



Recepción: 15 / 04 / 2017

Aceptación: 01 / 05 / 2017

Publicación: 15 / 05 / 2017

Ciencias de la Construcción

Revisión de Literatura

Comparación cualitativa entre tuberías de polietileno de alta densidad y very resistance to crack

Qualitative comparison between high density polyethylene pipes and very resistance to crack

Qualitativa tubo de comparação de polietileno de alta densidade e de muito resistênci a rachar

Víctor H. Fernández-Soledispaⁱ
victor.fernandezs@ug.edu.ec

José W. Ugalde-Vicuñaⁱⁱ
jose.ugaldevi@ug.edu.ec

Marcos M. Santos-Méndezⁱⁱⁱ
mmsantos@ug.edu.ec

Correspondencia: victor.fernandezs@ug.edu.ec

^{i.} Magister en Administración de la Construcción; Ingeniero Civil; Universidad de Guayaquil, Ecuador.

^{ii.} Magister en Seguridad Higiene Industrial y Salud Ocupacional; Diploma Superior en Seguridad Higiene y Salud Ocupacional; Ingeniero Industria, Universidad de Guayaquil, Ecuador.

^{iii.} Diploma Superior en Pedagogía Universitaria; Ingeniero Industrial, Universidad de Guayaquil, Ecuador.

Resumen

En el Ecuador la cobertura de agua potable aumentó en un 30% últimos años, sin embargo, se caracteriza por el uso de tuberías pobres en calidad y eficiencia presentando fisuras al poco tiempo después puesta en servicio la red. Las tuberías que se usan en estas obras son de Polietileno de Alta Densidad (PEAD), Y Policloruro de Vinilo (PEV). El desarrollo en nueva tecnología ha permitido la manufactura en masa de estos polímeros para múltiples aplicaciones, detrás de este éxito y crecimiento, hay un continuo desarrollo como el avance tecnológico de los procesos de fabricación, mejoramiento de los sistemas de unión, calidad y ensayos. En cuanto a los procesos de instalación y las normas que existen para la colocación de estas tuberías “in Situ” se torna tedioso y tiempo de ejecución largo, debido a que hay que remover tierra que luego hay que desalojar y reponer. Uno de los desarrollos más recientes concierne a uno de los avances tecnológicos en el polietileno con propiedades de resistencias significativamente mayores que las del tradicional, esta novedosa tubería que se la está utilizando en Guayaquil se caracteriza por una alta resistencia a la fisura y un excelente comportamiento a largo plazo, demostrando una duración proyectada de más de 100 años llamado Very Resistance To Crack (VRC), un tubo fabricado con polietileno reforzado por coextrusión. Y no es necesario respetar los parámetros de relleno de las tuberías tradicionales; es decir que se adapta al terreno de instalación.

Palabras clave: Resistencia; coextrusión; VRC; PVC; instalación.

Abstract

In Ecuador, drinking water coverage increased by 30% in recent years, however, it is characterized by the use of poor quality and efficiency pipes, presenting cracks shortly after the network is put into service. The pipes used in these works are High Density Polyethylene (HDPE), and Vinyl Polychloride (PEV). The development in new technology has allowed the mass manufacture of these polymers for multiple applications, behind this success and growth, there is a continuous development as the technological progress of the manufacturing processes, improvement of the systems of union, quality and tests. As for the installation processes and the norms that exist for the placement of these pipes "in Situ" becomes tedious and long execution time, because it is necessary to remove earth that soon must be dislodged and to replace. One of the most recent developments concerns one of the technological advances in polyethylene with properties of resistance significantly higher than those of the traditional one, this new pipe that is being used in Guayaquil is characterized by a high resistance to crack and an excellent behavior In the long term, demonstrating a projected duration of more than 100 years called Very Resistance To Crack (VRC), a tube made of polyethylene reinforced by coextrusion. And it is not necessary to respect the filling parameters of traditional pipes; That is to say that it adapts to the installation field.

Key words: Resistance; coextrusion; VRC; PVC; installation.

Resumo

No Equador, a cobertura de água potável aumentou em 30% nos últimos anos, no entanto, é caracterizada pelo uso de tubos de baixa qualidade e eficiência, apresentando rachaduras logo após a entrada em serviço da rede. Os tubos utilizados nestes trabalhos são polietileno de alta densidade (PEAD) e policloreto de vinil (PEV). O desenvolvimento de novas tecnologias permitiu a fabricação em massa destes polímeros para múltiplas aplicações, por trás desse sucesso e crescimento, há um desenvolvimento contínuo como o progresso tecnológico dos processos de fabricação, a melhoria dos sistemas de união, qualidade e testes. Quanto aos processos de instalação e as normas que existem para a colocação destes tubos "in situ" torna-se tedioso e longo tempo de execução, porque é necessário remover a terra que logo deve ser desalojado e substituir. Um dos desenvolvimentos mais recentes diz respeito a um dos avanços tecnológicos no polietileno com propriedades de resistência significativamente superiores aos do tradicional, este novo tubo que está a ser utilizado em Guayaquil é caracterizado por uma elevada resistência à fissuração e um excelente comportamento. A longo prazo, demonstrando uma duração projetada de mais de 100 anos chamada Very Resistance To Crack (VRC), um tubo feito de polietileno reforçado por coextrusão. E não é necessário respeitar os parâmetros de enchimento dos tubos tradicionais; Ou seja, adapta-se ao campo de instalação.

Palavras chave: Resistência; coextrusão; VRC; PVC; instalação.

Introducción.

La demanda en servicios de agua potable ha aumentado en estos últimos años, según estadísticas anuales, en el año 2011 aumentó un 30% mientras que en el 2012 aumentó un 40 % en instalaciones de tuberías en zonas urbanas y rurales. Sin embargo estas instalaciones tuvieron problemas, al poco tiempo de haber sido instaladas, presentan daños, fisuras, debido a la calidad de la tubería que se usa y el inadecuado proceso de instalación con el que se lo realiza.

Actualmente en nuestro país, Guayaquil es la única ciudad que ha implementado el uso de tuberías de polietileno de alta densidad, donde se han hecho mediciones que dan como resultado una pérdida de agua de hasta un 60%, generando pérdidas económicas tanto en volumen de agua desperdiciada como constantes reparaciones, el PEAD es un polímero de largas cadenas de moléculas, que presentan prestaciones para resistir golpes, deformaciones ataques químicos y filtración de sustancias. Esta tubería no presenta capas, es decir que está compuesto solamente por una capa de polietileno. El material de polietileno debe ser instalado bajo los parámetros de zanjas y tuberías, es decir, que debe ser colocado a una profundidad de un metro, con cama de arena y compactado con la tierra que fue removida, el tiempo de proceso de instalación es muy prolongado y tedioso.

La vida útil de este material es superior a 50 años, pese a que es más fácil y rápida su instalación, es liviano con tramos de hasta de 12 metros y en rollos de 50 o 150 m, uniones por termo-fusión o electro-fusión, totalmente monolíticas (impiden la contaminación del agua), transportan mayor volumen de agua, minimizan el uso de accesorios, pero sin embargo nos hemos visto en la necesidad de reparar fugas de agua constantemente en diferentes sitios de la ciudad, por la poca resistencia al impacto externo y la propagación de fisuras.

Debido a que la tubería PEAD no satisfacen las condiciones para el buen servicio de agua potable y sus instalaciones, la tecnología ha avanzado y ha creado una nueva tubería reforzada y actualizada, apta para satisfacer los servicios de agua potable, este nuevo y revolucionario producto se llama VRC (Very resistance To Crack), fabricado en polietileno reforzado por coextrusión, según las medidas establecidas en la normas europeas EN 12201 e ISO 4427, con dos capas de materia prima:

Una externa negra con bandas azules y una interna de color azul que le da alta resistencia al impacto y una excepcional resistencia al crecimiento de la grieta, a los rayos UV.

Una capa interior de polietileno con aditivo antimicrobiano en color azul que garantiza la calidad de agua y la estanqueidad de la red. Esto provoca la práctica desaparición de la mayor parte de los peligros potenciales para el agua potable, como son aerobios mesófilo y coliformes.

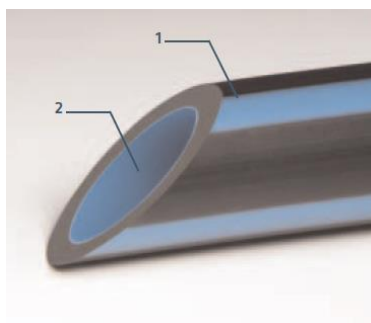


Ilustración N° 1.- Tubería PE-VRC

Sus capas cuentan con microfibras antimicrobianas, fibras anti-incrustaciones nanoarcillas, nanografenos, intumescentes y una capa de fibras antioxidantes. Todas estas características aportan a la resistencia a altas temperaturas al control microbiológico del agua, clasificado antisísmico y a una total seguridad en la instalación, considerando también que esta tubería presenta una resistencia

en casos de incendios. Todas estas características han sido comprobadas en diferentes laboratorios, ya que han pasado una serie de pruebas que demuestran su durabilidad y eficiencia. Este diseño es eficaz para conducciones de agua potable, debido a que es inodora, insípida y atóxica.

El ensayo de carga puntual es una prueba realizada debido a los posibles daños producidos por cargas puntuales en terrenos pedregosos, además el ensayo contra el desgaste para asegurar la presión interna y la seguridad en la uniones, el ensayo de perforación se establece para asegurar el mantenimiento del sistema usando las nuevas técnicas de instalación sin cama de arena, ensayos de envejecimiento con cargas puntuales para establecer y asegurar la vida útil de más de 100 años cuando es sometido a cargas punzantes puntuales y en situaciones de máximo desgaste.

Una de las grandes ventajas de los sistemas de PE-VRC es una alta resistencia al punzonamiento y a la fisuración, pudiendo ser enterrados directamente en zanjas sin necesidad de cama de arena lo que nos permite un ahorro bastante considerable en los costos que supone hasta un 50% frente a instalaciones tradicionales.

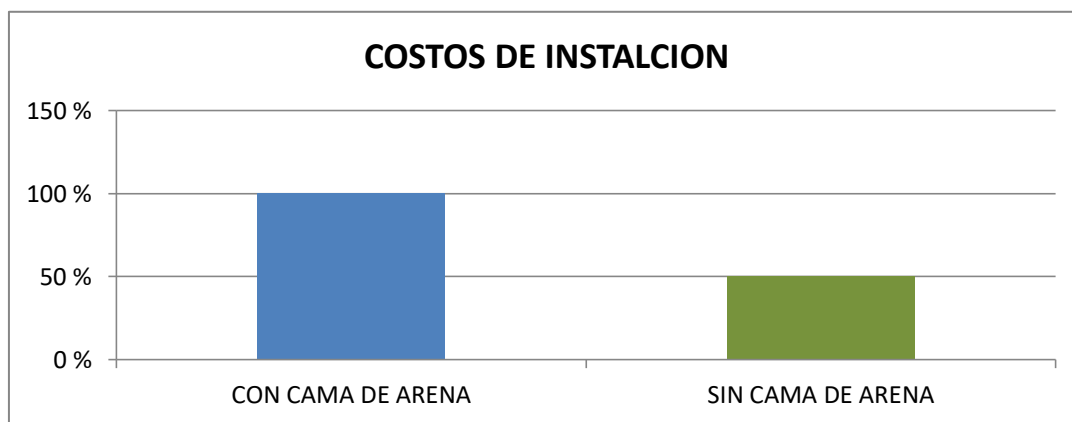


Gráfico N° 1.- Grafico de costos de instalación

Su resistencia a la fisura esta tan garantizada que para la instalación de tubería VRC no es necesario cumplir con los parámetros reglamentarios de zanja y relleno de las tuberías tradicionales, ya que sus capas le permiten adaptarse al terreno en la cual está siendo instalada, la tubería cumple con holgura requisitos novedosos de fabricación, con polímeros de alta resistencia que le permite absorber las vibraciones y asentamientos del terreno.

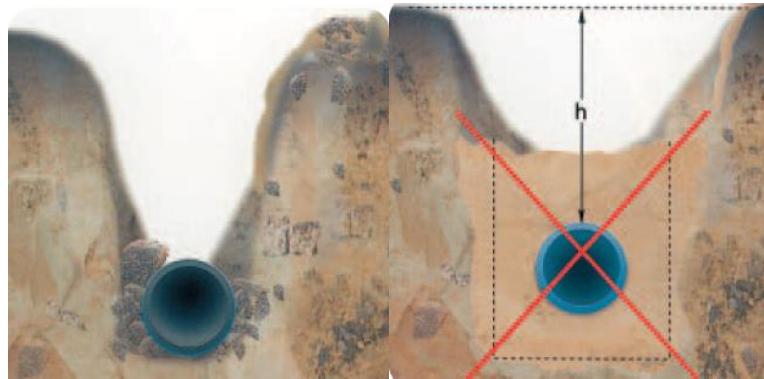


Ilustración N° 2.- Tubería PE-VRC vs Tubería convencional

Objetivo

Con base a lo expuesto, el principal objetivo de este artículo es establecer diferencias de calidad y eficiencia entre las tuberías PE-VRC y PEAD.

Materiales y métodos.

Para cumplir el objetivo planteado del artículo sobre la diferencia entre las tuberías PEAD y VRC, se recopiló información básica necesaria de la empresa más importante de la ciudad que tiene como objetivo el abastecimiento de AAPP de buena calidad y sin pérdidas.

La consulta fue realizada del manual técnico de tubo PE-VRC que nos proporcionó HIDROTHERM – PROSUMIND quienes son los proveedores y los que distribuyen el material desde la Matriz (ITALIA).

Otra base que se utilizó fue ABN PIPE SYSTEMS que cuenta con información necesaria a cerca de la tubería de PE-VRC, el cual tiene investigaciones y publicaciones en revistas.

Se efectuó un reconocimiento de las instituciones públicas y privadas que trabajan con este tipo de tuberías, en este ámbito tenemos INTERAGUA (INTERNATIONAL WATER SERVICES INTERAGUA) Y EMAPAG.

Se consideró además las opiniones emitidas por personal técnico y capacitada en la rama, quienes conocen de forma directa el funcionamiento y saben con claridad los beneficios y buenos resultados de los diferentes tipos de tuberías, los profesionales cuyas opiniones son del Ing. Juan Carlos Bernal (Subgerente Operación y Control ANC – INTERAGUA C. LTDA); Ing. Fabricio Costa (Jefe de Control de Calidad de Diagnostico de Redes - INTERAGUA C. LTDA); Ing. Miguel Carvajal (Jefe de Agua no Contabilizada - INTERAGUA C. LTDA)

Resultados y discusión.

En la instalación de tuberías plásticas convencionales se producen roturas que son causadas por arañzas superficies creadas antes y durante el proceso de instalación o por cargas puntuales externas puntuales en las zanjas producidas por piedras o elementos duros una vez instalada, con el tiempo eso debilita a la tubería causando fisuras que son un problema que azota a varias ciudades del país.

La resistencia a la ruptura por tensiones del terreno son muy altas en la tubería PE-VRC en comparación la PEAD convencional gracias a su novedoso proceso de fabricación que ha demostrado su fiabilidad aun trabajando en condiciones externas, esta tubería ha sido sometida a la rigurosa prueba internacional de resistencia al Crack dando como resultado una resistencia de más de 18.000 horas, esto es más de 100 veces lo requerido por las normas europeas para el polietileno convencional normalizado para tuberías de AAPP, ensayos realizados en laboratorios como LEICA de la universidad de Valladolid (entidad acreditada por ENAC) demuestran una gran resistencia a la ruptura al 950% más de un 200% superior a lo requerido por la norma EN ISO 6259.

La reducción de costos en el momento de la instalación de la tubería gracias a las modernas técnicas utilizadas hoy en día y garantizar la resistencia durante toda su vida útil son los elementos más importantes que se deben tener en cuenta en el momento de la elección del sistema de tuberías.

Gracias a su novedoso proceso de fabricación con polímeros de alta resistencia, permiten absorber las vibraciones y tensiones causales por movimientos y asentamientos del terreno pudiendo llegar a deformarse sin daño permanente, asegurando la ausencia de efectos nocivos en su servicio a largo plazo, estas tuberías están diseñadas para ser colocadas directamente en el terreno sin necesidad de un encamisado, utilizando el relleno del mismo material, evitando así una costosa retirada de material y reduciendo tiempos en máquinas y manos de obra, sus características permiten que se encuentre instalada en las zanjas durante más tiempo que cualquier otra tubería.

| CARACTERÍSTICAS | | |
|-----------------------------|--|--|
| | PE-VRC | PEAD |
| Resistencia Química | Sometidos agentes químicos y corrosivos | Sometidos agentes químicos y corrosivos |
| Resistencia a la Intemperie | Protección de rayos ultravioletas, capas con microfibras antimicrobianas, fibras anti-incrustaciones, nanoarcillas, nanografenos, intumescentes y una capa de fibras antioxidantes | Protección de rayos ultravioletas compuesto de una mezcla normalizada de un negro humo |
| Peso Liviano | Fácil de instalar y transportar | Fácil de instalar y transportar |
| Durabilidad | Vida útil de más de 100 años | Vida útil de más de 50 años |
| Resistencia Mecánica | Resistente al puzonamiento de cargas puntuales | Poco resistente a cargas puntuales |
| Sistema de Unión | Acoplado por termofusion, electrofusión, unión mecánica | Acoplado por termofusion, electrofusión, unión mecánica |
| Propiedades del Flujo | Lisas y sin porosidades velocidades mayores a la tubería convencional | Lisas y sin porosidades paso normal del agua |

Cuadro N° 1.- Tabla de características

| | PEAD | PE-VRC |
|---|-------------|---------------|
| ALARGAMIENTO | 350% | >950% |
| Inducción a la Oxidación (soldabilidad del material) | 20 minutos | > 100 minutos |
| Índices de fluidez (a menor índice menor comportamiento mecánico) | 0.45 | 0.25 |
| Antimicrobiano | NO | SI |

Cuadro N° 2.- Comparativo entre PEAD y PE-VRC

Realizamos una prueba de la comparación de ambas tuberías en un programa sofisticado con la última versión WATERGEMS-series-4 de BENTLEY para un sector de la ciudad de Guayaquil, dándonos como resultado una recuperación de un 20% de agua, en la tubería PE-VRC inicialmente se considera una pérdida de un 20% en comparación de la de PEAD que inicia con un 36% de perdida debido a los accesorios o las conexiones, además tuvimos un aumento de presión en uno de los puntos de la cola del proyecto.



Gráfico de presión

En cuanto a los costos de este proyecto Real que se está construyendo en la ciudad de Guayaquil en Cristo del Consuelo, utilizando la tubería de PEAD tenemos 2'485,242.37 mientras que utilizando la tubería PE-VRC tenemos un costo total de 2'143,117.58 en estos precios están considerados Materiales, Obras Civiles, Desalijos de material teniendo como resultado un considerable ahorro económico y el tiempo de construcción más corto, y lo más importante un garantizado trabajo que nos ayudara a mitigar las Fugas.

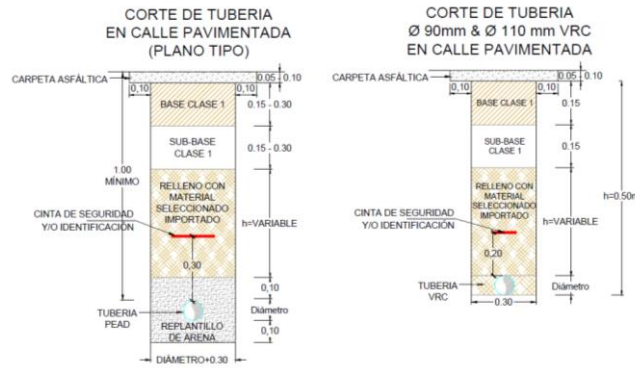


Ilustración N° 3.- Detalle de instalación para PE-VRC

El proceso de instalación para ambas tuberías es el mismo método tradicional de unión, normalmente utilizados termofusión, electrofusión y unión mecánica.

Para tener una correcta unión y no tener pérdidas de agua a largo plazo es necesario contar con mano de obra bien capacitada y con una precisión exacta. Se debe disponer en el lugar de trabajo de todas las herramientas y equipos adecuados, verificar que los elementos utilizados para realizar uniones pertenezcan en un mismo sistema, asegurarse que todas las superficies a unir estén limpias y secas, tener a condición optima el uso de las herramientas necesarias siguiendo las recomendación del proveedor (cronometro en mano), asegurarse que la temperatura de la plancha calentadora sea la adecuada y compare con el termómetro de contacto, aplicar los tiempos y presión adecuados para el tipo de unión, no se debe tocar ni soplar la superficie ni recalentar la tubería, mantener las manos alejadas de los contactos eléctricos y colocar siempre polo a la tierra, revisar cableado eléctrico como también las conexiones eléctricas, si el día es húmedo tomar las precauciones de seguridad.

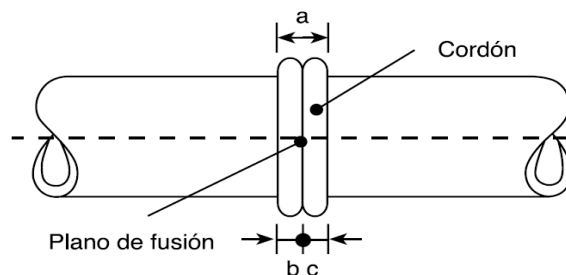


Ilustración N° 4.- Correcta unión de tuberías

Conclusiones y recomendaciones

Las tuberías PE-VRC se pueden almacenar a la intemperie bajo la luz directa del sol, ya que son resistentes a la radiación UV, aunque se recomienda cubrirlas para que no se produzcan decoloraciones antiestéticas, la expansión y contracción causada por un calentamiento repentino debido a la luz solar puede hacer que la tubería se incline y ceda si no está apoyada adecuadamente. Para tal efecto pueden utilizarse sujeciones con tablones de madera, con una separación de 1 metro entre cada apoyo, además deben tener cuñas laterales que impidan el desplazamiento de las filas, en la siguiente se muestran recomendaciones generales para alturas de apilamiento.

| Diámetros mm | Numero de filas apiladas |
|---------------------|---------------------------------|
| 63 | 60 |
| 75 | 55 |
| 90 | 50 |
| 110 | 45 |
| 125 | 40 |
| 140 | 35 |
| 160 | 31 |
| 180 | 27 |
| 200 | 24 |
| 225 | 20 |
| 250 | 17 |

Cuadro N° 3.- Número de filas apiladas según diametro

Se debe usar vehículos de superficies de carga lisa, libre de clavos o tornillos salientes para evitar rasgaduras y dañe la estética, cuando se transportan distintos diámetros en el mismo viaje, los diámetros mayores deben ser colocados al inicio en la parte baja de la plataforma, se debe dejar libre las campanas alternando campanas y espigos para evitar deformaciones innecesarias que impidan el normal ensamble del sistema, se recomienda amarrar los tubos con elementos no metálicos preferiblemente se deben usar correas anchas de nylon.

Cuando hay agua sobre el fondo de la zanja se debe evacuar para mantener la zanja seca hasta que la tubería sea instalada y rellena al menos un diámetro sobre la clave de la tubería para evitar flotación.

La tubería PE-VRC en comparación la PEAD la instalación se hace en cualquier situación, con cualquier tipo de terreno, la ejecución del trabajo es más rápido, ahorro de hasta un 50% en la obra, ahorro energético, ahorro de residuos y la duración de la instalación es superior a los 100 años garantizando la estabilidad y calidad de agua y sobre todo teniendo menos pérdidas de agua.

Bibliografía.

Catalogo técnico ABN PRE SYSTEMS PE-VRC wáter

HIDROTHERM 2000 SRL Manual técnico tubos RENOVATION

International Water Services (INTERAGUA) empresa de agua potable de Guayaquil

ISO 4427-2 INTERNATIONAL STANDARD

ISO 1133:2005, Plastics — Determination of the melt mass-flow rate (MFR) and the melt volume-flow rate (MVR) of thermoplastics

ISO 1167-1, Thermoplastics pipes, fittings and assemblies for the conveyance of fluids — Determination of the resistance to internal pressure — Part 1: General method

ISO 1167-2, Thermoplastics pipes, fittings and assemblies for the conveyance of fluids — Determination of the resistance to internal pressure — Part 2: Preparation of pipe test pieces