

## Agua Potable

### Tubos de fundición i tubos Mannesmann

POR

P. MICHAELSEN

(Continuación.)

---

ACTA DE LA SESION DE 11 DE DICIEMBRE DE 1902

El presidente abre la sesion i espone los antecedentes. Se lee el informe de señor Hütler i se declara abierto el debate.

LEMME (Director de la usina de tubos Mannesman en Komotau).

He pedido la palabra ántes de comenzar la verdadera discusion por un doble motivo. Quiero hacer algunas observaciones complementarias sobre la manera de fabricar los tubos, sin detenerme especialmente sobre sus ventajas, porque la discusion minuciosa tratará de esto.

Los tubos Mannesmann son tubos de *acero fundido*: eso significa que los tubos son hechos por la laminacion de un bloque de *acero fundido*. Los tubos sufren compresion en su espesor, para lo cual se necesitan centenares de caballos de fuerza.

La fabricacion del tubo se hace como sigue:

El bloque cilíndrico de acero macizo se lamina primeramente hueco con un espesor bastante considerable i en seguida en un estirador-laminador (Streckwalze) se rebaja este espesor al definitivo.

El tubo que se lamina de un bloque de acero es cualitativamente casi igual a una plancha de acero, solo que el material no aparece en un plano, sino en forma de tubo.

La resistencia tampoco es tan enormemente alta, oscila entre 45 a 55 Kgs. por  $\text{cm}^2$ , segun los usos a que sea destinado.

Una vez pasado el tubo por los dos procedimientos de laminacion (laminacion

hueca i laminacion-estension) se le endereza, se cortan las puntas, se forma el cordón i el enchufe por compresion, se prueba el tubo a 50 atmósferas i se le cubre con una capa de alquitran. Para preservarlo aun mejor contra el moño se cubre el tubo esteriormente con una capa de asfalto i se envuelve con yute alquitranado.

Aquí tengo un tubo casi preparado i los señores presentes se pueden convencer como se pretende evitar la formación del moño.

He traído otro tubo, que ha estado 5½ años en la surtidora de las vertientes altas (Hochquellenleitung) de Viena. He hecho cortar un pedazo para que cada uno de Uds. lo examine.

Ademas tengo aquí varias piezas, que prueban sus excelentes cualidades a la remachadura, a la encorvadura i al aplastamiento.

Llego ahora a la segunda parte de mis observaciones. Como ya he dicho, no he querido hablar de las ventajas de los tubos Mannesmann en contra de los caños colados, porque de ello tratará la discusion. Yo, como empleado de la sociedad Mannesmann, tampoco puedo tener la intencion de recomendar nuestro tubo con perjuicio de los competidores en caños colados. Solo tenemos la satisfaccion de espresar la opinion, que nos hemos formado despues de haber reconocido desde años las ventajas que ofrece nuestro tubo para canalizaciones de agua potable, i que puedo resumir diciendo: que tambien tiene derecho a vivir.

En este sentido, honorables señores, desco que se interpreten mis observaciones. OELWEIN (Del Consejo superior de Construcciones).

A nosotros, que mucho tenemos que ver con canalizaciones de agua potable, se nos presenta mui a menudo esta pregunta: ¿Qué tubos debemos usar, Mannesmann o caños colados? Por eso le doi al señor que acaba de hablar perfectamente razon cuando sostiene lo que los representantes de productos Mannesmann nos piden: que se les tome en consideracion tambien en la licitacion pública!

—Con esto la cuestion principia a ser delicada.

La observacion que antes se hizo al tubo Mannesmann era esta: Sabemos cuanto dura una cañeria de caños colados colocada en el terreno, sabemos el tiempo que puede resistir a los ataques de cualquier corrosion, pero no sabemos cuantos años duran los tubos Mannesmann. Esta era la objeccion continua hecha a estos tubos.

Por esperiencia sabemos que los caños colados son mas resistentes a los ajentes atmosféricos que los tubos forjados o laminados. La firma Mannesmann los fabrica ahora con la proteccion exterior de yute, con la que quiere resistir a esta accion destructora; pero si ha logrado este objeto, es aun un problema.

Si pudieramos observar una cañeria Mannesmann por tanto tiempo como lo hacemos con canalizaciones coladas i esta observacion diera el mismo resultado, nos podriamos calmar sobre este punto, tan debatido.

Pero es esto el eterno problema. Está fuera de duda que el caño colado tiene muchos inconvenientes, como lo observa el informe del señor Hütter. Es un tubo rñido, i su punto mas delicado es el enchufe.

Cuando el caño no es colocado con mucho cuidado o cuando es colocado en terrenos rellenados que no se han asentado totalmente o cuando el asiento no esté bien acuñado, la canalización está en peligro. Cada vez que en Viena se ha colocado una cañería en un terreno sospechoso, se exigía el asiento del tubo sobre mampostería. Esto fué muy prudente i no ha habido fracasos en canalizaciones colocadas de esta manera.

Un gran inconveniente de los caños colados es el de ser ménos elásticos que los tubos Mannesmann. Esta cualidad de los tubos de acero es la que hace que no se quebran, aun en terrenos muy malos. Los tubos se pueden amoldar en frío a una curva. Que esto es una gran ventaja para el tubo Mannesmann, es innegable.

Yo quisiera tocar además otro punto que en el informe del señor Hütter no ha sido mencionado: Si calculamos los costos, encontramos que en canalizaciones con presiones normales de 6 a 7 atmósferas, son más baratos los caños colados que los tubos Mannesmann.

La cuestión que de aquí directamente se deriva, con especial importancia para comunas pequeñas, que no disponen de grandes recursos i que no pueden gastar i perder injentes sumas sólo para ensayar este tubo más barato es: ¿Quién garantiza que dura también tanto? De lo que yo puedo acordarme es que para diámetros pequeños los precios son bastante iguales, pero tan luego como llegamos a diámetros mayores resultan los tubos Mannesmann más caros que los caños colados.

Yo mismo he experimentado las ventajas de los tubos Mannesmann i he reconocido que en canalizaciones con presiones altas de 12 a 15 atmósferas, los tubos Mannesmann aventajan aun en precios.

Estas observaciones sobre las dos categorías de tubos las deduzco de mi práctica.

Si los señores de las usinas Mannesmann nos dieran la *garantía completa* de que con el recurso de la envoltura exterior, con asfalto i yute alquitranado se impidiera la corrosión de los tubos de tal manera, que *no subsistiera este peligro* entonces se levantaría esta única objeción.

Respecto de la calidad de los tubos creo poder decir de que todos, estamos aquí convencidos de lo extraordinario que se presenta el producto Mannesmann, i que no habrá nadie entre nosotros que dude de la calidad del material.

La otra pregunta es: *el precio* i esto es cuestión de la competencia. Yo creo que es el precio el que decide hoy el empleo de tubos Mannesmann o caños colados.

Hasta ahora no he tenido en mi práctica la confirmación que el producto Mannesmann sea más barato, cuando el diámetro sobrepase 250 a 300 mm; entonces Mannesmann es siempre más caro.

MÜLLER.

(Ingeniero jefe de las usinas Sobkowitz en Bilin).

Yo creo que debemos agradecerle a los señores que han presentado esta cuestión tan importante a una reunión de ingenieros i colegas de reconocida competencia i experiencia en el campo de este ramo, como los que se encuentran aquí presentes.

Nosotros, constructores prácticos, nos ponemos muchas veces esta pregunta: ¿Qué debe usarse? ¿Cañería colada o tubos Mannesmann?

De antemano se le reconoce al tubo Mannesmann su derecho como tal. Pero en grandes dimensiones será el tubo colado el obligado porque Mannesmann no es capaz de producirlos mayores de un diámetro de 300 m. m.

En pequeñas dimensiones, ahí donde las presiones son fuertes, el tubo Mannesmann tiene la ventaja. Porque en canalizaciones largas con presiones altas hai que intercalar cajas de corta presión si se usan caños colados. En estos casos está indicado el uso del tubo Mannesmann, porque se ahorran las cajas corta-presiones, necesarias en el empleo de la cañería colada.

Por lo que respecta a los gastos de colocación, tengo la práctica de que los gastos de colocación, incluso el transporte al lugar del empleo, es entre los caños colados i los de acero, como 1 a 1.8. Por diferentes circunstancias tuve que usar en 1892 en una instalación tubos Mannesmann. Yo creo que no es necesario que esponga los detalles que me obligaron a usar el tubo de acero, bastará si digo que han sido motivos simplemente técnicos. Entónces me hice de puro interés una tabla para ver a cuanto ascendían los costos de colocación.

He pesado el plomo necesario para cada enchufe i he encontrado que un mecánico puede hacer 5 a 8 uniones mas con tubos Mannesmann que con tubos colados. El número de piezas unidas es el mismo en ambos casos.

Si acepto que el plomo entra 4 cm en el enchufe i sobresale 1 cm para la calafateadura obtengo los resultados siguientes:

COSTO DE UNA UNION

Diámetro m/m	Tubos colados	\$ de 12 d	Tubos de acero	\$ de 12 d
70	62.8 (li)	0.524	58.7 (li)	0.4889
80	74.8	0.623	68.8	0.5731
100	101	0.8413	95	0.79135
125	124.5	1.037	112.5	0.9361
150	202	1.682	170	1.416
200	252	2.099	218	1.8159

[1 krone=100 heller=\$ 1 de 10 d]; 100 heller=\$ 0.833 de 12 d

Los costos son mas favorables a la tuberia Mannesmann que a la de los caños colados.

He seguido calculando el costo de 1 Km de tuberia. He comparado 1 Km de cañeria de caños colados de 3 mts de longitud con un Km de cañeria Mannesmann de 5 mts de longitud. En el primer caso tenemos 333 uniones contra 200 del segundo i agregando los gastos de transporte desde la estacion se tiene:

COSTOS DE UN KM DE CAÑERIA

CAÑERÍA COLADA	\$ de 12 d	MANNESMANN	\$ de 12 d
Diámetro			
70 m/m 249.20 kronen	207.58	134.72 kronen	112.22
100 » 349.69 »	291.29	218.80 »	182.26
200 » 977.64 »	814.37	509.20 »	422.56

Con esto resulta para una tuberia de 200 m/m una ventaja de mas de 400 K a favor de los tubos Mannesmann i los costos de la tuberia colocada de tubos Mannesmann es a la de caños colados como *1 a 1.99*.

Si ahora los tubos Mannesmann son mas caros que los caños colados, es esto solo cuestion de la competencia.

En la colocacion, propiamente considerada, tienen los tubos Mannesman una ventaja indiscutible que se manifiesta en su colocacion con todos sus detalles, con trabajos accesorios, i un transporte mas fácil.

Necesita un menor número de ayudantes i los mismos armadores hacen una mayor longitud, en un tiempo determinado, lo que es mui importante, en contratos con plazo fijo. Si un armador calafatea 50 uniones al día, el largo total de tuberia hecha es mayor con tubos Mannesmann que con caños colados.

Grandes ventajas demuestra el tubo Mannesmann en terrenos movedizos.

En estos terrenos, un caño colado es alterado de su posicion primitiva, lo que no sucede con el tubo Mannesmann. Para demostrar esto daré un ejemplo concreto. Yo he tenido que trabajar en un terreno de derrumbes, i por el movimiento del terreno se producian a menudo quebraduras de los caños, o a lo menos permeabilidad es de las juntas. Estos defectos los he salvado solo con la intercalacion de piezas especiales de compensacion. En la primavera de 1901, he colocado, con esclusiva responsabilidad mia, tubos Mannesmann i he dejado los tubos de compensacion. En la pri-

mavera de 1902 comenzó a moverse el terreno porque el ferrocarril que debía pasar por ahí, cortó el pié del cerro. Se produjeron derrumbes de  $1\frac{1}{2}$  m, tuve mucho miedo por la cañería, pero no le ha sucedido nada, aunque las piezas de compensacion se habian dilatado hasta sus extremos. El alargamiento fue de 0,60 m. en 100 mts. sin que se hicieran sentir deficiencias en las uniones. Yo estoy convencido que no habria tenido este éxito con una cañería de tubos colados; por eso digo que ahí donde se puede presentar el peligro de movimiento de tierra, debe usarse todo lo que se pueda, porque manifiesta de tal manera su elasticidad, que casi me atrevería a decir, alarga su tubería sin que produzca la menor irregularidad en las uniones.

Respecto a las uniones puedo servirles con esperiencias propias. Yo como empleado público, tengo motivos para traer a este círculo de especialistas, esta cuestion. En el año 1892 se colocaron tubos con proteccion de yute; la que les da la sociedad Mannesmann, hoy día, a sus tubos. La presión era de 17 atmósferas. En una ocasión hubo que desenterrar un tubo, i yo tuve especial interes en saber qué aspecto presentaria ese tubo. Si alguien de los señores presentes visita el castillo de Eisenberg, tendré mucho gusto de mostrarle esa pieza. Cuando se le sacó la tierra fué lavado etc., i se encontró el yute en un estado de conservacion espléndido, tal como habia sido colocado. Hago la observacion, que este tubo no alcanzó a estar en la napa de agua, sino en un suelo arenoso, i en parte de roca.

Respecto a las perforaciones, (uniones) tengo que observar que antes se han cometido errores, pero que en los tubos Mannesmann se pueden eliminar perfectamente. Esto no es una cuestion personal, porque sobre este asunto se tiene muy pocas esperiencias. La perforacion se hace generalmente de la manera siguiente: Se quita una parte del yute, se coloca el barreno, se perfora i atornilla la curva, i se envuelve todo otra vez con yute alquitranado. Otra manera, mejor a mi modo de ver, consiste en colocar el barreno junto con una abrazadera de unos 6 m/m de espesor. El yute es cincelado en una pequeña estension, se alquitrana se caliente, i sobre una faja de caucho se coloca la abrazadera.

Con esta disposicion no puede suceder nada, porque está por intermedio de la abrazadera el caucho. Yo hice probar una union hecha de esta manera a 30 atmósferas, i se vió al sacar la union, que el tubo estaba completamente seco debajo de la faja de caucho.

La ventaja de la elasticidad del tubo Mannesmann tiene enorme importancia para el contratista. En una ciudad, donde se puede colocar la tubería casi siempre sin interrupcion, en línea recta, no resulta a la vista esta importancia, pero no así en caminos rurales, afuera, en las surtidoras a través de caminos con bosques. Es muy poco probable que en las zanjas curvas calce una pieza especial determinada. Estos casos obligan a trabajar con las uniones, colocándolas en una condicion especial.

Con los tubos Mannesmann se puede trabajar de distinta manera. Se colocan dos, o mas en línea recta, i el siguiente se puede encorvar en frio segun la zanja con

cuñas de madera: El radio se hace así menor, las uniones no aflojan i se ha hecho la curva sin usar una pieza especial. Los puntos mas peligrosos, las uniones, no han sufrido nada.

Las ventajas de los tubos Mannesmann son tales que yo quisiera indicar su uso en cuanta aplicacion se presente.

He colocado canalizaciones en napas de agua subterránea en mas de 100 mts. Por la presion alta no fué posible usar caños colados. Usé tubos Mannesmann colocados contra las buenas reglas de construccion acuñados con piedras, que salieron de la escavacion. Nada ha sucedido a la cañería, i con la disposicion de la piedra le saneado el subsuelo.

Resumiendo las esperiencias adquiridas, puede decirse: Si hoi dia, un tubo protegido con yute ha durado 10 años i se ha conservado bien, lleva vivido la tercera parte de la vida de un caño colado. Si se acepta que despues de 10 años comienza a deteriorarse, es perfectamente permitido admitir que ese deterioro es paulatino, i destruido el yute i el asfalto, queda todavia el material del tubo. Consideremos lo que puede durar éste i creo que no podrá presentarse una ventaja considerable de vitalidad a favor de los caños colados.

Prof. FRIEDRICH.

Si he pedido la palabra, no es para hablar como profesor sino como ingeniero constructor que en 30 años ha adquirido alguna práctica en construcciones de agua potable.

Al final del año 70, en mi primera obra de agua potable, tuve oportunidad de conocer las ventajas de los caños colados verticalmente. Este trabajo, que era un caso mui especial, porque teniamos presiones hidráulicas de 9 atmósferas, que con los golpes hidráulicos a que se estaba espuesto, subian a 16 i 18 atmósferas, se ha portado mui bien hasta hoi.

No tuve entónces motivos para quejarme, aunque no se conocian los tubos Mannesmann. Sin embargo algunos años mas tarde tuve oportunidad de conocer las sombras de los caños colados. Los representantes de la comuna optaron, por deferencias personales, i por ofertas baratísimas, a usar caños colados por el sistema antiguo, contra mis informes e intervencion. Por suerte, ví al colocar los caños, la desigualdad de los espesores. Esto no se puede notar en los extremos, sino al cortar los tubos. La distribucion del material era desastrosa; en algunos puntos el espesor no era mayor de 1 m/m, en otros alcanzaba de 18 a 19 m/m; apenas se llenó con agua esta canalizacion, se presentaron tubos como coladores. Esta primera esperiencia con caños colados horizontalmente, ha sido suficiente para protestar enérgicamente cuando despues se ha hecho alguna tentativa para usar caños colados de esa manera. Hoi dia tenemos que contentarnos con piezas fundidas horizontalmente, para las piezas especiales; pero aquí las condiciones son mui diferentes. No he usado despues, sino caños colados a la moderna.

Por las años 80 del siglo pasado, tuve oportunidad de asistir a una conferencia

sobre el procedimiento Mannesmann, que alarmó mucho, pero nadie comprendió ese procedimiento. El motivo de la falta de claridad en esa conferencia se debería buscar, o en que se pretendía mantener en secreto una patente o en que el conferencista no había presenciado el procedimiento, sino que lo había aprendido de una descripción. De esa conferencia llevé la sensación de que los tubos Mannesmann se podían laminar hasta lo infinito, algo así como los maccaronis italianos. Se hablaba de largos colosales, que naturalmente no se cumplieron.

A causa de que a los interesados se les mantenía en la oscuridad respecto del procedimiento de fabricación Mannesmann, no se resolvieron a emplear dichos tubos. Yo tuve mucha oportunidad de principiar con el uso de los tubos Mannesmann, no faltaron relaciones con los agentes de las fábricas, tomé en cuenta sus ofertas en diferentes licitaciones públicas, pero debo declarar aquí sinceramente, que me costó muchísimo decidirme a hacer un ensayo con este producto, aunque soy muy accesible a las novedades i saludo a cada una, siempre que se pueda emplear con provecho.

Al fin, después que ví en la usina el procedimiento del tubo Mannesmann, he comenzado a emplearlos, al principio solo en algunas partes, p. ej. en las serranías donde el transporte era de importancia, las pendientes considerables i había que atravesar bosques sin producir daños, encorvando el tubo. Fue una canalización de mucha estension i solo se pudieron vencer las dificultades con tubos Mannesmann.

En el trabajo siguiente he ido mas léjos, empleando el acero en cañerías maritimas.

En cierta circunstancia manifestaron algunos contratistas que las uniones i las perforaciones presentaban dificultades. Por otro motivo tambien se ha hablado mucho contra esto; sin embargo las esperiencias que se tenían me adelantaron a proyectar la red íntegra de una ciudad con tubos Mannesmann. El proyecto se ejecutó, siendo hasta las piezas especiales de tubos Mannesmann i tengo que agregar que funcionaba perfectamente bien.

Naturalmente, el uso del tubo Mannesmann tiene su límite, trazado por el diámetro máximo de 300 m. m. i porque no podía competir con los precios de los diámetros mayores; pero entiendo que ya no es así, porque las usinas están montadas con tanta perfeccion que pueden competir hasta con estos diámetros; i entonces no se debe temer por nada.

Reasumiendo mis observaciones puedo decir, basado sobre los buenos resultados obtenidos en mis instalaciones, que la aplicación de estos tubos se impone en ciertos casos, i que en otros la competencia debe decidir cual debe ser el tubo empleado.

BARTACK (Ingeniero jefe).

Yo quisiera hablar de las piezas especiales para cañerías de agua potable en las cuales la presión pasa de 10 atmósferas. Yo estuve en la instalación de la canalización de Sarajewo. En ese trabajo hai varios sifones en que la presión sube a 12 atmósferas. Por los movimientos pendulares que se producen a menudo i principal-

mente al llenar la canería, nos ha sucedido que al reventar tubos, saltaban de las piezas especiales partículas del tamaño de una mano i aún mayores. Esto sucedía principalmente en las derivaciones. Esto es una prueba que la fundición de piezas especiales deja aun mucho que desear.

Me permito preguntarle, al representante de la Sociedad Mannesmann en qué forma se hacen las piezas especiales, i como se colocan en canalizaciones existentes.

OELWEIN (Consejero Superior de Construcciones).

Yo tambien tengo una pregunta, al señor representante:

—¿Hasta qué dimensiones se fabrican tubos Mannesmann?

LEMME (Director).

Hasta 300 m. m de diámetro.

OELWEIN (Consejero Superior de Construcción).

Hasta ahora no se ha dicho nada en contra de los tubos Mannesmann. Las experiencias son favorables a las dimensiones pequeñas i ahí podrán siempre sostener la competencia; sobre 300 m. m. solo nos queda el caño colado i para presiones mui altas, nos queda el tubo de fierro dulce. Yo quiero aprovechar el momento para hablar ademas sobre otro punto. Yo no he tenido en mi práctica casos como los relatados por el señor Bartack que de las derivaciones hayan saltado partículas como andrajos. Yo he tenido canalizaciones donde no he tenido ningun daño; dos años mas tarde la misma fábrica me entregó tubos, i estuve desesperado por los fracasos. No es una cosa de poca importancia que se rompa un tubo con 6 o 7 atmósferas de presión; los daños pueden ser considerables.

Estas roturas de tubos no son siempre consecuencia del producto mismo, sino de la manera de su recepcion. Si se recibe con precaucion cada tubo i se somete a la prueba reglamentaria, no se presentarán casos tan fatales; desgraciadamente estas precauciones reglamentarias no se cumplen siempre.

Ahora respecto de la entrega. Mucho motivo hai para quejarse de la forma en que se entrega. Es completamente inútil repetir hasta el cansancio, que para el transporte envuelvan los extremos en paja. El transporte es una cosa mui delicada. Las usinas solo responden hasta la salida de sus puertos i no hasta el lugar de la obra. Por lo que les pasa a los tubos desde que se cargan hasta su descarga, nadie se preocupa; no se ha conseguido que garanticen los caños colocados en la obra. ¿Quién responde por el transporte? Hai casos en que las comunas encargan los tubos i el contratista los recibe al pié de la obra. Desde la carga hasta la descarga la garantia no tiene dueño. En el extranjero es otra cosa, ahí las usinas productoras tienen que responder hasta el lugar de la descarga.

Repito, yo no he hecho tan malos ensayos con este material. Por eso no puedo acusar al material; si se le coloca bien, cumple bien tambien su destino.

VON LECHTENFELS, *Director*.

Desde el punto de vista metalúrgico no tengo nada que observarle a los tubos

Mannesmann para agua potable, sino contra la denominacion del producto con que se fabrican. Mi antecesor en la palabra lo llamó acero fundido (*Gusstahl*); pero no es eso. Es *Martin flusseisen* (hierro fundido por procedimiento Martin). Al certificar el material para entregas se dan sus cualidades en cerca de 40 kilogramos por m/m.<sup>2</sup> a la traccion i 25% de alargamiento. Esas son cifras para *hierro dulce* i no para *acero*.

LEMME (Director).

Al principio solo fabricábamos tubos rectos i las piezas especiales, codos, etc., se hacian de fierro colado. Pero los consumidores de nuestros tubos nos exijian que las piezas especiales fueran igualmente del material Mannesmann porque de otra manera se perdía la homojeneidad del material. Por eso hemos tratado de hacer piezas especiales i las producimos hoy dia.

Las curvas se hacen en la misma usina. Se cortan los tubos por una plantilla, despues de haberse formado el enchufe. Las piezas de derivacion, principalmente piezas T, se hacen formando un hueco de cierta dimension en el punto de la derivacion i, al rededor de éste, agujeros para remaches. Se remacha el choco con precaucion i si la presion va a ser grande, se suelda el choco al soplete. Se le somete a la prueba de agua con 50 atmósferas i en seguida se le fabrica el enchufe.

Nosotros fabricamos toda especie de piezas especiales i de la dimension que se desee. El material es el de nuestros tubos, para conservar la homojeneidad de la canalizacion.

PEDRO MICHAELSEN.

(Continuará)