un **presupuesto de Ejecución por Contrata (EC) de 90.839,06€** [(156m x 473,57€/m) x 1,06 (CI) x 1,16 (GG y BI)]. **Redondeamos a 91.000€** Aunque este precio **no contempla la gestión de residuos** (coste importante) **ni posibles imprevistos** por afecciones (*máxime teniendo en cuenta la implicación con otros importantes servicios existentes*), vamos a considerar que ese es el total, para tener en cuenta una baja en la licitación del 15% (siendo una obra pequeña, la posible baja no será tan alta, pero nos ponemos en la mejor perspectiva para la obra convencional).

## 2. Obra de rehabilitación propuesta

Solicitados dos presupuestos, se coge el más caro (casi el doble) de los recibidos, correspondiente a la empresa que más solvente se considera técnicamente, de gran recorrido de implantaciones, con los materiales y especificación de los cálculos para los espesores adecuados de cara a las resistencias necesarias, según los datos aportados de la situación del colector, indicando una manga flexible de 6mm, frente a una de 4,5mm de la otra empresa. Además, a pesar de sus importantes costes en desplazamientos, y coste de las horas de trabajo de inspecciones y fresados, sus medios se consideran más fiables (impregnación controlada en sus instalaciones y transporte frigorífico). Cogiendo, por tanto, el presupuesto más caro, nos situamos de cara a la calidad final de la implantación, y su fiabilidad, poniéndonos en la situación más “perjudicial” de cara a la comparación de costes del sistema de rehabilitación, frente a la obra convencional. De ese modo, no dejamos duda alguna respecto a la posible consideración de un “manejo de tendencia” respecto al sistema TSZ.

### Desglose presupuesto para ejecución por contrata (E.C.) de la rehabilitación con manga

Desplazamiento equipo fresador:	1.500€ (precio fijo)
Trabajos previos de limpieza/inspección CCTV:	800€ (5 horas a 160€/h)
Trabajos de fresados, nuevas limpieza/inspección CCTV: (consideramos horas en exceso, para salvaguarda)	2.000€ (10h a 200€/h)
Desplazamiento equipos para instalación y curado manga:	4.500€ (precio fijo)
Ejecución rehabilitación con manga reversible:	42.120€ (156m a 270€/m)
<b>Total manga rehabilitación colector:</b>	<b><u>50.920€</u></b>

A este coste, le tenemos que añadir lo correspondiente a los “packer” con camisa metálica de acero inoxidable, que se han comentado anteriormente (a instalar de modo previo), y le incrementamos una partida de acondicionamiento de los 10 pozos existentes (teniendo en cuenta que las cunas ya quedan conformadas como nuevas en poliéster, con la propia manga). Los costes para limpieza e inspección simultánea, así como fresados que puedan ser necesarios (comentado el motivo anteriormente) ya están incluidos en el presupuesto anterior, como puede verse. Así tenemos:

- Respecto a los **“packer” individuales con camisa metálica**, considerados, tendríamos (los precios solicitados –muy elevados- los dan por metro lineal y ponemos 1,5 metros más por encima de lo revisado, por si saldría algún punto concreto más en el tramo no inspeccionado). La longitud conjunta serían 6 metros (4,5m de lo visto +1,5 de reserva) a 875€/m = **5.250€**
- Respecto al **acondicionamiento de pozos**, podemos estimar el precio existente de reforma pozo de fecales, en la propia base de datos de la Empresa de Servicio, para

tener un amplio margen, ya que, por la inspección visual realizada, no hace falta la sustitución de marcos/tapas, ni demoliciones, etc. que contempla ese precio (adjunto posteriormente). Así tendríamos (10 pozos) 4.210€, que aplicados C.I. (6%) y GG-BI (16%), nos situaría en los 5.176,62€ (redondeamos a **5.200€**)

Tipo	Código	Resumen	Precio	Rendimiento
	OE02	Cosetas	22,38	0,250
	OE07	Peón ordinario	22,22	1,500
	M10HW020	Hidrolimpiadora a presión	3,20	1,500
	UEXD0150	<del>Demolición tapa pozo registro</del>	<del>53,45</del>	1,000
	AXCSSMa	<del>Ejecución media caña en base 1000 mm</del>	<del>73,04</del>	1,000
	AXCSM010	Rebido de acometidas	26,13	2,000
	USAPTDaaa	<del>Tapa f.n. ø600 REXESS de Saint-Gobain m/red. (40 t)</del>	<del>177,22</del>	1,000
	mediosaux	Medios auxiliares	<del>499,95</del>	0,050

**Coste global de la rehabilitación integral** (packer, manga todo incluido y acondicionamiento pozos, con las posiciones más onerosas para la rehabilitación, para ponernos en la peor posición comparativa para ella) = **61.370€** (50.920 + 5.250 + 5.200), en EC (ejecución por contrata), antes de IVA. **Redondeamos a 62.000€.**

### **CONCLUSIÓN**

La **rehabilitación propuesta**, contemplaría una **reducción de costes económicos de 29.000€ frente a la obra convencional sin imprevistos destacables** (probablemente, dados los servicios existentes, se tendrán costes añadidos) y sin tener en cuenta, como hemos indicado anteriormente, los costes de la gestión de residuos, entre otros. Este ahorro (mínimo) supondría que, con el mismo presupuesto de la obra convencional que se va a llevar a cabo, se pudiese ejecutar, también, la rehabilitación del colector de pluviales anexo (tanto porque no habría que sumar nuevos costes por desplazamientos, como por economía de precios al hacer el doble de rehabilitación). En el anexo, se incorporan otros ejemplos de obras reales y comparativas TSZ.

Por todo lo expuesto, con todo detalle, **se estima que son fundamentos precisos y claros, para evitar la ejecución a través de obra convencional, incluso en obras de pequeño calado, y decantarse por** (al menos plantearse en primera instancia) **los procesos de rehabilitación mediante Tecnologías Sin Zanja (TSZ).**

Javier Miguel Elizondo Osés  
Asesor en el ámbito del Agua  
([www.elizondoasesordeagua.com](http://www.elizondoasesordeagua.com))  
[jmelizondo@telefonica.net](mailto:jmelizondo@telefonica.net) 638 299 629



Pamplona a 28 de septiembre de 2021

NUEVO EJEMPLO OBRA A CIELO ABIERTO FRENTE (EN ESTE CASO) A EJECUCIÓN PARCIAL CON TECNOLOGÍA SIN ZANJA (MANGA 300) PASO DE RED UNITARIA A SEPARATIVA (Longitud estimada obra: 90 metros)



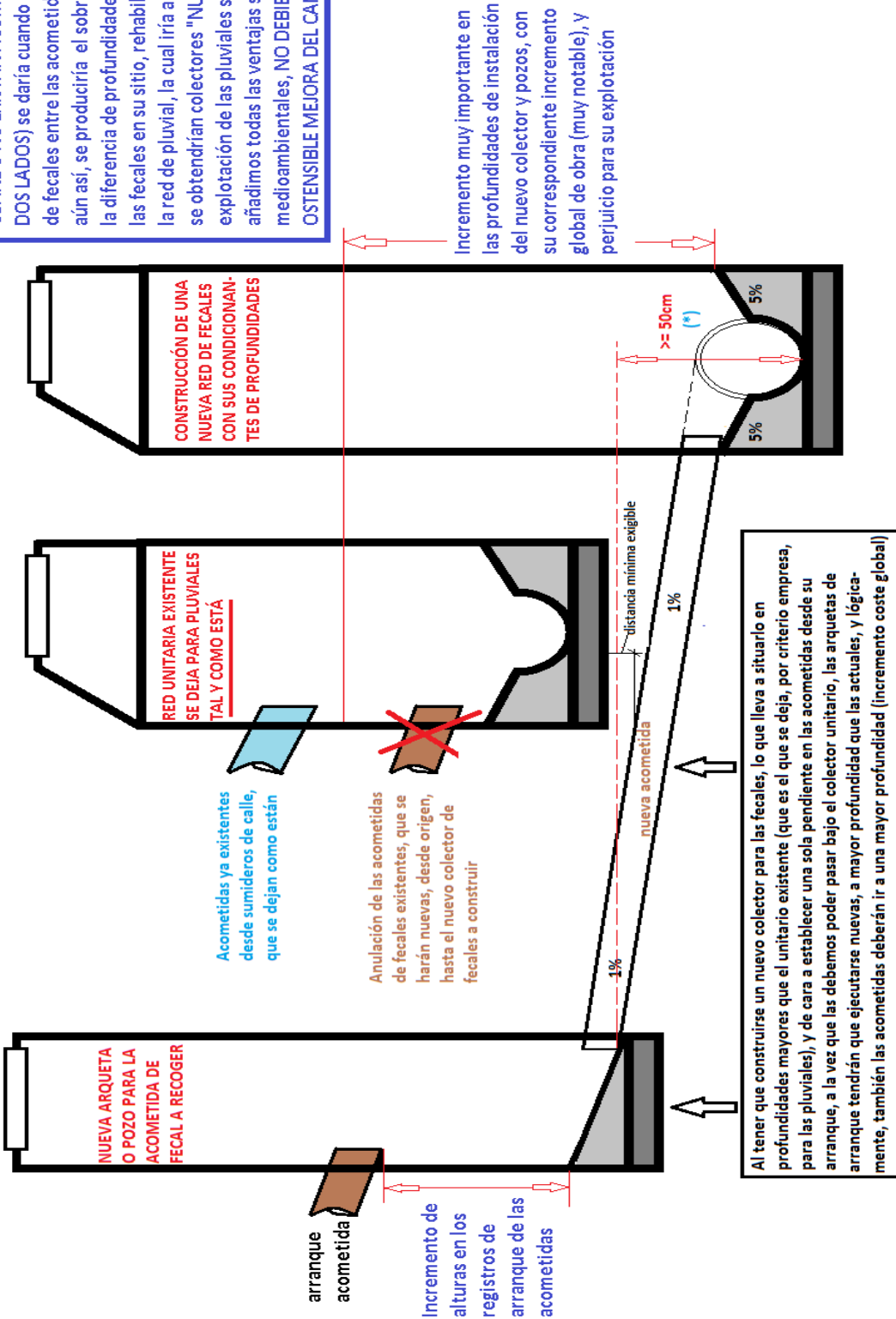
- 1.-La tubería existente de 300HM se podría haber rehabilitado con tecnología TSZ. En este caso que no se necesitaba mayor diámetro, se podría haber efectuado un encamisado interior para saneamiento (con manga reversible o directa, y sus curados respectivos), obteniendo una tubería nueva que, a pesar de la reducción de sección hidráulica (mínima), hubiera dado un caudal hidráulico incluso mayor que el diámetro interior existente, en base a su mínimo coeficiente de rugosidad, frente al existente. Coeficiente similar al del PVC.  
La nueva tubería de PVC instalada, correspondía a la Serie 20 (SDR41) => un diámetro hidráulico de 300mm, por lo que el emangado hubiera sido perfectamente aplicable en la tubería existente, sin problemas estructurales (la reducción era mínima y, al mantener secciones para un caudal mucho menor -fecales-, le hubiera sobrado dimensionamiento => incluso se podría haber optado, por aportación real, el haber reducido sección hidráulica mediante entubación por inserción directa de una nueva tubería estándar, como por ejem. PE soldado en barras de 12m)
- 2.- El criterio seguido, en este caso, a pesar de haberse podido rehabilitar el colector existente, fue el de demolición total, para crear dos nuevas tuberías (fiscal y pluvial), como puede verse en la foto adjunta), con todo lo que supone de incrementos de zanja, seguridad, gestión de residuos, tiempo de obra, etc., y su correspondiente sobrecoste económico.
- 3.- De haberse rehabilitado el colector unitario (dejándolo como fecal), se hubiera ejecutado de modo exclusivo, con zanja abierta, la implantación del colector de pluviales (y se podría haber hecho a una mayor cota, reduciendo excavaciones, etc.), ahorrando toda la atención correspondiente a la anchura implementada (0.80 metros mínimo) en una altura de 2 metros.  
Se indica la solución de dejar el unitario rehabilitado como fecales (en contra del criterio habitual que se sigue normalmente de dejarlo, sin rehabilitar, para las pluviales, construyendo un nuevo colector para fecales) por ser la opción más sensata, en base a evitar una nueva construcción a cota inferior a la del unitario (obligada), con todos sus sobrecostos y desventajas, tal y como se explicita en el fotograma final del artículo.
- 4.- El presupuesto correspondiente a la parte de la implantación del nuevo colector de fecales, se situaba en 33.858,75€ en E.M. (Ejecución Material), sin contar la Gestión de Residuos, como parte principal, al margen de los imprevisos. Dejando sin contar esa importante partida, para absorber temas de bajas de licitación, el coste en EC (Ejecución Contrata -antes de IVA-) se situaba, de partida, en los 39.276,15€.
- 5.- El presupuesto de su rehabilitación con manga reversible (todo incluido: desplazamientos equipos, limpiezas, inspecciones, fresas) e implantación completa de la manga se situaba en los 326.41€m (en EC) lo que llevaba a un total (para los 95 metros de longitud -92 de proyecto más la pérdida por altura de introducción) de 31.008,95€.

**Conclusión: Incluso en obras mínimas (incluso sin tener en cuenta partidas importantes como la Gestión de Residuos) el coste de rehabilitar es menor (en este caso de obra mínima, más de 9.000€) que la obra convencional.** Si se añaden todas las desventajas de esta (sociales, medioambientales, de seguridad y económicas) el resultado es mucho más concluyente, a favor del cambio de mentalidad hacia considerar la aplicación de TSZ en primer lugar, frente al criterio firme de actuar con la convencional.

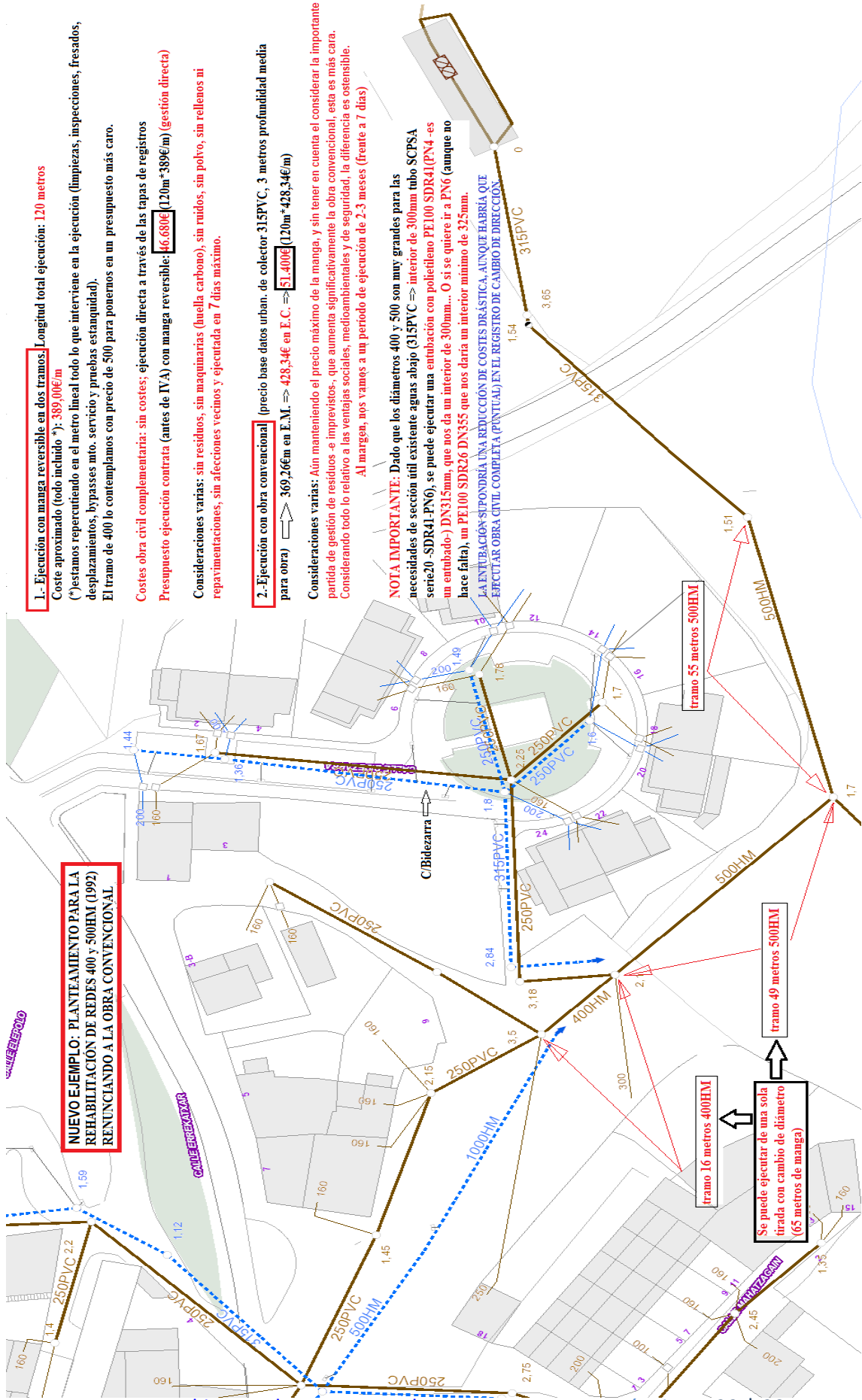


**ESQUEMA DE IMPLANTACIÓN DE RED SEPARATIVA MEDIANTE EL CRITERIO DE APROVECHAMIENTO DEL UNITARIO EXISTENTE, COMO PLUVIAL, Y CONSTRUIR UNO NUEVO PARA LA RED FECAL. ANOTACIONES DE INCONVENIENTES Y SOBRECOSTES DE SU APLICACIÓN.**

**NOTA IMPORTANTE:** La situación más económica (SIEMPRE Y CUANDO NO EXISTAN ACOMETIDAS DE FECALES DESDE LOS DOS LADOS) se daría cuando se pueda situar el nuevo colector de fecales entre las acometidas y el actual existente, pero, aun así, se produciría el sobre coste global correspondiente a la diferencia de profundidades frente a la alternativa de dejar las fecales en su sitio, rehabilitando el colector, y hacer nueva la red de pluvial, la cual iría a cota más elevada. De ese modo, se obtendrían colectores "NUEVOS" para las dos redes y la explotación de las pluviales sería más fácil. Si a esto le añadimos todas las ventajas sociales, de seguridad y medioambientales, NO DEBIERA EXISTIR DUDA RESPECTO A LA OSTENSIBLE MEJORA DEL CAMBIO DE CRITERIO PROPUESTO.



Incremento muy importante en las profundidades de instalación del nuevo colector y pozos, con su correspondiente incremento global de obra (muy notable), y perjuicio para su explotación



**1.-Ejecución con manga reversible en dos tramos:** Longitud total ejecución: **120 metros**

Coste aproximado (todo incluido \*): **389,000€/m**  
 (\*gestamos repercutiendo en el metro lineal todo lo que interviene en la ejecución (limpiezas, inspecciones, fresados, desplazamientos, bypasses mto. servicio y pruebas estanquidad).  
 El tramo de 400 lo contemplamos con precio de 500 para ponerlos en un presupuesto más caro.

**Costes obra civil complementaria:** sin costes; ejecución directa a través de las tapas de registros  
**Presupuesto ejecución contrata (antes de IVA) con manga reversible:** **46.680€ (120m\*389€/m) (gestión directa)**

**Consideraciones varias:** sin residuos, sin maquinarias (huella carbono), sin ruidos, sin polvo, sin rellenos ni reparimentaciones, sin afecciones vecinos y ejecutada en **7 días máximo.**

**2.-Ejecución con obra convencional** (precio base datos urban. de colector 315PVC, 3 metros profundidad media para obra)  $\uparrow$  **369,26€/m en E.M.  $\Rightarrow$  428,34€ en E.C.  $\Rightarrow$  51,400€ (120m\*428,34€/m)**

**Consideraciones varias:** Aún manteniendo el precio máximo de la manga, y sin tener en cuenta el considerar la importante partida de gestión de residuos e imprevistos-, que aumenta significativamente la obra convencional, esta es más cara. Considerando todo lo relativo a las ventajas sociales, medioambientales y de seguridad, la diferencia es ostensible.  
 Al margen, nos vamos a un período de ejecución de 2,3 meses (frente a 7 días)

**NOTA IMPORTANTE:** Dado que los diámetros 400 y 500 son muy grandes para las necesidades de sección útil existente aguas abajo (315PVC  $\Rightarrow$  interior de 300mm tubo SCPSA serie20 - SDR41-PN6), se puede ejecutar una entubación con polietileno PE100 SDR41(PN4 -es un entubado-) DN315mm, que nos da un interior de 300mm... O si se quiere ir a PNG (aunque no hace falta), un PE100 SDR26 DN355 que nos daría un interior mínimo de 325mm.

LA ENTUBACIÓN SUPONDRIA UNA REDUCCIÓN DE COSTES DRÁSTICA. AUNQUE HABRÍA QUE EFECTUAR OBRA CIVIL COMPLETA (PUNTUAL) EN EL REGISTRO DE CAMBIO DE DIRECCIÓN

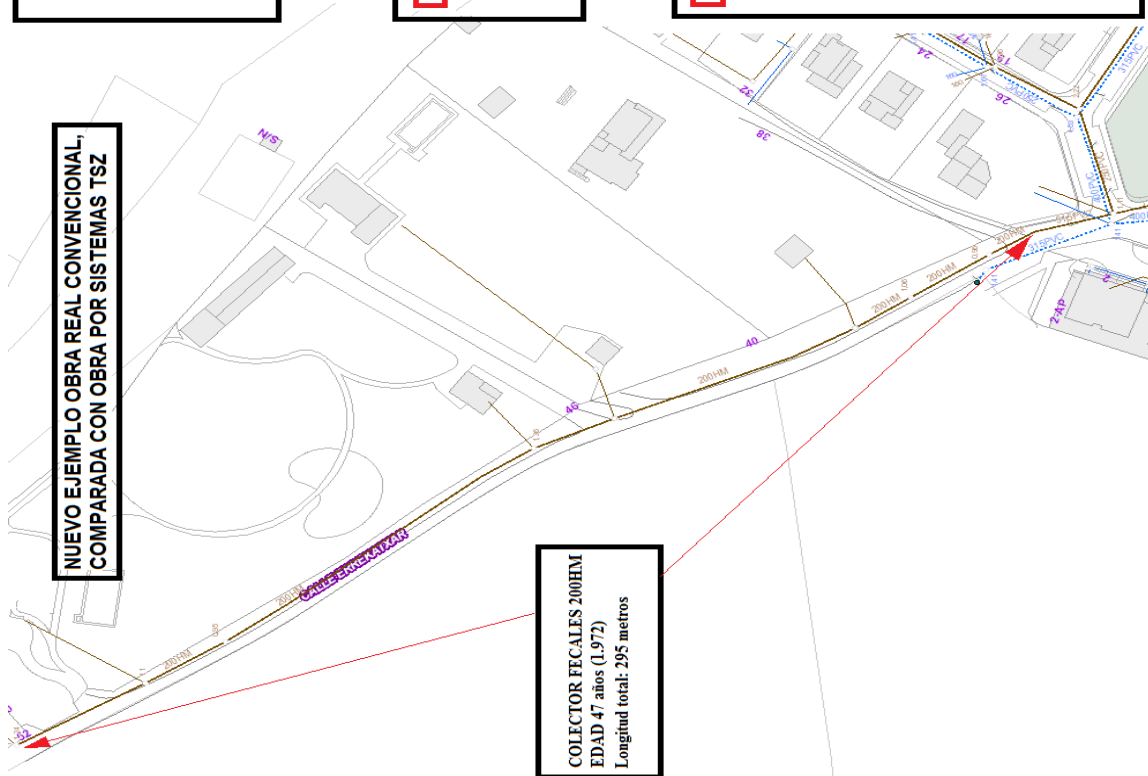
**NUEVO EJEMPLO: PLANTEAMIENTO PARA LA REHABILITACIÓN DE REDES 400 y 500HM (1992) RENUNCIANDO A LA OBRA CONVENCIONAL**

tramo 55 metros 500HM

tramo 49 metros 500HM

tramo 16 metros 400HM

Se puede ejecutar de una sola tirada con cambio de diámetro (65 metros de manga)



**NUEVO EJEMPLO OBRA REAL CONVENCIONAL,  
COMPARADA CON OBRA POR SISTEMAS TSZ**

**COLECTOR FECALES 200HM**  
EDAD 47 años (1.972)  
Longitud total: 295 metros

**Ejecución con obra convencional** Dada la disposición aguas abajo, se entiende se ejecutará en DN250PVC lo que lleva a un interior de unos 238mm

INFSARPVC0Mabaa · m · Cond. smto. redes z/urbana PVC Ø250, /pav., prof.med. 1.50m PEJM	(Presupuesto Ejecución Material)	188,44 €/m
--	----------------------------------	------------

Descripción

Precio de infraestructura: conducción de saneamiento de PVC en renovación de redes, de Ø250 mm, realizada en una localización urbana, de 1.50 m de profundidad media. Incluye excavación, rellenos, tuberías, pp de pozos de registro, arquetas, conexiones y acometidas. Incluso pp de reposición de pavimentos, de seguridad e higiene.

**Presupuesto Ejecución Contrata (antes de IVA): 64.484,17€ (295m \* 188,44€/m + 1,16 GGyBI).** A lo habría que sumarle todo lo correspondiente a gestión de residuos, señalizaciones y bypasses. No se tienen todas las ventajas sociales, medioambientales y de seguridad, que ofrecen otros sistemas de rehabilitación (las máximas ventajas, los encamisados por mangas)

**Ejecución por rehabilitación tubería existente, con manga** Si no existe problema de capacidad en la actualidad y el colector está bien en su forma circular, se podría ejecutar y, en el caso de urbanizaciones futuras que hicieran necesaria más capacidad, se construirían un colector en paralelo a su cargo. La manga nos dejaría un interior de unos 194mm. Considerando que genera un aumento de capacidad de más de un 30% respecto a la tubería existente de HM, en realidad, estaríamos dejando una tubería de mayor capacidad hidráulica que la actual.

Se solicita oferta concreta a empresa especialista, y el precio (contemplando todo -ver oferta-) es de 109,38€/m antes de IVA lo que nos lleva a un coste conjunto de **32.267,10€ E.C.** (gestión directa)

**Ejecución rehabilitación por Bursting (sustitución por rotura)** para el caso de estar la tubería actual en mal estado y/o querer más sección hidráulica

\*Ejecución con tubería PE100RC DN250 PN6 => interior de 230mm

M1 Montaje e instalación de tubería de polietileno de 200 a 250 mm de diámetro mediante sistema Bursting de fragmentación de tubería, incluyendo implantación de equipos y soldadura de tubería, excepto excavación y reposición de cunetas de inserción y tiro. Suministro de tubería por cuenta del cliente.	1,00	70,00 €/m
Tubería PE100RC SDR26(PN6) DN250 (230mm interior) (precio directo de tarifa sin descuento, que puede llegar al 40%)		18.74€/ml
<b>Total ml</b>		<b>88,74€/ml</b>
Ejecución por contrata Bursting (antes de IVA) = 295m * 88,74€/m =		<b>26.178,30€</b>
Otra civil fosos de ataque (calculamos 4, por trazado) todo incluido (demoliciones, extracciones, reposiciones, etc.) (3.000€/ud * 1,16) =		<b>13.920,00€</b>
<b>Total obra (E.C.) =</b>		<b>40.098,30€</b>

Estamos hablando de una obra convencional parcial (los fosos de ataque y los de entrada tubería) que vendrían a sumar un máximo de 25 metros, frente a la zanja convencional de 295 metros, y la economía se cifra en casi 25.000€ respecto a la convencional, más gestión residuos, etc. (no los contamos para salvaguardar costes) y sin las ventajas relativas a los aspectos sociales, medioambientales y de seguridad.