



Facultad Regional Concepción del Uruguay

Ingeniería Ambiental

Trabajo Final de la Especialización

“MINIMIZAR LOS IMPACTOS SOCIALES POR LAS OBRAS DE SERVICIO PÚBLICO”

**DOCENTE: ING. FERNANDO C. RAFFO.
ALUMNO: ING. JUAN R. BENITEZ.**

INDICE

1. INTRODUCCION.....	2
2. DIAGNOSTICO.....	3
2.1 Contexto socio-económico-demográfico.....	3
2.2 Contexto urbano-ambiental.....	4
2.3 Contexto legal.....	4
3. PROBLEMA.....	5
4. OBJETIVOS DEL TRABAJO.....	7
4.1 Objetivo general.....	7
4.2 Objetivo específico.....	7
5. ANTECEDENTES.....	7
6. ALTERNATIVAS.....	13
6.1 Tendido de red “A cielo Abierto”.....	13
6.1.1 Demarcación zona de trabajo.....	13
6.1.2 Remoción de veredas.....	14
6.1.3 Excavación de zanja a cielo abierto.....	15
6.1.4 Bajada de cañería.....	16
6.1.5 Tapada de cañería y compactación.....	17
6.1.6 Ejecución de contrapiso y solados.....	18
6.2 Tendido de red “Tunelera Horizontal Dirigida”.....	19
7. MATRIZ DE ANALISIS DE FACTIBILIDAD.....	22
8. DESARROLLO.....	24
8.1 Requerimiento para obra red de distribución de gas natural.....	24
8.2 Realización de las obras.....	26
8.3 Procedimiento de ejecución.....	26
9. CONCLUSIÓN.....	40
10. BIBLIOGRAFÍA.....	41

1-INTRODUCCION:

Mi nombre es Juan Ramón Benitez, Ingeniero en Construcciones, graduado en la Facultad Regional Concepción del Uruguay, de la Universidad Tecnológica Nacional.

MIS ANTECEDENTES:

- Empresa Constructora Eduardo Carlos Ivoskevich (Construcciones civiles e industriales) de C. del Uruguay (1984 a 1999): Cómputos y Presupuestos, Análisis de Precios, Licitaciones, Certificaciones, Jefe de Obra y Representante Técnico.

Obras a cargo: Viviendas Unifamiliares, Edificios, Barrios de viviendas (IAPV y BHN) PB y hasta 4 Pisos en distintas localidades de la provincia de Entre Ríos (C. del Uruguay, Macia, Villa Domínguez, Villa Mantero y Urdinarrain), Colegio Nacional Villa Elisa (Estructura de H⁰A⁰), Planta de Incubación NOELMA (Villa Elisa), Infraestructuras (Redes de: Agua, Cloacas, Electricidad Aéreas y Subterráneas), Cordón Cuneta, Obras complementarias, etc.

Red de Distribución de Gas Natural en C. del Uruguay. 1er. Etapa.- Jefe de Obra y Representante Técnico.

- Empresa GASEBA (Grupo Gaz de France) Soporte Técnico de Gas NEA S.A. (1999 a 2000): Supervisor de Redes de Gas Natural.
- Empresa Gas NEA S.A. (Distribuidora de Gas Natural en Entre Ríos, Corrientes, Chaco, Misiones y Formosa)
- (2000 a 2011): Jefe Operativo de la Unidad Operativa C. del Uruguay
- (2000 a 2003, C. del Uruguay, Colón, San José, V. Elisa, R. del Tala, Villaguay, Maciá y Basvilbaso.- 2003 a 2006, C. del Uruguay, Colón, San José, V. Elisa, Gualaguaychú, Larroque y Gualaguay – 2006 a 2011, C. del Uruguay, Colón, San José, V. Elisa).
- 2012: Programa de Prevención de Daños en todas las localidades con red de gas natural de la provincia de Entre Ríos. (Charlas dirigidas a Municipalidades, Fuerzas Públicas, Empresas de Servicios, Constructoras que trabajen en la vía pública, etc.)
- (2013 a la fecha) Jefe Operativo de la Unidad Operativa Gualaguaychú: Gualaguaychú, Gualaguay, Larroque, Galarza y Urdinarrain.

El presente trabajo que se desarrollará a continuación consiste en determinar metodologías para disminuir la ocupación de la vía pública y afectación al ámbito social de la población durante el transcurso de obra de red de distribución de gas natural. Si bien esta problemática existe en cualquier localidad que se desarrolle este tipo de obra, para este caso en particular se considera la ciudad de Gualaguaychú (Fig. 1), como base para el estudio y desarrollo de alternativas viables en busca de una solución técnica, socio-ambiental y económica.

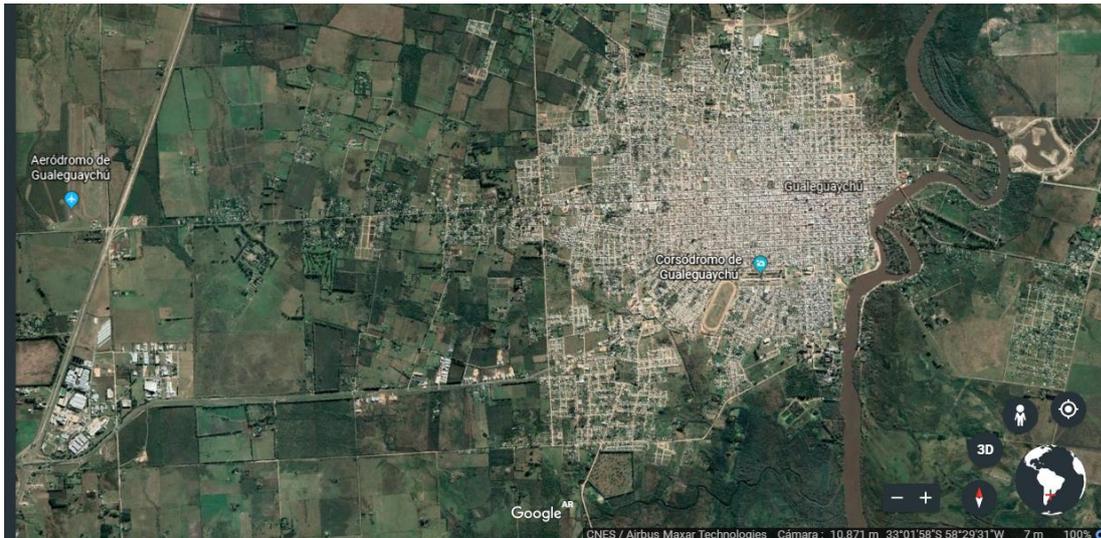


Figura Nº1 – Imagen Satelital Ciudad de Gualeguaychú.

2-DIAGNOSTICO:

2.1 Contexto socio-económico-demográfico.

La ciudad de Gualeguaychú se encuentra ubicada al sur-este de la provincia de Entre Ríos sobre la cuenca del río Uruguay con una población según INDEC (Censo 2010) de 109.461 habitantes. Su ejido comprende unas 29.000 ha, y la planta urbana cubre casi 2.165 ha. Es una ciudad afincada a orillas del río homónimo, a 230 km de la ciudad de Buenos Aires vinculada por la Autovía RN Nº 14, accediendo por la RP Nº 16 (acceso sur), Urquiza al Oeste (acceso oeste) y la RP Nº 20 (acceso norte), y a 25 km de la República Oriental del Uruguay por la RN Nº 136 a través del Puente Internacional Libertador General San Martín. Es cabecera y ciudad principal del Departamento Gualeguaychú, ocupando la cabecera sur del sistema turístico-ambiental denominado Corredor del Uruguay.

La región de Gualeguaychú se caracteriza por su intensa actividad agrícola (diversa, pero dominada por las oleaginosas, fundamentalmente soja) y ganadera extensiva (bovina de carne), fruto de condiciones de suelo y climáticas propicias. Se destaca un crecimiento de la producción avícola en el Departamento, encadenando el eslabonamiento vertical de esta cadena de producción (desde alimento balanceado hasta vacunas aviares). También se desarrollan explotaciones forestales (unas 6.500 ha), así como producción tambera, apícola. El Parque Industrial se ha transformado en un polo industrial relevante para la región, contándose más de 20 empresas del complejo alimenticio, además de establecimientos de autopartes, cueros y artesanías, construcción, madereros, metalúrgicos, de textiles y del sector petroquímico, entre otros rubros. En las últimas 2 décadas se ha consolidado asimismo el turismo y los servicios asociados a él en la zona. A ello ha contribuido la existencia de playas sobre el Río Uruguay, los Carnavales y 2 emprendimientos termales (uno de ellos en Pueblo General Belgrano y el otro sobre Ruta Nacional 14).

Si bien Gualeguaychú y su zona se destacan como destino regular a lo largo de todo el año, es durante los meses de enero y febrero que la afluencia muestra picos que llegan incluso a duplicar la población estable durante los fines de semana (se estiman unos 400.000 visitantes por temporada estival).

2.2 Contexto urbano-ambiental.

Gualeduaychú está emplazado en el valle aluvial del Río Gualeduaychú, con presencia al Oeste de terrazas arenosas antiguas y suelos arenosos pardos sobre aluviales arcillosos. Allí se destacan el A°Gualeduayán y el A° El Cura como cursos de agua principales, constituyendo ambos vías de drenaje para el escurrimiento pluvial y de efluentes, alimentados ambos por una serie de cañadas que corren en sentido general N-S. Se ubica en una planicie muy suavemente ondulada, originada en la ingresión marina del Pleistoceno, que se extiende hacia el Este hasta el Río Uruguay, atravesando sus terrazas aluviales antiguas. Esta presenta pendientes generales tanto hacia el Este como al Oeste, siendo recorrido por cañadas y arroyos que constituyen aportes menores de este. Los suelos predominantes corresponden a los órdenes Molisol e Inceptisol y presentan una productividad moderada. La vegetación típica está compuesta por montes y pastizales, aunque al ser una región dedicada a la agricultura y ganadería desde hace décadas, está sumamente alterada, conservándose sólo relictos de selvas marginales sobre estrechas franjas de los principales cursos de agua de la región. El clima es templado húmedo, con inviernos fríos (heladas frecuentes) y veranos calurosos; el promedio anual de lluvias es de aproximadamente 1.100 mm y la temperatura media anual es del orden de los 18 °C.

La Planta Urbana de Gualeduaychú se encuentra en una zona elevada respecto a su entorno entre los 20 y 30 msnm, entre dos arroyos que desaguan en el Río Gualeduaychú, como son el A°Gualeduayán al Norte y el A° el Cura al Sur, marcando la topografía local. Unos 15 km al Norte de la Planta Urbana se ubica el Área Natural Protegida Las Piedras, en un predio municipal de 57 ha, y cuenta con un guardaparque permanente.

Gualeduaychú tuvo un crecimiento demográfico significativo en estas últimas décadas, y una consecuente expansión territorial que se produjo de forma muchas veces espontánea hacia sectores geográficos que lo permitían. La ciudad está emplazada en la ribera del río, éste se transforma en una barrera que obstaculiza el crecimiento de la misma hacia el sur este, quedando como territorio a ocupar la zona norte/sur-oeste. A partir de este desarrollo ciertos sectores registran desequilibrios en lo que respecta a la transitabilidad de los accesos y la vinculación entre los espacios de mayor concurrencia como los son las escuelas, los clubes, centros de salud, etc. Como resultado, se presentan desigualdades entre distintos barrios en cuanto a trama vial, circulación y a servicios. En este sentido, el gobierno municipal propone políticas públicas específicas, desde Planeamiento urbano, Mantenimiento vial y otras dependencias, es así como desde el 2016 el gobierno municipal viene trabajando permanentemente en este programa interviniendo las zonas afectadas.

2.3 Contexto legal.

Normativa Nacional.

- **Art. 41 de la Constitución Nacional:** garantiza que todos los habitantes gozan del derecho a un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras; y que tienen el deber de preservarlo. Asimismo impone a quien provoca un daño al ambiente, la obligación prioritaria de recomponerlo.
- La **Ley Nº 24.051** establece que todo “residuo peligroso” es cosa riesgosa en los términos del segundo párrafo del mencionado artículo 1113 del Código Civil y dispone que el dueño o guardián de los *residuos* es responsable por los daños causados por los mismos aún cuando los transmita a un tercero o los

abandone, y que no se exime de responsabilidad por demostrar la culpa de un tercero de quien no debe responder.

- La **Ley Nº 25612 y Dto. 1343/02** regula la gestión integral de residuos industriales y de actividades de servicios y la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable es la autoridad de aplicación.
- La **Ley Nº 25.675** llamada Ley General de Ambiente con su Decreto regulatorio del Poder Ejecutivo Nº 481/2003 fija la política nacional en materia de protección ambiental. Es de aplicación restringida por su falta de reglamentación, aunque los principios de política ambiental, la definición de presupuesto mínimo, la definición, alcances y consecuencias del daño ambiental, son de aplicación inmediata. La autoridad de aplicación a nivel nacional es la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable.
- **Resolución Nº 3587/06** (NAG-153) – Normas Argentinas Mínimas para la Protección Ambiental en el Transporte y la Distribución de Gas Natural y Otros Gases por Cañerías. Provee una serie de especificaciones y exigencias técnicas mínimas aplicables a la protección ambiental en cada una de las etapas que componen el transporte y la distribución de gas natural y sus instalaciones y obras complementarias, siendo su ámbito de aplicación todo el territorio nacional y hasta los límites de su plataforma continental.

Normativa Provincial.

- **Decreto Nº 4977/09** Reglamentación de los Estudios de Impacto Ambiental.

Normativa Municipal.

- **Ordenanza Nº 11451/10:** Arbolado Público Tiene por objeto proteger y preservar el arbolado público de la ciudad, regulando la extracción, la conservación, la reposición de ejemplares y las penalidades derivadas del incumplimiento de las disposiciones de esta ordenanza. Sostiene que la Dirección de espacios verdes o la autoridad de aplicación que el poder ejecutivo designe, es quien podrá plantar, autorizar y/o sustituir el arbolado público de la ciudad de Gualeguaychú.

3-PROBLEMA:

OCUPACION DE VIA PÚBLICA Y LIMITACION DE ACCESIBILIDAD A LAS VIVIENDAS

Gualeguaychú cuenta con una red de gas natural de 306 km, con 15716 hogares conectados, 921 comercios, 19 industrias y 9 estaciones de GNC. Se aprecia que la ciudad posee una importante cantidad de frentistas que cuentan con el servicio de la red de distribución de gas natural, y otro tanto a la espera del paso de la red para conectarse. Uno de esos sectores de la ciudad que se encuentran en esta situación, precisamente son los Barrios Molinari y Fiorotto ubicados en Suburbio Sur, los que se verán afectados con esta ampliación de la red de gas, beneficiando alrededor de 5000 vecinos con este servicio. Para ello se deberá ejecutar una obra de infraestructura

trascendental para la ciudad, sorteando un escollo natural como es la Cañada del oeste, incluyendo además un tramo de la Avenida Artigas, continuación del Acceso Sur Jeannot Sueyro, siendo este el más importante acceso a la ciudad con un flujo altísimo de vehículos provenientes de la ciudad capital del país, o desde Rosario a través de la RP N° 16, por donde se proyecta parte de la traza. En la Figura 2 se indica la zona en cuestión en la ciudad de Gualeguaychú.



Figura N°2. Barrios: Molinari y Fiorotto. Gualeguaychú

Esta obra consiste en tender cañerías de PE (donde circulará gas natural a media presión, hasta 4 bar) de distintos diámetros de acuerdo al Anteproyecto de la Distribuidora y Proyecto Constructivo presentado por la Contratista y aprobado por GAS NEA S.A., en concordancia a la Normativa vigente del ENARGAS, Reglamentos y Especificaciones Técnicas de GAS NEA S.A. y de la Municipalidad de Gualeguaychú.

La tubería se instalará en vereda, entre Línea Municipal y cordón de vereda existente o proyectado, a una profundidad cuya tapada será medida desde el nivel superior del cordón cuneta, cuando sea necesario cruzar una calle se lo hará en las esquinas tomándose en este caso la parte superior del pavimento para medir la tapada mínima del caño instalado.

Durante las distintas etapas de ejecución se presentan diversos obstáculos que se enumeran a continuación:

- ❖ Accesibilidad restringida a las viviendas, garajes, comercios, establecimientos educacionales, culturales y religiosos, terminal de ómnibus, industrias, etc.

- ❖ Ocupación de la vía pública con personal afectado a la obra, vehículos de carga, máquinas, herramientas, carteles, elementos de señalización y vallado, materiales, etc. Entorpeciendo la normal circulación de transeúntes.
- ❖ Afectación auditiva por la generación de ruidos de motores de vehículos, máquinas y herramientas.
- ❖ Impacto ambiental, paisajístico y visual por todo el movimiento de personal, maquinarias, vallados, etc. Generando suspensión de material particulado y emisiones de gases de combustión de vehículos de carga en los casos de rotopercutores neumáticos alimentados por motocompresores.
- ❖ Tiempo transcurrido durante la ejecución de la obra.

4-OBJETIVOS DEL TRABAJO.

4.1 Objetivo general:

- ✓ Mejorar las condiciones Ambientales Generales, de obras de tendido de red de distribución de gas natural.

4.2 Objetivos específicos:

- ✓ Analizar alternativas viables superadoras que contribuyan con la “accesibilidad” a viviendas, comercios, establecimientos educativos, culturales y religiosos, etc.
- ✓ “Disminuir el tiempo” de afectación a la población, en la zona de ejecución de la obra.

5-ANTECEDENTES.

Aunque se puede considerar que es un término relativamente nuevo, el desarrollo de la tecnología sin zanja se puede decir que tuvo sus inicios en los años 60 en Japón, como resultado de una decisión del gobierno de incrementar la proporción de población urbana provista con los servicios básicos. Así mismo en Europa occidental y norte América no es difícil encontrar datos sobre el inicio de instalación de tuberías sin zanja que datan sus inicios para esta misma época (Viana Vidal, 2004).

En el año de 1963 el ministerio japonés resolvió, por medio de una serie de programas de 5 años, generar un aumento en la proporción de la población con servicios en un 46% para el año de 1990. La ciudad de Osaka es referida constantemente como la ciudad en la que nace el micro-túnel, con sus estrechas calles y densamente congestionadas de la conurbación se generaron severas restricciones a la excavación de la superficie. Las zanjas comúnmente tienen que ser cubiertas en las horas del día y descubiertas en las horas de la noche para trabajar en la ciudad; por lo tanto los constructores no tenían derecho de abrir las calles (Zanja) y entonces los métodos a zanja abierta no solo se convirtieron en prohibidos sino imposibles (Pinzón Abaunza, 2010). Bajo estas circunstancias y con un mercado que estaba garantizado para los proyectos con zanja, se empezaron a dar varios incentivos para el desarrollo de nuevos métodos de construcción. Gracias a esto y con la ayuda del gobierno japonés, los usuarios, manufacturas, contratistas y universidades crearon una nueva miniindustria, la cual estaba basada en el pipe-jacking (Lobo, 1997).

Los nuevos proyectos fueron diseñados específicamente con una visión de palanquear tubos desde pozos maestros en posiciones que luego funcionan como boca de alcantarilla. Todas las operaciones eran realizadas por medio de control remoto sin personas trabajando en la trayectoria. Estas son características de lo que hoy se conoce como las tecnologías sin zanja.

En 1980 el ministerio de desarrollo y tecnología de Alemania occidental patrocinó un proyecto de micro-túnel en Hamburgo, el cual fue propuesto por un equipo Japonés – Alemán. A mediados de los años 80 la metodología de micro-túnel era ampliamente utilizada para la instalación de tubería, particularmente en las ciudades de Tokio y Osaka donde las condiciones del suelo eran favorables. En el año 1985 en Europa solo existían 15 micro-tuneladoras, todas ellas en la llanura de Alemania del norte, donde el estrato uniforme de arcilla favorece la técnica. Estas máquinas nuevas en su época, eran todas usadas con brocas de berbiquí para remover la tubería dañada a través de la nueva línea de tubería instalada, el uso de micro-túneles ha sido utilizado para la instalación de servicios en países como Singapur, Australia, Hong-Kong y Medio Oriente, pues se tenía la necesidad de reemplazar tuberías de asbesto-cemento que estaban generando severos problemas de corrosión por el sulfuro de hidrógeno (Pinzón Abaunza, 2010). Es pertinente decir que el progreso en el porcentaje de utilización ha sido dramático, pero aun así existe una larga ruta por recorrer para que su utilización sea completa, esto en términos de proyectos de infraestructura subterránea. En los años noventa con el aumento en la población y el desarrollo de la industria turística, no era políticamente aceptable la interrupción del tráfico en la superficie. El ímpetu por desarrollar los métodos sin zanjas en norte América fue diferente a los impulsos en Japón.

El crecimiento de las industrias de petróleo, el gas y sus necesidades de largas líneas de tubería cruzando territorios ambientalmente sensibles, estimularon el uso de la perforación direccional. La necesidad inicial entonces fue la de hacer proyectos piloto como superar ríos, carreteras y vías de tren. Con una evidente reducción en el impacto al medio ambiente y la reducción de tiempos de construcción a los acostumbrados (Viana Vidal, 2004).

Las generaciones venideras o inclusive la actual, reconocerán a las tecnologías sin zanja como uno de los desarrollos más significativos dentro de la industria de la construcción, así mismo, con el paso del tiempo las zanjas se hicieron aún más profundas y sofisticadas, con longitudes mayores teniendo en cuenta los servicios requeridos a ser instalados bajo tierra, cambiando de esta forma la idea que se tenía inicialmente de las zanjas, pues se veían como un beneficio para la colocación de servicios en caminos sin pavimentar, pero después esta empezó a ser tomada como la principal causa de la destrucción de la superficie en caminos con tráfico moderado o alto.

La tecnología sin zanja es una gran herramienta, pero no debería dejarse solo a este nivel, pues al obtener el máximo rendimiento de estas tecnologías se observará un cambio radical para el cliente, diseñador, constructor, y para los habitantes en general de los sectores donde son usados estos métodos, quienes dejarían de sufrir las graves molestias asociadas a los trabajos con zanja abierta en las vías (Asociación Ibérica de tecnologías Sin Zanja, 2013).

En el año de 1985 empieza a tomar fuerza a nivel internacional esta mini industria y así mismo las frases “tecnología sin zanja” y “sin excavar” son cada vez más utilizados. Ese mismo año tuvo lugar una conferencia en Londres llamada “sin excavar 85”, la cual era patrocinada por la institución de ingenieros en salud pública, en donde

surgió la idea y la necesidad de crear una organización que promoviera este tipo de tecnología, como una industria emergente con implicaciones mundiales.

Luego de dicha conferencia se reconoce que es necesario comprometerse a realizar los trabajos de instalación de servicios básicos con un mínimo de excavación superficial, creando conciencia por el ambiente urbano. A pesar de esto, el progreso se ve detenido debido a la falta de conocimiento en el momento, la falta de registros probados y la constante resistencia al cambio. Estas necesidades fueron respondidas, en cierta medida con la formación de la Sociedad Internacional para Tecnología sin zanjas (ISTT) por sus siglas en inglés, la cual fue fundada como una compañía ilimitada en septiembre de 1986 con sede en Londres (Viana Vidal, 2004).

La ISTT incentivó la formación de institutos o sociedades con los mismos objetivos, en diferentes países o regiones del mundo, pero siempre afiliándose a la Asociación Internacional esto generó la creación de las primeras sociedades luego de la ISTT en Japón, Holanda y Suecia, para el año de 1989. Un año después de esto se formaron sociedades tanto en Alemania como en Francia y en Norte América (USA y Canadá unidas).

Actualmente hay afiliadas a la ISTT, 29 sociedades nacionales de tecnología sin zanja, repartidas por más de 30 países en los cinco continentes, más de 4000 técnicos expertos en tecnologías sin zanja conectados internacionalmente. Vale notar que Brasil y Colombia son los dos únicos países asociados y sede de la ISTT en todo Suramérica.



Figura N°3: Países afiliados al ISTT a nivel mundial. Tomada de la página oficial del ISTT, sección sociedades afiliadas.

La labor de la asociación consiste básicamente en promover e informar la utilización de las tecnologías sin zanja, con la colaboración de otras organizaciones públicas o privadas para el apoyo mutuo y de esta manera cambiar el conocimiento y las experiencias en pro del bienestar de los ciudadanos y del medio ambiente. Es pertinente ya que una nueva tecnología requiere ser informada y se evidencia como la

asociación cumple con su labor al informar adecuadamente sobre esta a nivel mundial, por otro lado también es relevante mencionar que proporcionar la información adecuada genera el conocimiento preciso para el manejo de esta tecnología, lo que llevaría a un desarrollo sostenible favorable para cada país donde está presente la asociación. De esta manera y con el paso del tiempo, el aumento en el número de afiliados, la frecuencia y popularidad de las conferencias de la ISTT, la lleva a mantener un alto estándar.

Durante el mes de octubre del presente año, se llevará a cabo el congreso anual de tecnologías sin zanja No-Dig, la Exposición No 37, en Florencia Italia, contando con el apoyo de la Asociación Ibérica de Tecnología sin Zanja (IBSTT). Las tecnologías sin zanja promueven un desarrollo sostenible para las ciudades, la aplicación de estas se enfoca principalmente en la instalación y reparación de redes de tuberías, estas han jugado un papel vital en el desarrollo de la economía mundial y el mantenimiento de la salud pública.

Estas redes, particularmente aquellas que habitan debajo de nuestras ciudades, tienen más de 100 años y son tributo a las capacidades ingenieriles de nuestros antepasados, ya que en gran parte estas han continuado cumpliendo su labor (Manual de Tecnologías sin Zanja, 2013). De esta forma el deterioro que empiezan a mostrar, claramente por el paso de los años, crea la necesidad de la construcción de nuevas redes, sin embargo, pensar en el costo y molestias sociales que puede generar el realizar estos trabajos con métodos convencionales sería desastroso. Se necesita entonces un enfoque alternativo para este tipo de problemática, de aquí el nacimiento de las tecnologías sin zanja para la construcción, rehabilitación y reparación de redes de tuberías. Teniendo en cuenta lo anterior la tecnología sin zanja es aplicable a redes de suministro de agua, aguas residuales, redes de desagüe y alcantarillado, redes de gas, redes de telecomunicaciones, redes de distribución industrial y redes de potencia eléctrica (Manual de Tecnologías sin Zanja, 2013).

A nivel mundial se han realizado obras de gran importancia, dentro de las cuales se destacan la creación de grandes proyectos de infraestructura subterránea. Se mencionan distintos proyectos llevados adelante donde se utilizaron metodologías que permitieron tender cañerías, conductos, cables, sin necesidad de abrir zanjas.

Obra: Nueva línea de agua a presión instalada en Zúrich, Suiza. La longitud total de 180 m (600 ft) se dividió en dos secciones con 120 m (400 ft) y 60 m (200 ft). La nueva tubería era de HDPE de diámetro externo 180 mm (7,1 ")

Obra: Tubería de agua mixta, Ø 225 mm, colocada a 4 m de profundidad. Lugar: Lommatzsch cerca de Dresde/Alemania. Largo: 19 m Tubería colocada: (diámetro exterior = DE) Tubería de PE de alta densidad, DE 225 mm

Obra: Renovación de tubería Ø 315 mm a orillas del océano atlántico Lugar: St. Malo de Guersac cerca de St. Nazaire/Francia. Empresa Ejecutora: France Reseaux-DEL. Largo: En total 200 m, en dos trayectos parciales de 104 m y 96 m. Tubería a colocarse: Tubería de PE, diámetro exterior 315 mm, grosor de la pared del tubo s = 18.7 mm.

Comitente: PEMEX GAS. Obra: Instalación de dos tramos paralelos de tubería de Poliducto de 12" y Oleoducto de 24" de 1400 metros de largo cada una debajo del río Pablillo en el estado de Nuevo Leon para la rehabilitación de los servicios. Fecha culminación: Febrero 2015. Ubicación: Linares, Nuevo León – México.

Comitente: PEMEX GAS Y PETROQUIMICA BÁSICA. Obra: Instalación de un tramo de tubería de 12" de 500 metros de largo, tres tramos de tubería de 24" de 500 metros cada una y un tramo de tubería de 36" de 500 metros de largo debajo del río Grijalva en el estado de Tabasco para la interconexión y rehabilitación de Etanoductos y

Gasoductos L1 y L2. Fecha culminación: Diciembre 2015. Ubicación: Villa Hermosa, Tabasco – México.

Comitente: Petróleos de Venezuela S.A. Obra: Instalación de un tramo de tubería de 12" de 1400 metros de largo debajo del río Orinoco, el río más largo y ancho de Venezuela, para la conexión de planta de compresión y bombeo de gas de la zona petrolífera. Fecha culminación: Octubre 2016. Ubicación: Puerto Ordaz, Bolívar – Venezuela.

Contratista: SER-VEC Construcciones. Obra: Red de distribución de gas natural en Concepción del Uruguay, zona Puerto Viejo.

Contratista: O.I.C. S.A. Construcciones. Obra: Cruce del río Gualeguaychú con el Ramal de Alimentación de gas natural desde la ciudad de Gualeguaychú hacia Pueblo Belgrano.

Comitente: Metrogas S.A. Obra: Renovación de 8800 metros de cañería en PEAD Ø 50 a 125 mm. Localidad de Lanús. Provincia de Buenos Aires.

Comitente: Aguas Argentinas S.A. Obra: Instalación de 18230 mts de cañería en PEAD Ø 90 a 315 mm. Ituzaingo. Provincia de Buenos Aires.

Comitente: Telecom S.A. -Tel3.-Obra: Red primaria con colocación de 700 metros de 3 caños de Ø 90 mm en PE en zona Retiro (Calles Montevideo - Posadas, cruces Av. Libertador.)Prov. de Buenos Aires.

Comitente: Aguas Argentinas S.A.Obra: Extensión de la red de agua en PE (5.500 mts) diámetros varios, con conexiones domiciliarias en barrio San Javier I. Localidad San Francisco Solano, Prov. de Buenos Aires.

Obra Barrio Pilará, Partido de Pilar, Pcia. Buenos Airescruce de Arroyo con caño de 180 mm. PEAD de 70 metros a una profundidad de 7 metros.

Obra Río Curato, CórdobaCruce de la ruta 36 con caño de 12" de ACERO más un tritubo de 51 metros de largo para la empresa YPF.

Obra Trenque Lauquen, Pcia. de Buenos Airesinstalación de un caño camisa de acero de 10", de una longitud de 40 mts., a una tapada de 2,30 mts.

Obra Proyecto de FO ARSAT / Tramo Rufino – Villa Mercedes2200 metros con caño de 110 mm. y un tritubo cruzando arroyos y rutas en distintas localidades de la Provincia de Córdoba y San Luis.

Comitente:Caputo S.A, dos cruces con cinco caños de 110 mm. cada uno de 470 mts. de longitud en el Aeroparque Jorge Newbery para la nueva torre de control.

Comitente: SADE. Obra en el Aeropuerto Internacional de Ezeiza, Pcia. de Buenos Aires, para la ejecución de un cruce con la instalación de tres caños de PEAD de 160mm. + un tritubo, de una longitud total de 146mts.,

Comitente:Coarco S.A. Obra: Cuatro cruces con la instalación de un caño camisa PEAD de 450 mm. PN 10 incluyendo en su interior 3 caños PED PN6 de 160 mm., un caño PEAD de 110 mm. y un cuatritubo. La longitud total del tuneado fue de 800 metros una tapada máxima de 9 metros. El mismo se realizó en la Ruta Nacional 2 en la Localidad de Camet, Ciudad de Mar del Plata.

Comitente: EDESUR. Obra: Instalación de seis caños de 160 mm. PN 12,5 con una longitud de 210 metros por debajo del Dique 1 de Puerto Madero para la colocación de cables de media tensión.

Comitente: PECAM SA BRAJKOVIC SA AC San Lorenzo UTE.Obra Acueducto Santa Fe, en la Localidad de San Lorenzo, Pcia. de Santa Fe. Se realizó dos trabajos de tuneado dirigido El primero de ellos fue el cruce de vías con la instalación de un caño camisa de acero de 36", a una tapada de 2,70 mts., de una longitud estimada de 25 mts. y el segundo con la instalación de un caño camisa de acero de 36", de una

longitud estimada de 15 mts., bajo la Ruta NAC A012, en la Ciudad de San Lorenzo, Pcia. de Santa Fe.

Comitente: Corporación del Desarrollo de Gualaguaychú. Obra: cruce del río Gualaguaychú insertando una cañería de 450 mm. con una longitud de 210 metros en el lecho del río a una profundidad de 8 metros. Este caño vuelca los efluentes industriales tratados del Parque Industrial.

Comitente: COCA COLA ARGENTINA. Obra en la planta Embotelladora del Atlántico SA, en la localidad de Montecristo, Pcia. de Córdoba, un trabajo diferente a lo que se utiliza para la tunelería horizontal dirigida tradicional. Dicha planta necesitaba instalar una cañería de acero inoxidable de 300mm. en una longitud de 240mts., atravesando el edificio de la administración, un patio interno y las 10 líneas de embotellado en reemplazo de una cañería deteriorada, para salir del otro lado dentro de sus depósitos.

La cañería iba a tener una pendiente desde el depósito hasta el patio interno donde se la conectaría al colector principal que lleva toda la descarga del establecimiento a la planta de tratamiento de efluentes. El equipo se plantó en el parque desde donde se iniciaron las tareas con magros resultados debido a que todos los equipos de embotellado tenían una alta carga eléctrica que impedía obtener una lectura para poder guiar y posicionar exactamente la mecha. Debido al problema el día domingo la empresa Coca Cola procedió a parar la producción y desenergizar la totalidad de los equipos; a pesar de lo cual y debido a la alta cantidad de metales existentes, el trabajo de llevar adelante la traza piloto fue por demás engorroso, ya que se repetía la señal en diversos puntos.

Con total profesionalidad el personal de Protunel SA logró realizar la tan complicada traza y con posteriores expansiones e invirtiendo el posicionamiento de la tunelera (VermeerNavigator Serie II 24 X 40) se logró pasar la cañería con todo éxito. El material de la misma, acero inoxidable, era el único que podía instalarse debido a la temperatura y los componentes residuales que trasladaba.

Comitente: RIVA S.A. – NIRO S.A. – UTE. Obra: "Hangar 5, Edificio de Almacenes y Edificio de Servicios" consistente en dos cruces con la instalación de un caño de acero de 30", dos cruces con la instalación de un caño de acero de 10" y dos cruces con la instalación de un caño PEAD de 8", de una longitud total de 390mts., en el Aeropuerto Internacional de Ezeiza, Pcia. de Buenos Aires.

Comitente: EQUIPOS DE ABORDO S.A. Obra: ejecución de doce cruces de pista con la instalación de entre uno y trece caños de PEAD de 50mm. y un caño de 75mm., de una longitud total estimada de 536mts., en el Aeropuerto de Iguazú, Pcia. de Misiones.

Comitente: AMYC CONSTRUCCIONES SRL. Obra: En el corazón del Barrio de Belgrano, exactamente Av. Cabildo esq. Pico, un lugar con innumerables interferencias y tráfico de suma envergadura, se ejecutó un cruce de 100mts. de longitud, con la instalación de un caño de PEAD de 200mm., generando una traza en forma de "S" para poder unir las tres cámaras en cuestión.

Comitente: INMAC SA – ANTOLIN FERNANDEZ SA – UTE. Obra: Obra de drenaje de napas subterráneas en la localidad de Santa Elena, Pcia. de Entre Ríos, consistente en la instalación de 20 drenes de una longitud de entre 80 a 120mts. con pendiente. Cada dren está conformado por un tubo exterior y un tubo interior, el cual está envuelto en una membrana geotextil y ambos caños perforados para permitir el paso del agua.

Comitente: JOSE J. CHEDIACK S.A. – UCSA S.A. – CONTA WALTER M. S.R.L. – UTE. Obra GNEA. Ejecución de cinco cruces con la instalación de cañería de acero de 8", de una longitud total de 829mts. en los Arroyos Capivara Norte, San Antonio, Amelita, Capivara Sur y Ruta RP 4; dos cruces con la instalación de un caño de acero de 4", uno en el Arroyo Saladillo Amargo, de una longitud de 250mts., y otro en el Arroyo Saladillo Dulce, en La Brava, de una longitud de 178mts. y siete cruces con la

instalación de un caño de acero de 6", de una longitud total de 1.478mts., todos en la Pcia. de Santa Fe.

Comitente: VICTOR M. CONTRERAS Y CIA. SAIC. Obra: Ejecución de cuatro cruces, con la instalación de cañería de acero de 6" y 10", de una longitud total de 102mts., en las localidades de Tigra, Clotilde, Tres Isletas y Castelli. Instalación de cañería de PEAD de 250mm., de una longitud total de 112mts., en la localidad de Roque Sáenz Peña, Pcia. de Chaco. Obra GASNEA.

6-ALTERNATIVAS.

A continuación planteamos dos alternativas para llevar adelante el proyecto de tendido de red de distribución de gas natural, uno es el tradicional **"A cielo abierto"**, mientras que el otro es por **"Perforación Horizontal Dirigida"**

6.1 Alternativa 1.

Para la ejecución de la obra consideremos primero la opción con el sistema tradicional **"A cielo abierto"**.

Una vez en el lugar, se observa la vereda en la cuadra que se va a trabajar y se comienza a replantear la traza donde se tenderá la cañería,

- Si no hay cordón de vereda, se deberá solicitar a la Municipalidad (línea y nivel); en el caso que exista, ver en el ancho total entre Línea municipal y cordón, que tipo de vereda existe y si es completa o queda espacio verde. Aquí se tratara de marcar la traza en el espacio verde si lo hay, caso contrario indefectiblemente se deberán remover las veredas, con toda la perturbación que ello involucra.
- Se debe observar la presencia de árboles, ante la existencia se deberá ubicar la traza en otra línea.
- Se debe observar la presencia de postes y columnas, tanto de electricidad, telefonía, televisión por cable, alumbrado público, carteleras, etc., ante la existencia de los mismos se deberá desviar la línea de trazado.
- Observar también la ubicación de las cajas de llave maestra de agua corriente, para evitar ubicar la traza en esa dirección.
- Se debe observar también en cada lote o propiedad las salidas de los desagües pluviales.

6.1.1 DEMARCACION ZONA DE TRABAJO.

Una vez definida la traza, se comienza a disponer la zona en seguridad, colocando carteles, señalización, vallas, cintas o mallas, delimitando las áreas de trabajo, paso peatonales y vehiculares (chaponos, tableros), a su vez se irán colocando cajones a lo largo de las calles para depositar tanto tierra de excavación como escombros producto de la rotura de vereda. Cuando fuere necesario desviar el tránsito, el contratista debe señalar los desvíos a plena satisfacción de la inspección general de la obra, asegurándose su eficacia en todas las advertencias destinadas a orientar y guiar el tránsito hacia el desvío, tanto de día como de noche, para lo cual en este último caso son obligatorias las señales luminosas. Todo en cantidad suficiente según el plan de trabajo. Se tomarán todas las medidas de seguridad necesarias para evitar la rotura odeterioro de líneas telefónicas y eléctricas (sean aéreas o subterráneas), cañerías de agua, cloacales, desagües y otras.



Figura N° 4. Señalización y vallado.

6.1.2 REMOCION DE VEREDAS.

Previo a la excavación propiamente dicha se realizan los sondeos, tres como mínimo por cuadra para ubicar las instalaciones subterráneas de servicios públicos y/o privados, luego se ejecuta la remoción total o parcial del solado, de cualquier tipo, contrapisos, y cualquier otro elemento, necesarios para la ejecución del tendido de cañerías y servicios. Se pondrá especial cuidado en la tarea de remoción de las baldosas o losetas del piso con el fin de permitir su reutilización en los casos que esto sea posible.

Los materiales que estén destinados a ser empleados de nuevo deberán dejarse de modo que no dificulten la circulación ni entorpezcan la buenamarcha de los trabajos y se puedan emplear con facilidad cuando se repongala vereda. Se trasladará con la máxima rapidez a contenedores, aquellos materiales que no puedan ser utilizados en la posterior reposición con el fin de que no se mezclen con ellos los materiales procedentes de la excavación que pueda ser utilizables, los cuales quedarían inservibles para su posterior utilización. Deberán contar con la presencia de los equipos necesarios para ello, una cargadora y camion volcador para conducirlo a su destino final, estando en presencia de vehiculos que entorpecen el transito peatonal y vehicular, ruido, polvo y emisiones de gases de combustión.



Figura N°5: Remoción de veredas con martillo neumático

6.1.3 EXCAVACION DE ZANJA A CIELO ABIERTO.

Continuando con el cronograma del trabajo, se comienza con la excavación a cielo abierto de forma manual o mecánica (zanjadora autopropulsada) para la colocación, conforme al proyecto, de la cañería distribuidora y las conexiones domiciliarias. Incluye: La limpieza, nivelación del terreno y excavación de las zanjas en longitudes tales, que permitan cumplir con el plan de trabajo y teniendo especial atención en tener la zanja tapada al final de cada jornada, para lo cual se deberá programar en función del equipamiento, elementos, materiales, herramientas, maquinarias y mano de obra necesaria disponibles para su cumplimiento.

La contención del suelo removido hasta la terminación de los trabajos, conforme a lo establecido en las Ordenanzas municipales.

Se fija el ancho mínimo de zanja en 20 cm y la profundidad mínima de 70 cm según lo establecido en las Normas y Proyecto Constructivo aprobado por GAS NEA S.A.

La contratista dispondrá y empleará los equipos necesarios, métodos adecuados y mano de obra suficiente para ejecutar el zanjeo, de acuerdo con el replanteo y cronograma de la obra.

La tierra extraída durante el zanjeo deberá volcarse a un lado, evitando obstruir el escurrimiento de los desagües pluviales. En caso de exigirlo la autoridad competente, la tierra será retirada o depositada en cajones o entablados de contención.

El piso de la zanja será nivelado en los lugares donde fuere necesario, para proporcionar un asentamiento uniforme de la tubería. Cuando el zanjeo deba realizarse en terrenos de relleno, donde existan objetos extraños pudieran dañar la tubería, se tendrá que cubrir el fondo de la zanja con un manto de 0,15m a 0,20m de espesor con tierra fina, libre de piedras, cascotes y desperdicios, la que será debidamente compactada.

El borde de la zanja, entendiéndose por tal a una franja de aproximadamente 0,20 m a ambos lados de la misma, deberá estar libre de tierra u otros objetos, previo a la bajada de la tubería.

En zonas arboladas se evitara asentar tubería sobre raíces, las que no podrán ser dañadas o cortadas, salvo que sea imprescindible, en cuyo caso se realizarán las tareas con la debida autorización de la autoridad competente y tomando las precauciones necesarias para impedir el debilitamiento o derrumbe de los árboles.

En los casos que se atraviese la salida de garajes, corralones, talleres u otros espacios con entrada de vehículos, la zanja se efectuara por túnel o a cielo abierto. En este último caso, se implementarán los medios que permitan el libre acceso.



Figura N°6: Excavación de zanja, vereda intransitable



Figura N°7: Excavación de zanja en vereda sin vallado

6.1.4 BAJADA DE CAÑERÍA.

Cuando la zanja haya quedado en condiciones de recibir la cañería, profundidad y ancho requerido, fondo liso, sin elementos abrasivos, cascotes, etc., se procederá a trasladar la cañería desde el obrador hasta el lugar del tendido, colocando el devanador en el comienzo de la zanja y luego se desenrolla la cañería tirándola desde un extremo y arrastrándola en el fondo de la zanja. El devanador se utilizara para los rollos de caños de PE Ø 50 (150m), 63 (150m) y 90 (100m), para el caso del caño Ø 125mm algunos fabricante proveen en rollo de 100m y tiras de 12 m. Salvo condiciones especiales, este Ø se utiliza normalmente en tiras al igual que el caño PE Ø 180mm. Para la instalación de las tiras, se fusionan dos o tres tiras fuera de la zanja y luego se bajan los 24 o 36 m. y no más de esta cantidad por el peso, inflexibilidad e incomodidad que resulta trasladarlos, esto se hace a los efectos de fusionar la menor cantidad posible dentro de la zanja, teniendo en cuenta los Ø de estos caños que se torna dificultosa dicha tarea debiendo además agrandar la zanja hacia los costados a fin de poder trabajar el operario calificado fusionista, dentro de la misma para preparar y unir los extremos de los caños.



Figura N°8. Excavación de zanja en vereda (intransitable). 1/2 calzada ocupada con cañería.



Figura N°9: Bajada de cañería sorteando otros servicios.



Figura N°10: Bajada de cañería, tracción compleja.

6.1.5 TAPADO DE CAÑERÍA Y COMPACTACIÓN.

Luego que la cañería se encuentra ubicada en su posición definitiva, apoyando en toda su extensión en el fondo de la zanja, se comienza a tapar con material fino libre de cascotes, elementos punzantes, etc., en capas sucesivas de 20cm de altura y compactando en cada una de ellas hasta nivel de terreno natural o fondo de contrapiso en el caso que exista vereda. La malla de advertencia de polietileno amarilla se colocará antes de los 20cm del nivel de piso terminado.

Para mantener la obra limpia y ordenada, el material sobrante del relleno y compactación, se debe retirar a los lugares destinados previamente autorizados por la Municipalidad y la Inspección de obra, con vehículos apropiados destinados a tal fin.



Figura N°11: Tapada de cañería y compactación.

6.1.6 EJECUCION DE CONTRAPISO Y SOLADO.

Para esta etapa surge un nuevo rubro, “Albañilería”, donde las cuadrillas encargadas de ejecutar contrapiso y solado, estarán conformadas por operarios calificados para esta tarea, distintos de los que precedieron su labor. Será necesaria la provisión de equipamiento, elementos, materiales, herramientas, maquinarias y mano de obra para llevarlo adelante. A su vez se pueden considerar dos posibilidades de llenar contrapiso, una con H^o pobre elaborado y la otra elaborado in-situ.



Figura N°12: Ejecución de contrapiso.



Figura N°13: Vereda sin reparar y sin señalizar.



Figura N°14: Vereda reparada con acabado distinto al existente.

Al término de la jornada los materiales y herramientas, (herramientas, tuberías, accesorios, etc.) deben de quedar ordenados y recogidos, las tierras sobrantes eliminadas o en contenedores y la calle y vereda barrida y limpia. Concluyendo de esta manera la ejecución de la obra proyectada.

6.2 Alternativa 2.

Veremos la 2° opción como alternativa de ejecución de red de distribución de gas natural: **“Perforación Horizontal Dirigida”**

6.2.1 ASPECTOS GENERALES.

Las innovadoras **“Tecnologías SIN Zanjas”** son soluciones para una gestión sostenible de las infraestructuras urbanas.

También llamadas Trenchless, pueden emplearse en una amplia variedad de proyectos de instalación y rehabilitación de canalizaciones, incluso en las áreas más congestionadas, convirtiéndose en una solución perfectamente sostenible para la conservación y desarrollo de complejas infraestructuras subterráneas urbanas.

La Perforación Horizontal Dirigida PHD (HDD, en inglés Horizontal Directional Drilling) para colocar nuevas tuberías sin zanja surgió de la fusión de las tecnologías empleadas en la captación de agua y del petróleo. Resulta sorprendente descubrir que Leonardo da Vinci inventó, en el siglo XV, la primera máquina de perforación horizontal que servía para introducir tuberías de madera (Figura 1). La primera instalación con PHD se realizó en 1971 con una tubería de acero de 180 mm para cruzar el río Pájaro cerca de Watsonville, California. Hoy es una técnica que se ha generalizado para franquear obstáculos como ríos, carreteras y zonas complicadas de atravesar mediante una excavación convencional. También se utiliza en las obras municipales para las conducciones de agua potable, gas natural, fibra óptica, cableados eléctricos, alcantarillado y similares cuando hay que cruzar edificios o calles.

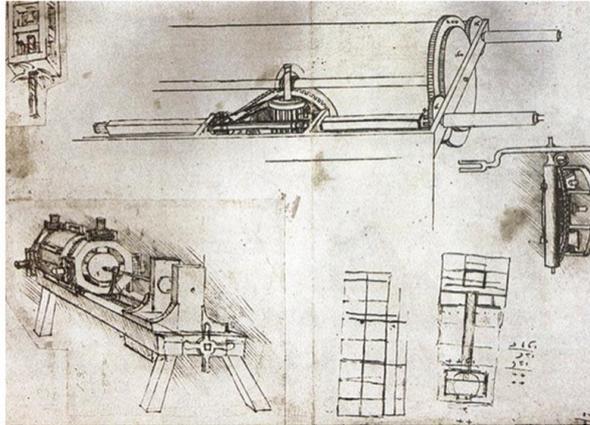


Figura 15. Máquina de perforación horizontal ideada por Leonardo da Vinci, antes de 1495. Fuente: <http://trenchless-australiasia.com/>

Lubrecht (2012) analiza las ventajas medioambientales de las técnicas PHD usadas en la descontaminación de suelos. Sin embargo, Ariaratnam y Proszek (2006) recuerdan los desorbitantes costes legales por daños a terceros en los que están incurriendo contratistas negligentes, tanto de PHD como de excavación tradicional. Ello obliga a sistemas muy precisos para detectar obstáculos y otras conducciones para evitar accidentes y explosiones (Jaganathan et al., 2011).

Todo comenzó hace más de 40 años con el Grundomat, un martillo neumático que avanza mediante compactación del terreno, también conocido como 'topo'. Por aquellos tiempos, el fundador de la empresa **Tracto-TechnikGmbH** veía cómo se tenía que destruir una carretera recientemente inaugurada para poder instalar una canalización de agua potable que se habían olvidado de instalar. Esta experiencia supuso la inspiración necesaria para inventar este tipo de martillo el cual realiza su función de una forma similar al topo. Debido a esta similitud, desde entonces este pequeño animal ha sido elegido como imagen de la marca y con los años ha sido muy popular y sinónima del Grundomat.

La irrupción de este 'topo' supuso la rampa de lanzamiento para el desarrollo de más 'Tecnologías SIN Zanja', capaces de hacer frente a cada vez mayores diámetros de tuberías así como a instalaciones más largas. El posterior sistema de perforación mediante empuje dinámico Grundoram, por ejemplo, se ha podido emplear para la instalación de tuberías de acero de hasta 4.000 mm de diámetro bajo carreteras, canales de agua, líneas de ferrocarril, parques, etc., y en longitudes de hasta 80 metros.

Estos martillos son empleados horizontalmente para la construcción de pasos subterráneos, pequeños puntos de descarga, canalizaciones en túneles, etc., y verticalmente para cimentaciones y perforaciones, entre otras aplicaciones.

Cuando empezó a ser posible la monitorización y el guiado del proceso de perforación subterránea, nació el llamado método de Perforación Horizontal Dirigida. Los proyectos pudieron ser cada vez más ambiciosos al permitir esta tecnología la instalación de tuberías de hasta 500 m de longitud, convirtiéndose así en una práctica muy habitual a la hora, por ejemplo, de sortear ríos o canales de agua. Las técnicas de detección permiten realizar operaciones muy sofisticadas, incluso perforaciones bajo complejos industriales. El amplio abanico de aplicaciones también incluye la instalación de redes de gas, de suministro de agua, de alcantarillado, de cableado de telecomunicaciones, sistemas de tráfico, emergencias, etc., así como instalaciones eléctricas de baja, media y alta tensión y conductores de fibra óptica. Cada vez se abren más aplicaciones a estas tecnologías gracias a la aparición de barrenas cada vez mayores, diámetros de trabajo superiores y a la capacidad de trabajar sobre rocas

de mayor dureza. Tracto-Technik suministra su Serie Grundodrill para cualquiera de estos trabajos.

Es un método, rápido, limpio y ecológico para la instalación de redes de tuberías en ámbitos urbanos e interurbanos con niveles mínimos de ruido e impacto ambiental y sin la necesidad de abrir zanjas ni obstaculizar el tránsito.

Para hacer frente a trabajos donde falta espacio Tracto-Technik desarrolló Grundopit, una máquina pequeña de perforación horizontal dirigida, utilizada principalmente para realizar pequeñas acometidas y sobre todo cuando su trazado no es visible.

Es más, a través de la tecnología Grundopit^K, realizada conjuntamente con ENGIE (antigua Gaz de France Suez) se minimiza la invasión de las operaciones de perforación. Por regla general, las acometidas se realizan desde la red general hasta las paredes de la vivienda.

Gracias a sus ventajas, el Grundopit^K se ha ganado rápidamente el reconocimiento del sector. En Suiza por ejemplo, la empresa SWG Grencher, pionera en el desarrollo de 'Tecnología SIN Zanja' en el ámbito urbano, está aplicando esta tecnología con gran éxito. También Scotia Gas Networks (SGN) la emplea para la instalación y reposición de redes de gas.



Figura N°16. Esquema de Perforación Horizontal Dirigida

Para iniciar la obra, consideremos como la alternativa 1, una vez en el lugar, se observa la vereda en la cuadra que se va a trabajar y se comienza a replantear la traza donde se tenderá la cañería, con la diferencia que con esta 2° opción, PHD, ya no tenemos remoción de veredas ni zanjos, existirán únicamente en los pozos de acometida y recepción de la cañería en dimensiones mínimas. Sí, hay que tener en cuenta todas las interferencias de otros servicios públicos y/o privados.

Una vez definida la traza, se comienza a disponer la zona en seguridad, pero en este caso solamente donde se ubicará la tunelera y donde se recibirá el caño.

7-MATRIZ DE ANALISIS DE FACTIBILIDAD

El método elegido surgirá del análisis efectuado utilizando una matriz de factibilidad, donde se contemplarán los factores detallados a continuación; en que cada uno de ellos se puntuará con un valor según la escala del 1 al 10.

La alternativa que obtenga el mayor número de la sumatoria, será la elegida.

- * Costo Inicial: representa la inversión inicial necesaria para poder adquirir los bienes de uso, consumo y servicios ante la puesta en marcha de la alternativa, contemplando además todo aquel bien o servicio que debiera incorporarse a fin de la ejecución inicial.
- * Consumo materia prima: se refiere al material de reposición a utilizar en las reparaciones de veredas y pavimentos.
- * Consumo de energía: se refiere a la energía a utilizar durante la obra, ya sea electricidad, combustibles líquidos y gaseosos.
- * Consumo de agua: se refiere al consumo de agua necesaria en la instalación de la cañería y en la reparación de contrapisos, veredas y pavimentos.
- * Reducción de residuos: referido a la menor generación de residuos en el transcurso de la obra.
- * Incrementación de personal: se refiere al número de personal calificado y no calificado a incorporar, según requiere la ejecución y desarrollo de la alternativa escogida.
- * Riesgos: se refiere a la evaluación de los riesgos reales y potenciales que pudieran generarse por la implementación y desarrollo de la alternativa escogida, entre ellos riesgos de accidentes laborales.
- * Ruido: se refiere a la menor afectación auditiva, una vez iniciada la obra según la alternativa teniendo en cuenta además la prevalencia en el tiempo durante su ejecución.
- * Polvo: se refiere a la menor generación de polvo que modifica la calidad del aire ambiente, durante la ejecución de la obra.
- * Ocupación de vía pública: se refiere a la evaluación del efecto relacionado al impacto visual y fundamentalmente sobre las condiciones de circulación y planificación urbana durante el tiempo de ejecución de la obra.
- * Calidad de acabados: se refiere al solado de reposición para reparar veredas que quedará de manera definitiva, sucede que determinados modelos son discontinuos, por lo tanto se colocara otro de características similares pero no igual al existente, tanto en textura como en color generando rechazo visual en un tiempo indefinido.

Requerimientos			Alternativas	
			Con Zanjas	Perforación Horizontal Dirigida (PHD)
ECONOMICO	coste	costo inicial	9	2
MEDIO AMBIENTE	Consumo de materia prima	mater.repos.veredas/pav.	3	9
	consumo de recursos	consumo de energía	6	7
		consumo de agua	7	5
	residuos generados	reducción de residuos	5	7
SOCIAL	posibilidad laboral	incrementación de personal	9	4
	seguridad en obra	riesgos	3	8
	molestias a vecinos	ruido	6	8
		polvo	6	9
		ocupación de vía pública	3	9
calidad	calidad de acabados	6	8	
Total acumulado			63	76
Mejor Alternativa			"PHD"	

Tabla N°1: Matriz de factibilidad de alternativas.

De acuerdo a la valoración obtenida en la Tabla N°1, se escoge como alternativa a desarrollar la Perforación Horizontal Dirigida (PHD).

8-DESARROLLO

8.1 REQUERIMIENTOS PARA OBRA RED DE DISTRIBUCION DE GAS NATURAL

En la elaboración del Presupuesto para presentar a la licitación, se tendrá en cuenta los Pliegos de Especificaciones Generales, Particulares y Técnicas, visitas al lugar en cantidades que se requieran, así se podrá observar densidad poblacional, clases de vivienda, comercios, industrias, talleres, tipo de terreno donde se trabajará, desmontes, materiales de veredas y calzada, depósito para obrador en las adyacencia de la obra.

EQUIPAMIENTO

Para realizar las distintas operaciones que conforman los trabajos de canalización de redes y acometidas, la Empresa Contratista deberá usar las tecnologías que sean de aplicación en cada material por medio del empleo de los útiles y máquinas específicas, manipuladas por personal adiestrado para su uso y, en su caso, con documentación que acredite su capacidad, a fin de conseguir el mejor aprovechamiento de los materiales y el máximo de seguridad para las personas y las cosas.

TRAZADO

Realización del replanteo en campo: una vez que el contratista haya localizado los servicios existentes, el inspector de obra y el contratista replantearán sobre el terreno el trazado definitivo emitiendo el acta correspondiente.

PERMISOS Y AUTORIZACIONES

Será por cuenta del Contratista la obtención de los permisos necesarios, la disposición de las condiciones de señalización y protección requeridas por parte de los Servicios Municipales y/o de otros Organismos para el inicio y ejecución de las obras.

MATERIALES

La totalidad de los materiales de obra mecánica a instalar en las redes y acometidas objeto de este proyecto será suministrado por el contratista, que exigirá del proveedor los certificados que acrediten que el material cumple con la reglamentación vigente y las normas que sean de aplicación en cada caso, debiendo entregar a GAS NEA S.A. los certificados reglamentarios de los mismos, junto con la certificación de sus materiales.

La Empresa Contratista deberá almacenar los materiales según las especificaciones propias de los mismos, a fin de conseguir que permanezcan sus características propias durante todo el tiempo, evitando con ello que reproduzcan deterioros que lo dejen inservible, tales como apoyo en superficies inadecuadas, exceso de carga por altura de apilado excesiva, agresiones físicas o químicas, etc.

La Empresa Contratista se deberá asegurar que todo el material necesario para la obra está en perfecto estado de uso y disponer de los certificados correspondientes de acuerdo a las especificaciones de GAS NEA S.A. La Empresa contratista deberá realizar las inspecciones precisas que garanticen que el tránsito de material es el consignado en los documentos pertinentes y que se encuentra en perfecto estado para su uso inmediato.

La tubería de polietileno podrá suministrarse en rollos o en tiras. La longitud de los primeros estará comprendida entre 50 y 180mm, siendo el largo de las tiras de 12 m.

El suministro será en rollos para tubería de diámetros 50, 63, 90 milímetros y en barras para la tubería de diámetros 125 y 180 milímetros.

OBRA CIVIL

La Obra Civil implicará todos los trabajos tendientes a situar la red o acometidas en condiciones tales que permanezcan inalterables en el tiempo las características de buena instalación, conseguidas en el momento de la finalización de su montaje. Por ello la Empresa Contratista deberá tomar especial cuidado en la realización de todas y cada una de las fases de que recompone:

- Excavación
- Relleno
- Compactación
- Restitución

La Empresa Contratista responderá de la ejecución correcta de la Obra Civil según las técnicas adecuadas, asumiendo los perjuicios que una mala realización pudiera ocasionar y subsanando todo defecto que aparezca en el año siguiente a la terminación de la obra, siempre que no justifique documentalmente que el defecto es imputable a agentes externos.

MONTAJE MECANICO

La obra mecánica estará compuesta por el conjunto de operaciones que serializan para conseguir el tendido de los distintos elementos de una canalización (red o acometida), aplicando las tecnologías que le son propias.

La Empresa Contratista pondrá especial cuidado en la programación desmontaje mecánico para procurar dejar al menos tapada toda la tubería puesta en zanja en el día.

La unión de las tuberías entre sí y/o con los accesorios necesarios se realizará por medio de electrofusión.

PRUEBAS

Una vez terminada la instalación y previo a la puesta en servicio de la red, la Empresa Contratista realizará la Prueba de Hermeticidad con aire a una presión una vez y media la presión de trabajo, es decir a 6 bar.

La Empresa Contratista definirá en cada momento los tramos a probar, programando con antelación el comienzo de la prueba al objeto de avisar al Inspector de Obra para que presencie la misma.

En la prueba deberán tomarse las medidas que procedan para evitar riesgos innecesarios, levantando el acta correspondiente en el que se recogerán los resultados de las mismas.

Si el resultado de la prueba no fuera satisfactorio, la Empresa Contratista deberá realizar las operaciones de reparación que sean necesarias para subsanar los defectos, siendo a su cargo todos los trabajos que se ocasionen, si las causas del defecto son imputables a mala instalación o manipulación de los materiales integrantes de la canalización.

PUESTA EN SERVICIO

Previamente a la puesta en servicio de las instalaciones se recabará el Acta de Recepción Provisionaria de inspección correspondiente al tramo de que se trate.

8.2 REALIZACION DE LAS OBRAS

IMAGEN PÚBLICA DE LA OBRA

La Empresa Contratista se compromete a poner el máximo empeño y todo el esfuerzo posible en cuidar la buena imagen pública de la obra, y fundamentalmente en el cumplimiento de las ordenanzas municipales vigentes, por cuanto reconoce que las censuras y críticas que se originan por la excesiva duración y el poco cuidado de una obra en el subsuelo, que molesta y perjudica a los intereses de los ciudadanos, nunca afecta sólo al buen nombre de la Empresa Contratista, sino al de la contratante, en este caso Gobierno Provincia de Entre Ríos.

Al término de la jornada los materiales, tanto de su propiedad como de GAS NEA S.A. (herramientas, tuberías, accesorios, etc.) deben de quedar ordenados y recogidos, las tierras sobrantes eliminadas o en contenedores y la calle barrida y limpia.

PRINCIPIO GENERAL

La Empresa Contratista está obligada a observar y hacer cumplir todas las normas sobre Seguridad e Higiene en el Trabajo, aplicables a las tareas propias de las obras reguladas en el contrato, debiendo entregar a GAS NEA S.A. informe de técnico competente sobre cumplimiento de las citadas medidas.

Corresponde a la Empresa Contratista la realización de las obras de acuerdo con las normas legales vigentes, "Reglamento de Redes y Acometidas de Combustibles Gaseosos" indicadas en las Normas y Especificaciones Técnicas para instalación de tuberías de alta, media y baja presión, así como con las Ordenanzas Municipales vigentes.

Dada la especialización y la exigencia de una calidad adecuada que requieren la clase de obras objeto del Contrato, GAS NEA S.A. podrá rechazar al personal que a su criterio, no tenga los conocimientos y aptitudes necesarias para realizar de forma correcta la obra.

8.3 PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN.

PERFORACION HORIZONTAL DIRIGIDA.

I. INTRODUCCIÓN.

La técnica de Perforación Horizontal Dirigida es un procedimiento constructivo de instalación de tubería sin apertura de zanja con las siguientes características:

- Permite un control absoluto de la trayectoria.
- Permite realizar correcciones en la dirección de la perforación.
- Pueden realizarse trayectorias curvas, tanto en la vertical como la horizontal.

Sus principales limitaciones:

- En cuanto al terreno: plantea problemas en terrenos heterogéneos de baja consistencia como gravas o bolos.
- En cuanto al diámetro: No aconsejable para diámetros superiores a 1.200 mm.
- En cuanto al tipo de tubería. Al introducirse la tubería traccionando, ésta debe tener uniones robustas: acero o polietileno soldado a tope, actualmente se están desarrollando tuberías de fundición con juntas acerrojadas especiales.

II. MAQUINARIA

1. Plataforma de perforación. Unidad de rotación y empuje
2. Grupo hidráulico para suministro de caudal hidráulico a la plataforma.
3. Bomba de lodos para inyectar el lodo con alto caudal y presión al frente de excavación a través del varillaje.
4. Mezcladora de lodos donde se mezcla la bentonita con el agua convirtiéndolo en el lodo de perforación.
5. Varillaje de perforación de dimensiones variables, transmite los esfuerzos de rotación y empuje o tiro.
6. Sistema de guiado acoplado en el varillaje de perforación, junto al cabezal de perforación, emite una onda a la superficie.



Figura N°17: Esquema Perforación Horizontal Dirigida

III. PROCESO DE EJECUCION.

El proceso de una Perforación Horizontal Dirigida (PHD) se basa en tres etapas principales: perforación guía, ensanchado e introducción de la tubería. La perforación horizontal dirigida se inicia con un taladro guía ejecutado con una plataforma perforadora que va empalmando y empujando y rotando varillaje de perforación.

Una vez finalizada la guía, se procede a la introducción de sucesivos conos ensanchadores para ampliar el túnel al diámetro necesario para introducir la tubería. Finalizado y estabilizado el túnel, se procede a la introducción de la tubería.

a.) PERFORACION PILOTO O GUÍA.

La perforación piloto o guía, es una perforación de pequeño diámetro (un poco mayor

al varillaje de la perforadora empleada) que sigue fielmente la trayectoria teórica proyectada y diseñada.

Para poder detectar la posición del cabezal perforador se emplea el sistema de guiado.

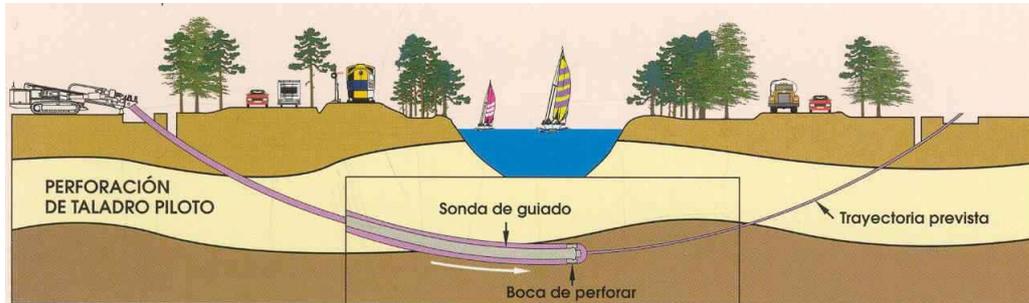


Figura N°18: Esquema perforación piloto o guía.

b.) ENSANCHADO DEL TÚNEL.

Una vez realizada la perforación piloto, se desmontará el cabezal de perforación y en su lugar se montará un cono escariador para aumentar el diámetro del túnel de la perforación. Este proceso se realizará en sentido inverso, es decir por tracción desde la máquina adicionalmente al giro continuo, con lo que se progresa en el ensanche la perforación anterior hasta alcanzar el diámetro deseado. La repetición sucesiva de estas operaciones de escariado, con diámetros crecientes, concluye con la perforación del diámetro deseado.

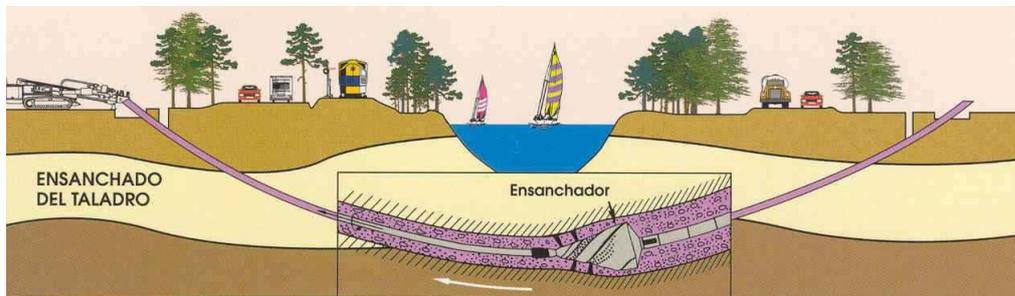


Figura N°19: Esquema ensanchado del túnel.

c.) INSTALACIÓN DE LA TUBERÍA.

Una vez que se haya logrado el diámetro del túnel deseado con la ayuda de los ensanchadores, se procede a la introducción de la tubería. La tubería, previamente soldada en su longitud total, se alinea con la perforación y se conecta al varillaje de perforación, ya introducido en el túnel. En ese momento la perforadora tira de ella a través del varillaje, introduciéndola en el túnel progresivamente.

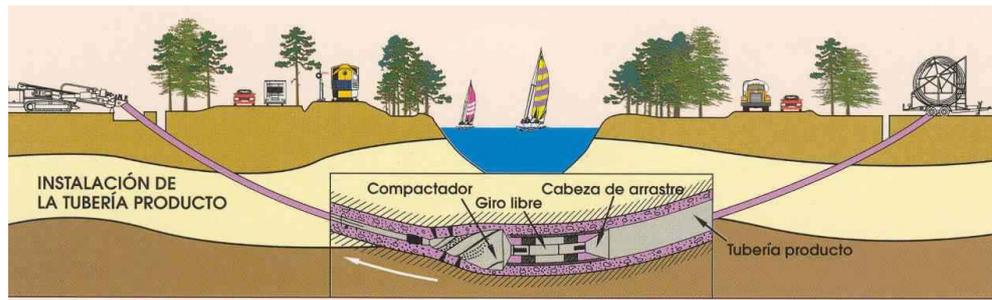


Figura N°20: Instalación de la tubería.

Este método, rápido, limpio y ecológico, permite la instalación de servicios tales como agua, gas, electricidad, comunicaciones... así como la instalación bajo nivel freático de drenajes marinos, regeneraciones de playas, descontaminación de suelos, reconstrucción y ampliación de colectores. El sistema permite el cruce de grandes ríos, carreteras y autopistas, montañas y cualquier obstáculo natural, puesto que, al utilizar lodos de perforación, permite perforar bajo nivel freático de forma rápida y eficaz. Este método es utilizado para instalación de tuberías de acero o polietileno desde superficie, en diámetros desde 2" hasta 26" con longitudes hasta de 2000 mts. Consiste en una perforación piloto constituida por un cabezal dirijible donde se encuentra una sonda emitiendo ondas de radio que al ser detectadas en la superficie permite tener el control sobre la direccionalidad, profundidad e inclinación de la perforación, utilizando varillas de perforación flexible, posteriormente se amplía la perforación por compactación de fresas hasta obtener el diámetro deseado, requiere el uso de fluidos de perforación y opera por empuje y rotación.

El desarrollo de la tecnología PHD se ha basado fundamentalmente en las innovaciones realizadas en los sistemas de navegación y seguimiento de la perforación. La navegación permite conocer con precisión la localización de la punta de perforación. Para controlar la dirección y profundidad de la cabeza, se le coloca en su interior o junto a ella una sonda que emite señales que se recogen en superficie. Este sistema vía radio se denomina 'Walk-over', que incluso es capaz de capturar las señales sin acceso directo sobre el transmisor; es un sistema muy utilizado en la PHD, sobre todo en trabajos pequeños y medianos.

Sin embargo, a veces resulta complicado seguir en superficie al transmisor, como por ejemplo en un río; en estos casos se puede utilizar un cable conectado a la cabeza para el guiado, sería el sistema de cable 'Wire-line', utilizado también cuando se requiere una mayor precisión. Existe asimismo la posibilidad de anular el efecto de campos magnéticos y eléctricos cuando se atraviesan elementos que interfieren las señales. Otros sistemas, denominados 'Gyrocompass', utilizan la magnetometría para la localización; estos giroscopios trabajan independientemente del campo magnético terrestre y por tanto determinan de forma precisa la dirección del eje de perforación. Li (2013) explica la monitorización de una tubería de gas durante su ejecución.



Figura N°21: Localizador del cabezal de perforación.



Figura N°22: Sondas que emiten la señal desde el interior de la barra cabezal.

Una de las partes importantes de todo el proceso son las personas responsables del operativo, solo la experiencia y la capacitación del personal pueden llevar a buen término trabajos difíciles. No se puede desconocer la importancia del sistema de detección, que permite determinar en la perforación piloto la línea, el ángulo, la profundidad, la temperatura de la mecha y la carga de baterías (tanto del emisor como del detector). Los equipos de última generación permiten determinar la posición exacta de la cabeza de perforación, anticipándose a la próxima barra a instalar, lo cual permite corregir antes de que una desviación se produzca.

El sistema consiste en un tren de barras, que se unen en forma roscada para conformar un tren de perforación que lleva en su punta el emisor de señal, que es la guía y permite avanzar con rotación o generar cambios de línea, actuando como timón.



Figura N°23: Tunelera Horizontal Dirigida



Figura N°24: Inicio de perforación con seguimiato.



Figura N°25: Retroceso del escariador e instalación de la tubería.



Figura N°26: Boca de recepción del cabezal.

Como se mencionó anteriormente, para hacer frente a trabajos donde falta espacio Tracto-Technik, la empresa Alemana líder mundial en el desarrollo y fabricación de equipos de tecnología TRENCHLESS, desarrolló Grundopit, una máquina pequeña de perforación horizontal dirigida, utilizada principalmente para realizar pequeñas acometidas y sobre todo cuando su trazado no es visible. Detallamos a continuación dos variedades de tuneleras PHD en función de sus características técnicas.

GRUNDOPIT P (STANDARD)

La GRUNDOPIT STANDARD es una máquina pequeña de perforación horizontal dirigida, utilizada principalmente para realizar acometidas, sobre todo cuando su trazado no sea visible. Raramente se realizan tramos de más de 100 metros.

El diámetro máximo de la tubería a instalar es de DN 110 mm. Por regla general, las acometidas se realizan desde la red general hasta las paredes de la vivienda, pudiendo llegar hasta el sótano si con anterioridad se ha hecho un agujero en la pared.



Figura N°27: Ubicación de Grundopit e ingreso de la cañería al túnel.

Especificaciones técnicas

- Torsión máxima de 600 Nm
- Especialmente indicado para conexiones domésticas

- Longitud de perforación máxima (según suelo y el tubo): 50 metros
- Diámetro máximo Ø 150 mm, max. tubo Ø 110 mm
- 60 kN de empuje y tiro hacia atrás de 40 kN
- Mini sistema de mezcla (200 litros) de suspensión de agua / polímero
- Unidad compacta de accionamiento hidráulico de 13 kW para taladro y sistema de mezcla

Características

- Funciona con agua sola
- La unidad completa se puede cargar en un remolque de 3,50 x 1,70 m para un transporte seguro
- Se puede desmontar en tres partes

Funciones

- Conexión de la varilla patentada para cambio rápido. Las varillas están atornilladas entre sí sólo una vez y se colocan simplemente en la recepción posterior.

Rendimientos				
Grundopit-Modelo	Standard	Power	Arqueta	Compact
Momento de par (Nm):	600	1000	1000	1000
Perforación piloto (mm):	58	58	58	58
Longitud útil varillas (mm):	500	500	500	500
max. Ø escariación (mm):	150	200	150	200
max. Ø tubería (mm):	110	160	125	160
Fuerza empuje / tiro (kN):	60/40	60/40	40	40
Grupo hidráulico TT M 9 (kW):	10	-	-	-
Grupo hidráulico TT B 20 (kW):	-	24	24	-
Grupo hidráulico a bordo (kW):	-	-	-	38,8
Rendimiento grupo combinado (kW):	-	37,5	37,5	-
Consumo de aire grupo combinado (m³):	-	1,7	1,7	-
Longitud de perforación(m):	50	80	50	100
Sistema de mezclado:	Tanque de 200 l + bomba	-	-	-
Mezcladora:	-	MA09	MA 09	a bordo
max.presión (bar):	60	50	50	50
max caudal (l)/min:	8	25	25	25

Tabla N°3: Datos técnicos de Grundopit

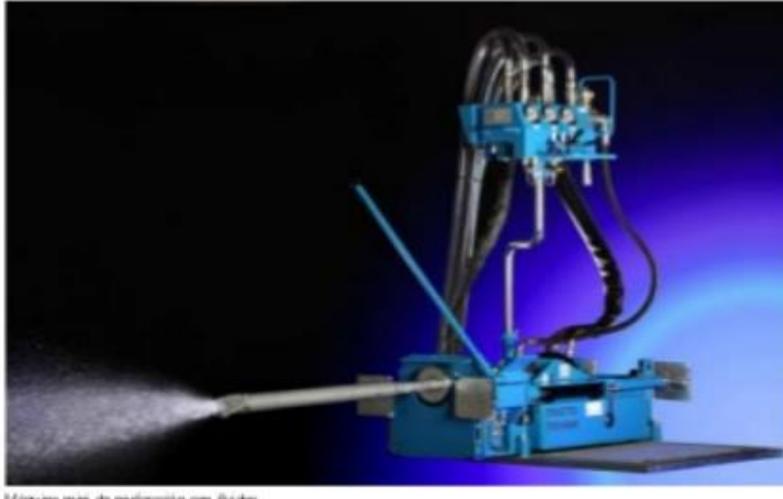


Figura N°28: Grundopit P

GRUNDODRILL 4X

El **Grundodrill 4X** de TT proporciona la energía necesaria para realizar las perforaciones más complicadas proporcionando además una mayor maniobrabilidad cuando se endurecen las condiciones de trabajo.

Además, el Grundodrill 4X viene equipado con un sistema exclusivo inteligente que hace la perforación dirigida más fácil que nunca.



Figura N°29: Grundodrill 4X

Características

- Es una máquina corta, necesita poco espacio para su colocación.
- Grandes ventajas en espacios pequeños.
- Alto rendimiento con un alto momento de par motor.
- Asiento para operario.
- Según el tipo de terreno, puede instalar tuberías de hasta 160 mm diámetro y longitudes de hasta 100 metros.
- Sistema de anclaje en el tiro de la tubería de gran estabilidad.
- Mezcladora y grupo de bombas dimensionadas a la potencia de la máquina

Equipo básico

- Motor Kubota Diésel de 28 kW.
- Puesto de mando de fácil utilización.
- 1 Joystick multifuncional.
- Sistema de anclaje hidráulico, basculante de tres posiciones.
- Mando a distancia.
- Caja de varillas con 32 varillas de perforación (48 metros).
- Placa de apoyo, orugas de goma sobre base de acero.

Largo x Ancho x Alto [mm]	3.965 x 1.200 x 1.530
Peso, incl. varillas [kg]	2.140
Contenido de la caja de varillas [m]	48
Grado de inclinación	15°
Fuerza de empuje y tiro [kN]	43
Momento máximo de Par motor [Nm]	1.300
Giro máximo de las varillas [rev/min]	230
Perforación piloto Ø [mm]	80
Varilla de perforación TwinDrive Ø [mm]	48/38
Longitud útil de las varillas [mm]	1.500
Expansor Ø* [mm]	≤ 250
Tubería Ø* [mm]	≤ 160
Longitud* [m]	≤ 100
Curvatura mínima del radio [m]	25
Velocidad máxima de desplazamiento [Km(H)] 2 velocidades	2
Depósito de agua limpia [l]	-
Súper insonorizado [dB(A)]	82,5
Potencia máxima [kW]	28
Bomba de bentonita [l/min]	-

Tabla N°4: Datos técnicos Grundodrill 4X.

Si bien existe una gran variedad en tuneladoras PHD, para el trabajo que se está analizando, con GRUNDODRILL 4X se estaría en condiciones de ejecutar la totalidad

de la obra considerando los diámetros de cañería a instalar y fundamentalmente por el acotado espacio que necesita la máquina para ubicarla en áreas urbanas medianamente densas. Teniendo en cuenta que aproximadamente un 90% de la red a instalar posee diámetros que va desde 50mm hasta 90mm, se podría recurrir a la tunelera GRUNDOPIT P STANDARD (de menor costo), aprovechando aún más sus menores dimensiones que la GRUNDODRILL 4X, y utilizando ésta para los diámetros mayores.

Algunos interrogantes con sus respectivas respuestas que surgen sobre este sistema:

1. ¿Cuál es la diferencia entre la tunelera inteligente y la tunelera dirigida o direccionable, la tecnología trenchless o la perforación horizontal dirigida?

Son diferentes maneras de nombrar al mismo proceso. El sistema de perforación horizontal dirigida se realiza gracias a la tunelera inteligente, que es, además, dirigida o direccionable. El uso de esta tecnología permite instalar cualquier tubería o cableado sin alterar la superficie del terreno en donde opera (trenchless).

2. La tunelera inteligente, ¿se utiliza sólo para la instalación de servicios?, ¿cuáles son sus otros usos?

La tunelera inteligente es un sistema que permite la instalación de redes subterráneas, la remediación de suelos contaminados y la reinserción de cañerías. También puede utilizarse para solucionar algunos casos especiales, y por lo general, siempre complejos, por ejemplo: la estabilización de un terreno, la depresión de napas por medio de un sistema de drenaje o el abastecimiento de servicios a cualquier rincón de una planta industrial.

3. ¿Cómo es su aplicación en otros países?, ¿y en comparación con la Argentina?

Hoy en el exterior, la ejecución de trabajos que pueden realizarse con tunelera horizontal sólo se autoriza con este sistema. Asimismo, los riesgos que implican los sistemas tradicionales han descartado su utilización.

Si bien la tunelera horizontal brinda innumerables ventajas, en nuestro país su uso es ínfimo en comparación con los países desarrollados.

4. ¿Qué tipo de persona puede manejar una tunelera?

Es sumamente importante que la persona que está al frente del grupo de trabajo cuente con la experiencia y el conocimiento necesarios para determinar la tunelera, las herramientas y el fluido más indicados para cada tipo de suelo, de acuerdo con las cañerías a instalar.

Asimismo, el operador de la tunelera debe contar con la experiencia y el conocimiento necesarios para navegar en el subsuelo con la suficiente sensibilidad. Esto le permite tomar la mejor decisión ante cambios de suelo o la presencia de interferencias.

5. ¿En qué casos es conveniente aplicar la tunelería inteligente?

Siempre que las características del suelo y la información sobre las interferencias lo permita.

6. ¿Cuáles son sus ventajas frente a el sistema de zanjeado a cielo abierto?

- Reducción significativa de los tiempos de obra.
- Es sumamente seguro, tanto para el operario como para terceros.
- Permite trabajar de manera rápida, limpia y ordenada.
- No es necesario abrir zanjas.
- No se obstaculiza el tráfico.
- No genera molestias para quienes trabajan o viven en las áreas en donde opera
- Se minimizan los ruidos y el estrés.
- Se minimizan los costes de excavación y de reposición del material extraído.
- No se destruyen superficies que pueden ser valiosas.
- Se evitan atascos de tráfico y/o tener que desviar el mismo por obra.
- Bajas emisiones de CO₂, ruido y polvo.
- Permite un menor impacto ambiental.
- Aprobadas de acuerdo a los últimos estándares técnicos.

7. ¿Con cuánto tiempo de anticipación se debe planificar la contratación del servicio?

Con la información necesaria, en 48 horas se puede contar con una propuesta, el Bore Planner y el presupuesto para su ejecución.

8. ¿Qué información debe recabar el cliente antes de comenzar la obra?

- a) Características del suelo.
- b) Longitud y profundidad del cruce.
- c) Diámetro y material de la cañería.
- d) Interferencias.
- e) Obstáculos a salvar.
- f) Ubicación.

APLICACIONES

- Paso de un río natural
 - Paso de un canal
 - Paso de un río con rompeolas
 - Perforación subterránea de parques
 - Paso de edificios y industrias
 - Paso de sistemas de transporte subterráneos
-
- Paso de biotopos
 - Perforación de un talud
 - Paso bajo árboles protegidos
 - Perforación subterránea de escalinatas
 - Paso de diversos caminos paralelos transitados
 - Perforación en calles transitadas
 - Inyección de cemento
 - Descontaminación de suelos
 - Inyección de aguas y/o gases

La Perforación Dirigida Horizontal PHD constituye una técnica que presenta claras ventajas en la instalación de tuberías, conducciones o cables en medios urbanos o para superar barreras como carreteras, ríos, etc. Sus costes actualmente son muy competitivos, especialmente si se tiene en cuenta los costes indirectos que suponen las molestias e interrupciones de servicios que plantea la excavación en zanja tradicional. Son posibles conducciones de una gran variedad de diámetros y longitudes de perforación que pueden superar fácilmente el kilómetro. Los procedimientos actuales de navegación y guiado de la perforación están asistidos por ordenador y permiten una elevada precisión, capaz incluso de instalar tuberías que funcionan por gravedad, donde es fundamental el control de la inclinación. Sin embargo, esta tecnología necesita, para garantizar su éxito en plazos, rendimientos y seguridad, de un elevado grado de especialización, pues la elección del equipo adecuado, el manejo del sistema de guiado, el mantenimiento del equipo y la planificación y estudio de los trabajos requieren formación y experiencia.

ESTUDIO DE COSTOS.

Para la ejecución del proyecto por medio del uso de la tunelera inteligente para la tecnología seleccionada, se obtuvo un precio con Perforación Horizontal Dirigida de \$/ml. 2100.- en un plazo estimado de 120 días laborables. Teniendo en cuenta traslado de equipos, viáticos de personal y la ejecución de perforación con instalación de cañería propiamente dicha.

En cambio, para el caso de instalación de cañería con zanja a cielo abierto, se obtuvo un precio de \$/ml. 1900.- en un plazo estimado de 180 días laborables. Considerando rotura de vereda, excavación de zanja con tendido de cañería, tapada y compactación, y reparación de veredas y pavimentos.

La construcción por medio del uso de tecnología sin zanjas para la instalación de cañerías subterráneas, como lo señalan distintos autores de estudios de casos similares, tuvo un costo elevado en su proceso constructivo con relación al sistema convencional a cielo abierto. Sin embargo, los costos indirectos tanto sociales como ambientales podrían situar la tecnología sin zanjas como más ventajosa en comparación con la construcción a cielo abierto; esto es más significativo para áreas urbanas altamente densas respecto a áreas menos densas. Al ser los costos directos

aquellos que implican la ejecución de la obra, los costos sociales relacionados con los retrasos del tráfico, pérdidas de los negocios y de los usuarios de la vía pública, otros costos podrían ser la productividad, la seguridad y el comportamiento estructural. Otro aspecto muy importante son los costos ambientales tales como la contaminación por ruido, aire, agua y los daños en el paisaje, que tiene cada uno de los métodos de construcción. A diferencia de los métodos tradicionales de construcción de zanjas abiertas que aumentan considerablemente la contaminación del medio ambiente, los métodos de construcción sin zanjas reducen significativamente las emisiones de CO₂ y otros gases nocivos a la atmósfera que causan enormes problemas de salud. La construcción sin zanjas tiene una ejecución más rápida y más económica, ya que ejecutar un tendido de cañería sin zanjas puede tener una duración de aproximadamente el 65% del tiempo que demandaría por el método de cielo abierto. Otra de las ventajas ecológicas de las tecnologías sin zanjas que estas provee una reducción del 90% en la emisión de gases de efecto invernadero.

CONCLUSIÓN.

El desarrollo y crecimiento de las ciudades ha impulsado la demanda de ejecución de nuevas redes públicas y privadas subterráneas, principalmente, en zonas con alta densidad de redes existentes. De esta manera, se ha incrementado la necesidad de crear nuevos sistemas que puedan ir de forma subterránea sin alterar las actuales líneas de servicios.

Cabe considerar las afectaciones que se pueden producir en una ciudad cuando se realizan obras viales como, por ejemplo, cortes en la circulación, accidentes e inseguridad, lo cual ha generado un interés especial en la necesidad de implementar planes que aporten al mejoramiento sostenible de la calidad de vida de la población y, como propósito, mejorar la competitividad de la industria de la construcción, incluyendo obras subterráneas de redes de saneamiento para el sector del área urbana.

Hoy, gracias al ofrecimiento de esta tecnología, la **PERFORACIÓN HORIZONTAL DIRIGIDA**, reconocida y aplicada en el mundo entero, no sólo se cuenta con la posibilidad de *desviar cauces, interrumpir autopistas, cortar calles y limitar a pasadizos el tránsito de los transeúntes*; sino también se ofrece a las personas y al medio ambiente un tratamiento sin **agresividad** totalmente compatible con el desarrollo normal de todas las actividades de un mundo en pleno desarrollo, con vista a un crecimiento en lograr constantemente mejorar nuestra **calidad de vida**.

Con el presente trabajo propongo aplicar en las distintas ciudades de nuestro país, tanto para las nuevas instalaciones de infraestructura como también para el mantenimiento de las existentes que datan de varias décadas, las nuevas tecnologías implementadas a nivel mundial en las grandes ciudades densamente pobladas de los países desarrollados. Para lograrlo deberá existir también un acompañamiento de concientización y difusión desde el estado, tanto nacional, provincial y municipal, generando severas restricciones a la excavación de la superficie. Bajo estas circunstancias para los proyectos con zanja, comenzar a dar varios incentivos para el desarrollo de nuevos métodos de construcción sin zanjas, por ejemplo a través de bonificaciones y/o descuentos arancelarios de tasas, derechos e impuestos.

BIBLIOGRAFIA:

NAG 153: Nombre del documento: Normas argentinas mínimas para la protección ambiental en el transporte y la distribución de gas natural y otros gases por cañerías. Contenido: Especificaciones y exigencias mínimas para la identificación y evaluación de impactos y riesgos ambientales y para la implementación de medidas y acciones que mitiguen y/o minimicen sus consecuencias adversas derivadas, compatibilizando las actividades involucradas en cada una de las etapas que componen el transporte y la distribución de gas con pautas y criterios de protección ambiental, en un marco de metodologías adecuadas, efectivas y de desarrollo sustentable.

Manual de Procedimiento Ambientales – GAS NEA S.A. 2010.

Apeldoorn, S. (2010). Comparing the costs-Trenchless vs traditional methods. Presented at the Australasian society for trenchless technology, New Zealand.

Asociación Ibérica de tecnologías Sin Zanja. (2013). Manual de tecnología sin zanja (2013th ed.).

Krah. (2008). Recomendaciones para el Manejo e Instalación en Zanja de Tuberías.

Lobo, J. (1997a). Tecnología sin zanjas una solución para la instalación de tuberías subterráneas, sin excavación: estado de conocimiento usos y aplicaciones en Colombia. PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA.

Viana Vidal, fredy. (2004a). TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN FUNDAMENTADAS EN LA TECNOLOGÍA SIN ZANJAS. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

F. Mínguez-Santiago, “Métodos de excavación sin zanjas”, tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España, 2015, 82 pp. [En línea]. Disponible en: http://oa.upm.es/37225/1/Tesis_master_Felicidad_Minguez_Santiago.pdf

P. Marín-Ibarra, “Estudio de la factibilidad técnica y económica del uso del nuevo sistema de instalación y/o reemplazo de tuberías, sin zanjas, para conducciones de agua potable”, tesis de maestría, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, 2004, 149 pp. [En línea]. Disponible en: <https://documentslide.org/embed/113792-pdf>

<https://gualeguaychu.gov.ar/apps/web/ftp/AR->

[L1307_EsIAS+PGA_Circunvalaci%C3%B3n%20Gualeguaychu_Version%20Fit%20for%20Disclosure_modif.pdf](https://gualeguaychu.gov.ar/apps/web/ftp/AR-L1307_EsIAS+PGA_Circunvalaci%C3%B3n%20Gualeguaychu_Version%20Fit%20for%20Disclosure_modif.pdf)

<http://www.ibstt.org/>

https://www.researchgate.net/publication/245283382_Horizontal_Directional_Drilling_Profile_of_an_Emerging_Industry_ALLOUCHE_2000

<http://www.trenchless.eu/wp-content/uploads/2016/11/PREVIEW-Manual-de-Ingegner%C3%ADa-No-Dig-ESPANOL.pdf>

https://suma.org/img/uploads/documents/communities_of_tomorrow/Trenchless%20Technologies.pdf