

DEUTSCHES INSTITUT FÜR BAUTECHNIK

[INSTITUTO ALEMÁN DE TÉCNICAS DE LA CONSTRUCCIÓN]

Entidad de Derecho público

10829 Berlín, 5 de junio de 2007
Kolonnenstraße 30 L
Teléfono: 030 78730-296
Fax: 030 78730-320
N° Reg: III 59-1.42.3-16/04

Homologación general a efectos de construcción

Número de homologación:

Z-42.3-414

Solicitante:

Easy Liner GmbH
Rombacher Hütte 15
44795 Bochum
(Alemania)

Objeto de homologación:

Procedimiento sin levantar el pavimento,
con la denominación "EasyLiner", para sanear
tuberías subterráneas con dimensiones
nominales de DN 100 a DN 300.

Validez hasta:

30 de junio de 2012

Con la presente el objeto de homologación arriba indicado obtiene la homologación general a efectos de construcción.

Este documento de homologación general a efectos de construcción consta de 23 páginas y 23 anexos.

[El documento original lleva el
sello original del *Deutsches
Institut für Bautechnik*]*

*[Nota del traductor: En cada una de las páginas y de los anexos de este documento consta el sello original del *Deutsches Institut für Bautechnik*. En la página nº 23 consta además la firma que certifica el presente documento]

I. DISPOSICIONES GENERALES

- 1 La homologación del *Deutsches Institut für Bautechnik* acredita la utilidad práctica o aplicabilidad del objeto de homologación a efectos de los reglamentos de construcción en Alemania.
- 2 La homologación general a efectos de construcción no sustituye las autorizaciones, aprobaciones y certificaciones prescritas por ley para la ejecución de proyectos de obra.
- 3 La homologación general a efectos de construcción se concede sin perjuicio de los derechos a terceros, en particular, de los derechos de protección privados.
- 4 Tanto el fabricante como el distribuidor del objeto de homologación deberán poner a disposición del usuario del objeto de homologación copias de la homologación general a efectos de construcción y advertirle de que dicho documento ha de hallarse en el lugar de utilización del objeto de homologación, todo ello sin perjuicio de las regulaciones contenidas en las “disposiciones especiales”. Si así se solicita, será de obligado cumplimiento poner a disposición de las autoridades implicadas, copias de la homologación general a efectos de construcción.
- 5 La homologación general a efectos de construcción sólo podrá reproducirse íntegramente. Su publicación en extracto requiere del permiso del *Deutsches Institut für Bautechnik*. Tanto el texto como las ilustraciones de las publicaciones publicitarias no deberán contradecir la homologación general a efectos de construcción. Las traducciones de este documento deberán contener la advertencia: “Traducción del texto original en alemán no revisada por el *Deutsches Institut für Bautechnik*”.
- 6 La homologación general a efectos de construcción se concede con carácter revocable. Las disposiciones de la homologación podrán ser ampliadas y modificadas a posteriori, especialmente cuando nuevos conocimientos técnicos así lo requieran.

II. DISPOSICIONES ESPECIALES

1 Objeto de homologación y campo de aplicación

La presente homologación general a efectos de construcción es válida para el procedimiento sin levantar el pavimento con la denominación "EasyLiner" (anexo 1) y el sistema de resina epoxi de dos componentes con las denominaciones "EasyPox 3008" (sistema de resina de fraguado en frío) y "EasyPox T0530" (sistema de resina de fraguado en caliente), que se aplican para el saneamiento de tuberías deterioradas, con un diámetro que oscile entre DN 100 y DN 300. La presente homologación es válida para rehabilitar tuberías de aguas residuales según la norma DIN 1986-3¹.

El procedimiento para la reparación interior de tuberías sin levantar el pavimento, sólo podrá utilizarse en tuberías de hormigón, hormigón armado, gres, fibrocemento, plástico reforzado con fibras de vidrio (GFK), policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U), polietileno (PE-HD) e hierro fundido; siempre y cuando la sección transversal de la tubería que debe sanearse cumpla con todos los requisitos condicionados al tratamiento y con las exigencias estáticas.

Las tuberías en mal estado se rehabilitan mediante la introducción y el posterior endurecimiento de una manga de fibra de poliéster con revestimiento de poliuretano e impregnada de resina epoxi. Estas mangas se denominan "ThermoLiner" y "ThermoLiner^{Plus}".

El proceso es el siguiente: la manga de fibra de poliéster, con revestimiento interior de poliuretano (PU), se impregna in situ de resina epoxi y se introduce (se invierte) mediante aire comprimido o agua en la tubería que debe ser saneada. Mediante la inversión de la manga, el lado revestido de poliuretano de la manga alcanza la parte en contacto con las aguas residuales. La presión aplicada genera un apriete de unión para que la manga se ajuste a la pared interior de la tubería. El endurecimiento de la manga se produce mediante circulación de agua caliente o bajo temperatura ambiente.

Antes de la inversión de la manga de fibra de poliéster revestida de poliuretano e impregnada de resina, hay que colocar en las zonas saturadas de agua subterránea, un *preliner* de PE (manga protectora de polietileno).

Las acometidas laterales se rehabilitan en construcción abierta o mediante la técnica de robot (técnica del perfil de sombrerete). Para ello, se procederá al fresado de la respectiva acometida, desde el interior de la manga de fibra de poliéster endurecida.

Por medio de un obturador de inversión se introducirá en la acometida, hasta pasada la primera unión por manguito, una manga de fibra de poliéster (perfil de sombrerete con la denominación "Sistema *Easy-Top-Hat*") impregnada del sistema de resina "EasyPur" (sistema homologado por el *Deutsches Institut für Bautechnik*, con el n° de homologación Z-42.3-338).

Las conexiones en el pozo de registro se preparan estancas al agua, o bien, mediante cinta auxiliar expansiva, que estará posicionada en la zona de entronque antes de la colocación del *preliner* de PE, o bien, por medio de un mortero estanco y resistente a aguas residuales.

2.1 Propiedades y composición

2.1.1 Materiales de los componentes del procedimiento

2.1.1.1 Materiales de la manga de inversión

Los materiales de las mangas con revestimiento de poliuretano, de la manga protectora de polietileno (*preliner* de PE) y de las mangas de calibración, así como los materiales de la resina epoxi, de los dos agentes endurecedores y el resto de materiales cumplirán las especificaciones de la fórmulas prescritas por el *Deutsches Institut für Bautechnik*.

- 1a. Algunas de las propiedades de la manga de fibra de poliéster "ThermoLiner^{Plus}" son:
- Espesor de pared: 3,5 mm
 - Peso por metro cuadrado: 660 g/m²
 - Grosor del revestimiento de PU: aprox. 190 µm
 - Alargamiento longitudinal a la fuerza máxima según DIN EN 29073-3²: aprox. 95 %
 - Alargamiento transversal a la fuerza máxima según DIN EN 29073-3²: aprox. 150 %
 - Volumen de los vacíos: aprox. 95 %
- 1b. Algunas de las propiedades de la manga de fibra de poliéster "ThermoLiner", con un espesor de pared de 3,5 mm, son:
- Espesor de pared: 3,5 mm
 - Peso por metro cuadrado, para 3,5 mm de espesor de pared: 850 g/m²
 - Grosor del revestimiento de PU: aprox. 350 µm
 - Alargamiento longitudinal a la fuerza máxima según DIN EN 29073-3²: aprox. 125 %
 - Alargamiento transversal a la fuerza máxima según DIN EN 29073-3²: aprox. 120 %
 - Volumen de los vacíos para 3,5 mm de espesor de pared: aprox. 95 %
- 1c. Algunas de las propiedades de la manga de fibra de poliéster "ThermoLiner", con un espesor de pared de 5 mm, son:
- Espesor de pared: 5 mm
 - Peso por metro cuadrado, para 5 mm de espesor de pared: 1.150 g/m²
 - Grosor del revestimiento de PU: aprox. 350 µm
 - Alargamiento longitudinal a la fuerza máxima según DIN EN 29073-3²: aprox. 110 %
 - Alargamiento transversal a la fuerza máxima según DIN EN 29073-3²: aprox. 90 %
 - Volumen de los vacíos para 5 mm de espesor de pared: aprox. 90 %
- Véanse otras propiedades en el anexo 2.
- 2a. La resina de epoxi presenta antes del tratamiento las siguientes propiedades:
- Componente A (resina) "EasyPox Harz":
 - Densidad a 20 °C: > 1,13 g/cm³
 - Viscosidad a 25 °C: ~ 2.000 mPa x s
 - Color: gris
- 2b. Los endurecedores presentan antes del tratamiento las siguientes propiedades:
- Componente B (endurecedor) "EasyPox 3008":
 - Densidad a 20 °C: ~ 1,00 g/cm³
 - Viscosidad a 23 °C: (30-40)mPa x s
 - Valor de pH: 12
 - Color: amarillento-parduzco
 - Componente B (endurecedor) "EasyPox T0530":
 - Densidad a 20 °C: ~ 0,94 g/cm³
 - Viscosidad a 25 °C: ~ 200 mPa x s
 - Valor de pH: 11
 - Color: amarillo-marrón

3. Los sistemas de resina epoxi presentan, sin la manga de PU y en estado de fraguado, las siguientes propiedades:

● **Sistema de resina "EasyPox 3008" (sistema de resina de fraguado en frío):**

- Densidad a 23 °C según DIN EN ISO 1183-1³: ~ 1,20 g/cm³
- Módulo de elasticidad a la flexión según DIN EN ISO 178⁴: ~ 3.990 N/mm²
- Resistencia a la flexión según DIN EN ISO 178⁴: ~ 149 N/mm²
- Deformación de rotura según DIN EN ISO 178⁴: ~ 4 %
- Módulo de elasticidad a la tracción según DIN EN ISO 527-4⁵: ~ 3.440 N/mm²
- Resistencia a la tracción según DIN EN ISO 527-4⁵: ~ 87 N/mm²
- Deformación de rotura según DIN EN ISO 527-4⁵: ~ 4 %
- Tiempo de fraguado a aprox. 20 °C: ~ 30 minutos

● **Sistema de resina "EasyPox T0530" (sistema de resina de fraguado en caliente):**

- Densidad a 23 °C según DIN EN ISO 1183-1³: ~ 1,22 g/cm³
- Módulo de elasticidad a la flexión según DIN EN ISO 178⁴: ~ 3.940 N/mm²
- Resistencia a la flexión según DIN EN ISO 178⁴: ~ 155 N/mm²
- Módulo de elasticidad a la tracción según DIN EN ISO 527-4⁵: ~ 3.580 N/mm²
- Resistencia a la tracción según DIN EN ISO 527-4⁵: ~ 69 N/mm²
- Deformación de rotura según DIN EN ISO 527-4⁵: ~ 2 %
- Tiempo de fraguado a aprox. 60 °C: ~ 120 minutos

Sólo podrán utilizarse resinas epoxi que cumplan con las especificaciones de la fórmulas y con los espectros IR establecidos por el *Deutsches Institut für Bautechnik*. Los espectros IR se deberán entregar a un instituto de control e inspección.

2.1.1.2 Materiales para el perfil de sombrerete

Para el perfil de sombrerete "Sistema *Easy-Top-Hat*" sólo podrán utilizarse mangas de fibra de poliéster, que cumplan las especificaciones sobre materiales del *Deutsches Institut für Bautechnik*.

Se han de cumplir las siguientes propiedades esenciales:

- Valores de espesor de pared: 3,5 y 5 mm
- Peso por metro cuadrado para 3,5 mm de espesor: 660 y 850 g/m²
- Peso por metro cuadrado para 5 mm de espesor: 1.150 g/m²

Para el perfil de sombrerete sólo se podrá utilizar el sistema de resina de isocianato de silicato de tres componentes [Componente A (resina), B (endurecedor) y C (catalizador)] con la denominación "EasyPur" de la homologación general a efectos de construcción, n° Z-42.3-388. El sistema de resina de tres componentes con base de isocianato de silicato cumple con las especificaciones de la fórmulas y con los espectros IR establecidos por el *Deutsches Institut für Bautechnik*. Los espectros IR se deberán entregar al instituto de control e inspección correspondiente.

3	DIN EN ISO 1183-1	Plásticos – Métodos para determinar la densidad de plásticos no espumados – Sección 1: Método de inmersión, método con picnómetro de líquidos y método de análisis volumétrico. (ISO 1183-1:2004); Versión alemana EN ISO 1183-1:2004; Edición: 2004-05
4	DIN EN ISO 178	Plásticos- Determinación de las propiedades de flexión (ISO 178:2001); Versión alemana EN ISO 178:2003; Edición: 2003-06 en correspondencia con (el Proyecto de Norma) DIN EN ISO 178/A1, Edición:2004-10 Plásticos – Determinación de las propiedades de flexión - Revisión 1: Datos para la precisión (ISO 178:2001/ Amd 1:2004); Versión alemana EN ISO 178:2001/prA1:2004
5	DIN EN ISO 527-4	Plásticos – Determinación de las propiedades de tracción – Sección 4: Condiciones de ensayo para materiales plásticos isotropos y anisotropos reforzados con fibra (ISO 527-4:1997); Versión alemana EN ISO 527-4:1997; Edición: 1997-07

2.1.1.3 Material de la cinta expansiva

La cinta expansiva (material auxiliar) se colocará en la zona de entronque al pozo de registro (véase el anexo 16), por el que se introducirá la manga para el saneamiento. Para dicha cinta sólo se emplearán perfiles extrusionados, compuestos de un caucho de cloropreno (CR/SBR) y de resina absorbente de agua. La cinta expansiva tienen que experimentar, como mínimo, un aumento de volumen del 100% tras su inmersión en agua y transcurridas 72 h.

2.1.2 Compatibilidad medioambiental: Bajo impacto medioambiental

El uso de los componentes del procedimiento para la reparación interior de tuberías sin levantar el pavimento, siempre y cuando estos componentes cumplan las indicaciones de la fórmulas prescritas por del *Deutsches Institut für Bautechnik*, no producirá ningún efecto nocivo en la higiene del suelo. Si dicho proceso de saneamiento se aplica en zonas saturadas de agua subterránea, se ha de colocar un *preliner* de PE entre la manga impregnada de resina y la tubería que debe sanearse. El impacto medioambiental será bajo si se cumplen las disposiciones especiales de esta homologación a efectos de construcción. La reserva de permiso de la autoridad competente en agua o de la autoridad inspectora de la construcción queda intacta, especialmente en las zonas de reserva de agua.

2.1.3 Espesor de pared

Para efectuar las operaciones de saneamiento y como definición del propio sistema, se tienden mangas impregnadas de resina, cuyos espesores de pared serán de 3 mm tras la inversión y el endurecimiento (véanse las tablas de los anexos 3 y 4).

Las tuberías de alcantarillado, cuya capacidad de carga está constituida sin contar con la del suelo que las rodea, es decir, las tuberías que no presentan fisuras, podrán sanearse con mangas (según los anexos 3 y 4), si los espesores de pared son de al menos 3 mm y la rigidez nominal $SN \geq 500 \text{ N/m}^2$. No obstante, este proceso de saneamiento sí podrá aplicarse cuando las fisuras de las tuberías sean fisuras filiformes y de menos de 0,15 mm de ancho, y en el caso de tubos de hormigón armado, las fisuras sean de menos de 0,3 mm. Sin embargo, si el tubo presenta una o más fisuras longitudinales continuas, será necesario llevar a cabo sondeos del suelo, por ejemplo, por percusión y obtener los cálculos correspondientes. En caso de infiltraciones, las dimensiones de la manga para el saneamiento dependerán del comportamiento de deformación y de la resistencia a la abolladura.

Si el suelo de la tubería antigua no puede soportar carga, dichas tuberías podrán sanearse con mangas cuyos espesores de pared correspondan a los de los anexos 3 y 4, si su rigidez nominal $SN \geq 5.000 \text{ N/m}^2$. Para calcular la rigidez anular de corta duración SR de la manga endurecida, consúltense los espesores de pared en los anexos 3 y 4.

La rigidez nominal SN y la rigidez anular de corta duración SR cumplen las siguientes relaciones:

$$SN = \frac{E \cdot s^3}{12 \cdot d_m^3}$$

$$SR = \frac{E \cdot s^3}{12 \cdot r_m^3}$$

(SN = rigidez nominal según DIN 16869-2⁶)

(r_m = radio del centro de gravedad)

Para el caso de carga de aguas subterráneas, y en lo que respecta a las abolladuras, las dimensiones de la manga corresponderán a la hoja informativa M 127-2 de la ATV-DVWK⁷ (véase el párrafo 9).

Las mangas para saneamiento muestran, junto con la lámina protectora que se ha de retirar, una estructura de pared de tres capas: la manga protectora de polietileno (*preliner*

6	DIN 16869-2	Tubos de plástico de poliéster reforzado con fibra de vidrio (UP-GF) centrifugados, llenos. – Sección 2: Requisitos generales de calidad; Ensayo; Edición: 1995-12
7	M 127-2 de la ATV	Hoja informativa de la DWA (Asociación alemana para la gestión del agua, las aguas residuales y los residuos) – Sección 2: Cálculo estático para el saneamiento de canales y tuberías de aguas residuales sometidos a procedimientos de mangas con revestimiento; Edición: 2000-01

de PE), la manga de fibra de poliéster y el revestimiento de poliuretano (PU), (véase el anexo 1). La manga de fibra de poliéster consta de una capa de fieltro con un espesor de pared de 3,5 mm o de 5 mm y, tras la impregnación y el endurecimiento con un grosor de 3 mm o de 4,5 mm (véanse los anexos 3 y 4).

2.1.4 Parámetros físicos de la manga de saneamiento endurecida

Después de producirse el fraguado de la capa de fibra de poliéster impregnada de resina y de endurecedor (sin el *preliner* de PE y sin el revestimiento interior de PU), los parámetros físicos cumplirán los siguientes valores:

• **Con el sistema de resina "EasyPox 3008" (fraguado en frío):**

- Densidad según DIN EN ISO 1183-1³: ~ 1,12 g/cm³
- Módulo de elasticidad de corta duración según DIN EN 1228⁸: ≥ 2.820 N/mm²
- Módulo de elasticidad a la flexión según DIN EN ISO 178⁴: ~ 2.670 N/mm²
- Resistencia a la flexión según DIN EN ISO 178⁴: ~ 75 N/mm²
- Resistencia a la tracción según DIN EN 1393⁹: ~ 28 N/mm²
- Tensión de compresión según DIN EN ISO 604¹⁰: ~ 73 N/mm²

• **Con el sistema de resina "EasyPox T0530" (fraguado en caliente):**

- Densidad en base a DIN EN ISO 1183-1³: ~ 1,16 g/cm³
- Módulo de elasticidad de corta duración según DIN EN 1228⁸: ≥ 3.190 N/mm²
- Módulo de elasticidad a la flexión según DIN EN ISO 178⁴: ~ 3.350 N/mm²
- Resistencia a la flexión según DIN EN ISO 178⁴: ~ 40 N/mm²
- Resistencia a la tracción según DIN EN 1393⁹: ~ 27 N/mm²
- Tensión de compresión según DIN EN ISO 60⁴: ~ 92 N/mm²

2.2 Fabricación, Envase, Transporte, Almacenamiento y Etiquetado

2.2.1 Fabricación

2.2.1.1 Fabricación en serie de la manga de saneamiento

En la fábrica del suministrador inicial del producto, se preparan las mangas de fibra de poliéster, con los espesores de pared especificados en el párrafo 2.1.1.1 y con una lámina flexible de poliuretano exterior. El solicitante del pedido se asegurará de que el suministrador inicial del producto cumple con los valores predeterminados de grosor y de longitud.

En el marco del control de entrada de mercancías, se comprobarán las siguientes propiedades:

Propiedades de los componentes de resina:

- Densidad
- Viscosidad
- Reactividad

2.2.1.2 Fabricación de los perfiles de sombrerete

Los perfiles de sombrerete "Sistema *Easy-Top-Hat*" se preparan en la fábrica del suministrador inicial, en base a las propiedades establecidas en el párrafo 2.1.1.2. En la preparación del "Sistema *Easy-Top-Hat*" es importante que las zonas de costura se revistan

8	DIN EN 1228	Sistemas de tuberías de plástico – Tubos de plástico termoestable reforzado con fibra (GFK) – Determinación de la rigidez anular inicial específica; Versión alemana EN 1228:1996; Edición: 1996-08
9	DIN EN 1393	Sistemas de tuberías de plástico – Tubos de plástico termoestable reforzado con fibra (GFK) – Determinación de las propiedades de tracción longitudinal inicial; Versión alemana EN 1393:1996; Edición:1996-12
10	DIN EN ISO 604	Plásticos – Determinación de las propiedades de compresión (ISO 604:2002); Versión alemana EN ISO 604:2003; Edición: 2003-12
11	DIN EN 10204	Productos metálicos – Tipos de certificados de inspección; Versión alemana EN 10204:2004; Edición:2005-01

suficientemente y que los perfiles sean lo bastante largos como para cubrir el primer manguito de la acometida doméstica. Los perfiles de sombrero ya preparados y directamente antes de colocarse, se impregnarán de resina de tres componentes con base de isocianato de silicato (según el párrafo 2.1.1.2). Para reducir las inclusiones de aire, se utilizarán rodillos apropiados durante el proceso de impregnación.

El sistema de resina de isocianato de silicato de tres componentes, según el párrafo 2.1.1.2 y conforme a las indicaciones de las fórmulas prescritas por el *Deutsches Institut für Bautechnik*, se mezclará previamente, en el vehículo de saneamiento. Se tendrán en cuenta los comportamientos de mezcla, los tiempos de vida útil y los tiempos de fraguado establecidos en la homologación a efectos de construcción, n° Z-42.3-388.

2.2.2 Envase, transporte y almacenamiento

El solicitante guardará, para un uso posterior, las mangas de fibra de poliéster, con revestimiento de uno de sus lados, en un lugar apropiado para que no sufran desperfectos o deterioros.

Los componentes suministrados para la impregnación de resina también se guardarán, hasta que vuelvan a utilizarse, separados, en envases adecuados y cerrados herméticamente. El rango de temperatura de almacenamiento de la resina epoxi (componente A) y de los dos endurecedores (componentes B) será aprox. de +5 °C a +40 °C. A partir del suministro, los componentes del sistema "EasyPox 3008" y los del sistema "EasyPox T0530" no se podrán conservar durante más de un año. Los envases se protegerán de la luz directa del sol. La resina y los endurecedores se guardarán en envases diferentes.

Las dosis que se necesitan para realizar los trabajos de saneamiento se extraerán de los envases originales y para transportarlas hasta el lugar de uso se depositarán, por separado, en envases adecuados y con cierre hermético. En el lugar de uso, dichos envases se protegerán de la intemperie. Las mangas de fibra de poliéster se transportarán usando embalajes de transporte adecuados, para que no sufran ningún desperfecto.

Para el almacenamiento y transporte se cumplirá la normativa de prevención de accidentes laborales y el manual de procedimientos del solicitante.

2.2.3 Etiquetado

Las mangas de fibra de poliéster y los recipientes de transporte de los componentes del sistema de resina llevarán distintivos de calidad conforme a la legislación del país y el número de homologación Z-42.3-414. El etiquetado sólo se colocará cuando se disponga de la prueba de conformidad, detallada en el párrafo 2.3.

Además, se indicará la siguiente información en los embalajes de transporte de las mangas de fibra de poliéster:

- "ThermoLiner" o "ThermoLiner^{Plus}"
- Diámetro nominal
- Ancho o diámetro nominal
- Número de lote

Los envases de transporte de la resina y de los endurecedores también llevarán un etiquetado con la siguiente información:

- Denominación del componente A (Resina: "EasyPox Harz") y denominaciones de los componentes B (Endurecedores: "EasyPox 3008" y "EasyPox T0530")
- Rango de temperatura
- Capacidad del envase (volumen o peso)
- Dado el caso, etiquetado según la normativa de sustancias peligrosas.

2.3 Prueba de conformidad

2.3.1 Generalidades

Para dar constancia de la conformidad de los componentes del procedimiento con las disposiciones de esta homologación general a efectos de construcción, se necesita de cada fábrica un certificado de conformidad sobre la base de un control de producción en fábrica,

una inspección regular del instituto de control e inspección correspondiente y una evaluación inicial de los componentes del procedimiento de saneamiento que cumplan las siguientes disposiciones.

Para la otorgación del certificado de conformidad y para la inspección de las pruebas a las que se someten los productos, el fabricante tendrá que acudir a un organismo de certificación acreditado, así como a un instituto de control e inspección igualmente acreditado.

Se debe notificar copia del certificado de conformidad al *Deutsches Institut für Bautechnik*. Además se debe notificar copia del informe de evaluación inicial al *Deutsches Institut für Bautechnik*.

2.3.2 Control de producción en fábrica

Cada una de las fábricas llevará a cabo un control de producción en fábrica. Bajo control de producción en fábrica se entiende una inspección continua de la producción, por parte del fabricante, con la que se asegura que los productos de construcción fabricados por él cumplen con las disposiciones de esta homologación general a efectos de construcción.

El control de producción en fábrica deberá abarcar, como mínimo, las siguientes tareas:

– Descripción y supervisión de la materia prima:

El personal de la fábrica se asegurará de que, para cada entrega, las láminas de PE, PU y PVC, las fibras de poliéster, el perfil de sombrero (cofia de fieltro), las resinas y los endurecedores, así como el resto de materiales cumplan las propiedades especificadas en el párrafo 2.1.1.

Para ello, el personal de la fábrica pedirá a los distribuidores iniciales de los sistemas de resina que presenten los certificados de cumplimiento en relación al párrafo 2.2 de los componentes A y B del sistema de resina epoxi de dos componentes, así como los certificados de los componentes A, B y C del sistema de resina de tres componentes con base de isocianato de silicato. Asimismo exigirá a la fábrica del suministrador inicial de la manga de fibra de poliéster, de la cofia de fieltro, de las láminas, de la cinta expansiva y del mortero impermeable, que presente los correspondientes certificados de cumplimiento en relación al párrafo 2.2 y según la norma DIN EN 10204¹¹.

En el marco del control de entrada de mercancías, también se llevarán a cabo inspecciones al azar para comprobar que se cumplen las propiedades de los párrafos 2.1.1.1 y 2.1.1.2.

– Controles y pruebas que se han de realizar durante la fabricación:

Se verificará si se cumplen las exigencias del párrafo 2.2.1.

– Control del envase:

El etiquetado de cada lote de resina debe cumplir las exigencias del párrafo 2.2.3.

Los resultados del control de producción en fábrica han de ser documentados o registrados. Los registros tienen que contener, como mínimo, la siguiente información:

- Denominación del producto de construcción, o de la materia prima y de los componentes
- Tipo de control o de prueba
- Fecha de la fabricación y de la prueba del producto de construcción, o de la materia prima
- Los resultados de los controles y de las pruebas y, si es aplicable, la comparación con los valores exigidos.
- Firma de los responsables del control de producción en fábrica.

Los registros realizados se conservarán durante al menos cinco años y se mostrarán al instituto de control e inspección encargado de realizar la inspección, así como, por petición, al *Deutsches Institut für Bautechnik* y al máximo organismo de inspección de la construcción que corresponda.

Si los resultados de la prueba no son satisfactorios, el fabricante actuará de manera inmediata, adoptando las medidas necesarias para subsanar las deficiencias. Los productos de construcción que no cumplan las exigencias se manipularán de forma que se

descarte cualquier tipo de confusión con los productos que sí las cumplen. Tras la subsanación de las deficiencias, en tanto que técnicamente sea posible, se deberá repetir la prueba de manera inmediata.

2.3.3 Inspección por un instituto de control e inspección acreditado

Para cada fábrica, el control de producción en fábrica estará sometido a una inspección regular, por parte de un instituto de control e inspección acreditado. La inspección tendrá lugar como mínimo dos veces al año.

En el marco de dicha inspección, se efectuará una evaluación inicial de los componentes del procedimiento y se realizarán inspecciones al azar del control de producción en fábrica. Se verificará si se cumplen las exigencias de los párrafos 2.1.1 y 2.2.3.

Además se comprobarán al azar las exigencias de producción, según el párrafo 2.2.1 y se efectuarán pruebas del comportamiento de fraguado, de la densidad, de la estabilidad de almacenamiento, del peso por superficie y de los espectroscopios IR.

La toma de muestras y las pruebas son de la competencia del instituto de control e inspección acreditado que corresponda. En la inspección del instituto de control e inspección, también se comprobarán los certificados de cumplimiento 2.1 y 2.2, según la norma DIN EN 10204¹¹.

Los resultados de la certificación y de la inspección se conservarán durante al menos cinco años. A petición, se mostrarán al organismo de certificación y al instituto de control e inspección, así como al *Deutsches Institut für Bautechnik* y al máximo organismo de inspección de la construcción que corresponda.

3 Disposiciones para el proyecto

Se comprobará la información de los datos necesarios de las tuberías, por ejemplo: la determinación de la línea, la profundidad, la posición de las acometidas, la profundidad del pozo, el agua subterránea, las uniones de tubos, el comportamiento hidráulico, las bocas de inspección, los intervalos de limpieza. Las grabaciones en video disponibles se valorarán conforme a su utilidad. La veracidad de la información se comprobará in situ. La evaluación del estado de las tuberías de desagüe de aguas residuales se realizará para determinar si el procedimiento de saneamiento es aplicable.

La eficiencia hidráulica de las tuberías de aguas residuales no se verá afectada por la colocación de una manga de saneamiento. Eventualmente se llevará a cabo una comprobación oportuna.

4 Disposiciones para la ejecución

4.1 Generales

El procedimiento para la reparación interna de tuberías sin levantar el pavimento "EasyLiner" se podrá implementar para las siguientes circunstancias de construcción:

- a) Desde el punto inicial hasta el punto final
- b) Desde el punto inicial hasta el punto final mediante un pozo intermedio
- c) Comenzando desde el punto inicial en un tramo del canal con longitud definida, sin que se necesite otra boca de pozo.
- d) Acometidas laterales, comenzando desde el punto inicial hasta el punto de unión en el canal principal.

El punto inicial o el punto final puede ser un pozo de registro, una boca de inspección o de limpieza, o un trozo de tubería abierta. La condición es que se disponga del espacio suficiente para posicionar un dispositivo de inversión neumático o el equipamiento de inversión.

Entre los puntos inicial y final, pueden atravesarse varios pozos, inclusive pozos con codos de tubería. En este caso, se admiten sólo dos codos de cómo máximo 90° para poder llevar a cabo los trabajos de saneamiento. Si un tramo de tubo recto presenta una formación de arrugas, ésta no puede ser mayor del 2% del diámetro nominal, según el punto 7.2 de la

norma DIN EN 13566-4¹². La solera no puede presentar formación de arrugas. Si los codos presentan formaciones de arrugas, éstas no podrán ser mayor del 5% del diámetro nominal, según la norma DIN EN 13566-4¹².

Las acometidas laterales se rehabilitan en construcción abierta o mediante la técnica del perfil de sombrerete "Sistema *Easy-Top-Hat*".

El solicitante redactará un manual con la descripción en detalle del tipo de ejecución del procedimiento de saneamiento realizado, paso a paso.

Además el solicitante ha de ocuparse de que los usuarios que realicen los trabajos de saneamiento, estén familiarizados con dicho procedimiento. Los usuarios pueden acreditar que poseen los suficientes conocimientos técnicos específicos, con un distintivo de calidad de la Entidad alemana para el control de calidad en la construcción de canales (Güteschutz Kanalbau e.V.)¹³.

4.2 Aparatos y equipos

4.2.1 Los aparatos y equipos mínimos que se necesitan para la ejecución del procedimiento de saneamiento son:

- Máquina para limpieza de alcantarillado
- Dispositivos para drenaje de agua
- Equipos para la inspección del canal (véase la hoja informativa M 143-2 de la ATV¹⁴).
- Equipos para el saneamiento / equipamiento del vehículo de saneamiento:
 - Mangas de fibra de poliéster con revestimiento de poliuretano en los diámetros nominales apropiados (véase el anexo 1)
 - Mangas protectoras de cloruro de polivinilo (*preliner* de PE) en los diámetros nominales apropiados
 - Recipientes con la resina epoxi "EasyPox" y los endurecedores "EasyPox 3008" (sistema de fraguado en frío) y/o "EasyPox T0530" (sistema de fraguado en caliente)
 - Recipientes y útiles necesarios para dosificar y mezclar el sistema de resina.
 - Báscula, bocas para el llenado
 - Lugar para realizar la impregnación, protegido de la intemperie (mesa y cinta transportadora, o mesa de rodillos, o laminadora, con un dispositivo de absorción si fuera necesario)
 - Instalación de vacío con dispositivo para controlar el vacío, depresor con manguera de aspiración y ventosas de aspiración
 - Equipo de refrigeración / aparato de acondicionamiento del aire en el vehículo de saneamiento
 - Manga de inversión, bocas y codos de inversión en los diámetros nominales apropiados.
 - Dispositivo de inversión neumático (tambor de inversión, véase el anexo 7) con aparato para controlar la presión, con equipamiento y/o torre de inversión (véase el anexo 8).
 - Mangueras de presión para acoplar al tambor de inversión y/o a las mangas de llenado

12	DIN EN 13566-4	Sistema de tuberías de plástico para la rehabilitación de redes subterráneas de drenaje sin presión (canales abiertos de desagüe) – Sección 4: Mangas endurecidas in situ; Versión alemana EN 13566-4:2002; Edición:2003-04
13	Güteschutz Kanalbau e.V.	(Entidad para el control de calidad en la construcción de canales) ; Linzer Str. 21, Bad Honnef, (Alemania) Teléfono: 0049 2224 9384-0, Fax: 0049 2224 9384-84
14	M 143-2 de la ATV	Hoja informativa de la DWA (Asociación alemana para la gestión del agua, las aguas residuales y los residuos)– Sección 2: Control visual Reparación, saneamiento y rehabilitación de canales y tuberías de aguas residuales; Edición:1999-04

- Unidad de calefacción y accesorios (anexos 13 y 14)
- Obturadores o llaves compuerta en los diámetros nominales apropiados
- Tubos de apoyo o mangas de apoyo (en los diámetros nominales adecuados) para la toma de muestras en la ubicación de la obra
- Manga de calibración resistente a la temperatura y a la presión, en el diámetro nominal apropiado
- Cables de seguridad y de tracción
- Cámara, unidad de control con pantalla
- Generador de corriente
- Compresor
- Suministro de agua
- Suministro de electricidad
- Bombas de alimentación
- Recipiente para los restos
- Sonda de temperatura
- Dispositivo para controlar y registrar la temperatura
- Maquinaria pequeña
- Herramientas neumáticas, como un taladro neumático, una cortadora angular neumática
- Herramientas, barras de fijación, cables, tambor de cable, mangueras
- Eventualmente, aseos y un lugar para cambiarse de ropa, o para otros menesteres.

Si se colocan aparatos eléctricos en la tubería a sanear, por ejemplo una cámara de video (o una unidad de TV para alcantarillas), éstos tienen que cumplir la normativa de la VDE (Asociación alemana para sectores y profesiones de Electrotécnica).

4.2.2 Además del equipo especificado en el párrafo 4.2.1, será necesario un equipo para el perfil de sombrerete "Sistema *Easy-Top-Hat*":

- Cofia de fieltro en el diámetro nominal apropiado (véase el anexo 17)
- Sistema de resina de isocianato de silicato, de tres componentes con la denominación "EasyPur" y la homologación general a efectos de la construcción, N°: Z-42.3-388: Envase con los componentes A (resina), B (endurecedor) y C (catalizador)
- Aparato para el saneamiento de canales (*packer* "TOP HAT")
- Obturadores de inversión para equipar el robot en los diámetros nominales que se requieran in situ
- Varillas corredizas de aire para sujeción
- Carretilla
- Cámara, unidad de control con pantalla
- Mecanismo de elevación

4.3 Ejecución de las operaciones de saneamiento

4.3.1 Medidas preliminares

Antes de llevar a cabo las operaciones de saneamiento, hay que asegurarse de que la tubería que debe ser saneada no se encuentre en funcionamiento y, si éste fuera el caso, se colocarían obturadores de cierre para reconducir el agua. La tubería deberá estar limpia para que los desperfectos puedan ser reconocidos en el monitor sin problemas. Si fuera necesario, se procederá a la eliminación de los cuerpos que supongan un obstáculo (por ejemplo, raíces, acometidas domésticas que sobresalgan, etc.), utilizando siempre herramientas adecuadas, para no dañar la tubería.

Se tendrá en cuenta toda la normativa de prevención de accidentes laborales que concierne a la aplicación del procedimiento de saneamiento.

Antes de introducir en la tubería los aparatos necesarios para el procedimiento de saneamiento, hay que asegurarse de que la tubería esté libre de gases inflamables. A tal efecto, se ha de tener en cuenta lo que establecen los párrafos correspondientes del siguiente conjunto de normas:

- R 126 de la GUV (hasta la fecha GUV 17.6)¹⁵
- Hoja informativa M 143-2 de la ATV¹⁴
- Hoja de trabajo A 140 de la ATV¹⁶

La veracidad de la información especificada en el párrafo 3 se comprobará in situ. Además, la tubería que se debe sanear se limpiará con una máquina de alta presión, para que los desperfectos puedan reconocerse sin problema en el monitor durante el control visual, según la hoja informativa M 143-2 de la ATV¹⁴.

En caso de que el operario acceda a los pozos de registro, deberá tener en cuenta toda la normativa de prevención de accidentes laborales relevante. Dicha normativa se respetará para todas las etapas del trabajo de saneamiento.

Las etapas de ejecución del procedimiento de saneamiento se anotarán en hojas de protocolo (por ejemplo, anexos 21 y 22), en las que se registrará cada impregnación y saneamiento.

4.3.2 Control de entrada de los componentes del proceso en la ubicación de la obra

Es el momento de verificar que los envases de transporte de los componentes para el procedimiento llevan el etiquetado exigido en el párrafo 2.2.3. Antes de la impregnación de resina, se verificará si la longitud y el diámetro de la manga de fibra de poliéster que se va a colocar en la tubería son los correctos y si se mantiene la temperatura de almacenamiento o de transporte especificada en el párrafo 2.2.2.

4.3.3 Tendido de tubos de apoyo y de mangas de apoyo

Eventualmente y antes de introducir la manga de protección (*preliner* de PE), se posicionarán tubos o mangas de apoyo como prolongación de la tubería a sanear, respectivamente, en la zona de pozos intermedios, a fin de que puedan extraerse muestras en estos puntos para terminar las medidas de saneamiento.

4.3.4 Inversión de la manga de protección (*preliner* de PE)

El *preliner* de PE se introducirá en la tubería que debe sanearse, evitando provocar cualquier tipo de deterioro. Para invertir el *preliner* en la tubería, se aplica aire a presión. Se posicionará cinta expansiva en la zona de entronque al pozo, para que la unión con el *preliner* sea estanca al agua.

4.3.5 Impregnación de la manga de fibra de poliéster

4.3.5.1 Mezcla de resina

a) Mezcla de resina para la manga

Antes de comenzar con la mezcla, se calculará la cantidad de resina que se necesita para impregnar la manga de fibra de poliéster con revestimiento de poliuretano denominada "ThermoLiner^{Plus}" o "TermoLiner". Dicha cantidad dependerá del diámetro de la manga, del espesor de pared y de la longitud (véase el anexo 5). Se elegirá "EasyPox 3008" (sistema de resina de fraguado en frío) o "EasyPox T0530" (sistema de resina de fraguado en caliente) en base a los tiempos de trabajo y a los tiempos de fraguado y de calentamiento (véase el anexo 15).

La relación en peso y el comportamiento de la mezcla de la resina epoxi "EasyPox" y del endurecedor "EasyPox 3008" es de 100:25 kg (4:1) y para el endurecedor "EasyPox T0530" de 100:15 kg (6:6,67).

15	GUV-R 126	Normas de seguridad para trabajos en sitios cerrados con instalaciones técnicas de aguas residuales, Federación alemana de entidades aseguradoras de accidentes (GUV), Edición:1996-03
16	ATV-A 140	Hoja de trabajo de la DWA (Asociación alemana para la gestión del agua, las aguas residuales y los residuos) – Reglas para el servicio del canal, Sección 1: Red del canal, – Párrafos 2 y 4.2 – Edición: 1990-03

Se vierten el endurecedor (componente B) y la resina epoxi (componente A) en un recipiente y, con un agitador eléctrico, se mezclan uniformemente, sin formación de burbujas. La temperatura de mezcla oscilará entre +5 °C y +25 °C. Se ha de poner cuidado en no mezclar aire.

El proceso de mezcla y las condiciones de temperatura se registrarán en un protocolo, según el párrafo 4.3.1. Además se extraerá, en el lugar de obra, una muestra de prueba de cada una de las mezclas de resina efectuadas, para supervisar y anotar el comportamiento de fraguado en el protocolo.

b) Mezcla de resina para el perfil de sombrerete

Antes de comenzar con la mezcla, se determinará la cantidad de resina que se necesita para impregnar el perfil de sombrerete "Sistema *Easy-Top-Hat*". Dicha cantidad dependerá del diámetro de la manga de saneamiento, del espesor de pared y de la longitud (véase la tabla 1).

Tabla 1:"Cantidad de resina para el perfil de sombrerete "Sistema *Easy-Top-Hat*"

Diámetro nominal [mm]	Grosor del fieltro [mm]	Cantidad de resina [ml]		
		Longitud 10 cm	Longitud 20 cm	Longitud 40 cm
DN 100	3	300	400	600
	5	500	600	900
DN 150	3	400	600	800
	5	600	900	1.300
DN 200	3	500	700	1.100
	5	800	1.100	1.700

Para realizar la mezcla del sistema de resina, ha de tenerse en cuenta la homologación general a efectos de construcción N° Z-42.3-388.

El sistema de resina "EasyPur" está constituido por la resina (componente A), el endurecedor (componente B) y el catalizador (componente C). Se mezclarán el 100 por 100 en volumen de la resina (componente A), el 200 por 100 en volumen del endurecedor (componente B) y el 3 por 100 en volumen del catalizador (componente C). Primero se mezclará el componente C con el componente A y, a continuación, se añadirá el componente B a la mezcla de resina y de catalizador. La mezcla se efectuará en un recipiente, utilizando un agitador (por ejemplo, un agitador eléctrico). La mezcla final estará libre de burbujas y presentará una coloración homogénea. La temperatura de mezcla oscilará entre +5 °C y +25 °C.

El proceso de mezcla y las condiciones de temperatura se registrarán en un protocolo, según el párrafo 4.3.1. Además se extraerá, en el lugar de obra, una muestra de prueba de cada una de las mezclas de resina efectuadas, para supervisar y anotar el comportamiento de fraguado en el protocolo.

4.3.5.2 Impregnación de resina

a) Impregnación de resina para la manga de saneamiento

El "EasyLiner" deberá ser aprox. 1 m más largo que la tubería que se debe sanear. La manga de fibra de poliéster se extenderá en la mesa transportadora, ubicada en un lugar protegido de la intemperie o climatizado, o en el vehículo de saneamiento y, si fuera necesario, se sujetará con las herramientas adecuadas. Para que el proceso de impregnación sea más rápido y efectivo, se extraerá el aire que contenga la manga (de fibra de poliéster con revestimiento de poliuretano).

Se dará la vuelta al extremo de la manga de saneamiento formando un borde de aprox. 0,1 m. Detrás del borde, se doblará la manga en forma de "Z" y se aplicará peso para cerrarla herméticamente. Por último, se realizará un corte de aprox 15 mm de largo en

la cara de arriba del revestimiento de la manga para crear el vacío. En mangas de más de 10 m, los cortes para el vacío se realizarán cada 8 o 10 m. Los cortes nunca deben hacerse en la zona de la costura. Las ventosas aspiradoras de la instalación de vacío se colocarán en los cortes realizados. Detrás de cada ventosa, la manga se doblará en forma de "Z" y se aplicará peso. En la manga se debe crear un vacío de aprox. 500 mbares.

A continuación, se procederá al llenado con la mezcla del sistema de resina. La manga de llenado se acoplará en el doblez en forma de „Z“, directamente detrás del borde de la manga de saneamiento. Durante el proceso de llenado, se mantendrá un vacío constante de aprox. 0,5 mbares en la manga, mediante las ventosas aspiradoras. Para distribuir uniformemente la resina en la manga de fibra de poliéster, ésta se hace pasar por rodillos de calibrado o por una máquina con rodillos. Los rodillos se habrán ajustado a una distancia de separación en función del grosor de la manga (doble del espesor de pared de la manga + 2 mm). Para un espesor de pared de 3 mm, la distancia a los rodillos de calibrado será de 8 mm. Se procederá siguiendo las instrucciones de funcionamiento y de mantenimiento de los aparatos y equipos que se utilicen para efectuar el proceso de impregnación de resina.

Para la impregnación, se elegirá una velocidad de avance que facilite un reparto equilibrado de la resina en la matriz de la manga de fibra de poliéster. La velocidad del proceso de impregnación depende de la capacidad de absorción y de penetración de la mezcla de resina. Si la distribución de la mezcla de resina no está siendo homogénea, se deberán abrir los rodillos de calibración para disminuir la distancia de separación y se hará pasar de nuevo la manga por los rodillos. Una vez acabado el reparto de resina, se procederá a cerrar herméticamente el corte realizado en la manga. Para reducir el rozamiento en la operación de inversión que sigue y para disminuir un incremento de temperatura innecesario, directamente después de pasar los rodillos de calibrado, la manga se rociará con un lubricante biodegradable, o se depositará en un contenedor con lubricante biodegradable para que quede colocada compactamente y se eviten deterioros de la lámina de PU.

El tiempo de fraguado y la evolución de la temperatura se documentarán en el protocolo, según el párrafo 4.3.1.

b) Impregnación de resina para el perfil de sombrerete

Realizada la mezcla de resina, ésta se aplicará homogéneamente con una espátula en el perfil de sombrerete "Sistema *Easy-Top-Hat*". Para evitar las inclusiones de aire, la resina se pensará en el recipiente con un rodillo. Consúltense los tiempos de vida útil en el anexo 20.

El tiempo de fraguado y la evolución de la temperatura se documentarán en el protocolo, según el párrafo 4.3.1.

4.3.6 Inversión y fraguado de la manga de fibra de poliéster impregnada de resina

En primer lugar, en las zonas saturadas de agua residual se invertirá un *preliner* de PE. La función del *preliner* es evitar que la resina de la manga de fibra de poliéster llegue al suelo a través de los puntos defectuosos.

Los dos extremos del *preliner* de PE se cerrarán herméticamente para proceder a su inversión y en un extremo se dispondrá una toma de aire comprimido. Se dará la vuelta a la mitad (de la longitud) del *preliner* que se ha de introducir. A continuación, el *preliner* se conducirá desde el pozo de registro inicial hasta la tubería que debe ser saneada y se invertirá aplicando aire comprimido.

4.3.6.1 Inversión de la manga de fieltro tejido de poliéster (enfieltado de agujas) impregnada de resina, aplicando aire comprimido con un dispositivo de inversión neumático (anexo 7)

a) Inversión con extremo cerrado (Procedimiento "Close-End") (anexo 9)

En el pozo de registro inicial se colocará un tubo flexible de apoyo del diámetro que corresponda a la tubería que debe ser saneada, con un codo de inversión (véase el anexo 7). El tubo de apoyo se fijará al dispositivo de inversión neumático. Después del proceso de impregnación, la manga de saneamiento se enrollará en el dispositivo de

inversión neumático, para lo que se fijará el cable de tracción al extremo cerrado herméticamente de la manga (en caso de fraguado en caliente, también se fijará el tubo de calefacción). El cable de tracción, que deberá ser 3 m más largo que la manga de saneamiento, se conectará al dispositivo de inversión neumático. Por medio de este cable, la manga se enrollará en el aparato de inversión neumático. El extremo abierto de la manga se conducirá a través de la manguera de presión y en el tubo de metal se pasará por encima del borde del anillo adaptador, fijándolo con abrazaderas o cintas tensoras.

El extremo de la manga y el codo de inversión se conducirán por el pozo de registro inicial o por la boca de revisión o de limpieza hasta el comienzo de la tubería que debe ser saneada, eventualmente hasta el *preliner* de PE. Se aplicará aire comprimido para invertir la manga impregnada de resina. Para el dispositivo de inversión neumático se seleccionarán valores de presión de la tabla 2. El proceso de inversión se continuará hasta que se alcance el pozo final o la boca de revisión o el punto final de la tubería que se debe sanear. Mediante este procedimiento, el lado interior de la manga impregnada de resina entra en contacto con la cara interior del *preliner* de PE o directamente con la superficie interior de la tubería que se debe sanear. El revestimiento de poliuretano alcanza el lado enfrentado a las aguas residuales.

Tabla 2: "Valores de presión de inversión para el equipo de inversión neumático, durante el proceso de inversión"

ThermoLiner ^{Plus} 3,5 mm		ThermoLiner 3 mm		ThermoLiner 5 mm	
DN 100	0,10 - 0,20 bares	DN 100	0,20 - 0,35 bares	DN 200	0,20 - 0,30 bares
DN 125	0,10 - 0,20 bares	DN 125	0,20 - 0,35 bares	DN 225	0,20 - 0,30 bares
DN 150	0,10 - 0,20 bares	DN 150	0,20 - 0,30 bares	DN 300	0,20 - 0,30 bares
DN 200	0,10 - 0,20 bares	DN 200	0,20 - 0,30 bares	-	-

Fraguado en frío: Se mantendrá un valor de presión en base a la tabla 2, hasta que la manga endurezca. Consúltense y ténganse en cuenta los tiempos de fraguado del anexo 15.

Fraguado en caliente: Al invertir la manga de saneamiento, también se invierte al mismo tiempo el tubo de calefacción, fijado previamente al extremo cerrado de la manga. Al término de la inversión, se conectará el extremo del tubo de calefacción al sistema o unidad de calefacción (véase anexo 13). Se procederá al llenado completo de la manga de saneamiento con agua, para que la manga se acople a la pared interior de la tubería. El agua caliente generada por la unidad de calentamiento, se bombeará a una presión de aprox. 0,3 - 0,5 bares. Si el agua en circulación se calienta a aprox. 60 °C de temperatura de salida, dicha temperatura se mantendrá constante como mínimo 120 minutos („EasyPox T0530“). Consúltense el anexo 15.

Las temperaturas de entrada y de salida del circuito de calefacción se anotarán en el protocolo.

Al término del fraguado, se procederá al enfriamiento del agua caliente y de la manga hasta los 25 - 20 °C suministrando agua corriente fría. La fase de enfriamiento durará de dos a cuatro horas aproximadamente, hasta conseguir una temperatura de 20 °C. Alcanzado este nivel de temperatura, se evacuará el agua.

El tiempo de fraguado de la manga depende del sistema de resina utilizado (párrafo 2.1.1.1), de la temperatura de calentamiento y de la temperatura ambiente, así como de los tiempos de la fase de calentamiento y de la fase de espera. Ténganse en cuenta los tiempos de fraguado del anexo 15 y anótense el tiempo de fraguado y la presión aplicada.

b) Inversión con extremo abierto (Procedimiento „Open-End”) (anexos 10, 11 y 12)

Siempre que el saneamiento se efectúe en un pozo de registro o una boca de revisión que conduzca a un colector de aguas residuales, el cual no es accesible, se determinará previamente la longitud de la manga de saneamiento, de tal forma que la manga no sobrepase la tubería de empalme. Antes de proceder a la inversión, se cerrará el extremo de la manga con una goma de sujeción.

Se procederá con la inversión de la manga del modo descrito en el párrafo 4.3.6.1a). Para concluir el procedimiento de inversión se retirará la goma de sujeción y se eliminará la presión en la manga. La manga aún no se habrá acoplado a la superficie interior de la tubería, o a la manga de protección de PE previamente introducida.

A continuación, la manga de calibración, con extremo cerrado y conectada a un cable de tracción y a un tubo de calefacción, (para el fraguado en caliente) se fijará al anillo adaptador del tambor de inversión, tal y como se describe en el párrafo 4.3.6.1a). Ésta se invertirá en la manga de saneamiento, previamente colocada en la tubería que debe ser saneada, aplicando la misma presión (tabla 2). La manga de calibración provoca el ajuste de unión de la manga de saneamiento a la superficie interior de la tubería o al *preliner* de PE.

Fraguado en frío: Se mantendrá la presión que indica la tabla 2 hasta que la manga de saneamiento endurezca. Ténganse en cuenta los tiempos de fraguado del anexo 15.

Fraguado en caliente: Después de invertir la manga de calibración, se retirará el dispositivo de inversión neumático y el tubo de calefacción se conectará al sistema o unidad de calefacción (véase el anexo 13).

El fraguado de la manga se producirá mediante circulación de agua caliente del sistema o unidad de calefacción, tal y como se describe en el párrafo 4.3.6.1a). Al término del fraguado, se enfriará el agua caliente hasta aprox. los 25 - 20 °C, añadiendo agua corriente fría. Cuando se alcance este nivel de temperatura, se evacuará el agua, como se describe en el punto 4.3.6.1a) y se retirará la manga de calibración.

Se cumplirán los tiempos y las temperaturas de fraguado que se especifican en el párrafo 4.3.6.1a).

- 4.3.6.2 Inversión de la manga de fieltro tejido de poliéster (enfieltado de agujas) impregnada de resina, mediante la fuerza gravitatoria del agua, usando una torre de inversión (véase el anexo 8).

a) Inversión con extremo cerrado (Procedimiento Close-End) (Anexo 9)

Por el pozo de registro inicial se introducirá un tubo flexible de apoyo del diámetro que corresponda a la tubería que debe ser saneada, con un codo de inversión (véase el anexo 8). El tubo de apoyo se fijará a la torre de inversión. La longitud de la manga, ha de ser la adecuada para la altura de la torre de inversión. Se dará la vuelta a la manga y se introducirá por el tubo de apoyo. En el extremo cerrado se fijarán el cable de tracción y el tubo de calefacción para el fraguado en caliente.

El codo de inversión se posicionará entre el pozo de registro de inicio y la transición a la tubería de aguas residuales (véase el anexo 8). A continuación, se hace conducir el agua. La presión hidrostática de aprox. 0,15 bares a 0,3 bares (tabla 3) provoca la inversión de la manga. La manga impregnada de resina pasa por los codos de inversión y llega hasta la tubería que debe ser saneada. Se ha de prestar atención a que la inversión se produzca de manera continua y no a impulsos o sacudidas, controlando el caudal de agua que se suministra. La velocidad se regulará con el cable de tracción. Mediante el proceso de inversión, el lado interior de la manga impregnada de resina entra en contacto con la cara interior del *preliner* de PE o directamente con la superficie interior de la tubería que debe ser saneada. El revestimiento de poliuretano alcanza el lado enfrentado a las aguas residuales.

Tabla 3: "Valores de presión hidroestática de inversión (columna de agua) durante el proceso de inversión"

ThermoLiner ^{Plus} 3,5 mm		ThermoLiner 3 mm		ThermoLiner 5 mm	
DN 100	0,10 - 0,15 bares	DN 100	0,15 - 0,25 bares	DN 200	0,20 - 0,30 bares
DN 125	0,10 - 0,15 bares	DN 125	0,15 - 0,25 bares	DN 225	0,20 bares
DN 150	0,10 - 0,15 bares	DN 150	0,15 - 0,20 bares	DN 300	0,20 bares
DN 200	0,10 - 0,15 bares	DN 200	0,15 - 0,20 bares	-	-

Fraguado en frío: Se mantendrá un valor de presión en base a la tabla 3, hasta que la manga de saneamiento endurezca. Consúltense y ténganse en cuenta los tiempos de fraguado del anexo 15.

Fraguado en caliente: El tubo de calefacción se conectará al sistema o unidad de calefacción (véase el anexo 14). A continuación, y tal como se describe en el párrafo 4.3.6.1a), la manga endurece mediante circulación de agua caliente. Cuando la manga haya endurecido, al agua caliente se le añadirá agua corriente fría para enfriarla hasta aprox. los 25 °C - 20 °C. Una vez que el agua ha alcanzado este nivel de temperatura, se evacuará como se describe en el párrafo 4.3.6.1a).

Se cumplirán los tiempos y las temperaturas de fraguado que se especifican en el párrafo 4.3.6.1a).

b) Inversión con extremo abierto (Procedimiento „Open-End” (anexos 10, 11 y 12)

Siempre que el saneamiento se efectúe en un pozo de registro o una boca de revisión que conduzca a un colector de aguas residuales, el cual no es accesible, se determinará previamente la longitud de la manga de saneamiento, de tal forma que la manga no sobrepase la tubería de empalme. Antes de proceder a la inversión, se cerrará el extremo de la manga con una goma de sujeción.

Se procederá con la inversión de la manga del modo descrito en el párrafo 4.3.6.2 a). Para comenzar con la inversión se retirará la goma de sujeción y se descargará el agua en la manga. La manga aún no se habrá acoplado a la superficie interior de la tubería, o a la manga de protección de PE previamente introducida.

A continuación, se fijará al tubo de apoyo la manga de calibración, con extremo cerrado y conectada a un cable de tracción y a un tubo de calefacción, (para el endurecimiento en caliente). Ésta se invertirá en la manga de saneamiento, previamente colocada en la tubería que debe ser saneada, aplicando la misma presión hidrostática de aprox. 0,15 - 0,3 bares (tabla 3). La manga de calibración provoca el ajuste de unión de la manga de saneamiento a la superficie interior de la tubería o al *preliner* de PE.

Fraguado en frío: Se mantendrá un valor de presión en base a la tabla 3, hasta que la manga de saneamiento endurezca. Consúltense y ténganse en cuenta los tiempos de fraguado del anexo 15.

Fraguado en caliente: Se conectará el tubo de calefacción al sistema o unidad de calefacción (anexo 14).

El fraguado de la manga se producirá mediante circulación de agua caliente del sistema o unidad de calefacción, tal y como se describe en el párrafo 4.3.6.1 a). Al término del endurecimiento, se enfriará el agua caliente hasta aprox. los 25 - 20 °C, añadiendo agua corriente fría. Cuando se alcance este nivel de temperatura, se evacuará el agua, como se describe en el punto 4.3.6.1a) y se retirará la manga de calibración.

Se cumplirán los tiempos y las temperaturas de fraguado que se especifican en el párrafo 4.3.6.1a).

4.3.7 Trabajos finales

Cuando el proceso de fraguado ha concluido, se procederá a retirar el tubo interior con una herramienta cortadora neumática. En el pozo de inicio y en el pozo final se cortará el tubo interior, separándolo de la respectiva pared del pozo y en los pozos intermedios se retirará la mitad superior del tubo hasta llegar al suelo del pozo.

Para llevar a cabo las pruebas especificadas en el párrafo 7, se tomarán como muestra los cortes (secciones circulares) efectuados en los tubos o mangas de apoyo que, en cualquier caso, deberán ser retirados.

Téngase en cuenta la normativa de prevención de accidentes laborales que regula este tipo de operaciones.

4.3.8 Rehabilitación de las acometidas laterales, estancas al agua, mediante la técnica del perfil de sombrerete (anexos 17, 18, 19 y 20)

Las acometidas laterales se rehabilitan estancas al agua, en construcción abierta y/o mediante la técnica del perfil de sombrerete con la denominación "Sistema *Easy-Top-Hat*".

El saneamiento de las acometidas domésticas deterioradas, podrá hacerse para un diámetro nominal de DN 150 a DN 300. Se utilizarán los aparatos y equipos especificados en el párrafo 4.2.2. Sólo se podrá colocar el perfil de sombrerete "Sistema *Easy-Top-Hat*", una vez que la manga de saneamiento haya endurecido.

Hay que medir las acometidas domésticas antes de comenzar con las operaciones de saneamiento. Por este motivo se abrirán con un robot fresador, bajo inspección de la cámara incorporada al robot, después de que la manga de saneamiento haya endurecido. El proceso de fresado se controlará desde el vehículo de saneamiento mediante un monitor.

Al realizar la operación de fresado, el usuario se asegurará de que los restos de la manga endurecida sean eliminados de la tubería de aguas residuales.

El perfil de sombrerete de fibra de poliéster "Sistema *Easy-Top-Hat*" se impregnará del sistema de resina "EasyPur" de isocianato de silicato, de tres componentes. A continuación, se colocará en el *packer* ("TOP HAT-Packer"). La mezcla del sistema de resina se efectuará como se indica en el párrafo 4.3.5.1. El *packer* está previsto de un obturador de inversión, que corresponde al diámetro nominal de la acometida doméstica. El perfil de sombrerete se fijará al *packer*, de tal modo que el obturador de inversión se lleve, replegado hacia dentro, hasta su colocación (véase el anexo 17).

Aplicando una presión de aprox. 1,5 bares al obturador, éste se introduce en la acometida doméstica, replegándose hacia dentro (véase el anexo 18). Asegúrese de que la parte del perfil de sombrerete que se introduce cubra hasta el primer manguito de la acometida y de que la transición al tubo disponible, así como la transición al tubo interior endurecido se realiza sin formación de arrugas que pudieran resultar un inconveniente. El obturador se mantendrá bajo presión hasta que la mezcla de resina fragüe. Consúltense y ténganse en cuenta los tiempos de fraguado del anexo 20.

El tiempo de fraguado depende del sistema de resina utilizado y de la temperatura ambiente. Se documentarán el tiempo de fraguado y la presión aplicada. Cuando el fraguado haya concluido, se evacuará el aire comprimido y con el robot se eliminará el obturador de la tubería (véase el anexo 19).

El usuario eliminará de la tubería los restos grandes de resina que se hayan podido generar durante el proceso.

Otra alternativa para volver a empalmar las acometidas, sería aplicar otro de los procedimientos de saneamiento homologado a efectos de construcción.

4.3.9 Entronque al pozo (véase el anexo 16)

Para que las conexiones al pozo sean estancas al agua se utilizará, o bien, cinta expansiva, que se posicionará en la zona de entronque y antes de la introducción del *preliner* de PE, o bien, un mortero resistente a las aguas residuales, o bien, resina sintética impermeable.

En el pozo de inicio, en el pozo final y en los pozos intermedios, se han de preparar estancos al agua los extremos salientes del tubo interior endurecido que van a la pared frontal del pozo (véase el párrafo 4.3.7 "Trabajos finales"); y en el pozo inicial y final, las transicio-

nes al canal de descarga de agua. Para ello puede utilizarse un mortero resistente a las aguas residuales.

El solicitante de las medidas de saneamiento se encargará de que esta operación se efectúe correctamente.

5 Cartel en el pozo

En el pozo de registro inicial o final donde se efectúan las operaciones de saneamiento, deberá emplazar permanentemente un cartel o rótulo, claramente legible con la siguiente información:

- Tipo de saneamiento
- Identificación del tramo de tubería
- Diámetro nominal
- Espesor de pared de la manga de saneamiento
- Año del saneamiento

6 Inspección final y control de estanqueidad

Al término de las operaciones de saneamiento, se realizará un control óptico del tramo de tubería que se ha rehabilitado. Con dicho control se comprobará si los posibles restos de material se han eliminado y si no hay arrugas que pudieran resultar un inconveniente.

Cuando la manga de saneamiento haya endurecido y se hayan rehabilitado las acometidas laterales, se verificará la estanqueidad en la zona de entronque al pozo. Es posible realizar esta verificación por pasos.

Se comprobará la estanqueidad de la tubería saneada mediante procedimientos con agua "W" o procedimientos con aire "L", según la norma DIN EN 1610¹⁷. Para los procedimientos de control con aire se tendrán en cuenta los valores de la tabla 3, los procedimientos de control LD para tubos de hormigón húmedo y para todos los demás materiales. También es posible efectuar la inspección del saneamiento de acometidas laterales por separado, utilizando el obturador o la llave compuerta adecuados.

7 Pruebas de las muestras

7.1 Generalidades

En el lugar de la obra, se extraerán muestras con forma circular (anillos o segmentos) de la manga de saneamiento endurecida (véase, por ejemplo, el informe de las muestras del anexo 23). Sólo se procederá con el desarrollo de las pruebas, una vez que se ha verificado que las muestras son válidas.

7.2 Propiedades de resistencia a la tracción

Se calcularán el módulo de elasticidad (E) a la flexión y el esfuerzo de flexotracción de las muestras tomadas. Se registrarán los valores de corta duración: Módulo de elasticidad (E) a la flexión para 1h y 24h, así como el esfuerzo de flexotracción de corta duración.

También se verificará si la tendencia a la fluencia, según la norma DIN EN 761¹⁸, es de $K_n \leq 10\%$, conforme a la siguiente relación:

$$K_n = \frac{E_{1h} - E_{24h}}{E_{1h}} \times 100$$

17	DIN EN 1610	Tendido e inspección de las tuberías y canales de aguas residuales; Versión alemana EN 1610:1997; Edición: 1997-10
18	DIN EN 761	Sistemas de tuberías de plástico – Tubos de plástico termoestable reforzado de fibra (GFK) – Determinación del factor de fluencia en estado seco; Versión alemana EN 761:1994; Edición: 1994-08

Además, en la manga de saneamiento endurecida, se determinarán el módulo de elasticidad a la flexión y el esfuerzo de flexotracción según la norma DIN EN ISO 178⁴ (ensayo de flexión en 3 puntos). Para ello se utilizarán probetas con forma arqueada, que se extraerán del perfil circular y que en dirección radial deberán tener como mínimo un ancho de 50 mm. Para realizar el ensayo y para calcular el módulo de elasticidad, la distancia entre los puntos de apoyo de las probetas será de 50 mm.

Los valores del módulo de elasticidad de corta duración y del esfuerzo de flexotracción de corta duración deberán corresponder a los valores del párrafo 9, o ser mayores.

7.3 Control de estanqueidad de las muestras

El control de estanqueidad al agua, de la manga de saneamiento endurecida puede realizarse en una sección circular de la manga sin la lámina de protección, o en muestras tomadas de la manga endurecida sin la lámina de revestimiento, Para llevar a cabo esta prueba se retirará o se perforará la lámina de la sección circular, o de la muestra tomada sin causar ningún deterioro.

El control de estanqueidad de las muestras puede realizarse con una sobrepresión o con un vacío de 0,5 bares.

En el caso de realizar la prueba en condiciones de vacío, se suministrará agua a la muestra por un lado. En el otro lado no se percibirá ninguna señal visible de agua durante la duración de la prueba (30 minutos) a un vacío de 0,5 bares.

Si la prueba se realiza a una sobrepresión de 0,5 bares, igualmente se suministrará agua a la muestra por un lado. En el otro lado no se percibirá ninguna señal visible de agua durante la duración de la prueba (30 minutos).

7.4 Estructura de la pared

Se analizará la estructura de la pared en base a las condiciones del párrafo 2.1.3, supervisándose cortes realizados en la pared, por ejemplo, con un microscopio óptico de aprox. 10x de aumento. Además se calculará el valor promedio del número de burbujas de aire por superficie según la norma DIN EN ISO 7822¹⁹.

7.5 Parámetros físicos de la manga endurecida

Se verificará si las muestras cumplen los parámetros físicos especificados en el párrafo 2.1.4.

8 Declaración de conformidad sobre las operaciones de saneamiento ejecutadas

Para dar fe de la conformidad de las operaciones de saneamiento ejecutadas con las disposiciones de esta homologación general a efectos de construcción, se necesita de la empresa, que efectúe el procedimiento de saneamiento, una declaración de conformidad en base a las determinaciones de las tablas 4 y 5. A la declaración de conformidad se adjutarán documentos con las propiedades de los componentes del procedimiento, según el párrafo 2.1.1 y los resultados de las pruebas e inspecciones realizadas según las tablas 4 y 5.

El director de las operaciones de saneamiento, o un representante cualificado, ha de estar presente en el emplazamiento de la obra durante la ejecución de las operaciones de saneamiento. Se asegurará de que las operaciones se realicen debidamente, según las disposiciones del párrafo 4 y, en especial, se ocupará de que se efectúen las pruebas e inspecciones de las tablas 4 y 5. La cantidad y el alcance de estas disposiciones son requisitos mínimos de cumplimiento.

Tabla 4: "Pruebas e inspecciones anexas al procedimiento"

Objeto de ensayo o inspección	Exigencias según	Frecuencia
Control óptico de la tubería	el párrafo 4.3.1 y la hoja informativa M 143-2 de la ATV ¹⁴	Antes de cada saneamiento
Control óptico de la tubería	el párrafo 6 y la hoja informativa M 143-2 de la ATV ¹⁴	Después de cada saneamiento
Aparatos y equipos	el párrafo 4.2	En cada lugar de obra
Etiquetado de los envases de los componentes de saneamiento	el párrafo 2.2.3	
Estanqueidad (agua y aire)	el párrafo 6	
Mezcla de resina, cantidad de resina y comportamiento de fraguado de cada manga	el protocolo de mezcla y el párrafo 4.3.5	
Temperatura y tiempo de fraguado	el párrafo 4.3.6	

La realización de las pruebas de la tabla 5 corre a cargo del director de los trabajos de saneamiento (o de su representante). Las pruebas se efectuarán sobre las muestras tomadas de las mangas.

Tabla 5: "Pruebas de las muestras"

Objeto de ensayo	Exigencias según	Frecuencia
Módulo de elasticidad a la flexión, de corta duración y esfuerzo de flexotracción de corta duración en las recortes del tubo	los párrafos 7.1 y 7.2	En cada lugar de obra, como mínimo cada dos mangas
Densidad y dureza de la muestra sin <i>preliner</i> y sin lámina de revestimiento	el párrafo 2.1.4	
Estanqueidad al agua de la muestra sin <i>preliner</i> y sin lámina de revestimiento	el párrafo 7.3	
Estructura de la pared	el párrafo 7.4	
Tendencia a la fluencia en las secciones del tubo	el párrafo 7.2	Si el módulo de elasticidad de corta duración es menor que el especificado en el párrafo 9. En todo caso y como mínimo, una manga cada seis meses

Los resultados de las pruebas se registrarán y se evaluarán; se mostrarán a petición del *Deutsches Institut für Bautechnik*. La cantidad y el alcance de estas disposiciones son requisitos mínimos de cumplimiento.

9 Disposiciones para los cálculos

Si para las operaciones de saneamiento es necesario un cálculo estático, se cumplirán las especificaciones sobre seguridad de la hoja informativa M 127-2 de la ATV⁷ antes de su ejecución.

En el cálculo estático se aplicará un coeficiente de seguridad $\gamma = 2,0$.

El factor de reducción (A), que determina los valores de larga duración cada 10.000 h de ensayo según la norma DIN EN 761¹⁸, toma el valor de $A = 2,13$ para el sistema de resina "EasyPox 3008" y el valor $A = 2,81$ para el sistema de resina "EasyPox T0530".

Para el cálculo estático se tendrán en cuenta los siguientes valores:

• Con el sistema de resina "EasyPox 3008" (fraguado en frío):

- Módulo de elasticidad de corta duración según DIN EN 1228⁸: 2.820 N/mm²
- Módulo de elasticidad de larga duración: 1.320 N/mm²
- Resistencia a la flexión de corta duración según DIN EN ISO 178⁴: 75 N/mm²
- Resistencia a la flexión de larga duración: 35 N/mm²

• Con el sistema de resina "EasyPox T0530" (fraguado en caliente):

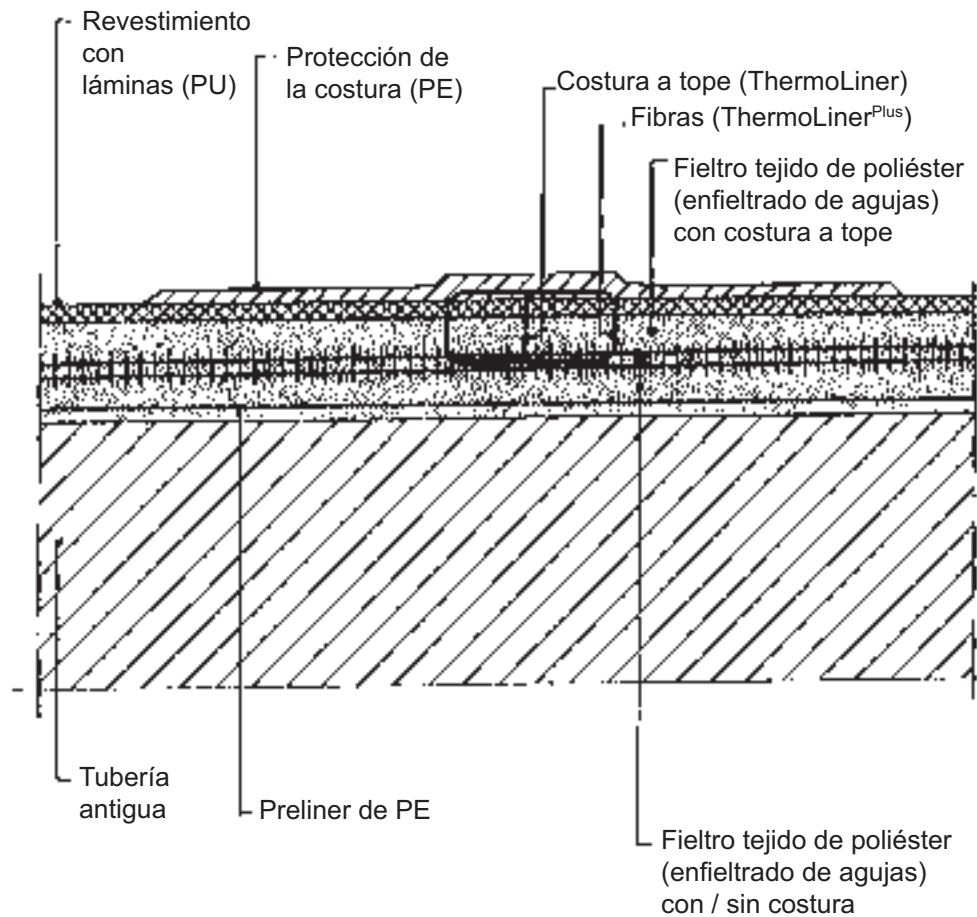
- Módulo de elasticidad de corta duración según DIN EN 1228⁸: 3.190 N/mm²
- Módulo de elasticidad de larga duración: 1.130 N/mm²
- Resistencia a la flexión de corta duración según DIN EN ISO 178⁴: 40 N/mm²
- Resistencia a la flexión de larga duración: 14 N/mm²

10 Disposiciones para el mantenimiento

El solicitante efectuará, durante el periodo de vigencia de esta homologación, un control óptico de seis tuberías de aguas residuales saneadas y, en la medida de lo posible, de seis acometidas laterales rehabilitadas. Los resultados, acompañados de una descripción de los desperfectos saneados, se presentarán en el *Deutsches Institut für Bautechnik*, durante el periodo de vigencia de esta homologación.

Por cuenta del solicitante y durante el periodo de vigencia de esta homologación, tres de estos saneamientos, serán inspeccionados por un experto, quien realizará los controles de estanqueidad directamente tras la finalización del saneamiento.

Estructura de ThermoLiner y ThermoLiner^{Plus}



Solicitante:

Easy Liner GmbH
Rombacher Hütte 15
44795 Bochum
(Alemania)

EasyLiner

**Estructura de ThermoLiner y
ThermoLiner^{Plus}**

Anexo 1

de la homologación general
a efectos de construcción
Nº homologación: **Z-42.3-414**
Fecha: **05.06.2007**

Hoja de datos técnicos de ThermoLiner

Propiedades	ThermoLiner	ThermoLiner ^{Plus}
Material portante	Filtro tejido de poliéster (enfieltrado de agujas)	Filtro tejido de poliéster (enfieltrado de agujas)
Revestimiento	PU 190 µm	PU 350 µm
Resistencia térmica	80 °C	80 °C
Dimensiones nominales	DN 100 mm DN 125 mm DN 150 mm DN 200 mm	DN 200 mm DN 225 mm DN 250 mm DN 300 mm
Espesores de pared (manga instalada)	3,5 mm	3,5 mm y 5 mm
Apta para	fraguado en frío y fraguado en caliente	fraguado en frío y fraguado en caliente
Costura longitudinal	cosida y sellada	soldada y sellada
Cantidad de capas	1 capa	1 capa
Capacidad para curvas y codos	muy buena 35°, 45°, 67°-90° casi libre de arrugas	buena 35°, 45° casi libre de arrugas
Longitudes de los rollos	50 m / 100 m	50 m / 100 m

Solicitante:

Easy Liner GmbH
Rombacher Hütte 15
44795 Bochum
(Alemania)

EasyLiner

**Hoja de datos técnicos de
ThermoLiner**

Anexo 2

de la homologación general
a efectos de construcción
Nº homologación: **Z-42.3-414**
Fecha: **05.06.2007**

**Valores de rigidez anular
DN 100 mm - DN 300 mm**

Para calcular los valores de rigidez (SN) se tomarán de base los siguientes valores para el módulo de elasticidad (E) de corta duración:

Resina 3008: 2.820 MPa

Resina T0530: 3.190 MPa

Para los espesores de pared mínimos de la manga de saneamiento endurecida se establecen los valores de 3,0 mm y 4,5 mm.

Con estos valores se obtienen las siguientes tablas de rigidez nominal:

Resina 3008: Valores de cálculo

DN	SN en N/m ²		Espesores de pared en mm
	3,0	4,5	
100	6.952	24.586	
125	3.494	12.239	
150	1.997	6.952	
200	830	2.866	
225	580	1.997	
250	421	1.447	
300	242	830	

Resina 3008: Valores con redondeo para las clases de rigidez

DN	SN en N/m ²		Espesores de pared en mm
	3,0	4,5	
100	5.000	>10.000	
125	2.500	>10.000	
150	1.250	5.000	
200	830	2.500	
225	500	1.250	
250	-	1.250	
300	-	830	

Solicitante:

Easy Liner GmbH
Rombacher Hütte 15
44795 Bochum
(Alemania)

EasyLiner

**Valores de rigidez anular
DN 100 mm - DN 300 mm**

Anexo 3

de la homologación general
a efectos de construcción
Nº homologación: **Z-42.3-414**
Fecha: **05.06.2007**

**Valores de rigidez anular
DN 100 mm - DN 300 mm**

Resina T0530: Valores de cálculo

DN	SN en N/m ²		Espesores de pared en mm
	3,0	4,5	
100	7.864	27.812	
125	3.953	13.845	
150	2.260	7.864	
200	939	3.242	
225	656	2.260	
250	476	1.637	
300	274	939	

Resina T0530: Valores con redondeo para las clases de rigidez

DN	SN en N/m ²		Espesores de pared en mm
	3,0	4,5	
100	5.000	>10.000	
125	2.500	>10.000	
150	1.250	5.000	
200	830	2.500	
225	630	1.250	
250	-	1.250	
300	-	830	

Solicitante:

Easy Liner GmbH
Rombacher Hütte 15
44795 Bochum
(Alemania)

EasyLiner

Valores de rigidez anular
DN 100 mm - DN 300 mm

Anexo 4

de la homologación general
a efectos de construcción
Nº homologación: **Z-42.3-414**
Fecha: **05.06.2007**

Tabla de cantidades



Cantidad necesaria de resina:

ThermoLiner^{Plus} y ThermoLiner

Ø manga / tubería mm	Cantidad de resina ThermoLiner ^{Plus} por metro en kg manga 3,5 mm	Cantidad de resina ThermoLiner por metro en kg	
		manga 3,5 mm	manga 5 mm
100	1,21	1,04	1,73
125	1,51	1,30	2,16
150	1,81	1,55	2,59
200	2,42	2,07	3,45
225			3,89
250			4,32
300			5,18

Las cantidades de consumo son independientes del sistema de resina. Las cantidades que aquí se presentan se refieren a la impregnación.

Densidad Easy Pox: 1,10 g / cm³
(Componentes A + B)

Solicitante:

Easy Liner GmbH
Rombacher Hütte 15
44795 Bochum
(Alemania)

EasyLiner

Tabla de cantidades

Anexo 5

de la homologación general
a efectos de construcción
Nº homologación: **Z-42.3-414**
Fecha: **05.06.2007**

Cálculo de la cantidad de resina

¡Introduzca datos sólo en las casillas en verde!

Las casillas amarillas representan resultados

Las casillas naranja representan datos constantes sobre el sistema de resina

Tipo de resina:

Easy Pox, Componentes A + B

Manga

Diámetro 150,00 [mm]

Espesor de pared 3,50 [mm]

Longitud 15,00 [m]

Cantidad de resina calculada 24,73 [litro]

Anote la cantidad de resina



24,73 [litro]

Cálculo kg según litro

0,78 [kg]

0,22 [litro]

Densidad (A) 1,15 [kg/litro]

Densidad (B) 0,99 [kg/litro]

Densidad (A + B) 1,10 [kg/litro]

Comportamiento de la mezcla (peso)

Componente (A) resina 100,00 [kg]

Componente (B) endurecedor 25,00 [kg]

Comportamiento de la mezcla (volumen)

Componente (A) resina 100,00 [litro]

Componente (B) endurecedor 51,70 [litro]

Cantidad por litro

Componente (A) resina 0,78 [litro]

Componente (B) endurecedor 0,22 [litro]

Proporción de resina y endurecedor en litro

Componente (A) resina 21,34 [litro]

Componente (B) endurecedor 5,33 [litro]

Cantidad total 26,67 [litro]

Solicitante:

Easy Liner GmbH
Rombacher Hütte 15
44795 Bochum
(Alemania)

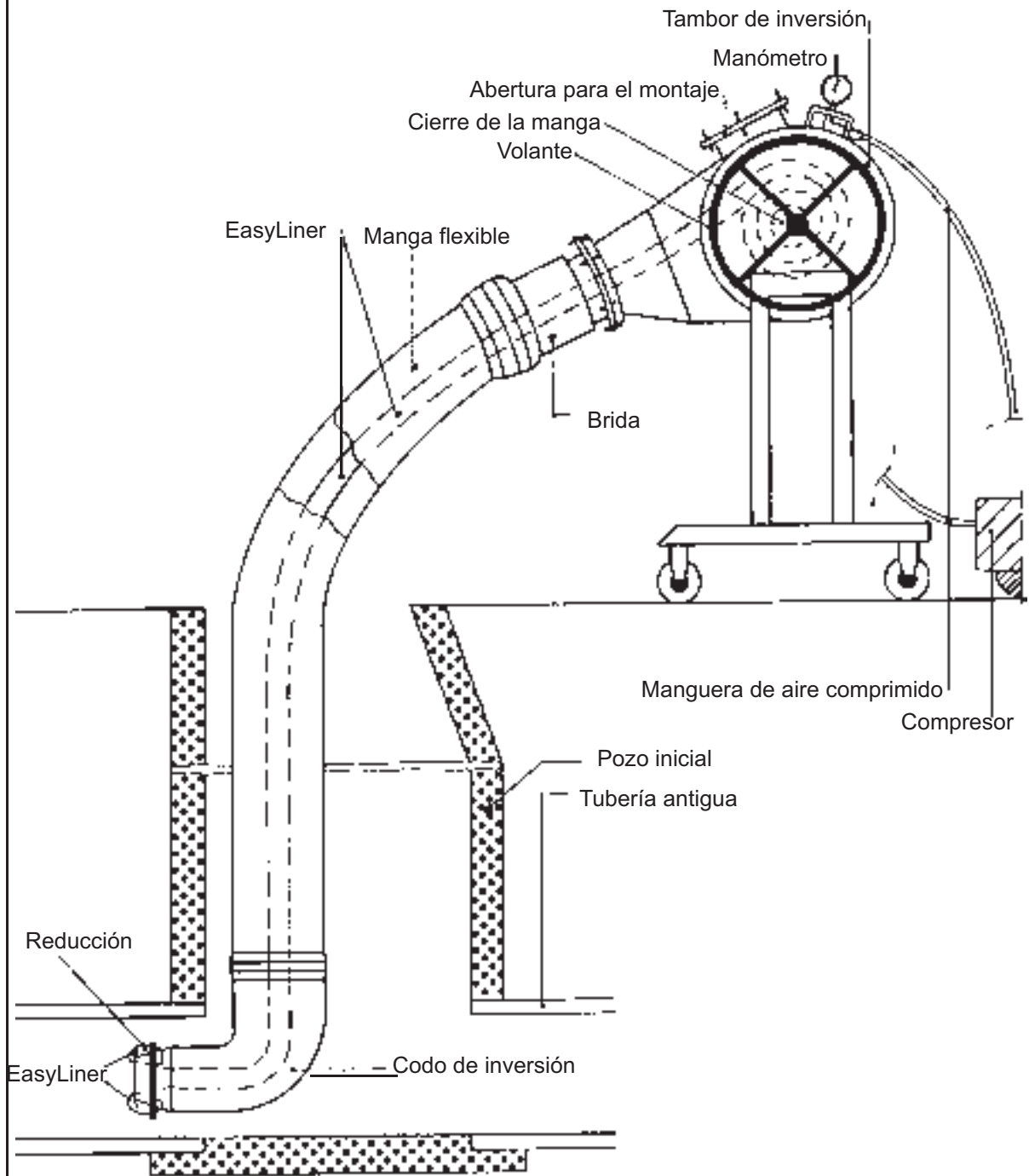
EasyLiner

Cálculo de la cantidad de
resina

Anexo 6

de la homologación general
a efectos de construcción
Nº homologación: Z-42.3-414
Fecha: 05.06.2007

Tambor de inversión Proceso de inversión



Solicitante:

Easy Liner GmbH
Rombacher Hütte 15
44795 Bochum
(Alemania)

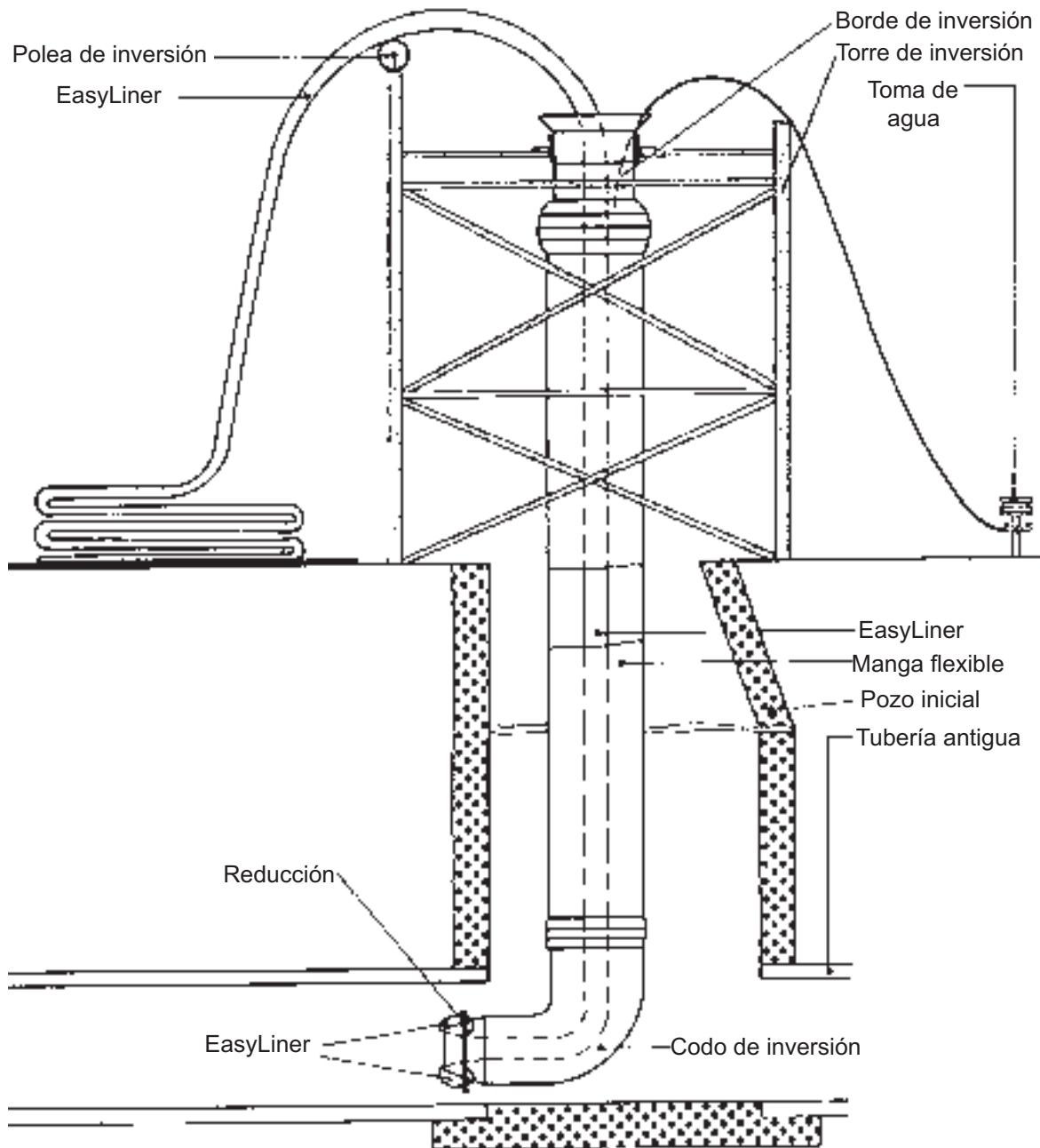
EasyLiner

**Inversión mediante aire
 comprimido**

Anexo 7

de la homologación general
 a efectos de construcción
 N° homologación: **Z-42.3-414**
 Fecha: **05.06.2007**

Torre de inversión Proceso de inversión



Solicitante:

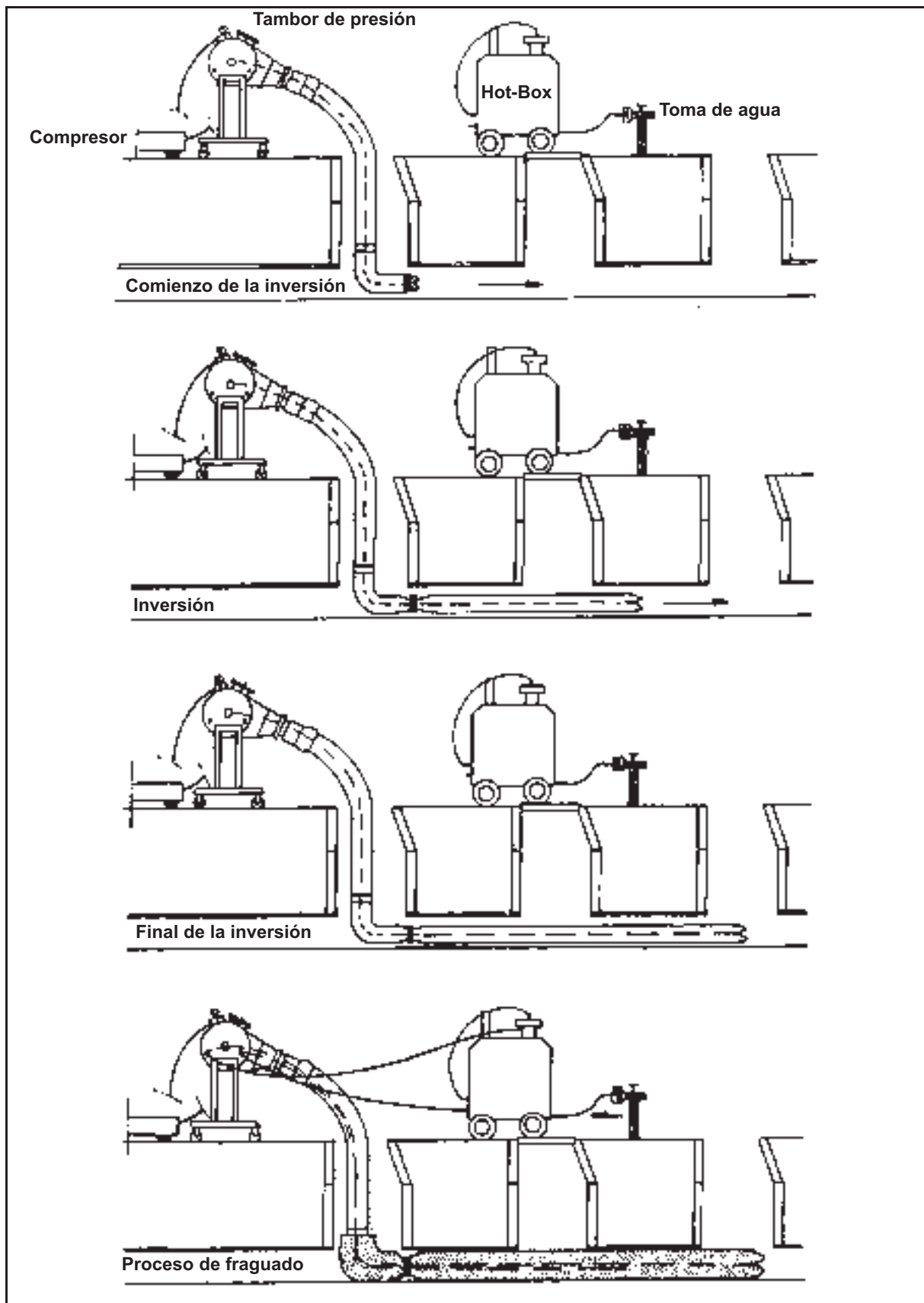
Easy Liner GmbH
Rombacher Hütte 15
44795 Bochum
(Alemania)

EasyLiner

Inversión mediante agua

Anexo 8

de la homologación general
a efectos de construcción
Nº homologación: **Z-42.3-414**
Fecha: **05.06.2007**



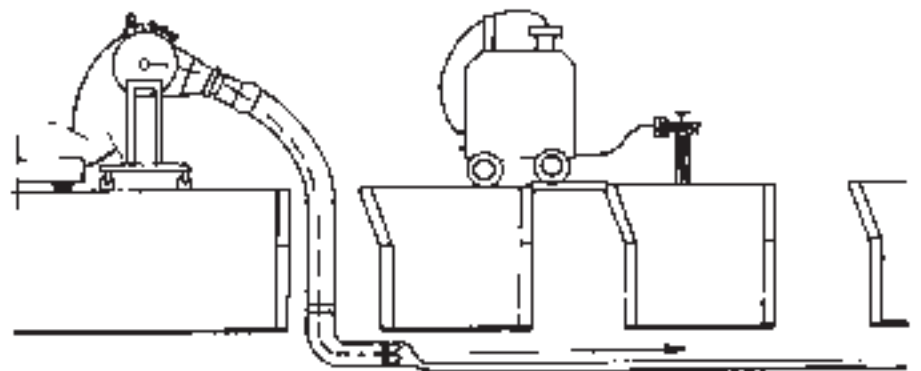
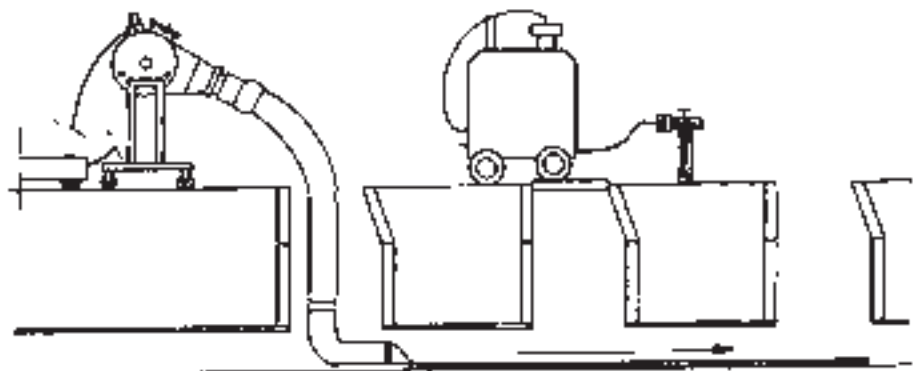
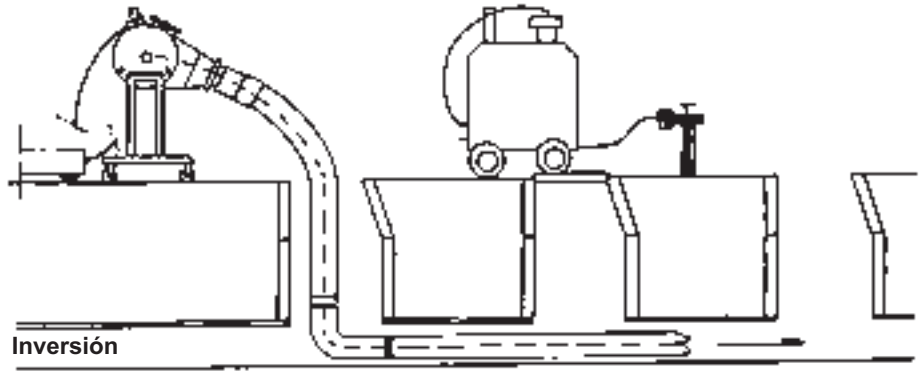
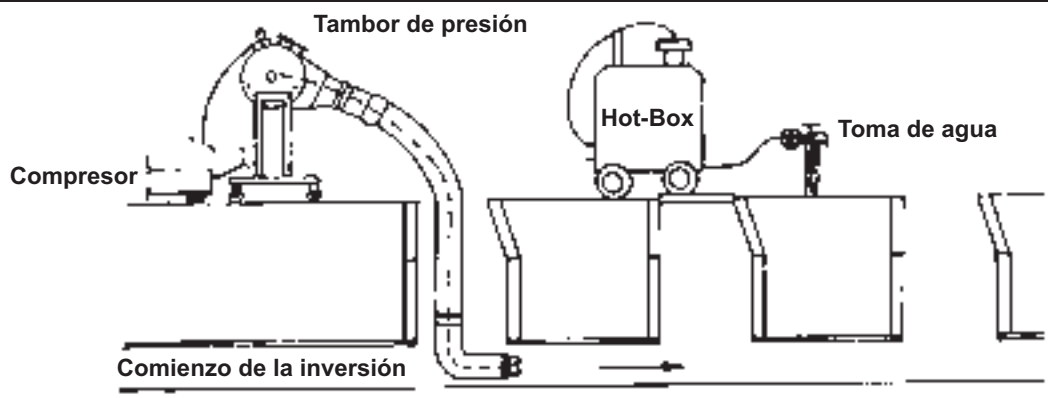
Solicitante:

Easy Liner GmbH
Rombacher Hütte 15
44795 Bochum
(Alemania)

Saneamiento con extremo cerrado

Anexo 9

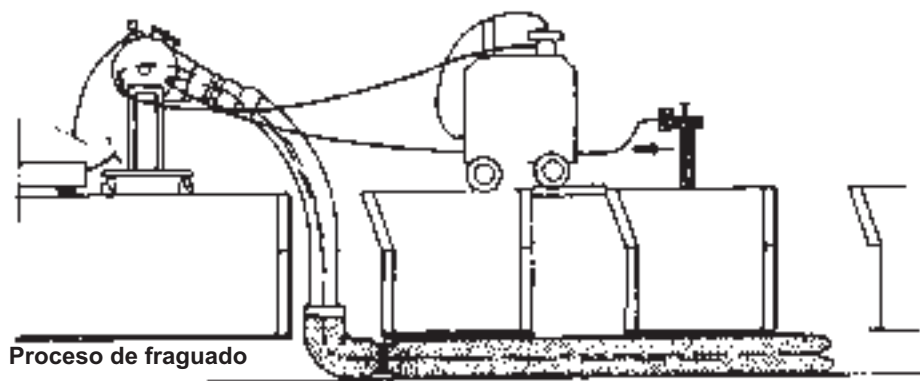
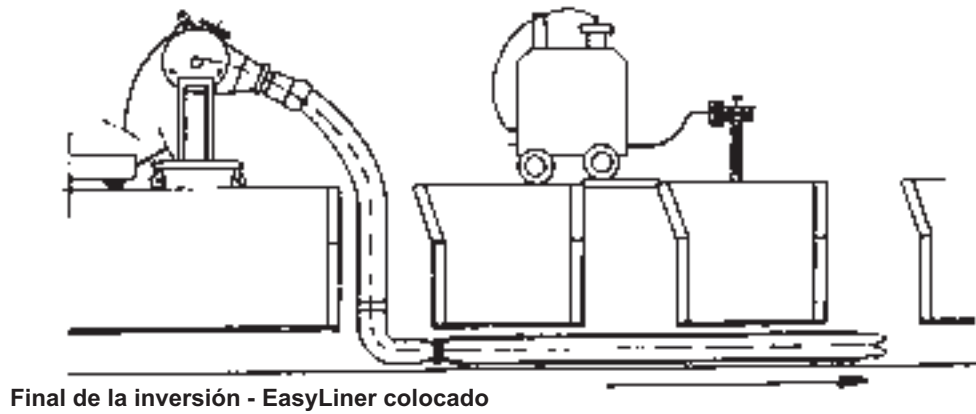
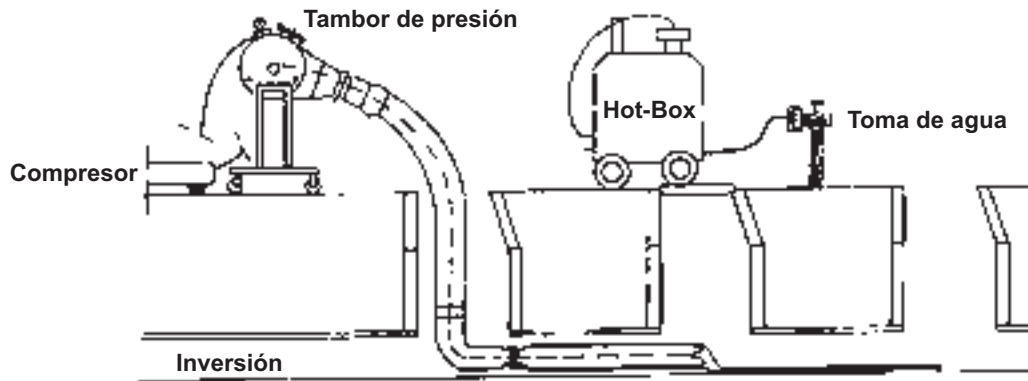
de la homologación general
a efectos de construcción
Nº homologación: **Z-42.3-414**
Fecha: **05.06.2007**



Solicitante:
Easy Liner GmbH
Rombacher Hütte 15
44795 Bochum
(Alemania)

Saneamiento con extremo cerrado. La manga de apoyo/ manga de calibración se invierte posteriormente
 Página 1/2

Anexo 10
 de la homologación general a efectos de construcción
 N° homologación: **Z-42.3-414**
 Fecha: **05.06.2007**



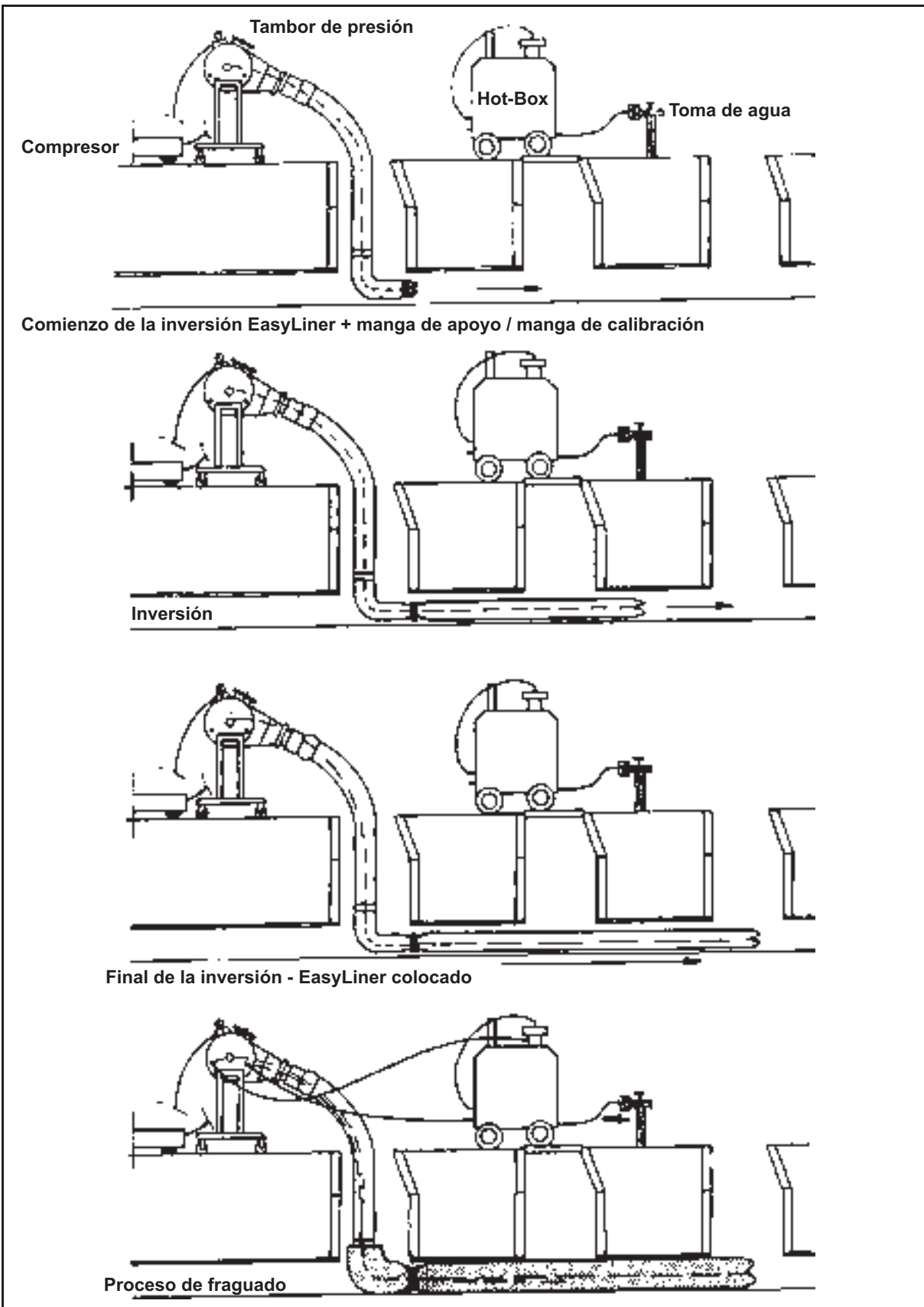
Solicitante:

Easy Liner GmbH
Rombacher Hütte 15
44795 Bochum
(Alemania)

Saneamiento con extremo cerrado. La manga de apoyo/ manga de calibración se invierte posteriormente
Página 2/2

Anexo 11

de la homologación general a efectos de construcción
Nº homologación: Z-42.3-414
Fecha: 05.06.2007



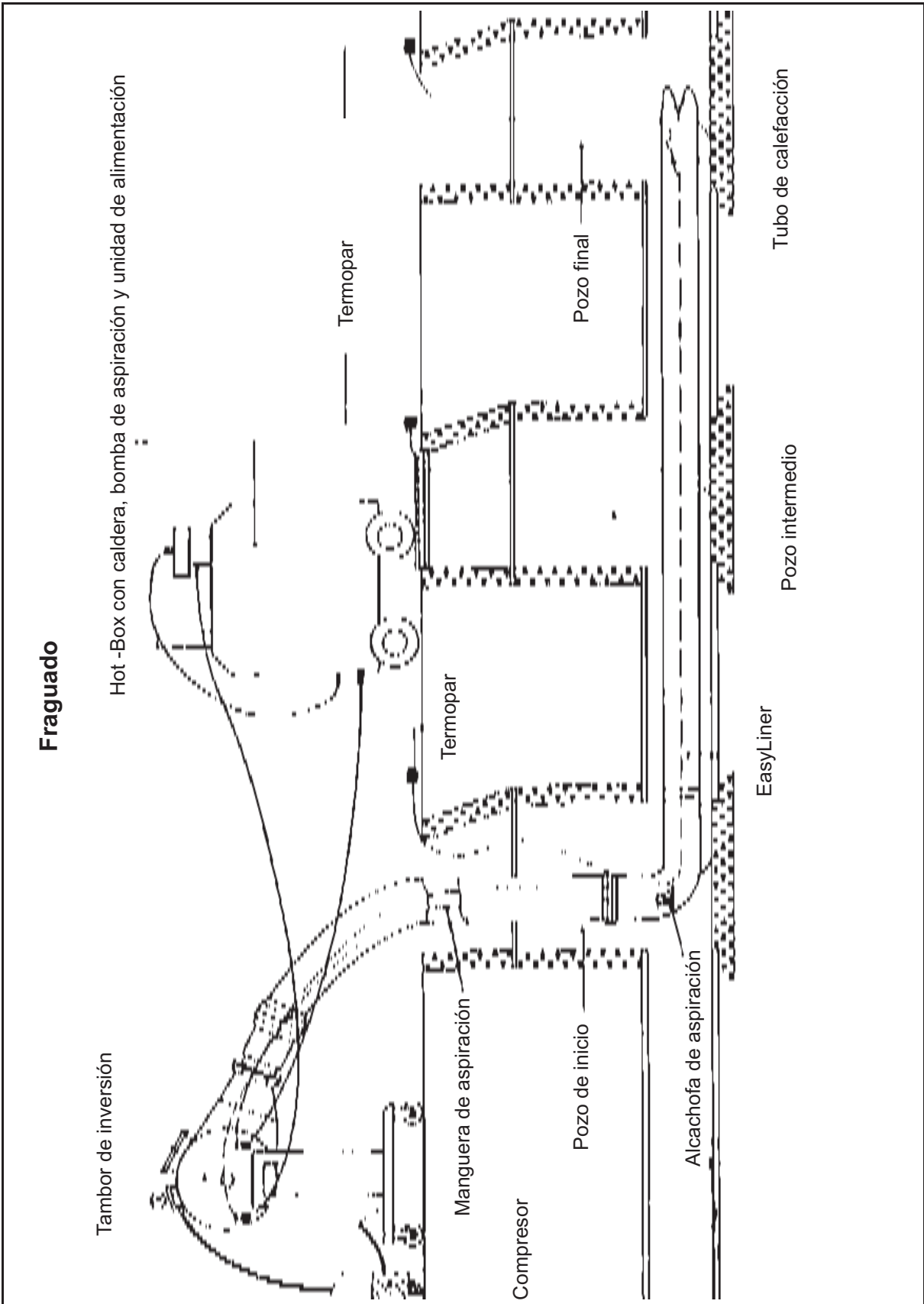
Solicitante:

Easy Liner GmbH
 Rombacher Hütte 15
 44795 Bochum
 (Alemania)

**Saneamiento con extremo
abierto**
**Manga de apoyo / manga de
calibración en una sola
operación**

Anexo 12

de la homologación general
 a efectos de construcción
 N° homologación: **Z-42.3-414**
 Fecha: **05.06.2007**



Fraguado

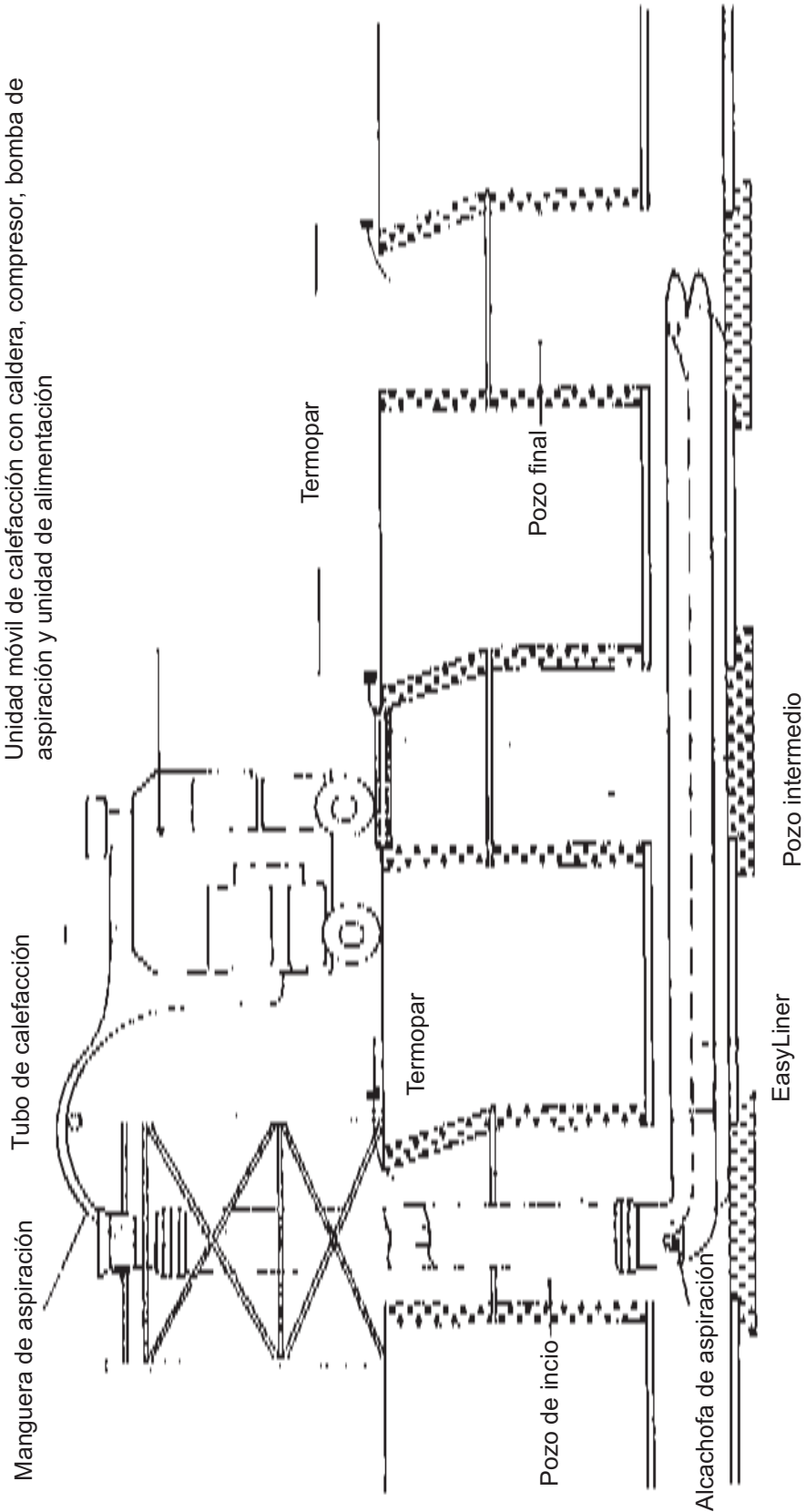
Solicitante:
Easy Liner GmbH
Rombacher Hütte 15
44795 Bochum
(Alemania)

EasyLiner
Fraguado en caliente
Hot-Box

Anexo 13
de la homologación general
a efectos de construcción
Nº homologación: **Z-42.3-414**
Fecha: **05.06.2007**

Fraguado

Unidad móvil de calefacción con caldera, compresor, bomba de aspiración y unidad de alimentación



Solicitante:

Easy Liner GmbH
Rombacher Hütte 15
44795 Bochum
(Alemania)

EasyLiner

Fraguado en caliente
Unidad móvil de calefacción

Anexo 14

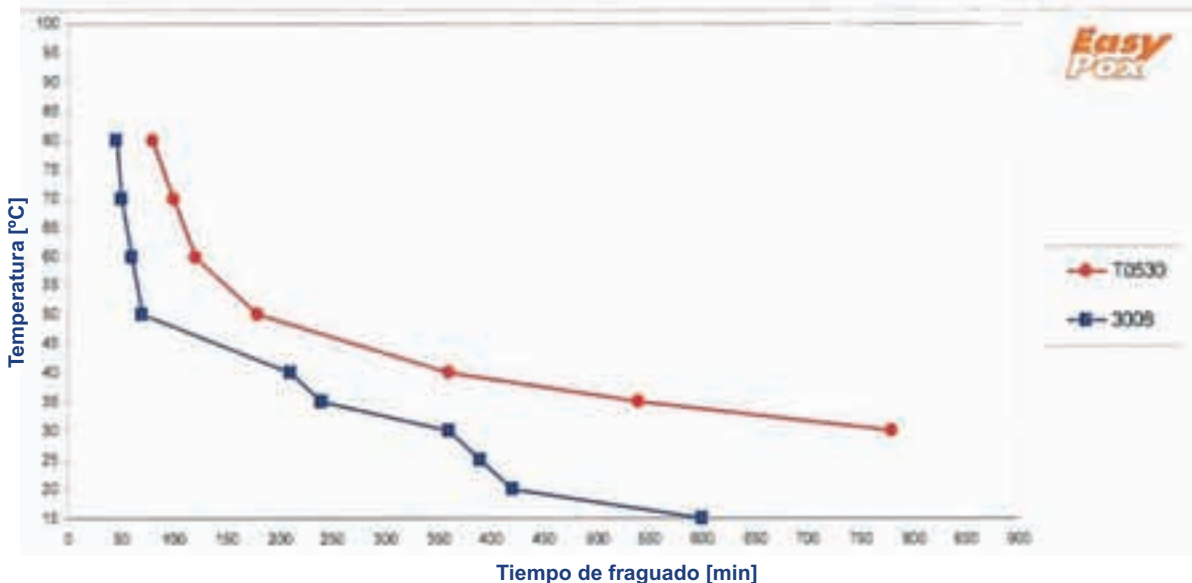
de la homologación general
a efectos de construcción
Nº homologación: **Z-42.3-414**
Fecha: **05.06.2007**

Comparación de los tiempos de fraguado a temperatura ambiente constante

1. Puesta en funcionamiento del generador de agua caliente (Hot-box, unidad de calefacción) en el marco de las medidas preliminares.
2. Ajuste de la temperatura conforme a la resistencia térmica del material que se usa. Véase la Hoja de datos técnicos de *EasyLiner*.
3. Control y documentación de todo el proceso de fraguado, mediante un aparato de medida.
Proceso de fraguado = Fase de calentamiento + fase de espera + fase de enfriamiento
4. En presencia de aguas subterráneas, la duración de las fases de calentamiento y de enfriamiento aumenta y la fase de espera se ha de prolongar unas 2 horas.
5. La fase de enfriamiento se efectuará suministrando agua (con una toma de agua).
6. El *EasyLiner* se abrirá cuando se haya alcanzado una temperatura ambiente de 15°C - 20°C.

Producto libre de adhesivo/ min >

	3008	T 0530	Temp. resina
			5 °C
			10 °C
	600		15 °C
	420		20 °C
	390		25 °C
	360	780	30 °C
	240	540	35 °C
	210	360	40 °C
	70	180	50 °C
	60	120	60 °C
	50	100	70 °C
	45	80	80 °C



Advertencia :

Los datos de la tabla se basan en valores empíricos bajo suministro de calor continuo.
Se recomienda comprobar si el *EasyLiner* ha endurecido antes de eliminar la presión de calibración.
En los procesos de fraguado en caliente, se tendrá en cuenta la hoja de datos técnicos en lo que respecta al enfriamiento.
Las condiciones de temperatura concretas (estructura del terreno, por ejemplo, aguas subterráneas) de la ubicación de la obra determinan los tiempos de fraguado para el *EasyLiner* impregnado e instalado.

Solicitante:

Easy Liner GmbH
Rombacher Hütte 15
44795 Bochum
(Alemania)

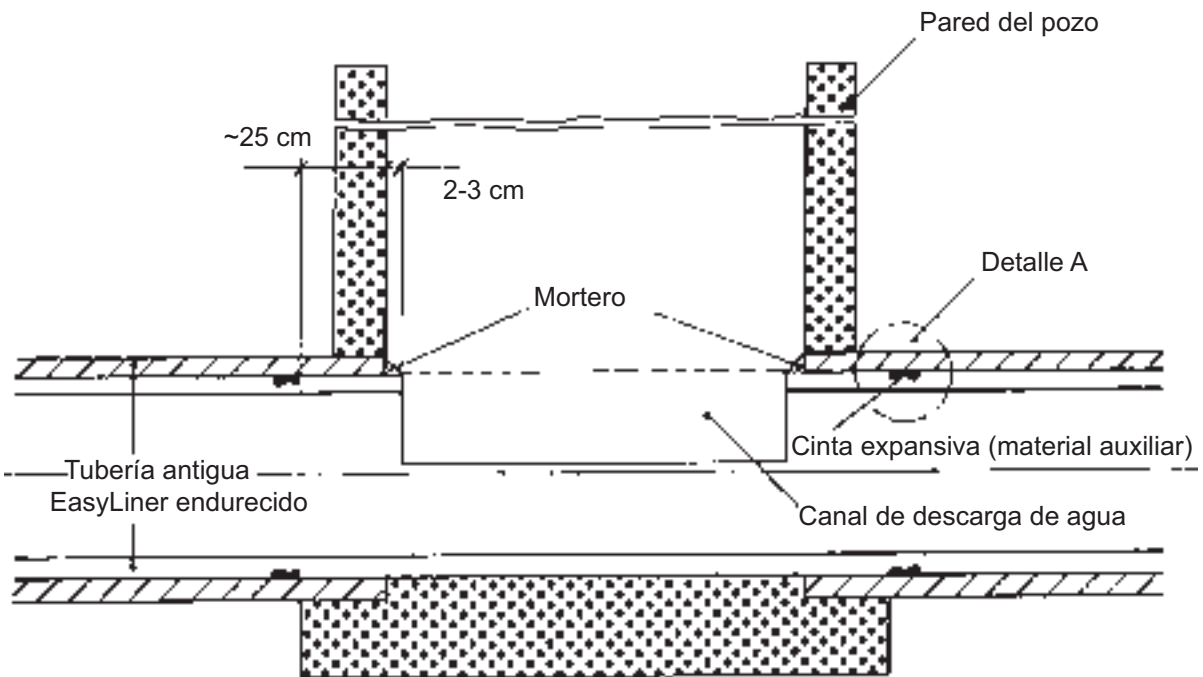
EasyLiner

Tiempos de fraguado a temperatura ambiente constante

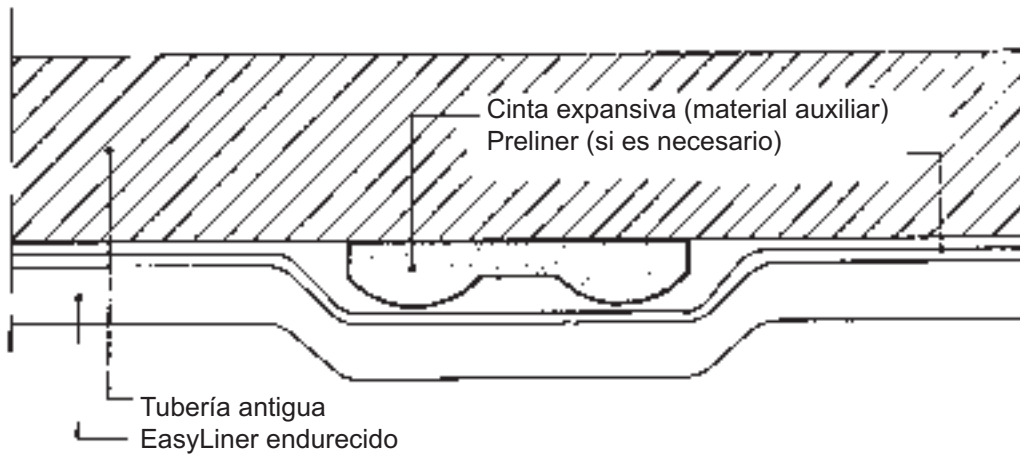
Anexo 15

de la homologación general a efectos de construcción
Nº homologación: **Z-42.3-414**
Fecha: **05.06.2007**

Pozo intermedio



Detalle A



Solicitante:

Easy Liner GmbH
Rombacher Hütte 15
44795 Bochum
(Alemania)

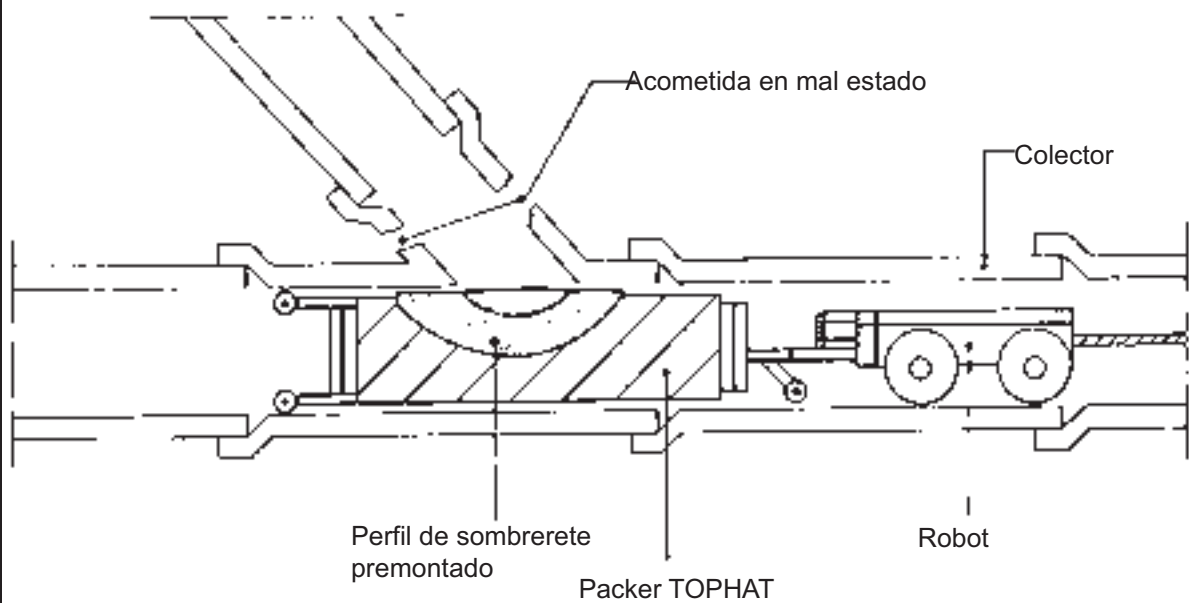
EasyLiner

Entronque al pozo

Anexo 16

de la homologación general
a efectos de construcción
Nº homologación: **Z-42.3-414**
Fecha: **05.06.2007**

Pasos para el montaje



1^{er} Paso: Fresar el punto de empalme y posicionar el packer TOP HAT.
Colocar el obturador con el perfil de sombrerete.

Solicitante:

Easy Liner GmbH
Rombacher Hütte 15
44795 Bochum
(Alemania)

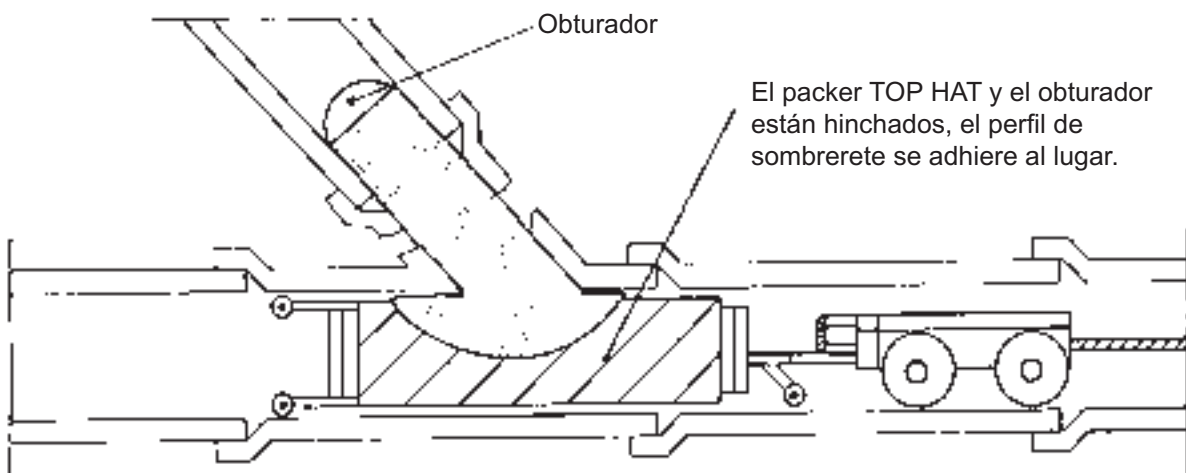
EasyLiner

**Técnica del perfil de
sombbrero**
1^{er} Paso

Anexo 17

de la homologación general
a efectos de construcción
Nº homologación: **Z-42.3-414**
Fecha: **05.06.2007**

Pasos para el montaje



2º Paso: Introducir el perfil de sombrerete.
Fraguado.

Solicitante:

Easy Liner GmbH
Rombacher Hütte 15
44795 Bochum
(Alemania)

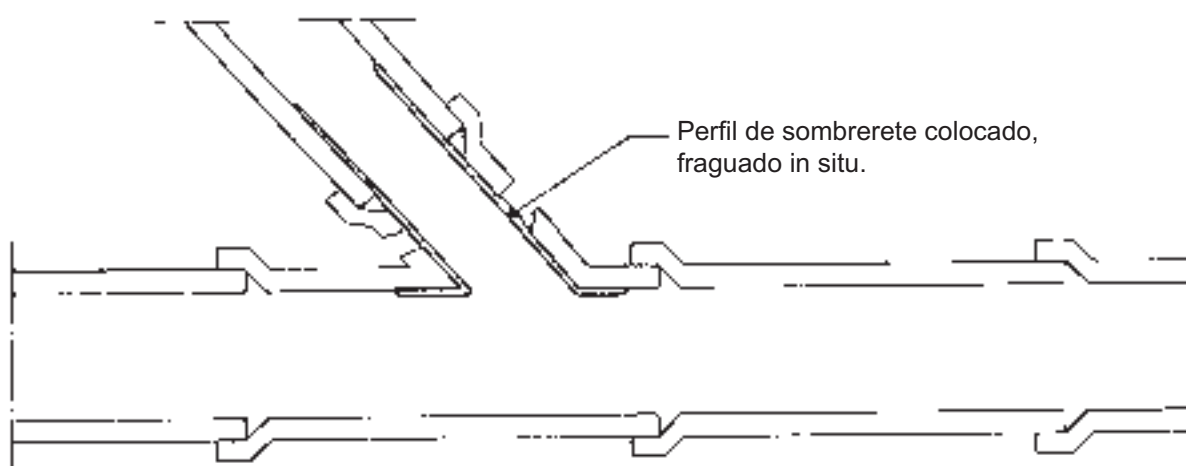
EasyLiner

Técnica del perfil de
sombrerete
2º Paso

Anexo 18

de la homologación general
a efectos de construcción
Nº homologación: **Z-42.3-414**
Fecha: **05.06.2007**

Pasos para el montaje



2^{er} Paso: Se retiran el obturador y el packer TOP HAT.

Solicitante:

Easy Liner GmbH
Rombacher Hütte 15
44795 Bochum
(Alemania)

EasyLiner

Técnica del perfil de
sombrero
3^{er} Paso

Anexo 19

de la homologación general
a efectos de construcción
Nº homologación: **Z-42.3-414**
Fecha: **05.06.2007**

Tablas de dosificación del componente C en el Sistema *Easy Top - Hat*

Temperatura del producto: 5 °C

Dosis del componente C en relación al componente A	5,00 %	4,50 %	4,00 %				
Tiempo de vida útil	10'	11'	12'				
Tiempo de aplicación	20'	20'	25'				
Tiempo de desencofrado	60'	75'	90'				

Temperatura del producto: 10 °C

Dosis del componente C en relación al componente A	5,00 %	4,50 %	4,00 %	3,00 %			
Tiempo de vida útil	8'	9'	10'	12'			
Tiempo de aplicación	15'	15'	20'	25'			
Tiempo de desencofrado	50'	55'	60'	90'			

Temperatura del producto: 15 °C

Dosis del componente C en relación al componente A			4,00 %	3,00 %	2,50 %	2,00 %	
Tiempo de vida útil			8'	10'	11'	12'	
Tiempo de aplicación			10'	20'	20'	25'	
Tiempo de desencofrado			50'	60'	75'	90'	

Temperatura del producto: 20 °C

Dosis del componente C en relación al componente A				3,00 %	2,50 %	2,00 %	
Tiempo de vida útil				8'	9'	10'	
Tiempo de aplicación				10'	15'	20'	
Tiempo de desencofrado				50'	55'	60'	

Temperatura del producto: 25 °C

Dosis del componente C en relación al componente A						2,00 %	1,00 %
Tiempo de vida útil						8'	10'
Tiempo de aplicación						15'	20'
Tiempo de desencofrado						50'	60'

El componente C se añade al componente A y se mezcla homogéneamente. Todos los valores de tiempo (en minutos) hacen referencia al comienzo de la mezcla del componente B. El tiempo mínimo de mezcla es de 2 minutos. La mezcla debe ser homogénea y no contener impurezas.

Solicitante:

Easy Liner GmbH
Rombacher Hütte 15
44795 Bochum
(Alemania)

EasyLiner

Tiempos de fraguado a
temperatura ambiente
constante

Anexo 20

de la homologación general
a efectos de construcción
Nº homologación: **Z-42.3-414**
Fecha: **05.06.2007**

EasyLiner - Protocolo de impregnación e instalación

1. Datos sobre las muestras tomadas

Muestra tomada por:	Fecha:
---------------------	--------

2. Identificación de las muestras

Proyecto de obra:		Encargado de la prueba:	
Solicitante:		Geometría del tubo:	
Fabricante:		Dimensión de la tubería:	
Material:		Posición de extracción:	
Nº manga:		Tamaño:	
Nº lote de resina:		Longitud, debe ser / es:	
Nº lote de resina:		Fecha:	

Denominación del tramo, desde el pozo:	hasta el pozo:	
Denominación de la muestra:		

3. Propiedades para corta duración según el cálculo estático

Módulo de elasticidad (E) de corta duración en N/mm ²	
Resistencia a flexotracción (σ_{bB}) de corta duración en N/mm ²	
Factor de reducción (A1) para cargas permanentes	
Espesor de pared (s) en mm	

4. Determinación de las propiedades de los componentes de obra y de los materiales

4.1 Resistencia a la flexión, determinación del módulo E de flexión según EN ISO 14125 (DIN EN 63)

Fecha de la prueba		σ_{bB} (N / mm ²)	
s (mm)		E_{bB} (N / mm ²)	

4.2 Estanqueidad al agua según la norma DIN EN 1610

Fecha de la prueba		Vacío (bares)	
Duración de la prueba (min)		Resultado	

4.3 Composición del material, determinación de la pérdida por recocido según la norma DIN EN 60

Fecha de la prueba		Cantidad de resina (%)	
Densidad (g/cm ³)		Residuos (%)	

Firma del encargado de la prueba:

Fecha:

Solicitante:
Easy Liner GmbH
Rombacher Hütte 15
44795 Bochum
(Alemania)

EasyLiner
Informe de las muestras

Anexo 23
de la homologación general
a efectos de construcción
Nº homologación: **Z-42.3-414**
Fecha: **05.06.2007**