

800.1370
A: 137
2005

INFORME TECNICO

FINAL

CODIGO

203-3857

TITULO PROYECTO

"Sistema de Acoplamiento para tuberías de acero helicoidales y otras"

EMPRESA BENEFICIARIA

ALVENIUS CHILENA

ENTIDAD EJECUTORA

ALVENIUS CHILENA

INFORME FINAL Rev. 1

ABRIL 2005

Introducción

El presente informe tiene por objeto canalizar e indicar, la secuencia de actividades que generaron el diseño, pruebas, análisis y desarrollo de la fabricación de la unión espiga campana esférica con cámara de aire.

Debemos recordar que la detección de la oportunidad que sustenta el presente proyecto Fontec está en el transporte de fluidos (agua, relaves, etc.) con presión, el que se efectúa principalmente a través de líneas de tuberías de acero de múltiples diámetros, espesores de pared y revestimientos. Dado que la longitud de estas unidades (tubos) está sujeta a limitaciones del transporte (desde la fabrica al lugar del montaje), como de los equipos e instalaciones fabriles, se suministran en largos estándares (que oscilan por lo general entre 6 a 12 metros), lo que conlleva el uso de Sistemas de Acoplamiento o Conexiones, para darle la continuidad requerida a dichas líneas.

ACH apuesta a desarrollar un Sistema de Acoplamiento que será parte integra de la tubería y que se comercializará como una única unidad (sea macho y hembra).

El informe por tanto se abocará a los parámetros de recursos materiales, recursos humanos, y la infraestructura necesaria para la buena ejecución del proyecto.

A. RESUMEN EJECUTIVO

1. Antecedentes de la empresa

Alvenius Chilena Ltda. (**ACH**) inició sus actividades el 19 de abril de 1979 actuando como representante de fábrica de tuberías de acero de Brasil. Fruto de un acuerdo de participaciones societarias con una de sus representadas se inició la producción de tuberías de acero en Chile en el año de 1987. A fines del año 1997 se concretó el proyecto de ampliación a la nueva planta industrial actualmente en servicio ubicada en el Camino Lo Echevers Km. 5,5 comuna de Pudahuel.

Esta inversión generó un aumento de la capacidad instalada, introduciendo además tecnología de punta al incorporarse la línea de producción de **CAPELLO TUBI**, para complementar la producción, se incorpora así mismo a principios del año 2001, una Planta de Revestimiento de tuberías, con lo que ACH., reafirma su interés y decisión en ofrecer productos y servicios, acordes con los requerimientos del mercado.

En la actualidad la empresa es un conocido proveedor de tuberías de acero atendiendo principalmente a las necesidades del sector minero y sanitario, capacitada además para desarrollar y montar proyectos hidráulicos complejos bajo la modalidad **LLAVE EN MANO**.

2. Síntesis del proyecto de innovación

El único sistema actual que da garantías totales es el sistema de acoplamiento rígido, obteniendo mediante la soldadura tope de tuberías de acero y que le confiere a la línea una continuidad estructural y rigidez absoluta en los puntos de unión, sin embargo, debido a la unión de soldadura tope (practicada en terreno) daña el revestimiento interno de las tuberías.

Con el objeto de sustituir lo existente en Chile, ACH propone el desarrollo de una solución integral al sistema de acoplamiento en las líneas de transporte de fluidos, las que exigen una vedación absoluta y la garantía de que no se vea afectado el revestimiento interno de la línea, producto que el proceso de soldadura de la unión se hace en terreno.

La propuesta de ACH busca ser una alternativa de menor costo operativo en su instalación, aportando ductilidad de la línea a la geografía del terreno y garantizando la calidad de los revestimientos de las tuberías.

Por tanto, la copla propuesta es una conexión de tipo machihembrada, que debe ser soldada in situ y conformada en el extremo de unión de cada tubería, es decir, que forma parte de la tubería. Este tipo de copla es empleado preferentemente en cañerías de gran diámetro, donde otras soluciones de conexión no tienen resultados eficientes y son de compleja instalación.

3. Principales resultados del proyecto

- Verificación tangible de diseño óptimo de unión espiga campana esférica, como acoplamiento rotular y estanco.
- El aislamiento térmico diseñado mantuvo la temperatura proyectada lo que conllevó a presentar un revestimiento interno sin ningún tipo de daño.
- El diseño permite ajustarse a diferentes tipos de fluidos, dependiendo del revestimiento y de los sellos.

4. Impacto del proyecto

- Frutos inmediatos: Luego de la verificación por parte de las principales sanitarias, se han generado los primeros negocios con uniones de gran diámetro; los que están fabricados y serán instalados en la octava región el primer trimestre de 2005.
- Se están proyectando soluciones en empresas de ingeniería relacionadas con la minería, basándose en el diseño de la unión inventada.

- Alvenius está ofertando formalmente la unión y la ha incorporado en su nuevo catálogo como línea de productos, basado fundamentalmente en la retroalimentación generada por los principales clientes de las áreas sanitarias y mineras.

B. Exposición del problema

1. Problema a resolver

Nº	Ítem	Descripción
1	Rotación en torno a la copla	Desalineamiento típico que habitualmente se produce, cuando accidentes naturales (rocas, baja capacidad portante de suelos o cursos de agua, etc.). Esta condición debe impedir el replanteo del eje proyecto de la cañería, sustituyendo el desarrollo de piezas especiales
2	Rigidez en el extremo del tubo	Por su conformación esférico-ovaloide debe reforzar la rigidez a las fuerzas de aplastamiento de la boca de la cañería, manteniendo la circularidad original de la misma
3	Soldadura de la copla	La técnica no requiere de preparación especial de los bordes de contacto (situación que sí ocurre con las típicas coplas a tope de cañerías en terreno). Esta soldadura de filete debe ser de fácil aplicación. Para tales efectos se probarán soldaduras al arco manual y con electrodos (SMAW).
4	Soldadura en campo	Exige capacitación al personal responsable de la soldadura, quienes se basaran en la norma ASME / AWWA C-206. Estas soldaduras serán evaluadas sobre la base de tintas penetrantes u otros procedimientos.
5	Equipos de conformado de uniones.	Se debe cuidar la forma final de la tubería y sus conexiones. Este equipamiento será prototipado ya que no existen en Chile tecnologías para los diámetros proyectados.
6	Deformación del material	El material (acero al carbono) tiene tolerancias de expansión que ayudan a la deformación y mantenimiento en el tiempo de los diámetros y circunferencias.

2. Objetivo técnico

El objetivo del proyecto fue desarrollar un “**Sistema de Acoplamiento para tuberías de acero helicoidales y otras**”.

3. Tipo de innovación

El único sistema actual que da garantías totales es el sistema de acoplamiento rígido, obteniendo mediante la soldadura tope de tuberías de acero y que le confiere a la línea una continuidad estructural y rigidez absoluta en los puntos de unión, sin embargo, debido a la unión de soldadura tope (practicada en terreno) daña el revestimiento interno de las tuberías.

Con el objeto de sustituir lo existente en Chile, ACH propuso el desarrollo de una solución integral al sistema de acoplamiento en las líneas de transporte de fluidos, las que exigen una vedación absoluta y la garantía de que no se vea afectado el revestimiento interno de la línea, producto que el proceso de soldadura de la unión se hace en terreno.

La propuesta de ACH es una alternativa de menor costo operativo en su instalación, aportando ductilidad de la línea a la geografía del terreno y garantizando la calidad de los revestimientos de las tuberías.

Por tanto, la copla desarrollada es una conexión de tipo machihembrada, que debe ser soldada in situ y conformada en el extremo de unión de cada tubería, es decir, que forma parte de la tubería. Este tipo de copla es empleado preferentemente en cañerías de gran diámetro, donde otras soluciones de conexión no tienen resultados eficientes y son de compleja instalación.

C. Metodología y plan de trabajo

1. Metodología desarrollada

ESPECIFICACIONES

La conformación de tuberías y uniones se han especificado y realizado de acuerdo a patrones y normativas de uso internacional, de modo tal de llegar a la concreción de las uniones a través de algunos parámetros ya conocidos y sustentados por análisis de experiencias recientes, acompañado del diseño y desarrollo actual de profesionales de Alvenius Chilena.

Se trabajó con un acero estructural del tipo ASTM A-36, para la fabricación de tuberías helicoidales, elaboradas según normativa AWWA C-200.

Se opta por la fabricación de una unión del tipo rígida con el concepto de unión soldada para abocarse a la idea de variados sectores europeos de países desarrollados que se han inclinado por tomar una dirección hacia este tipo de uniones en desmedro de las uniones mecánicas, básicamente por que el mundo está tendiendo a evitar la percolación de cualquier tipo de elemento hacia los suelos aledaños.

Al respecto se enfatiza el hecho que las principales consideraciones técnicas de unión e instalación como solución técnica tomado como base integral se puede resumir en tres aspectos a describir:

Garantizar absolutamente que no se van a producir filtraciones durante el periodo de explotación.

Que el sistema de acople no afecte al revestimiento interno de las tuberías. Estos revestimientos están incrementando su uso, siendo de mayor complejidad tecnológica, lo que afecta la instalación de las líneas de transporte de fluidos.

Permita rotaciones de las conexiones de las líneas, reemplazando el uso de piezas únicas y especiales para cada unión.

Es necesario recalcar que las uniones definidas están diseñadas para recibir todo tipo de revestimiento, en especial aquellos de alto costo como los plastificados, cauchos y poliuretanos; los que deberán ser incorporados como parte del diseño de esta unión.

COMENTARIOS:

ASPECTOS DE CONSIDERACIÓN, LOGRADOS Y APLICADOS CON ÉXITO EN LA PROSECUCIÓN DE LAS PRUEBAS, ENSAYOS Y COMENTARIOS POSITIVOS DE ESPECIALISTAS DE ÁREAS SANITARIAS Y MINERAS INVITADOS A VISUALIZAR EL DESARROLLO DEL PROYECTO.

DISEÑO

El diseño parte con las matrices de conformado, las que tienen como finalidad crear los puntos exactos de inflexión en el diseño elástico y plástico del rebordeado de las zonas de espiga y campana.

- ✓ Diseño de Matriz de Espiga: Tiene dos aspectos muy importantes a considerar. Se debe generar la curvatura de la cámara de aire que permitirá soldar sin deteriorar el revestimiento interno y se debe generar también el radio de curvatura que permita dar el diámetro de la tubería en conjunto con la curvatura de la cámara de aire.
- ✓ Diseño de la Matriz de Campana: La consideración principal está basada en la generación de deformaciones plásticas tales que permitan dar la cobertura a la espiga y posicionarse sobre la cámara de aire de la espiga.
- ✓ Diseño de Sellos: Los sellos juegan un papel muy importante y estratégico a su vez en cada tipo de unión. Se establece el sello visible por soldadura del tipo filete, mas un sello interno de goma, especial para cada tipo de fluido.

COMENTARIOS:

LOS DISEÑOS PLANTEADOS, FUERON PLASMADOS CON ÉXITO EN CADA UNA DE LAS TRES ETAPAS DEFINIDAS ANTERIORMENTE. LAS MATRICES SE FUERON CONFORMANDO Y ADECUANDO A LAS CURVATURAS NECESARIAS DEL REBORDEADO Y DEFORMACIÓN REAL DE LAS UNIONES. EL SELLADO FINAL SE CONTROLÓ EN FASES INTERNAS SIN SOLDADURA, SOLO CON SELLO DE GOMA Y POSTERIORMENTE CON SELLADO FINAL DE SOLDADURA.

DESARROLLO DE LA UNIÓN

- ✓ Fase I Tuberías: Fabricación de tuberías de acero al carbono por conformación helicoidal de diferentes medidas.
- ✓ Fase II Matrices: Elaboración de matrices de conformado de espigas y campanas.
- ✓ Fase III Conformado de Anillo de Espiga: Elaboración de diferentes anillos de espiga procurando curvaturas de cámara de aire y curvaturas de diámetro de tuberías.
- ✓ Fase IV Conformado de Campana: Elaboración de campana en bordes de tuberías por medio de matrices de rebordeado elaboradas para tal efecto.
- ✓ Fase V Armado de Espiga: Montaje de anillo en zona de espiga, incluye soldadura definitiva.
- ✓ Fase VI Sello interno: Montaje de sello de goma en borde de la espiga y posterior acoplamiento de campana.
- ✓ Fase VII Sello externo: Montaje espiga campana total con soldadura de sello externo entre espiga y cámara de aire.
- ✓ Fase VIII Testado: Aplicación de presión a las probetas terminada.
- ✓ Fase IX Revisión Final: Control visual de las probetas.

COMENTARIOS:

FABRICACIÓN DE MUESTRAS SIGUIENDO LAS FASES DESCRITAS CON ESTACIONALIDADES DE ITERACIÓN EN TODOS LOS PROCESOS QUE SE HIZO NECESARIO REPETIR LA ACTIVIDAD. EN FASES DE PRUEBAS SE CONTÓ CON LA PRESENCIA DE EMPRESAS SANITARIAS Y MINERAS, DE MANERA TAL DE RETROALIMENTARSE DE COMENTARIOS TÉCNICOS Y DESARROLLOS FUTURAS QUE PODRÁN SER INCLUIDOS EN EL PLAN DE MÁRKETING DE ALVENIUS.

PERSONAL

Se trabajó con el personal indicado en organigrama de proyecto, con las asignaciones estipuladas en cada área.

Debido a la movilidad lógica del recurso humano asignado, existieron algunos cambios menores de personal que se vieron reflejados en la asignación contable y de costos del proyecto.

En anexo 1 se describen las asignaciones de personal a planilla de costos del proyecto.

MATERIALES, EQUIPOS Y BIENES

Los equipos utilizados han sido integrados a la planta de producción de Alvenius para el desarrollo de este producto en específico, dado el éxito del proyecto como tal.

Como es de conocimiento público; ha existido un alza sustancial de materias primas, con una fuerte incidencia sobre los aceros de aproximadamente un 90%. A pesar de ello se hicieron todas las pruebas pertinentes de manera tal de llevar a cabo con éxito el proyecto referido.

En anexo 2 se adjuntan y describen costos referidos a materiales y bienes.

2. Plan de trabajo

ACTIVIDADES	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6
Etapa I : Ingeniería básica conceptual de la cople						
Recopilación de antecedentes						
Estudio de factibilidad técnica						
Definición del producto a diseñar						
Diseño geométrico-conceptual del producto						
Etapa II : Ingeniería conceptual de equipo prototipado						
Recopilación de antecedentes						
Estudio técnico						
Definición técnica y parametrización						
Etapa III : Diseño y fabricación de equipo prototipado						
Diseño conceptual						
Cálculo sistema matriz						
Diseño sistema sujeción espiga						
Diseño sistema sujeción matrices						
Construcción y armado de partes y piezas						
Instalaciones de habilitación						
Marcha blanca						
Etapa IV : Diseño y fabricación de matrices del equipo						
Diseño conceptual de matrices						
Cálculo de acoples y transición						
Elección del tipo de material						
Construcción y armado de partes y piezas						
Pruebas técnicas						
Etapa V : Ingeniería de detalle						
Diseño detallado del producto						
Elaboración de tuberías						
Elaboración de nuevo acople						
Validación técnica de las tuberías con nuevo acople						
Etapa VI : Realización de ensayos						
Ensayos dimensionales						
Ensayos resistencia presión interna						
Ensayos de soldadura						
Modificaciones al diseño de acoples y elaboración tuberías						
Etapa VII : Certificación de la junta						
Calificación de procedimiento						
Ensayo de tracción a unión de espiga campana, probeta						
Ensayo de doblado, cara y raíz, macrográfico a la unión						

3. Principales resultados

CLAVE IDENTIFICADA	DESCRIPCION
Invento de una Unión Espiga-Campana con Cámara de Aire.	La unión diseñada permite comportarse como junta rotular y a su vez cumple con la máxima normativa ambiental de estanqueidad.
Aislamiento Térmico	Permite la intervención con soldadura de la zona exterior, sin deteriorar el revestimiento interno.
Fluidos	Permite adecuarse a diferentes fluidos, con el adecuado diseño del revestimiento y del sello,

4. Análisis y conclusiones de los resultados

Alvenius Chilena, en colaboración con Fontec, ha logrado desarrollar un producto de innovación tecnológica en el área del diseño, fabricación y montaje de tuberías metálicas de acero al carbono, que apunta a dar reales garantías de solución como un sistema de acoplamiento rígido y estanco; y que a su vez entrega un plus en el sentido de entregar un revestimiento interior limpio y sin daños.

Las pruebas desarrolladas han sido elogiadas por diferentes compañías estrechamente vinculadas al quehacer minero y sanitario de nuestro país, los que en definitiva serán los usuarios de tuberías, en especial de uniones que signifiquen reducción de costos, ya sea por concepto de montaje o por proyección de vida útil.

En relación a los riesgos técnicos tales como rotación; métodos de soldadura en fábrica y en campo, y la rigidez del tubo; ha quedado de manifiesto que tanto la rotación como la rigidez del extremo de tubos son perfectamente manejables con un mínimo de controles típicos de taller. En cuanto a la forma de enfrentar el proceso de soldadura, este proceso basa su concepto en la misma forma y cuidados de una soldadura tradicional de tuberías; con la salvedad que en la unión espiga campana esférica Alvenius se forma un filete natural que hace más fácil el proceso de soldadura.

Luego de concluidos los prototipos, se ha logrado determinar que con la unión, se da continuidad permanente y fiable a la unión entre tuberías, mediante una junta que permite el acoplamiento en terreno sin necesidad de condicionar el alineamiento entre las tuberías a unir, de manera de flexibilizar el montaje de líneas en cualquier condición topográfica y de terreno. Se ha logrado, desarrollar una junta que no afecta el revestimiento interno de la tubería al momento de fijar la unión entre tubos contiguos; esto se consigue básicamente por la conformación de la junta con su cámara de aire, la incorporación de un sello de goma y la terminación con soldadura de filete. Lo anterior tiene como

prototipo a los revestimientos de polietileno por deeping y sistemas de roto moldeo, tecnología desarrollada internamente para la cual ACH es el único fabricante en Chile y uno de tres en el mundo. Se ha probado además que se puede sustituir juntas de unión a tope con la ventaja de facilitar el proceso de soldadura (se sustituye junta a tope por unión de soldadura de filete) en razón a las dificultades que representa habitualmente la ejecución en terreno de una soldadura a tope (alineamientos perfectos, holguras de separación y ángulos de biseles muy limitados, empleo de soldadores de alta calificación).

Dado que en Chile y sus alrededores, uno de los mayores utilizaciones de tuberías es en el manejo de residuos líquidos en la minería, en sus diferentes procesos de evacuación, además de la entrada en vigencia de Las nuevas normativas ambientales; se ha visualizado el incremento en el uso de la cañería en la conducción y recuperación de aguas de proceso y de tranques de relaves, junto con las necesarias plantas de tratamiento y los consiguientes cambios de redes a lo largo de todo el país.

En la definición del proyecto, se determinó trabajar con un horizonte de evaluación de 5 años, ya que la demanda constituida por licitaciones de proyectos privados o públicos no permiten hacer una prospección que se sustente más haya del quinto año. Principalmente por la rotación de los líderes de los proyectos e intereses particulares del mercado objetivo. No obstante ello, la proyección estimada favorece las predicciones debido fundamentalmente a la aceptación de las sanitarias, las que han comenzado a solicitar el la unión espiga campana esférica Alvenius como producto solución.

COMENTARIO GENERAL:

LA CONCEPTUALIZACIÓN Y MATERIALIZACIÓN DEL PROYECTO DESTINADO A CREAR UNA SOLUCIÓN A LOS PROBLEMAS DE FABRICACIÓN Y MONTAJE DE TUBERIAS REVESTIDAS, DENOMINADA ESPIGA CAMPANA ESFÉRICA ALVENIUS Y CUYO PROYECTO TIENE LA DENOMINACIÓN DE "SISTEMA DE ACOPLAMIENTO PARA TUBERÍAS DE ACERO HELICOIDALES Y OTRAS", HA CONLUÍDO CON LA SATISFACCIÓN DE HABER PLASMADO EN UN ELEMENTO TANGIBLE, LA SOLUCIÓN ESPERADA.

EN CONJUNTO CON EL APOYO FONTEC-CORFO, ALVENIUS CHILENA, HA CONCLUIDO CON ÉXITO LA FASE DE DISEÑO Y FABRICACIÓN DE LA UNIÓN ESPIGA CAMPANA ESFÉRICA.

A LO ANTERIOR SE DEBE ADICIONAR QUE SE HAN COMERCIALIZADO LAS PRIMERAS UNIDADES DE ÉSTA SOLUCIÓN A UNA DE LAS IMPORTANTES SANITARIAS DE CHILE, LO QUE PROYECTA HORIZONTES CERCANOS DE DESARROLLO Y POSICIONAMIENTO DEL PRODUCTO.

FINALMENTE, ALVENIUS CHILENA AGRADECE A FONTEC-CORFO; A INTEGRAL CHILE; A SUS INGENIEROS Y PERSONAL A CARGO DEL PROYECTO Y A TODOS LOS QUE DE UNA U OTRA FORMA COLABORARON CON EL ÉXITO DE LA SOLUCIÓN INVENTADA.

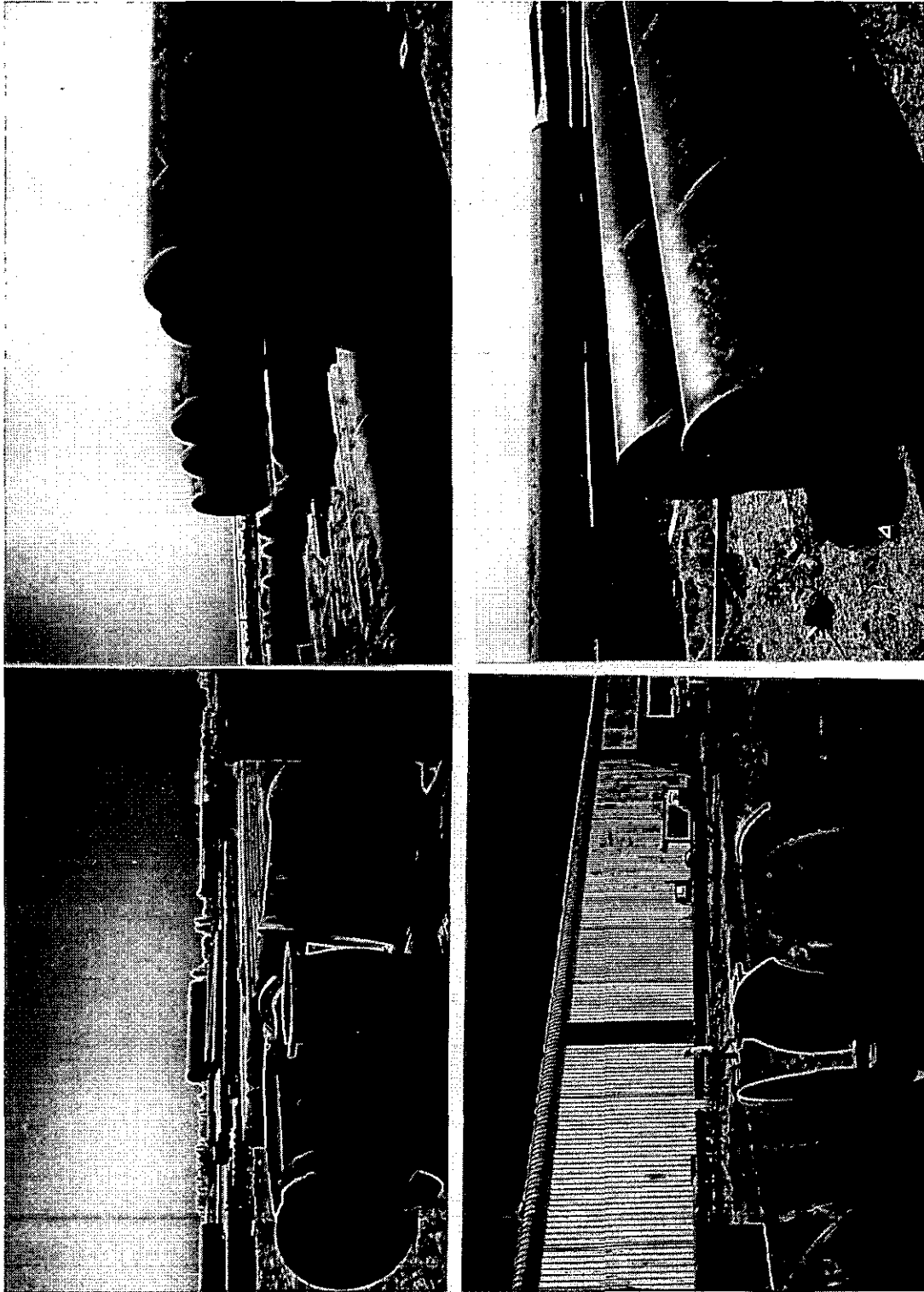
D. Impacto del proyecto

Los impactos del desarrollo están enfocados a:

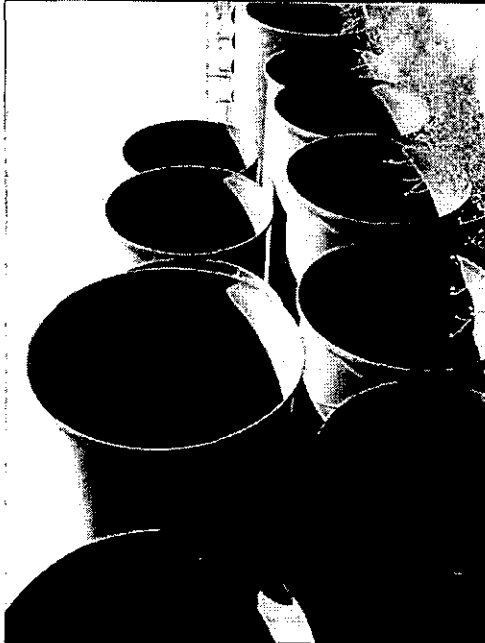
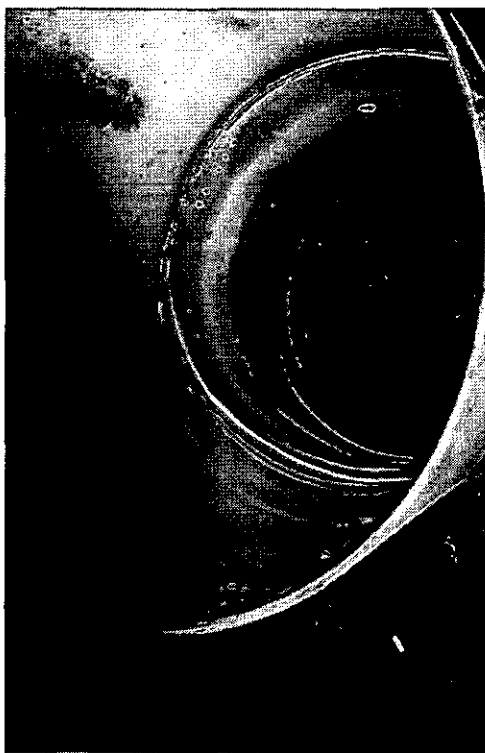
- La generación inmediata de ordenes de compra producto del éxito del diseño inventado, en conjunto con las necesidades de mercado.
- Dado el buen resultado de la unión, algunas empresas de ingeniería han visualizado el buen desempeño de la unión, producto de lo cual, se ha incorporado en el diseño de algunos proyectos.
- Dado el éxito del proyecto, el comité gerencial de Alvenius ha dado su beneplácito para que la unión forme parte integrante de su línea de productos y como tal sea integrada a su nuevo catálogo técnico.

E. Anexos

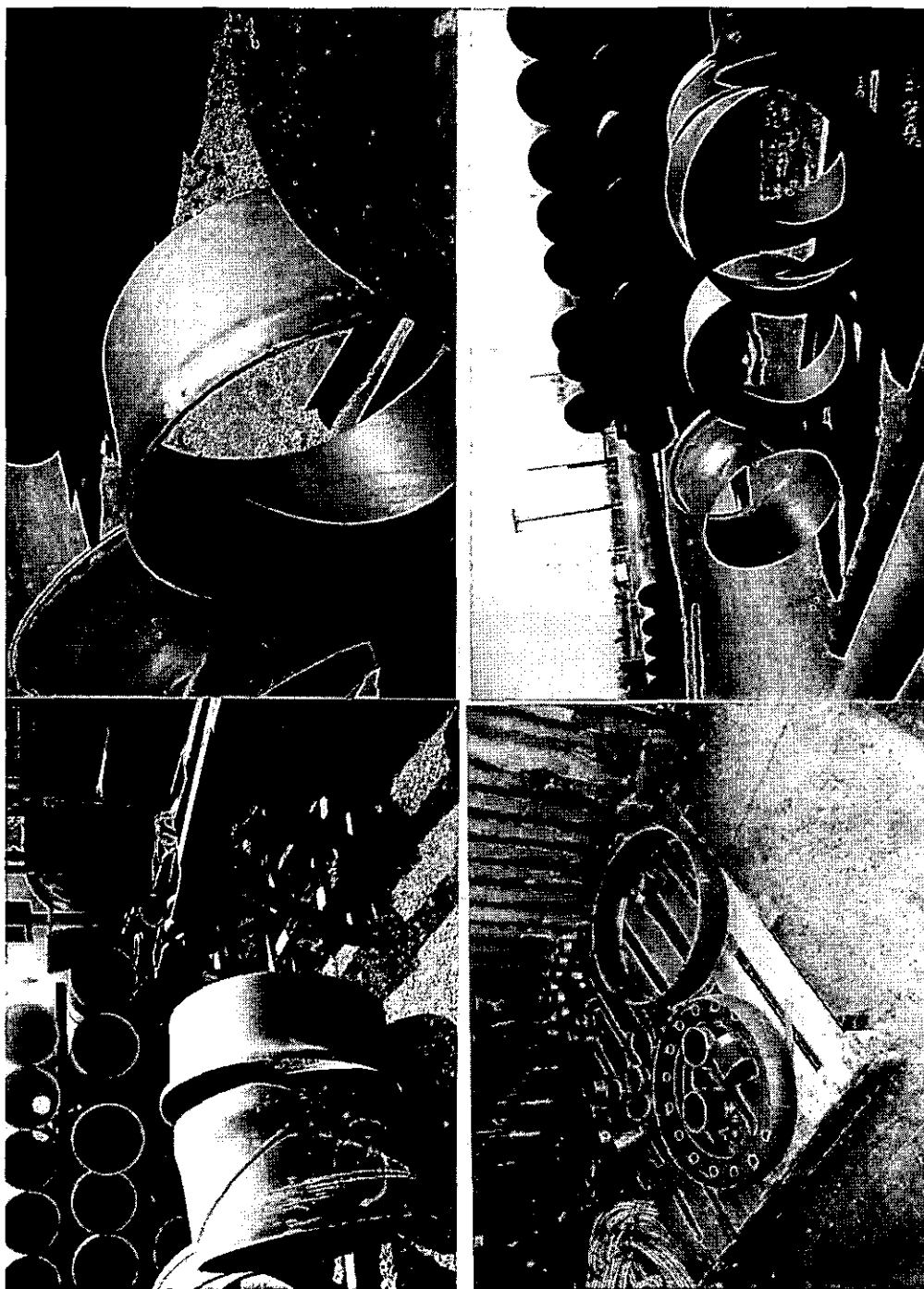
ANEXO FOTOGRAFÍAS



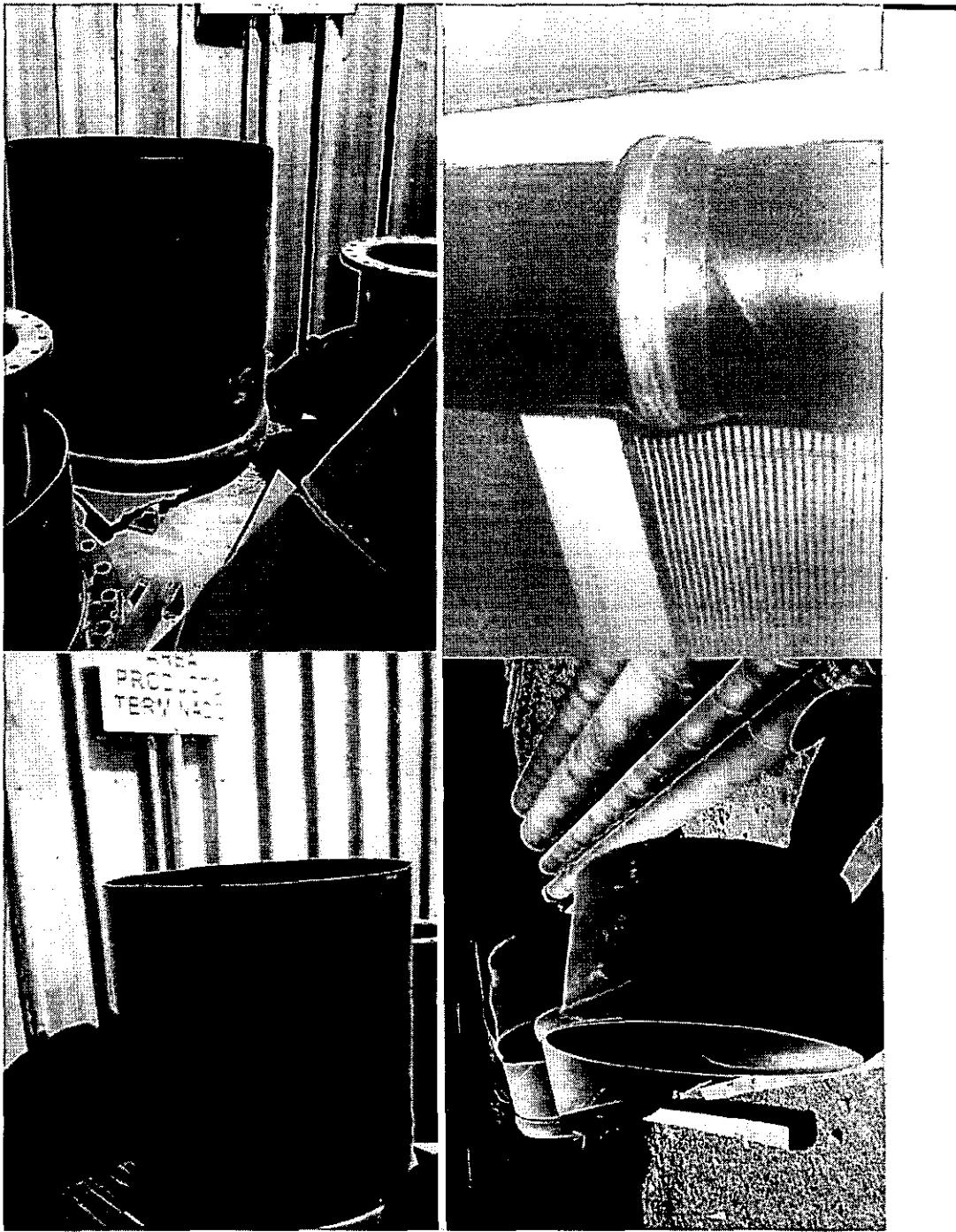
Diferentes Tuberías y Piezas Especiales con Unión Espiga Campana con Cámara de Aire revestidas con polietileno.



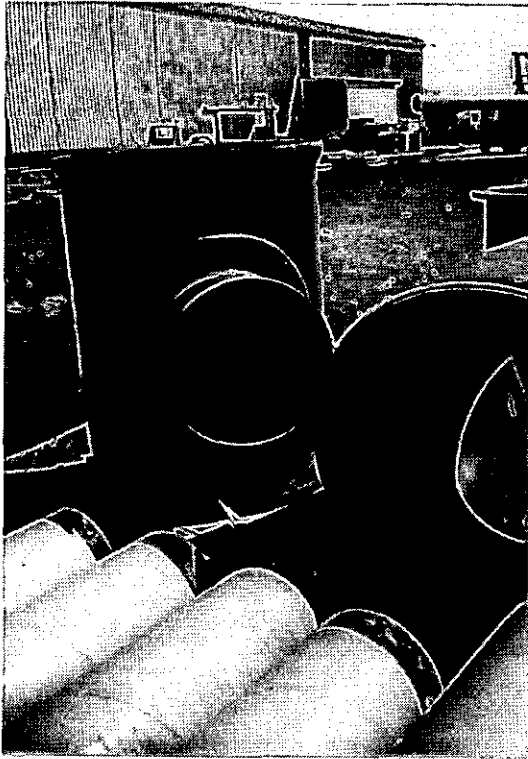
Acopio de Tuberías ya fabricadas con Espiga Campana con Cámara.



Anillos de Unión y sectores de prueba.



Prototipos terminados v/s primeras unidades de desarrollo.



Prototipos de Uniones aplicados a Piezas Especiales