

POZOS DE INSPECCIÓN DE HORMIGÓN DE ALTA CALIDAD: UNA OPORTUNIDAD DE MERCADO PARA LA INDUSTRIA DE ESTRUCTURAS PREFABRICAS DE ESPAÑA

ING. THOMAS SCHARDAX

MARKETING PERFECT, SCHLÜSSELBAUER TECHNOLOGY

Las inversiones urgentes en la mejora de las redes de alcantarillado para la protección de las aguas freáticas y, por lo tanto, de la salud de la población española, incluyendo los numerosos pozos de inspección y mantenimiento correspondientes, ofrecen en los próximos años grandes oportunidades para la industria de los elementos prefabricados de hormigón. Un pozo de inspección en la red de alcantarillado que se mantenga impermeable durante los próximos 100 años nos beneficia a todos. A nuestra generación, a la generación de nuestros hijos e incluso aún a la de nuestros nietos.

La inversión en un procedimiento de producción para la fabricación de pozos de inspección monolíticos PERFECT se amortiza al cabo de poco tiempo y el valor añadido permanece en la fábrica de hormigón.

La alta calidad del producto (alta resistencia mecánica y química), la flexibilidad de su construcción y la posibilidad de configurar los canales de forma individualizada (si se requiere, dentro de 24 horas) convierten al productor de elementos prefabricados de hormigón que trabaja con el sistema PERFECT en el socio perfecto, tanto para los empresarios como para las oficinas de planificación. Para obtener más información sobre PERFECT véase en la página web: www.perfectsystem.eu

1. Introducción

Las construcciones de pozos de inspección en los sistemas de canalización de aguas residuales suponen un peligro para el medio

ambiente y, en consecuencia, para toda la población. En España, donde las aguas freáticas puras y potables son escasas, va a ser muy importante en el futuro proteger este valioso bien de la contaminación. Los pozos de ins-

Prefabricados de hormigón

pección monolíticos PERFECT de alta calidad que se presentan en este artículo, de hormigón autocompactante o de hormigón de alto rendimiento autocompactante, cumplen todos los requisitos de calidad, individualidad, flexibilidad y rentabilidad. Los pozos de inspección prefabricados según el sistema PERFECT dan una nueva imagen al producto de hormigón y hacen sombra en muchos aspectos a los materiales sintéticos.

1.1 Planteamiento y objetivo de trabajo para el desarrollo del sistema PERFECT

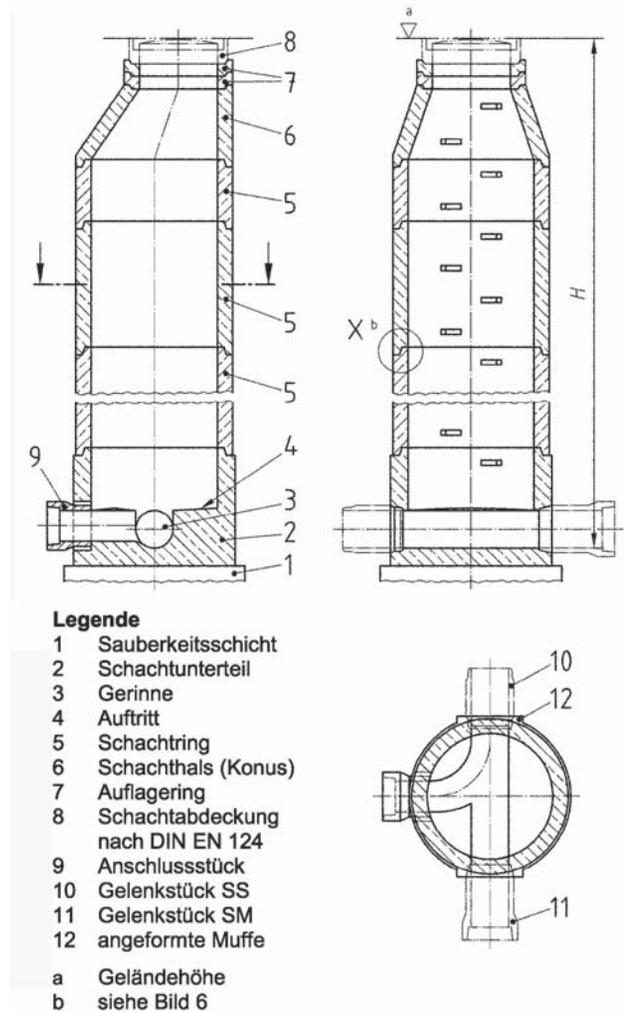
Desarrollo de un método de producción industrial y económico para la fabricación de pozos de inspección de hormigón, monolíticos y homogéneos de una fundición (procedimiento de colada), con una gran resistencia a la corrosión y con acanaladura individual.

Mejorar sensiblemente las condiciones de trabajo en las instalaciones del fabricante y reducir los tiempos de entrega de los pozos de inspección con acanaladura individual según demanda en la obra.

Los pozos de inspección son el límite inferior impermeable de la mayoría de cámaras verticales que, como construcciones en los sistemas de canalización, permiten el acceso a la red subterránea de alcantarillado y colectores. Estos registros de inspección, además de para la ventilación y la aireación de la red de alcantarillas, también sirven para concentrar las aguas y para cambiar la dirección, la sección transversal y la inclinación del sistema de canalización. La Figura 1 muestra la construcción de un pozo de inspección.

El pozo de inspección se construye con la unión de canales que desee y con el cambio de dirección, de sección transversal y de inclinación de tuberías que prefiera. La adaptación de los canales de aguas residuales a las particularidades naturales de la obra lleva consigo el hecho de que cada pozo de inspección es una obra particular. En concreto, los pozos de inspección se diferencian claramente por la posición de las acometidas y salidas y por los diámetros nominales de los tubos conectados. También se pueden diseñar diferentes manguitos de conexión en el pozo de inspección según las propiedades del material de las tuberías que se vayan a tender.

Figura 1.- Ejemplo de un pozo de inspección con elementos prefabricados de hormigón y de hormigón armado



Además de los altos requisitos a la flexibilidad de la geometría del pozo de inspección, también se han de establecer unos requisitos exigentes a la calidad del hormigón utilizado. En la nueva EN 1917 se establece un hormigón de la clase de resistencia C40/50.

Los requisitos a un pozo de inspección se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Capacidad de carga suficiente para la estabilidad de toda la construcción de la cámara de pozo.

Prefabricados de hormigón

- Altos requisitos a la flexibilidad de la geometría interior del pozo de inspección. El fondo de la cámara debe estar formado con una cuneta (acanaladura de carácter individual)
- Impermeabilidad consistente del elemento constructivo, en particular de las conexiones estancas de la cámara y de los tubos.
- Gran resistencia del canal contra el ataque químico de las aguas residuales.
- Resistencia suficiente a los efectos mecánicos por abrasión, golpes o equipos de limpieza.

Bajo este aspecto debe señalarse que la calidad del canal es esencial para determinar la duración de un pozo de inspección, ya que es el canal el que está en contacto directo con las aguas residuales.

1.2 Estado actual de la técnica de construcción de pozos de inspección en España

También en España se sigue construyendo "in situ" en la obra aún en el año 2007 la mayor parte de los pozos de inspección con una anchura nominal comprendida en un margen entre DN 800 y DN 1500. En algunas regiones hablamos del 90 % de las construcciones de registros de inspección que se proyectan de esta manera. La construcción "in situ" absorbe mucho trabajo, dura mucho tiempo por el bajo grado de mecanización y, por lo tanto, es cara. Por lo general, estas construcciones no cumplen ni los requisitos de la norma europea EN 1917 ni los apéndices nacionales españoles a la EN 1917 - el complemento nacional UNE 127917. Las circunstancias poco favorables que con tanta frecuencia predominan "in situ" en las obras y las sustancias y materiales de que se disponen condicionan la ejecución de la construcción de los pozos de registro de inspección, que a menudo acaba siendo deficiente.

La construcción de los primeros pozos de inspección prefabricados en España según la normativa por las empresas dedicadas a la fabricación de elementos de hormigón se realiza produciendo un elemento exterior (pieza en bruto de anillo de pozo con fondo) en el procedimiento de colada o en una unidad de compactación mecánica por medio de vibración. (véase la Figura 2). Así es como se obtiene un hormigón de la clase de resistencia C40/50 para el elemento exterior. La acanala-

dura de los canales en el fondo del elemento base se ejecuta manualmente (véase la Figura 3). Para ello se coloca hormigón apisonado en la pieza en bruto y el canal se moldea a mano. Esta actividad se debe realizar por encima de la pared del pozo, lo cual quiere decir someter a un esfuerzo muy considerable el aparato motor, es decir, la columna vertebral del obrero. Además, este método resulta muy costoso debido a la gran proporción de trabajo manual y las condiciones técnicas de la obra no permiten mantener constante la alta calidad de la construcción. Así pues, como son dos los pasos de trabajo, la conexión de la pieza en bruto con el canal acaba siendo defectuosa. Por otro lado, no se alcanza la resistencia requerida con el hormigón apisonado, que se coloca después y por lo tanto, tampoco se consigue la resistencia suficiente contra las aguas residuales ácidas.

Figura 2.-



Figura 3.-



Prefabricados de hormigón

Otro método para la producción de pozos de inspección prefabricados prevé la utilización de piezas preformadas de materiales sintéticos como encofrado perdido (véase la figura 4).

Figura 4.-



Con estas piezas preformadas de materiales sintéticos es posible una producción técnica mecanizada, puesto que esas mismas piezas preformadas también se pueden utilizar en el procedimiento de colada, donde se puede conseguir un hormigón de la clase de resistencia C40/50. La superficie de contacto del pozo de inspección con las aguas residuales es aquí material sintético resistente con el que se llega a alcanzar una gran duración. Una desventaja de este procedimiento es el alto precio del encofrado perdido, así como su fabricación en empresas proveedoras externas, lo que prolonga el tiempo de tramitación de un pedido, con lo cual difícilmente se pueden hacer trabajos a corto plazo. Otro problema es garantizar la duración de la conexión de las piezas de material sintético con el hormigón. Como el material sintético no se adhiere al hormigón, es necesario recurrir a medios especiales (a los llamados puentes de adherencia). Debido a la mezcla de materiales, también es muy difícil poder reacondicionar los pozos de inspección.

Otro método consiste en moldear el canal con unas pocas piezas de acero preformadas. La desventaja de este procedimiento es que sólo se puede construir un canal con una ejecución determinada y predefinida. La flexibilidad de este método es muy limitada.

1.3 Descripción del nuevo e innovador método PERFECT para la producción de pozos de inspección prefabricados:

Con este nuevo método se pueden fabricar pozos de inspección de hormigón de todas las anchuras nominales de uso corriente (DN 800, DN 1000, DN 1200 y DN 1500 mm) con acanaladura de carácter individual y homogéneo de una fundición.

El punto esencial de este método radica en la configuración individualizada del canal. Como molde negativo de los canales característicos se utilizan piezas preformadas EPS (poliestireno expandible "icopor").

El poliestireno es ligero, fácil de mecanizar y resiste la presión del hormigón durante el llenado de los moldes. Además, se puede reciclar. Una vez utilizado como molde del canal, el poliestireno es granulado en una trituradora y se convierte en una sustancia de valor para la industria de los materiales de construcción, donde el granulado de poliestireno se emplea como sustancia de base para materiales aislantes.

Para poder construir los canales de forma individualizada, las dimensiones de los canales correspondientes se proyectan a partir de un surtido estándar de piezas EPS (arcos de 90° y piezas rectas). Las dimensiones de canal que más se utilizan son 150, 200, 250, 300, 400, 500, 600, 800 y 1000 mm (véase la figura 5).

Para ensamblar las piezas EPS de forma individualizada hemos desarrollado una técnica de corte especial por alambre de calefacción. Con esta técnica es posible configurar las piezas EPS por control CNC, sin contacto y cortadas exactamente a medida. La conexión de las admisiones laterales en el canal principal se realiza con una guía de corte tridimensional (véase la figura 6).

Prefabricados de hormigón

Figura 5.- Piezas EPS de arco de 90°.



Figura 6.- Detalle de la instalación de corte tridimensional.



Todos los datos necesarios para fabricar el producto (diámetro, acodamiento, pendiente, admisiones laterales, tipos de junta de tubos, tipo de guarniciones etc.) van a parar a una base de datos centralizada y se procesan y editan mediante

un programa de desarrollo propio de Schlüsselbauer. A partir de ahora, con esta nueva técnica es posible proyectar cualquier configuración de canales que se requiera (véanse las figuras 7 y 8).

Además, el paquete de programas desarrollado se puede utilizar y aplicar también para el proceso logístico completo, desde el pedido de un pozo de inspección determinado hasta su entrega, pasando por la preparación del trabajo, la planificación de la producción y los cálculos.

Figura 7.-

Eingabemaske

SchachtNr: Berme [%]

Durchmesser: Winkleinheit

Wandstärke: Winkelangabe

	Gerinne DN	Winkel	Gefälle zu AD	Anschlussart	Anschluss DN	Topfneigung[%]
Auslauf A0	<input type="text" value="200"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text"/>	<input type="text" value="200"/>	<input type="text" value="2"/>
Einlauf E1	<input type="text" value="200"/>	<input type="text" value="190"/>	<input type="text" value="20"/>	<input type="text"/>	<input type="text" value="200"/>	<input type="text"/>
Einlauf E2	<input type="text" value="150"/>	<input type="text" value="120"/>	<input type="text" value="65"/>	<input type="text"/>	<input type="text" value="150"/>	<input type="text" value="2"/>
Einlauf E3	<input type="text" value="150"/>	<input type="text" value="270"/>	<input type="text" value="60"/>	<input type="text"/>	<input type="text" value="150"/>	<input type="text"/>
Einlauf E4	<input type="text" value="150"/>	<input type="text" value="225"/>	<input type="text" value="67"/>	<input type="text"/>	<input type="text" value="150"/>	<input type="text"/>
Einlauf E5	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

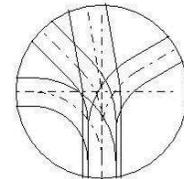
Figura 8.-

PERFECT
Schachtunterteil

SCHLUSSELBAUER

Arbeitsplan

Schacht Nr.:
Durchmesser: 1000
Wandstärke: 170
Berme: 2



Hauptgerinne	DN	Höhe	Auslauf	Einlauf	Bogen	Winkel
	200	200	515	515	10	190
Nebengerinne 1	DN	Höhe	Auslauf	Einlauf	Bogen	Winkel
	150	150		319	39	120
	Bezug Winkel	Bezugsgerinne	Zulaufwinkel	Zulauf Dim	Kurvenradius	Produkt DN
	190	200	120	150	400	1000
Nebengerinne 2	DN	Höhe	Auslauf	Einlauf	Bogen	Winkel
	150	150		150	90	270

El proceso de fabricación de un pozo de inspección con canal característico está estructurado de la siguiente manera:

1. Transmisión de datos, p. ej., de la preparación del trabajo a las instalaciones de corte de las piezas EPS.
2. Recorte de los arcos y de las piezas rectas en correspondencia con el canal requerido.

Prefabricados de hormigón

3. Ensamblaje de cada una de las piezas (pegándolas).
4. Corte de la pendiente requerida y de la inclinación del talud escalonado.
5. Recorte de los sobrantes del canal en las admisiones y salidas.
6. Conexión de las admisiones y salidas adaptada a los materiales correspondientes de las tuberías.
7. Fijación de la unidad de canal en el núcleo interior que garantiza el diámetro interior del pozo de inspección. Ya se ha montado un manguito inferior (arandela) que forma la junta con las piezas constructivas verticales del pozo.
8. Colocación del molde exterior.
9. Aplicación del medio separador para garantizar un fácil desencofrado de las piezas constructivas individuales.
10. Fundición colada del pozo de inspección (el molde se puede llenar dos veces al día con calefacción opcional del molde de fundición).
11. Endurecimiento del producto.
12. Desencofrado y volteo del elemento base de pozo.
13. Retirada de las piezas EPS (escotaduras de admisiones y salida y del molde del canal)
14. Trituración de las piezas EPS preformadas en granulado (utilización como material de reciclaje).

Las siguientes figuras muestran los encofrados de fundición preparados con las piezas EPS preformadas adaptadas de forma individualizada justo antes de llenar con hormigón.

Figura 9.-



Figura 10.-



1.4 Registro de patente: estrategia de protección

El procedimiento de producción recién desarrollado está protegido legalmente por patente, tanto las instalaciones de corte como el propio procedimiento completo, el cual prevé el uso de piezas preformadas estándar como moldes negativos para la configuración de los canales característicos.

2. Relevancia para el medio ambiente

La alta calidad de producto de los pozos de inspección garantiza un uso duradero y una impermeabilidad inalterable de la construcción de la cámara durante la duración auténtica de la amortización de las redes de alcantarillas (80-100 años).

El uso de hormigón de alto rendimiento autocompactante y altamente resistente a la corrosión también permite instalar los pozos de inspección PERFECT en redes de alcantarillas que descargan aguas residuales agresivas.

Debido a la ejecución monolítica de los pozos de inspección es posible reciclarlos al 100%.

El poliestireno utilizado para el moldeo de los canales característicos se puede utilizar en la industria de materiales para la construcción como material de reciclaje en forma de granulado -> ciclo cerrado.

Prefabricados de hormigón

3. Situación del mercado

3.1 Pozos de inspección prefabricados que se encuentran actualmente en el mercado

3.1.1 Pozo de inspección con canal rectificadо manualmente

Alta proporción de actividades manuales y de gran esfuerzo físico. Baja resistencia debido a las condiciones tecnológicas (apisonado manual) en el canal y, por lo tanto, mínima resistencia a las aguas residuales ácidas. No se puede garantizar una calidad mínima constante -> menor duración, inferior a la duración auténtica de la amortización de las redes de alcantarillas (80 – 100 años).

3.1.2 Pozo de inspección de material sintético reforzado con fibra de vidrio y cámara prefabricada de material sintético

Actualmente la fabricación de pozos de inspección mediante fondos de material sintético o la utilización de cámaras prefabricadas de material sintético también está en pleno avance en España. Con esta modalidad de fabricación, el valor añadido pasa de la fábrica de hormigón al fabricante de materiales sintéticos, que por ejemplo en un país pequeño como en Austria llega a obtener una cifra de negocios de aprox. 14 millones de euros al año.

3.2 Volumen de mercado del ejemplo de Alemania y Austria

Debido a las medidas de saneamiento obligatorias en la red de alcantarillas y a las nuevas construcciones realizadas en la red de carreteras, cada año se requieren en Alemania unas 800.000 unidades aprox. de pozos de inspección con canal prefabricado y, en Austria, unas 100.000 unidades aprox.

3.2.1 Potencial de mercado en España para pozos de registro prefabricados de hormigón.

Según la información sacada de la IX Encuesta nacional sobre suministro de agua potable y saneamiento en España, AEAS, 2004 los datos son los siguientes:

La longitud media por habitante de la red de alcantarillado es de 1,80 metro/habitante.

La tipología de red más común es la unitaria, con valores medios de alrededor del 90%, mientras que la separativa suele presentar valores del 10%. En áreas metropolitanas lo preferencia son las redes unitarias.

Los materiales más usados son el hormigón, el PVC y el fibrocemento, por este orden (el fibrocemento irá desapareciendo ya que, como sabemos, está prohibido desde hace un tiempo por una Directiva de la Unión Europea).

En cuanto al número de pozos instalados en las redes de alcantarillado, se puede hacer los siguientes calculos: La distancia máxima entre pozos no está normalizada, recomendándose, para diámetros inferiores a 1000 mm que sean inferiores a 50-70 m.

Basarse a estos calculos se puede asumir una largura de 75.000 km de alcantarillado con aproximadamente 1.000.000 de pozos en España.

Una tasa de renovación y construcción de 7% da como resultado una necesidad total de 70.000 elementos de bases de pozos cada año.

En comparación con Alemania y Austria esta cifra parece subestimada y deja más potencial aún para el futuro.

3.3 Estrategia de ventas del nuevo procedimiento de fabricación

Schlüsselbauer ofrece un amplia gama de prestaciones en el marco de este nuevo procedimiento de fabricación.

Las prestaciones empiezan con la venta de los dispositivos de fabricación (también con modelos de financiación), pasan por la distribución de las piezas preformadas de poliestireno (entrega de las piezas estándar hasta el reciclaje del granulado) en una amplia área de cobertura, y se extienden hasta las numerosas medidas de marketing y de fomento de las ventas para nuestros clientes (en nuestra región y fuera de ella).

Prefabricados de hormigón

Figuras 11 y 12.- Canal de hormigón PERFECT conformado de forma individualizada.



Dados los beneficios económicos para nuestros clientes y la utilidad total ecológica y económica, estamos convencidos de que este procedimiento de producción se va a implantar en el futuro.

3.4 Beneficios económicos para nuestros clientes

Este nuevo procedimiento de producción permite a nuestros clientes fabricar pozos de inspección monolíticos de alto valor cualitativo. La singularidad de la alta calidad del producto abre nuevas oportunidades de mercado para nuestros clientes.

Los costes variables se reducen considerablemente al disminuir el valor del material utilizado, por lo que se incrementa la contribución de los beneficios por pozo de inspección. Los bajos costes de inversión, comparados con los de las máquinas que actualmente se encuentran en el mercado, también permiten a las pequeñas fábricas, adquirir esta instalación de producción que se llega a amortizar en tan sólo 3-4 años (véase el cálculo de rentabilidad en el punto 6).

Como es posible cubrir una gran parte de los costes de material en la fábrica del cliente, el valor añadido permanece en la fábrica de hormigón. Por otra parte, la independencia con los proveedores proporciona tiempos de ejecución más cortos. Los tiempos de producción disminuyen drásticamente gracias a la automatización del proceso de producción y a la

optimización del proceso logístico. Si se requiere, el producto se puede entregar dentro de 24 horas a partir de la confirmación del pedido. Así también se pueden reducir considerablemente los medios para la construcción de canales.

Condiciones de trabajo ergonómicas en la fabricación de los pozos de inspección. Los puestos de trabajo que requieren un duro esfuerzo físico son sustituidos por unos nuevos puestos que sólo requieren un ligero trabajo. Estos puestos de trabajo, mejor cualificados, también conllevan un aumento de la seguridad laboral.

4. Efectos para la economía nacional

La fabricación de productos de hormigón significa automáticamente creación de valor económico en la región y al mismo tiempo puestos de trabajo para la gente local. El uso de áridos, productos naturales locales, las distancias cortas de transporte, el bajo consumo de energía en la fabricación tienen como resultado un producto con balance ecológico altamente positivo.

El valor más alto es sin embargo la calidad del producto PERFECT sumamente alta. Con su estanqueidad garantizada impide que las aguas sucias en los alcantarillados contaminen el agua potable. Ya hoy y aún más en un futuro aproximado, el agua puro y potable se considera como el oro blanco de un valor impagable para la salud de una sociedad.

Prefabricados de hormigón

5. Mejora de los aspectos sociales

Las fábricas de hormigón dan empleo actualmente a albañiles para la construcción de la acanladura en el fondo del elemento base de pozo. Este trabajo requiere un gran esfuerzo físico, principalmente de la columna vertebral, por la manera inclinada de hacerlo. Estas condiciones de trabajo también se hallan en la zona límite por parte del empresario, y ya se está discutiendo un cambio legislativo de las condiciones-marco.

Muy pronto, la fabricación que se representa en la figura 13 (entibación manual de los canales) va a pertenecer al pasado.

Figura 14.- La fabricación automatizada PERFECT de pozos de inspección es el futuro.



Figura 15.- Pozos de inspección perfectos.



Figura 16.- Facilidad y reducción de tiempo en la obra.



Figura 17.- Pozos de inspección de hormigón de alto rendimiento doblemente resistentes a la corrosión.



Figura 18.- La perfecta calidad PERFECT da una nueva imagen al producto prefabricado de hormigón.



Prefabricados de hormigón

Este duro trabajo corporal desaparece con unos elementos constructivos más ligeros y una postura corporal vertical erguida para la construcción principal del canal. Estas nuevas condiciones exigen todas las opciones disponibles para configurar óptimamente el puesto de trabajo según los conocimientos más modernos de ergonomía.

5.1 Rentabilidad del procedimiento de fabricación de pozos de inspección

Como ejemplo para calcular la rentabilidad, hemos supuesto una pequeña fábrica de prefabricados con una producción anual de 2000 unidades de pozos de inspección. Como producto comparativo se ha elegido un pozo de inspección (canal recto DN 300) con un precio de venta de 200 EUR. Para simplificar la comparación de las dos variantes no se ha tenido en cuenta la infraestructura de la empresa y se ha determinado un 5% como interés sobre el capital invertido. Se ha supuesto una tarifa de la hora de trabajo de 35 EUR.

Ante este resultado, es evidente que la fabricación de pozos de inspección de material sintético reforzado con fibra de vidrio (GFK) no tiene ningún aspecto rentable para los productores de elementos prefabricados de hormigón y sólo sirve para cubrir el catálogo de productos.

La producción de elementos de bases de pozos con sistema PERFECT reduce notablemente los costes de fabricación, evitando la compra de fondos de plástico (PVC, fibra de vidrio o otros...). Al mismo tiempo los bases de pozos PERFECT obtienen por su alta calidad y por su resistencia contra ataques químicos al mercado precios comparables con los productos revestidos con plástico. El tiempo de amortización de la inversión en el sistema PERFECT es muy corto por su alto rendimiento (contribución de los beneficios) y por eso interesante para empresas de prefabricados de hormigón.

	Pozo de inspección GFK	Pozo de inspección PERFECT
Inversión instalación de prod. en EUR	0	350.000
Inversión en moldes en EUR	40.000	100.000
Tiempo de trabajo en minutos/unidad	0:32	0:32
Material en EUR/unidad	179,5	91
Costes salariales en EUR/año	37.333	37.333
Costes de materiales en EUR/año	359.000	182.000
Costes de producción en EUR/año	396.333	219.333
Beneficios en EUR/año	400.000	400.000
Contribución de los beneficios en EUR/año	3.667	180.667
Costes fijos en EUR	40.000	450.000
Amortización	10,9 años	2,5 años