



Facultad de
Ciencias Exactas
Físicas y Naturales



Cátedra de Práctica Profesional Supervisada
COLECTORES Y PLANTA DEPURADORA
DE LIQUIDOS CLOACALES- CIUDAD DE
CORDOBA

Autor: Novelli Federico Luis

Tutor: Ing. Hector Araujo

Supervisor Externo: Ing. Franceschi Gerardo

Entidad Receptora: Ministerio de Agua, Ambiente y Servicios Públicos en la
Unidad Ejecutora de Obras (U.E.O.)

2018

RESUMEN

En el presente informe se desarrollan las tareas realizadas en el Ministerio de Agua, Ambiente y Servicios Públicos en la Unidad Ejecutora de Obras (U.E.O.), en la obra “Colectores y Planta Depuradora de Líquidos Cloacales - Ciudad de Córdoba”.

En primer medida se describe la función y composición de la U.E.O. donde se cumplió el rol de inspector de obra.

Luego se realiza una descripción de la obra en general, tanto de la planta depuradora como de los colectores troncales a realizar, su ubicación y análisis de avance en cada uno hasta la fecha en que se finalizó la práctica supervisada.

El trabajo como inspector consistió en realizar controles de obra, específicamente en el colector sur, donde se detallan los pasos que se siguieron para la colocación de la tubería.

Y por último se especifica la tubería utilizada para dichos colectores (tuberías de Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio) y la empresa O-tek encargada de abastecer los mismos.

ÍNDICE GENERAL

1.	INTRODUCCIÓN.....	9
2.	PROBLEMÁTICA.....	10
3.	UNIDAD EJECUTORA DE OBRAS.....	12
3.1	ENOHSA.....	18
3.1.1	Objetivos	18
3.1.2	Facultades y atribuciones.....	18
4.	COLECTORES Y PLANTA DEPURADORA DE LIQ. CLOACALES.....	16
4.1	COLECTORES.....	18
4.1.1	Colector Noroeste.....	18
4.1.1.1	Introducción.....	18
4.1.1.2	Colocación de cañería.....	21
4.1.1.3	Anexo fotográfico.....	22
4.1.2	Colector Norte.....	27
4.1.2.1	Introducción.....	27
4.1.2.2	Colocación de cañería.....	29
4.1.1.3	Anexo fotográfico.....	31
4.1.3	Colector Sur.....	35
4.1.1.1	Introducción.....	35
4.1.1.2	Colocación de cañería.....	37
4.1.1.3	Anexo fotográfico.....	39
4.1.4	Colector sur 1.....	41
4.1.1.1	Introducción.....	41
4.1.1.2	Colocación de cañería.....	43
4.1.1.3	Anexo fotográfico.....	44
4.2	PLANTA DEPURADORA DE LÍQUIDOS CLOACALES.....	45
4.2.1	Introducción.....	45
4.2.1	Caudales.....	46
4.2.1	Carga orgánica y bacteriológica.....	47
4.2.3.1	Calidad Del Líquido Afluente.....	47
4.2.3.2	Calidad Del Líquido Efluente.....	47
4.2.3.3	Calidad De Lodos.....	49
4.2.1	Diseño de la planta.....	49
4.2.4.1	Línea De Tratamiento De Líquidos.....	49
4.2.4.2	Línea De Tratamiento De Lodos.....	53
4.2.4.3	Anexo Fotográfico.....	56
5.	EMPRESA GANADORA DE LA LICITACIÓN.....	60
6.	MEDICIÓN, CERTIFICACIÓN Y PAGOS.....	61
6.1	PROVISIÓN Y COLOCACIÓN DE CAÑERIAS.....	61
6.2	BOCAS DE REGISTRO.....	61
6.3	EXCAVACIÓN EN ZANJA.....	62

6.4	CAMA DE ASIENTO Y RELLENO DE ARENA.....	63
6.5	RELLENO Y COMPACTACIÓN EN ZANJA	63
6.6	ROTURA Y REPACACIÓN DE CALZADA.....	63
7.	COLECTOR SUR.....	65
7.1	EXCAVACIÓN PARA CAÑERÍA.....	65
7.2	TRANSPORTE, MANIPULACIÓN Y ALMACENAM. DE CAÑOS.....	70
7.2.1	Inspección de los tubos.....	70
7.2.2	Descarga y manipulación de tubos.....	71
7.2.3	Almacenamiento de tubos en obra.....	72
7.3	CAMA DE ASIENTO Y COLOCACIÓN DE CAÑERIAS Y RELLENO.....	73
7.4	BOCAS DE REGISTRO	85
7.5	REPARACIÓN DE PAVIMENTO Y VEREDA.....	87
7.6	OBRAS ESPECIALES.....	88
7.6.1	Tunnel Liner.....	88
7.6.2	Perforación horizontal dirigida.....	90
8.	TUBERIAS DE PRFV.....	96
8.1	ENSAYOS DE CONTROL Y CALIFICACIÓN.....	97
8.1.1	Materia prima.....	97
8.1.2	Propiedades físicas.....	97
8.1.3	Producto terminado.....	97
8.1.4	Ensayos de corrosión bajo deformación.....	97
8.2	MATERIALES.....	98
9.	CONCLUSIÓN.....	101

ÍNDICE DE IMÁGENES

IMAGEN 2.1-	Problemática en red cloacal	10
IMAGEN 2.2-	Desbordes cloacales	11
IMAGEN 3.1-	Ubicación de obras	12
IMAGEN 3.2-	Ubicación de la U.E.O	13
IMAGEN 4.1-	Descripción de colectores	18
IMAGEN 4.2-	Croquis de Ubicación.....	20
IMAGEN 4.3-	Croquis de Ubicación.....	20
IMAGEN 4.4-	Frente de obra ejecutando Tunnel Liner.....	22
IMAGEN 4.5-	Taras de relleno y compactación de arena	23
IMAGEN 4.6-	Frente de obra. Tareas denivelacion.....	23
IMAGEN 4.7-	Colocación de cañería sobre calle Garzón	24
IMAGEN 4.8-	Llenado de Boca de Registro N°9 para prueba hidráulica.....	24

IMAGEN 4.9- Llenado de RDC (Relleno Densidad Controlada).....	25
IMAGEN 4.10- Trabajo con entibados continuos apuntalados.....	25
IMAGEN 4.11- Tareas de enchufe de tubos PRFV	26
IMAGEN 4.12- Reposición de carpeta asfáltica.....	26
IMAGEN 4.13- Croquis de Ubicación.....	28
IMAGEN 4.14- Croquis de Ubicación.....	28
IMAGEN 4.15- Carteles de Obra.....	31
IMAGEN 4.16- Inicio actividades colector norte.....	31
IMAGEN 4.17- Boca de Registro N°1. Inicio de traza Colector Norte.....	32
IMAGEN 4.18- Izaje de tuberías DN 450.....	32
IMAGEN 4.19- Izaje de tuberías DN 450.....	33
IMAGEN 4.20- Etapa de Compactación.....	33
IMAGEN 4.21- Frente de excavación.....	34
IMAGEN 4.22- Izaje boca de registro N°6.....	34
IMAGEN 4.23- Reposición de paquete estr. y terminación de carpeta asfáltica.....	35
IMAGEN 4.24- Croquis de Ubicación.....	36
IMAGEN 4.25- Croquis de Ubicación.....	36
IMAGEN 4.26- Excavado de sanja.....	39
IMAGEN 4.27- Colocación de caño 600 mm.....	39
IMAGEN 4.28- Realización cama de arena, para asiento de cañería.....	40
IMAGEN 4.29- Inspección de cañería existente por el alumno.....	40
IMAGEN 4.30- Croquis de Ubicación.....	41
IMAGEN 4.31- Croquis de Ubicación	42
IMAGEN 4.32- Instalación de Cañerías	44
IMAGEN 4.33- Excavación de Zanjas para instalación de cañería.....	44
IMAGEN 4.34- Rotura de pavimento.....	45
IMAGEN 4.35- Layout planta depuradora.....	46
IMAGEN 4.36- Planta depuradora, ubicación de la futuras instalaciones.....	56
IMAGEN 4.37- Sedimentadores primarios.....	57
IMAGEN 4.38- Área para sedimentadores primarios.....	57
IMAGEN 4.39- Método de Compactación Dinámica.....	58
IMAGEN 4.40- Remoción de barros área digestores.....	58
IMAGEN 4.41- Excavación de fundaciones en espesadores de barros.....	59
IMAGEN 4.42- Vista de la pre-excavación de funda. de espesadores de barros.....	59

IMAGEN 7.1-	Corte del pavimento con sierra a disco.....	66
IMAGEN 7.2-	Sierra motorizada a disco.....	66
IMAGEN 7.3-	Rotura del pavimento.....	68
IMAGEN 7.4-	Extracción del material de la zanja.....	68
IMAGEN 7.5-	Etapas de nivelación y compactación del fondo de excavación.....	69
IMAGEN 7.6-	Compactación del fondo de excavación.....	69
IMAGEN 7.8-	Ensayos de compactación.....	70
IMAGEN 7.9-	Izado con un solo punto de sujeción.....	71
IMAGEN 7.10-	Izado con dos puntos de sujeción.....	71
IMAGEN 7.11-	Izado de tubería.....	72
IMAGEN 7.12-	Forma correcta de apilar los tubos.....	72
IMAGEN 7.13-	Acopio de caños en obra.....	73
IMAGEN 7.14-	Emparejado de la cama de arena.....	74
IMAGEN 7.15-	Dimensiones normales de una zanja.....	74
IMAGEN 7.16-	Nivelación del caño.....	75
IMAGEN 7.17-	Apoyo correcto sobre el lecho de asiento.....	76
IMAGEN 7.18-	Apoyo incorrecto sobre el lecho de asiento.....	76
IMAGEN 7.19-	Limpieza del acople.....	76
IMAGEN 7.20-	Instalación de los empaques de sello.....	76
IMAGEN 7.21-	Empaques de sello instalados.....	77
IMAGEN 7.22-	Lubricación de los empaques de sello.....	77
IMAGEN 7.23-	Montaje del acople.....	78
IMAGEN 7.24-	Montaje del tubo con fajas teladas.....	78
IMAGEN 7.25-	Montaje del tubo.....	78
IMAGEN 7.26-	Montaje del tubo.....	79
IMAGEN 7.27-	Relleno correcto del riñón del tubo.....	80
IMAGEN 7.28-	Relleno incorrecto del riñón del tubo	80
IMAGEN 7.29-	Relleno del riñón del tubo.....	80
IMAGEN 7.30-	Agregado de agua para compactación.....	81
IMAGEN 7.31-	Etapas de compactación.....	81
IMAGEN 7.32-	Compactación con canguro.....	81
IMAGEN 7.33-	Compactación del relleno.....	82
IMAGEN 7.34-	Compactación del relleno con rodillo.....	82
IMAGEN 7.35-	Ensayo de compactación.....	82

IMAGEN 7.36-	Mandril a punto de ser pasado por tubería.....	83
IMAGEN 7.37-	Tapón para prueba hidráulica.....	84
IMAGEN 7.38-	Colocación del tapón para prueba hidráulica.....	84
IMAGEN 7.39-	Anclaje del tapón.....	85
IMAGEN 7.40-	Medición de la prueba hidráulica.....	85
IMAGEN 7.41-	Izado de BR para colocación.....	86
IMAGEN 7.42-	BR colocada.....	86
IMAGEN 7.43-	Armadura para tapa de BR.....	86
IMAGEN 7.44-	Tapa de acero para BR.....	86
IMAGEN 7.45-	Colocación del hormigón y emparejado.....	87
IMAGEN 7.46-	Reparación del cordón central.....	87
IMAGEN 7.47-	Corte de tunnel liner.....	89
IMAGEN 7.48-	Detalle tunnel liner.....	89
IMAGEN 7.49-	Colocación en obra de tunnel liner.....	90
IMAGEN 7.50-	Control de la dirección del caño con el sensor.....	91
IMAGEN 7.51-	Túnel Teledirigido ejecutado.....	91
IMAGEN 7.52-	Túnel Teledirigido	92
IMAGEN 7.53-	Tunelera en funcionamiento.....	92
IMAGEN 7.54-	Escariadores.....	92
IMAGEN 7.55-	Transición de materiales PRFV y PEAD	93
IMAGEN 7.56-	Soldadura a tope por termofusión.....	94
IMAGEN 7.57-	Soldadura a tope por termofusión.....	94
IMAGEN 7.58-	Unión soldada a tope por termofusión.....	95
IMAGEN 8.1-	Inspección visual de cañería.....	98
IMAGEN 8.2-	Visita a la planta O-tek	99
IMAGEN 8.3-	Visita a la planta. Proceso de fabricación.....	99
IMAGEN 8.4-	Proceso de fabricación.....	99
IMAGEN 8.5-	Corte de tubería.....	100

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 4.1- Avance de colocación de cañería Noroeste.....	21
TABLA 4.2- Avance de colocación de cañería Norte.....	29
TABLA 4.3- Avance de colocación de cañería Sur.....	37
TABLA 4.4- Avance de colocación de cañería Sur 1.....	47
TABLA 4.5- Estándares de calidad para vertido de líquidos cloacales.....	47-49
TABLA 4.6- Dimensiones del Clarificador Primario.....	51
TABLA 4.7- Características del Tanque de aireación.....	51
TABLA 4.8- Dimensiones del Clarificador Secundario.....	52
TABLA 4.9- Dimensiones de espesadores de lodo.....	54
TABLA 4.10- Dimensiones de los digestores de lodo	56
TABLA 7.1- Ancho de zanja.....	67
TABLA 8.1- Características y beneficios de la tubería.....	96

ANEXO

Informe de estudio de suelos Sur 1

Informe de estudio de suelos Sur

Detalle de tapas de bocas de registro

Detalle de cojinete 1

Detalle de cojinete 2

Plano 1 – Proyecto colector Sur 0+000 a 0+673

Plano 2 – Proyecto colector Sur 0+673 a 1+175

Plano 3 – Proyecto colector Sur 1+175 a 1+794

Plano 4 – Proyecto colector Sur 1+789 a 2+460

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se desarrolla en el marco de la Practica Supervisada realizadas por el alumno Novelli, Federico Luis y representa la instancia final para la obtención del título de Ingeniero Civil, de acuerdo a las exigencias que figuran en el plan de estudios de dicha carrera, dictada en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba.

Las tareas realizadas se llevaron a cabo en el Ministerio de Agua, Ambiente y Servicios Públicos en la Unidad Ejecutora de Obras (U.E.O.) bajo el régimen de práctica supervisada no rentada, desde el mes de Agosto hasta el mes de Octubre, hasta completar un total de 200 horas exigidas por la cátedra.

Dicha práctica se pretende integrar los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos durante los años de formación académica, mediando con problemas reales de la profesión. Siendo también una buena experiencia y posibilidad de integrarse a grupos sociales laborales afines a futuras tareas profesionales, que permitan experimentar las relaciones interpersonales dentro de una organización laboral.

Este informe detalla las tareas realizadas por el alumno en la obra “Colectores y Planta Depuradora de Líquidos Cloacales - Ciudad de Córdoba” por un lado realizando inspección de obra más específicamente en el colector sur, como inspector de la misma, controlando el replanteo, nivelación, rotura del pavimento, compactación, tendido de cañerías, pruebas hidráulicas y reconstrucción del pavimento como así también la solución a cualquier inconveniente que se presentaba y una segunda etapa en trabajos de oficina y análisis en el avance de colectores.

Como objetivos buscados en esta etapa de práctica supervisada son:

- Aplicar los conocimientos adquiridos durante la carrera.
- Generar un marco teórico y conceptual acerca del estudio y cálculo de una red colectora cloacal y planta depuradora.
- Compartir vivencias en el manejo de relaciones humanas en los diferentes niveles de la unidad y en obra.
- Adquirir experiencia en el desarrollo de tareas multidisciplinarias, desarrollando la aptitud para el planeamiento, la organización, la conducción y control de las acciones puestas bajo mi responsabilidad.

2. PROBLEMÁTICA

En la ciudad de Córdoba el sistema de recolección y tratamiento de los efluentes cloacales es un problema importante desde hace varios años debido a los inconvenientes que se generan por el colapso que existe en la red debido a la falta de infraestructura que no soporta más conexiones, como así también problemas de obstrucción por escombros, cartones, plásticos, pañales, aceites, etc. (falencias en mantenimiento correctivo de la red) que la gente arroja al sistema y solo el 45 % de la población cuenta con este servicio.



Imagen N° 2.1: Problemática en red cloacal

LaVoz Cuando los desbordes cloacales invaden las viviendas SUSCRIBITE Q

Cuando los desbordes cloacales invaden las viviendas

11 de julio de 2017 · Ciudadanos > Cloacas



Imagen N° 2.2: Desbordes cloacales.

Por tal motivo se llegó a un acuerdo entre la Nación, Provincia y Municipalidad para llevar adelante esta importante obra “COLECTORES Y PLANTA DEPURADORA DE LIQUIDOS CLOCALES” muy necesaria para la ciudad de Córdoba que significaría solucionar gran parte de los problemas mencionados y poder llegar con este servicio al 100 % de la población.

3. UNIDAD EJECUTORA DE OBRAS

La Unidad Ejecutora de Obras fue creada con el objetivo de inspeccionar y llevar un control de las distintas obras de cloacas que se están ejecutando en Córdoba, San Francisco y Río cuarto. Funciona bajo la órbita del Ministerio de Agua, Ambiente Y Servicios Públicos de la Provincia de Córdoba.

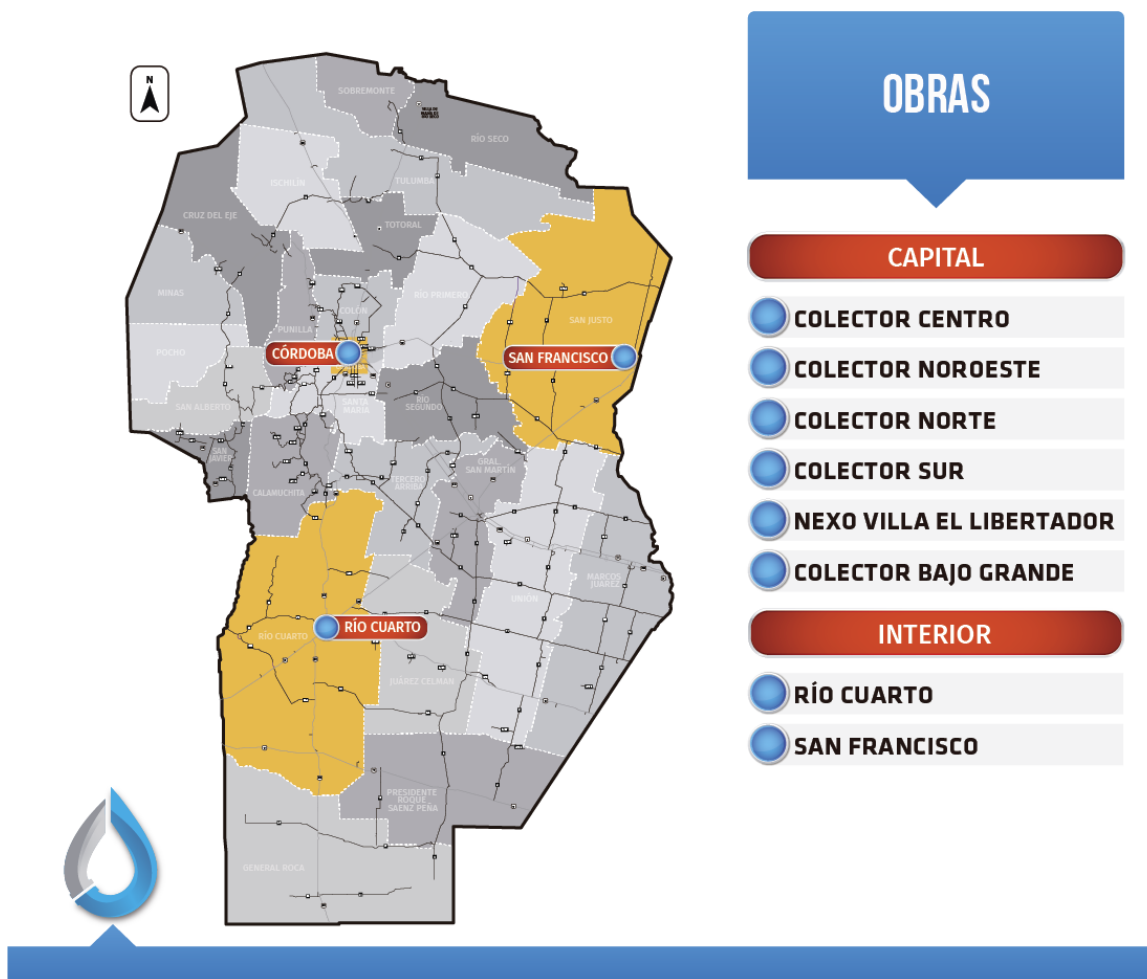


Imagen N° 3.1: Ubicación de obras.

Las oficinas de la unidad se encuentra en la calle Humberto Primo 843 - 4º piso de la ciudad de Córdoba.



Imagen N° 3.2: Ubicación de la U.E.O.

La U.E.O. está compuesta por:

- Supervisora general: - Ing. Lucia Vasquez.
- Supervisores Córdoba: - Ing. Gerardo Franceschi - Ing. Carreras Sergio - Ing. Larralde Miguel.
- Inspectores Córdoba: - Ing. René Forneris - Ing. Dominguez Sebastián - Ing. Sandrin Mario.
- Inspector Rio Cuarto: - Ing. Palacios Carlos.
- Inspector San Francisco: -Ing. Salord Ricardo.
- Certificaciones: -Ing. Gil Montero Gastón
- Arquitectos: -Arq. Rueda Luis. - Arq. Balerdo Estefanía.

Esta unidad tiene la función de llevar adelante la inspección de los distintos colectores y planta depuradora, controlando que se cumple con todo lo pactado y con un riguroso control de calidad por parte de la empresa ganadora de la licitación. Se debe controlar cómputos métricos, planos generales y de detalles, memoria técnica, cálculos estructurales, estudios de suelos, etc. como así también en colectores controlar la metodología de ejecución y colocación de caños, el avance de los trabajos, rotura de pavimentos, excavación, señalización, etc.

También es importante mencionar el trabajo en conjunto que se tiene con la Nación por medio del Ente Nacional de Obras Hídricas de Saneamiento (ENOHSA).

3.1 ENOHS

Ente Nacional de Obras Hídricas de Saneamiento es el organismo nacional de obras de agua y saneamiento de Argentina. Depende del Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda a través de la Secretaría de Obras Públicas. ENOSHA fue creada para promover, financiar y ejecutar programas y proyectos de infraestructura destinados a mejorar el abastecimiento de agua potable y desagües cloacales a nivel nacional.

3.1.1 Objetivos:

De acuerdo a lo establecido en su Estatuto Orgánico, el desarrollo de los servicios de provisión de agua potable y saneamiento, debe atender a los siguientes objetivos:

- Promover la expansión de los servicios, asegurando la calidad de los productos y prestaciones que se brinden, así como la universalidad y generalidad de su alcance;
- Lograr la explotación eficiente de los servicios y la aplicación de tarifas justas y equitativas que posibiliten la recuperación de costos y expansión de los sistemas;
- Posibilitar la configuración de regímenes de regulación y control, independientes, que preserven equilibradamente los derechos y obligaciones de los usuarios, como también de las empresas prestadoras de los servicios y de los órganos públicos titulares de los sistemas;
- Apoyar la integración y participación de empresas privadas, cooperativas, entidades comunitarias y trabajadores de la actividad, en la gestión de los servicios y en el financiamiento de su optimización y crecimiento;
- Proteger los recursos hídricos y el medio ambiente, mitigando los efectos negativos que los servicios pudieren provocar.

3.1.2 Facultades y atribuciones:

- Dictar sus normas orgánicas y establecer los reglamentos generales y operativos, así como los procedimientos que posibiliten administrar eficientemente sus actividades;
- Formular programas plurianuales y elaborar el Plan de Metas Anuales; formular y elevar para su aprobación el Presupuesto Anual de Gastos y Cálculo de Recursos y la Cuenta de Inversiones;
- Gestionar la obtención de financiamiento interno y externo, proveniente tanto de organismos extranjeros e internacionales, como locales, oficiales o privados;
- Actuar como Organismo Ejecutor de Programas y Proyectos, con facultades para administrar la utilización de los fondos recibidos, instrumentando los convenios y contratos con organismos y entidades nacionales, extranjeros e internacionales, públicos o privados, necesarios a tal efecto;
- Conceder créditos por asistencia técnica y para el financiamiento de los proyectos que apruebe;
- Efectuar la evaluación y auditoría integral de los entes u organismos que soliciten préstamos;
- Gerenciar y administrar programas, proyectos y operaciones comisionados por otros organismos o agencias financiadoras; y administrar subsidios;

- Brindar asesoramiento y asistencia técnica a organismos y entidades provinciales, municipales, como a entidades privadas, cooperativas, organizaciones no gubernamentales y comunitarias;
- Ejecutar las acciones de asistencia para la optimización, transformación y privatización de los servicios;
- Impulsar la capacitación técnica de los recursos humanos que se desempeñan dentro del Sector;
- Promover la participación de la comunidad involucrada, en la proyección e implementación de los respectivos proyectos.

4. COLECTORES Y PLANTA DEPURADORA DE LÍQUIDOS CLOACALES

Este proyecto en el cual se estuvo abocado trata de los desagües cloacales de la ciudad de Córdoba, el cual está conformado por: red de colectores de grandes diámetros, cloaca máxima, estaciones de bombeo con sus correspondientes cañerías de impulsión y ampliación de la planta depuradora E.D.A.R Bajo Grande.

Las obras de ampliación de la EDAR Bajo Grande que ampliarán su capacidad depuradora de 5.000 m³/h (120.000 m³/d) a 15.000 m³/h (360.000 m³/d), llegando a tener una cobertura de servicio al finalizar el período de diseño del 95% (1.647.039 hab.). Ya que en la actualidad se tiene una cobertura solo del 45% (680.842 hab.).

El esquema planteado ha previsto la ampliación de la red de colectores, dividiendo la ciudad en dos grandes cuencas: al Sur y al Norte del río Suquía. En cuanto a las ampliaciones de tratamiento, se ha determinado como más conveniente concentrar todo el efluente de la ciudad en el actual predio de la EDAR Bajo Grande.

Según datos actualizados la planta recibe actualmente un caudal medio de 7.000 m³/h con picos de 8.500 m³/h, que contienen una elevada carga orgánica, por lo cual la planta se encuentra totalmente sobrepasada en su capacidad de tratamiento (5.000 m³/h).

Es por este motivo que es de suma urgencia la obra de ampliación de la planta depuradora y colectores. Se considera que cuando estén concluidos los colectores de refuerzo de la ciudad, permitirán incrementar la capacidad de transporte para un horizonte de 20 años.

Los nuevos colectores a ejecutar comprenden:

- Colector Noroeste,
- Colector Norte,
- Colector Centro,
- Colector Sur 1,
- Colector Sur.

Estos con los existentes permitirán captar los efluentes generados en las cuencas ubicadas al Norte y Sur del río Suquía y conducirlos al predio de la actual E.D.A.R. Bajo Grande.

El sistema de colectores se complementará con la construcción de estaciones de bombeo, las cuales permitirán descargar las cuencas Noroeste de la ciudad, que se encuentren en depresiones topográficas naturales y que no tengan descarga por gravedad hacia los colectores previstos.

La obra de ampliación a ejecutar, comprende agregar dos módulos de 5.000 m³/h (120.000 m³/d) de caudal medio, permitiendo que toda la planta pueda en su conjunto tratar el efluente de 15.000 m³/h (360.000 m³/d).

Todos los módulos serán ejecutados en la parte posterior del actual predio de la EDAR Bajo Grande.

La planta depuradora recibirá el efluente a tratar de la nueva cámara de ingreso que permitirá derivar el efluente hacia el sector de tratamiento. Se ha previsto que la descarga al río Suquía, se haga a través de tubería.

Datos de Obra:

- Comitente: Agencia Córdoba de Inversión Y Financiamiento - ACIF
- Contratista: SUPERCEMENTO S.A.I.C.
- Inspección Y Supervisión: UNIDAD EJECUTORA DE OBRAS - UEO
- Expediente Provincia: 0672-005688/2016
- Expediente ENOHTSA 231/2016
- Licitación Pública: N°03/2016
- Mes de licitación: 20 de mayo de 2016
- Plazo de obra: 36meses
- Monto de contrato:\$ 3.272.027.197,32
- Ampliación de obra: Resolución Ministerial N° 60/17
- Inicio de obra: 12 de Diciembre de 2016.
- Finalización de obra: 12 de Diciembre de 2019

La ejecución de esta obra que beneficiara a más de 960.000 habitantes consiste en la instalación de más de 53 km de cañería. Los colectores Sur y Centro se conectarán a la Cloaca Máxima existente en la intersección de las calles Juan Rodríguez y Entre Ríos, Barrio San Vicente mientras que los colectores Norte y Noroeste se unirán a la Cloaca Máxima en las calles David Luque y Lima, Barrio General Paz. En el caso particular del Nexo Barrio Villa El Libertador cuya longitud es de 3589m, se conectará al Colector Troncal Sur en la intersección de las calles Av. Valparaíso y Cruz Roja Argentina.

La realización de esta obra estratégica para la ciudad de Córdoba se lleva adelante con una logística de trabajo por parte de la Empresa Contratista y tareas de coordinación de manera de disponer varios frentes de obra en los colectores que atraviesan la Ciudad en casi todas sus direcciones. Debido a la envergadura y gran extensión de la obra se presentan constantemente desafíos técnicos que se resuelven diariamente a raíz principalmente de diferentes factores tales como la variabilidad del tipo de suelo a lo largo de los colectores y presencia de interferencias con otros servicios existentes tales como desagües pluviales, tendido eléctrico, red de agua, red de gas, telefonía, canales a cielo abierto o nuevas obras de EPEC, Gasoductos, Pluviales, Circunvalación, Aguas Cordobesas, y obras de infraestructura de la Municipalidad de Córdoba.

La instalación de la cañería se realiza de manera de asegurar una correcta y segura colocación de la cañería en la zanja. Para lograr este objetivo se asegura la estabilidad de las paredes de la zanja que dependiendo de las características geológicas de los estratos se adoptan diferentes soluciones como apuntalamiento, inclinando las paredes laterales o por otros medios. En el caso de los entibados, estos son removidas cuidadosamente luego de la colocación de la cañería de manera tal, que la

tubería no sufra daños ni desplazamientos. Cuando el material de fondo de zanja es inestable o presenta muy baja capacidad portante se toman precauciones especiales. En este caso, algunas de las medidas adoptadas consisten en reemplazar localmente el suelo o mejorar el mismo.

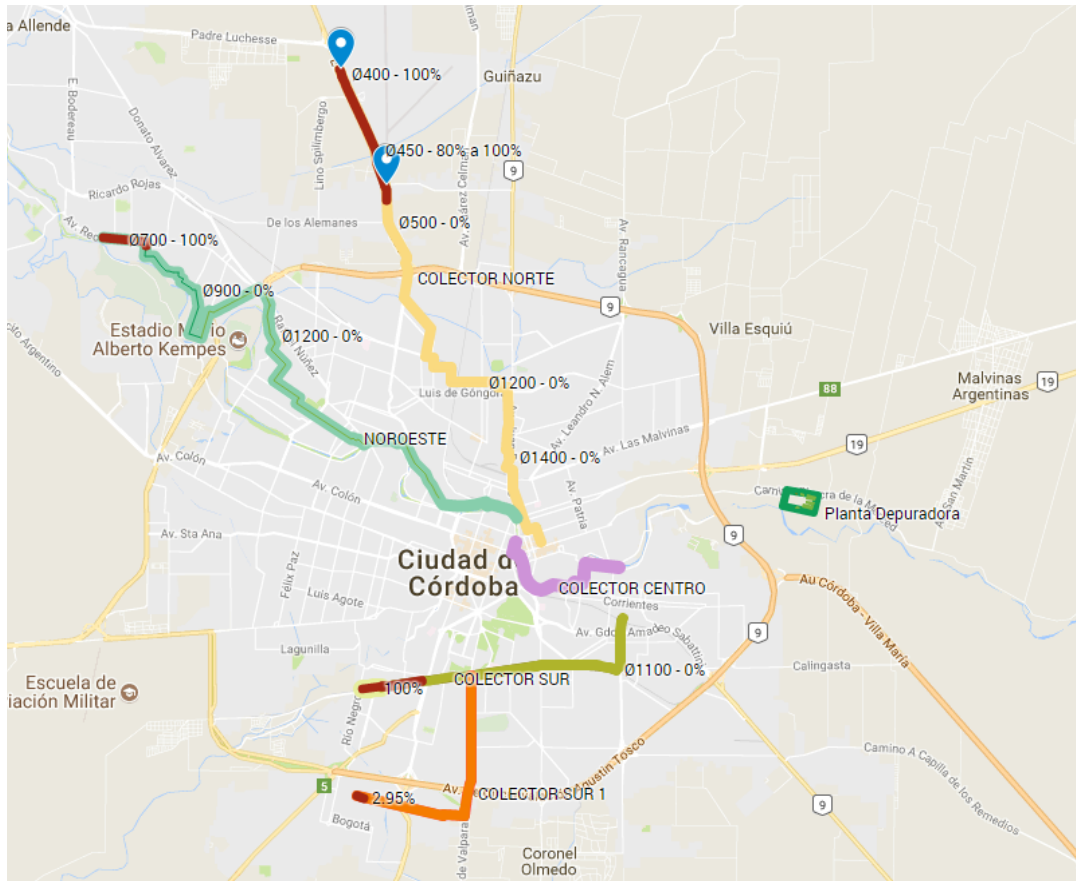


Imagen N° 4.1: Descripción de colectores.

4.1 COLECTORES

4.1.1 Colector Noroeste

4.1.1.1 Introducción

El colector Noroeste comienza en B° Argüello, en Av. Recta Martinolli al 8500. Este colector descarga sus efluentes a la Cloaca Máxima, conectándose a la misma en las

calles David Luque y Lima, B° General Paz. El inicio de los trabajos en el Col. Noroeste fue el 19 de abril de 2017.

Su desarrollo se extiende por las siguientes calles:

- Av. Martinolli, Nicolle, Blas Pascal, Gay Lussac (Ribereña), Gay Lussac, Cruce Campus de deporte colegio La Salle, Ramón y Cajal, Jacobo Joule, Lasalle, Lagrange, Nepper, TychoBrahe, Gauss, Cruce del Estadio Kempes, Hilarion Plaza, Victorino Rodriguez, Mariano Larra, Las Playas, Martín Coronado, Domingo Zípoli, Andrés Lamas, Videla del Pino, Costanera del Río, Gaspar Zuñiga y Acevedo, Casto Barros, Bv. Las Heras, Roque Saenz Peña, Bv. Las Heras, Ramón B. Mestre, Costanera, Lima, David Luque.

En la totalidad del desarrollo de su traza se instalarán tuberías de PRFV (poliéster reforzado con fibras de vidrio). A lo largo de la traza de este colector está previsto colocar cañerías diámetro DN700 mm, DN800 mm, DN900 mm, DN1100 mm, DN1200 mm y DN1300 mm. En su desarrollo y en los demás colectores se colocan bocas de registro con una separación máxima, entre cada una de ellas de 250 m, las mismas son de PRFV.

Sobre Av. Recta Martinolli y calle Nicolle se debió ejecutar el cruce con TúnnelLiner de 17m de longitud. Se decidió utilizar este método constructivo en este colector ya que el suelo está compuesto por material aluvional suelto y con la presencia de un caño de agua cordobesa de hormigón.

Para el cálculo de los caudales de los colectores se consideró un volcamiento de 225 l/hab.día.

Longitud total de la traza según proyecto:	17.069 mts.
Longitud total real cañería DN 700 mm	684 mts.
Longitud total real cañería DN 800 mm	1.405 mts.
Longitud total cañería DN 900 mm	2.185 mts.
Longitud total cañería DN 700 mm impulsión	2.304 mts.
Longitud total cañería DN 1.100 mm	2.561 mts.
Longitud total cañería DN 1.200 mm	2.970 mts.
Longitud total cañería DN 1.300 mm	4.775 mts.
Cantidad de bocas de registro de 1200 mm	85 Und.

Longitud reposición de calzada

17.069 mts.

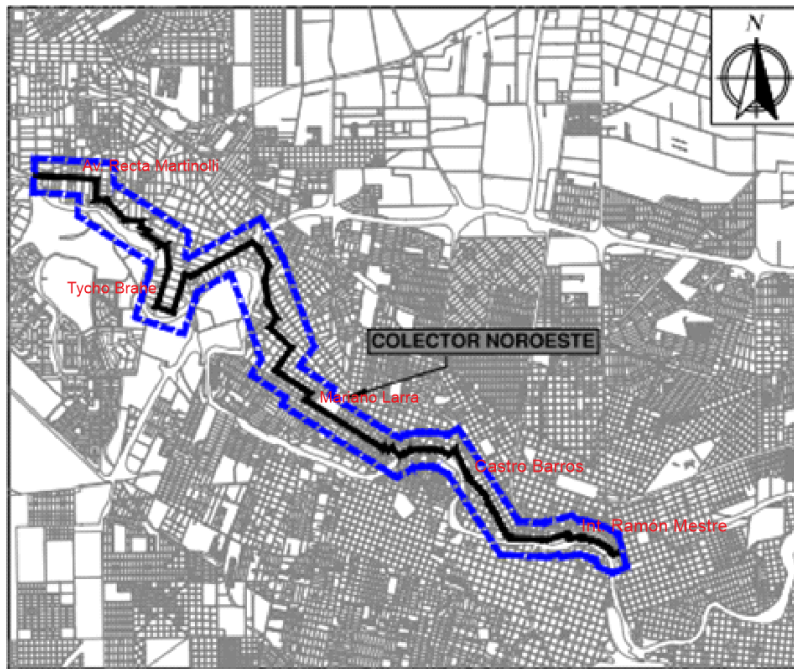


Imagen Nº4.2: Croquis de Ubicación

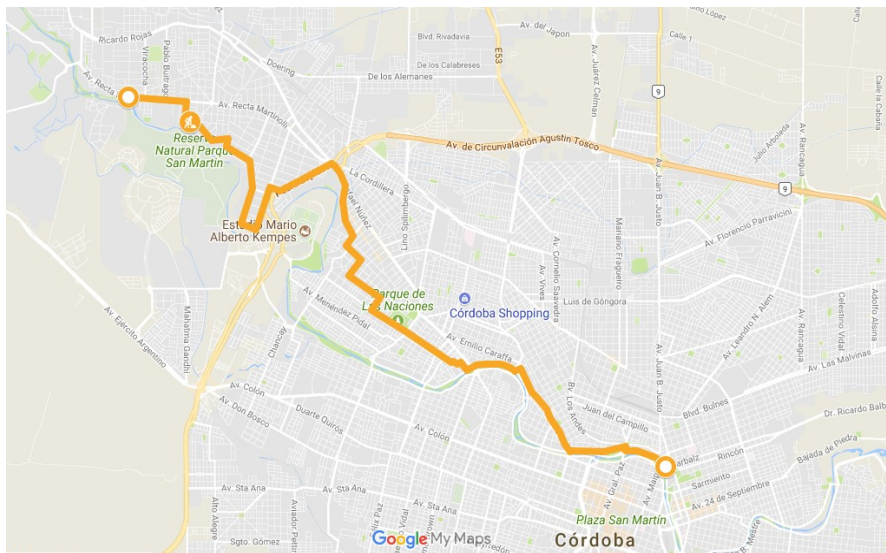


Imagen Nº 4.3: Croquis de Ubicación

Avance instalación de cañería DN 1100:	0m - 0 %
Avance instalación de cañería DN 1200:	0m - 0 %
Avance instalación de cañería DN 1300:	0m - 0 %

Reposición de Calzada

Avance restitución de calzada: 1223 m.

Personal afectado a Obra

En este colector el supervisor a cargo es el Ing. Cerrera Sergio, como inspector el Ing. Dominguez Sebastián y el director técnico por parte de Supercemento el Ing. Raimondo Ruben.

El personal afectado a la obra es variable, desde 15 personas a 27 personas, dependiendo de las tareas en simultáneo que se estén ejecutando.

El plantel fijo encargado de ejecutar la obra en este frente está formado por 15 personas. Se suma una cuadrilla formada por 4 personas encargadas de tareas menores de terminación y una cuadrilla de reposición de calzada formada por 8 personas.

4.1.1.3 Anexo fotográfico



Imagen N° 4.4: Frente de obra ejecutando Tunnel Liner en poste media tensión. Ubicación Pascal esquina Garzón.



Imagen Nº 4.5: Taras de relleno y compactación de arena. Calle Pascal entre Rutherford y Garzón.



Imagen Nº 4.6: Frente de obra. Tareas denivelacion. Ubicación Gay Lussac.



Imagen N° 4.7: Frente de obra progresiva 1629m. Colocación de cañería sobre calle Garzón.



Imagen N° 4.8: Llenado de Boca de Registro N°9 para prueba hidráulica entre BR9 y BR8.



Imagen N° 4.9: Llenado de RDC (Relleno Densidad Controlada) en perímetro de caño DN 800 por debajo de canal pluvial sobre Garzón.



Imagen N° 4.10: Trabajo con entibados continuos apuntalados debidos a tipología de suelo, suelo desmoronable.



Imagen Nº 4.11: Tareas de enchufe de tubos PRFV.



Imagen Nº 4.12: Reposición de carpeta asfáltica. Ubicación, Recta Martinolli entre Barany y Sabín.

4.1.2 Colector Norte

4.1.2.1 Introducción

El Colector Norte comienza en la Estación de Peaje y zona de Aeropuerto hasta Barrio General Paz de la localidad de Córdoba Capital; su desarrollo se extiende por las calles:

- Ruta E53, Av. La Voz del Interior, Carlos Perez Correa, Blas de Peralta, Benito Quinquela Martin, Av. Cornelio Saavedra, Sebastián Gaboto, Las Junturas, Vicente Espinel, Sucre, Anacreonte, Av. General Paz, Balmes, Rivera Indarte, Jerónimo Cortez, Juan B. Justo, Esquiú, Oncativo, David Luque hasta Lima.

El mismo permitirá captar los efluentes de los barrios del norte de la ciudad que actualmente se encuentran sin servicio. Este colector troncal descarga sus efluentes a la Cloaca Máxima, conectándose a la misma en las calles David Luque y Lima, Barrio General Paz. Las actividades en dicho colector comenzaron el 15 de marzo de 2017.

El 99 % de la tubería a instalar es de PRFV (Poliéster reforzado con fibras de vidrio), con diámetros de DN400, DN450, DN500, DN700, DN900, DN1200 y DN1400 mm. y el 1 % restante de la tubería se hará con PEAD (Polietileno de alta densidad) utilizándose en la ejecución con túneles teledirigidos.

En la colocación de la cañería DN400 debido a requerimientos de Caminos de las Sierras de no afectar el tránsito vehicular en la rotonda salida del Aeropuerto intersección con Ruta E53 se realizó la colocación de la cañería a través de un túnel teledirigido que permitió realizar los trabajos de instalación sin el corte del tránsito vehicular.

El túnel teledirigido se realizó con tunelera guiada con un equipo de geo-localización, con cabezal de perforación horizontal, la misma cuenta con un equipo de asistencia de lodo bentónico para garantizar que no se provoque el desmoronamiento de las paredes del túnel, con la cual se ejecutó un túnel de 117m que permitió el paso de la cañería de PEAD (polietileno de alta densidad) unidas entre sí por termo fusión in-situ a tope y colocada con sistema a tracción.

Las bocas de registro de 1200 mm. de diámetro son también ejecutadas en PRFV.

En esta zona debido a la tipología geológica del suelo no es necesario utilización de entibados. No se encuentra presencia de Napa Freática.

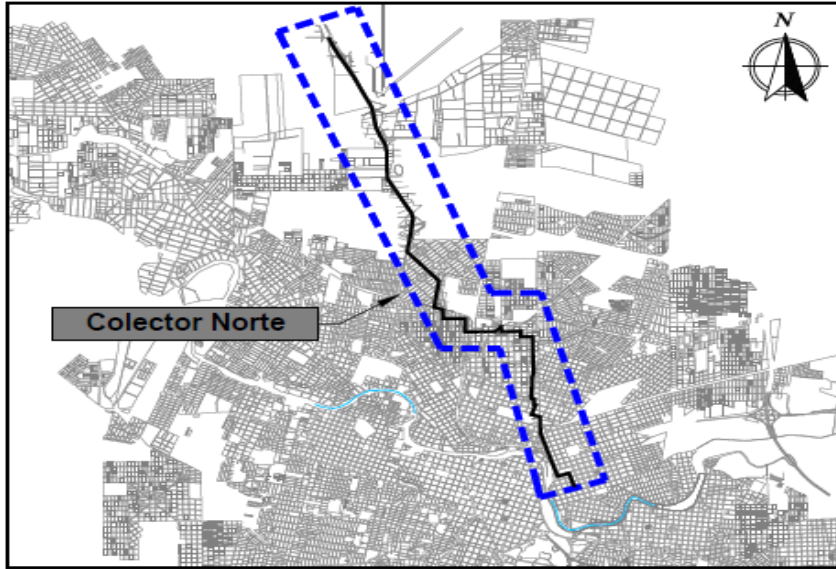


Imagen N° 4.13: Croquis de Ubicación

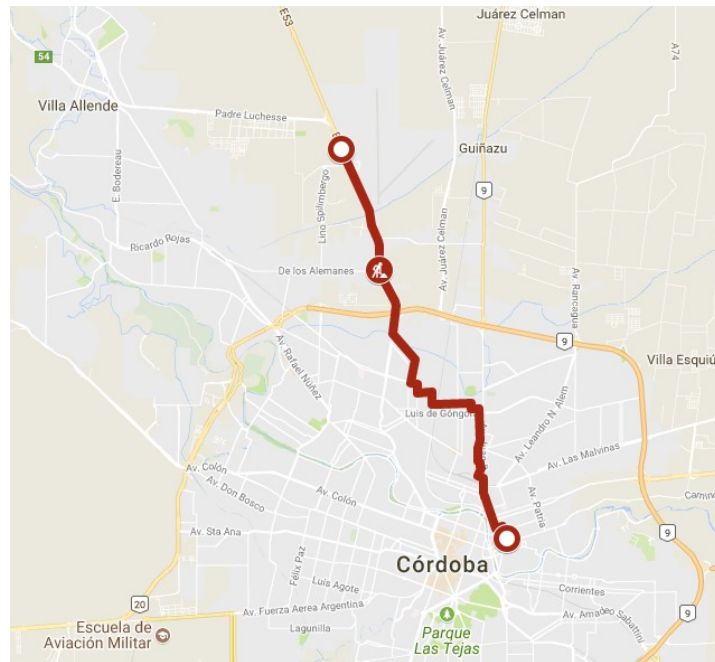


Imagen N° 4.14: Croquis de Ubicación

Longitud Total de la traza:	14.700,00 m.
Longitud total cañería DN 400 mm.:	221,00 m.
Longitud total cañería DN 450 mm.:	3.425,00 m.
Longitud total cañería DN 500 mm.:	607,00 m.
Longitud total cañería DN 700 mm.:	412,00 m.
Longitud total cañería DN 900 mm.:	2.768,00 m.

Longitud total cañería DN 1200 mm.:	2.697,00 m.
Longitud total cañería DN 1400 mm.:	4.400,00 m
Cantidad de bocas de registro de 1200 mm.:	91 Und.
Longitud reposición de calzada	11.130,00 m.

TUNEL CRUCE ROTONDA AEROPUERTO: la colocación de caño de PEAD, ejecutado con esta metodología debido a la negativa de la Empresa Concesionaria de la Ruta E53 de hacerlo a cielo abierto. Con estas tareas no altera las condiciones técnicas del proyecto.

TUNEL en CANAL de RIEGO SECUNDARIO: se ejecutó este trabajo con dicha metodología y colocación de caño de PEAD debido a que el canal mencionado no contaba con losa de piso, impidiendo el proceso técnico de colocación con caño de PRFV.

TUNEL en Bv. LOS ALEMANES: Se ejecutó el trabajo de tuneleado y la colocación de caño PEAD para evitar el corte de dicha arteria de vital importancia para la zona y salvar numerosas interferencias.

4.1.2.2 Colocación de cañería

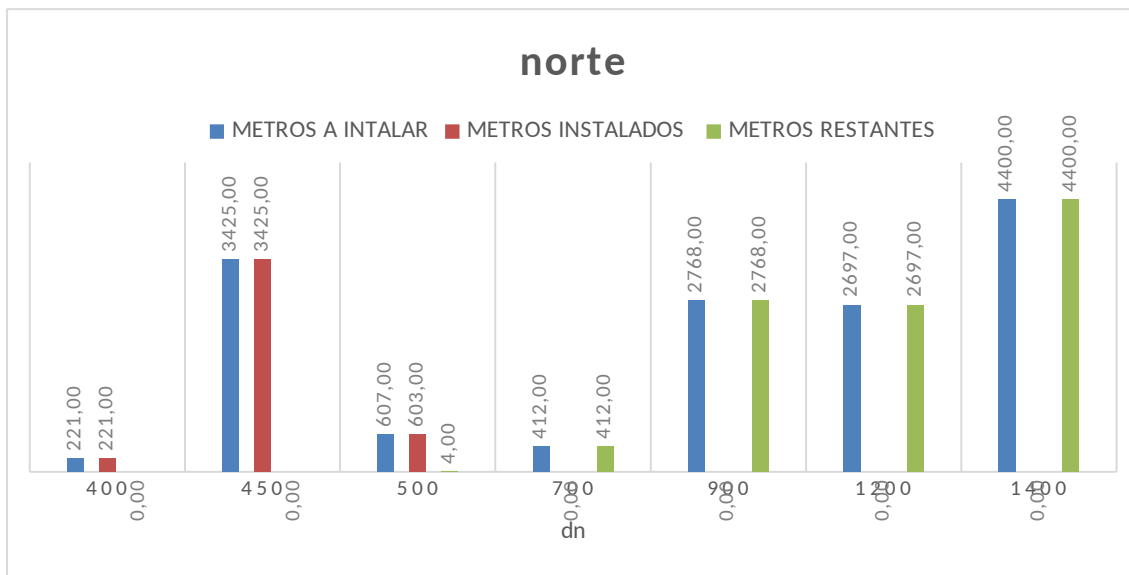
En este colector el avance de obra es del 29,47% hasta el mes de Agosto con un total de 4332,27 m. de cañería, restando la colocación de 10368,75m.

El avance mensual arroja un promedio de 540,11 m. haciendo una proyección con este avance promedio se estima una finalización de obra en 19 meses y 6 días. En este colector se puede observar un pico de 1103,05 m. en el mes de Mayo debido a que se utilizaron dos frentes de trabajo, una baja importante en el mes de Marzo, pero manteniéndose el promedio en los meses siguientes y un aumento progresivo en los meses de siguientes, con una pequeña baja en el mes de Agosto.

Los días trabajados hasta el cierre de certificación (8 de septiembre) son 151 días, arrojando un promedio de 28,70 metros por día.

	Total	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Long.		465,77	65,30	536,61	1103,05	716,90	843,55	601,10
Long. Acum.	14701,02	465,76	527,52	1067,67	2170,72	2887,62	3731,17	4332,27
% Acum.	100%	3,17%	3,59%	7,26%	14,77%	19,64%	25,38%	29,47%
Diam. Equi.		432,21	441,54	445,88	450,00	450,00	464,29	483,54

Tabla N° 4.2: Avance de colocación de cañería.



Avance total de instalación de cañería: 4280,00 m. 29.10%

Discriminado por diámetro:

Cañería DN 400:	221,00 m - 100,00 %
Cañería DN 450:	3425,00 m - 100,00 %
Cañería DN 500:	603,00 m - 98,70 %
Cañería DN 700:	0,00 m - 0,00 %
Cañería DN 900:	0,00 m - 0,00 %
Cañería DN 1200:	0,00 m - 0,00 %
Cañería DN 1400:	0,00 m - 0,00 %

Reposición de Calzada

Restitución de calzada: 3825,00 m.

Personal afectado a Obra

En este colector el supervisor a cargo es el Ing. Cerrera Sergio, como inspector el Ing. Sandrin Mario y el director técnico por parte de Supercemento el Ing. Raimondo Ruben.

El personal afectado a la obra es de 51 operarios.

4.1.2.3 Anexo Fotográfico



Imagen N° 4.15: Carteles de Obra



Imagen N° 4.16: Inicio actividades colector norte.



Imagen N° 4.17: Boca de Registro N°1. Inicio de traza Colector Norte. Progresiva +0.00m.



Imagen N° 4.18: Izaje de tuberías DN 450. Ubicación Ruta E53.



Imagen N° 4.19: Izaje

Ubicación Ruta E53.

de tuberías DN 450.



Imagen N° 4.20: Etapa de Compactación



Imagen N° 4.21: Frente de excavación, progresiva +970.00 m



Imagen N° 4.22: Izaje boca de registro N°6.



Imagen N° 4.23: Reposición de paquete estructural y terminación de carpeta asfáltica

4.1.3 Colector Sur

4.1.3.1 Introducción

El colector Sur, comienza en la esquina de las calles Manuel Baigorria y Río Negro del B° Altos de Vélez Sarsfield. Su desarrollo se extiende por las calles:

- Manuel Baigorria, Cruz Roja Argentina, Madrid, Mayorga, Tolosa, Acosta, Castilla, Juan Rodríguez.

El final de la colectora se conecta con la cloaca máxima sur existente ubicada en la intersección de las calles Juan Rodríguez y Entre Ríos del B° San Vicente. El 98 % de la tubería a instalar es de PRFV (Poliéster Reforzado con Fibras de Vidrio), al igual que las bocas de registro, los diámetros a instalar son de DN500, DN600, DN800, DN1000 y DN1100 mm, el 2 % restante de la tubería se hará con PEAD (Polietileno de Alta Densidad) utilizándose en la ejecución con túneles teledirigidos.

Las actividades en dicho colector comenzaron el 4 de abril de 2017.

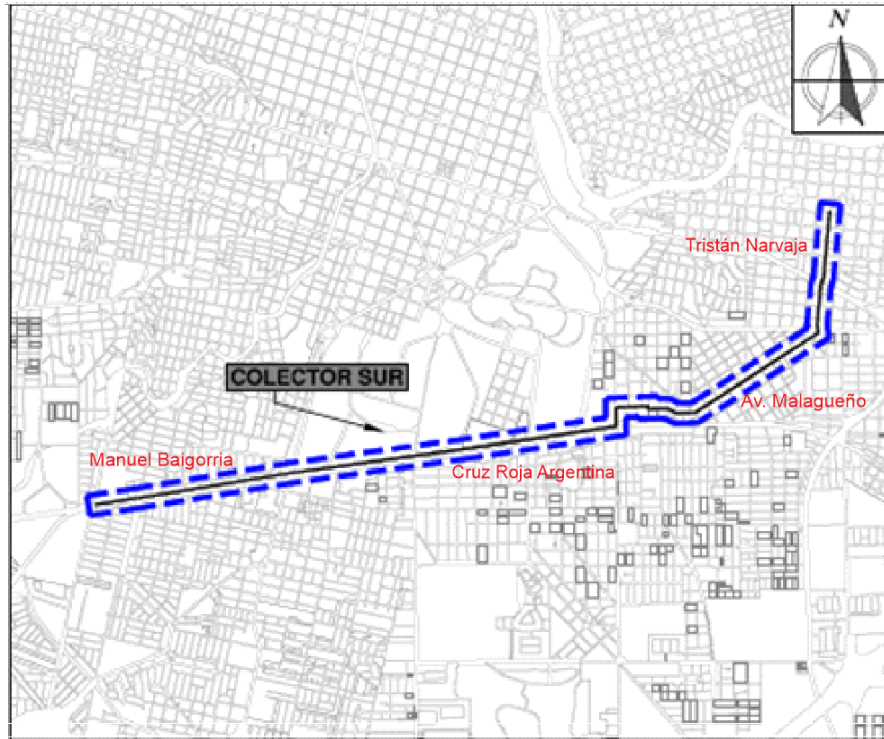


Imagen N° 4.24: Croquis de Ubicación

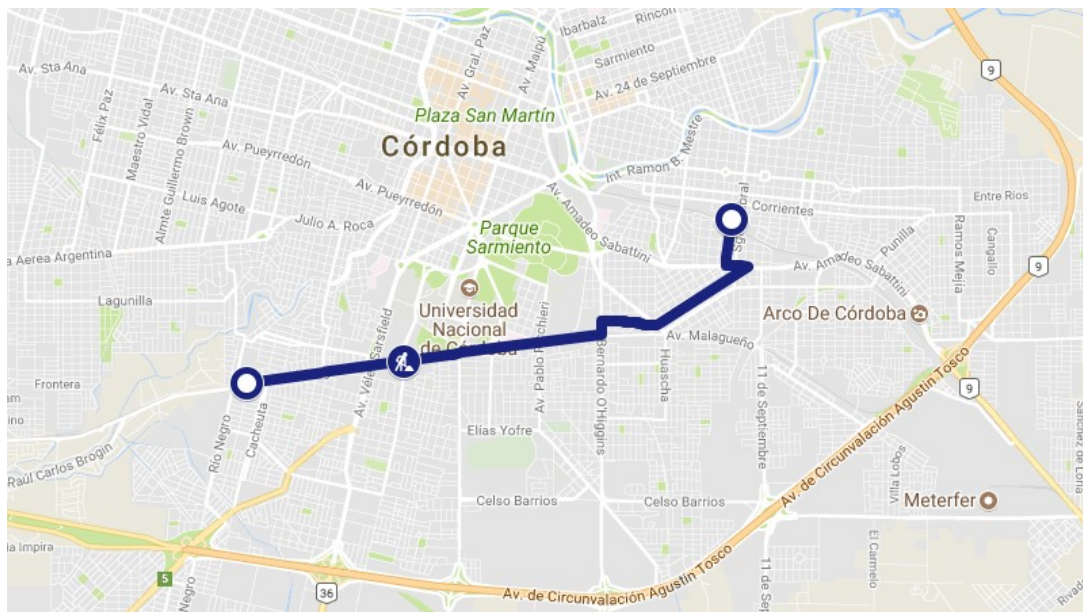


Imagen N° 4.25: Croquis de Ubicación

Longitud Total de la traza:	8.100,00 mts.
Longitud total cañería DN 500 mm.:	465,00 mts.
Longitud total cañería DN 600 mm.:	2.163,91 mts.
Longitud total cañería DN 800 mm.:	441,39mts.
Longitud total cañería DN 1.000 mm.:	1.795,82 mts.
Longitud total cañería DN 1.100 mm.:	3.233,88 mts.
Cantidad de bocas de registro de 1200 mm.:	51Und.
Longitud reposición de calzada	8.100,00mts.

TUNEL CRUCE VIADUCTO Av. Vélez Sarsfield: tuneleado con cañería PEAD, ejecutado mediante este sistema debido a la gran densidad de Interferencias que dificultaban la excavación a cielo abierto. Estos trabajos no cambian las condiciones técnicas del proyecto ejecutivo.

4.1.3.2 Colocación de cañería

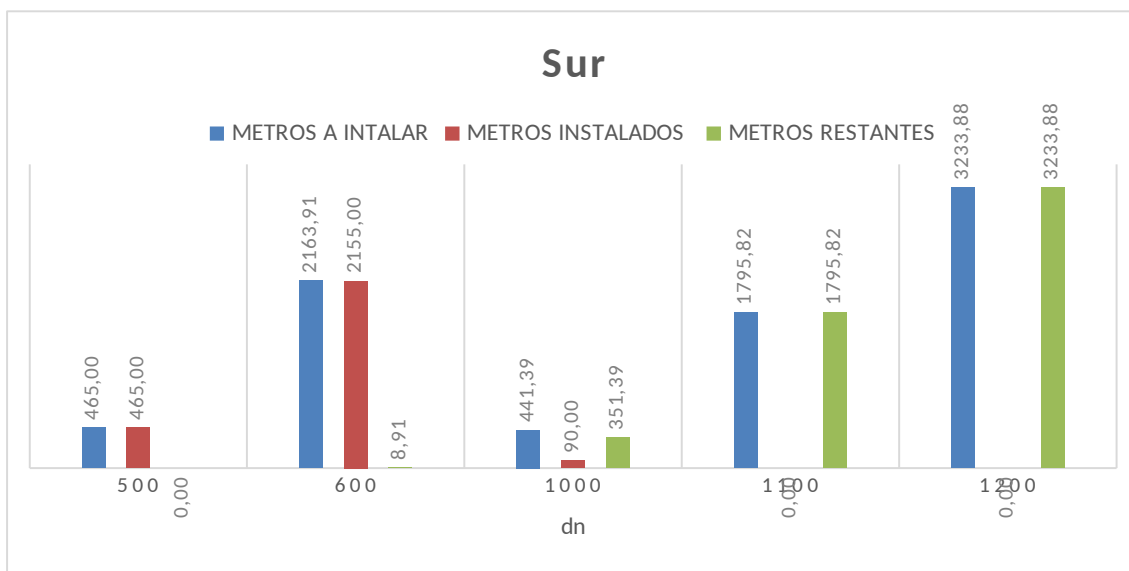
En este colector se puede observar el avance hasta Agosto con un total de 2596,67 metros de cañería colocada.

El avance mensual arroja un promedio de 370,95 m. Se puede ver en el siguiente gráfico el aumento progresivo en metros de cañería colocada por mes, con un máximo en el mes de julio con 660 m.

Los días trabajados hasta el cierre de certificación (8 de septiembre) son 128 días, arrojando un promedio de 21,11 metros por día.

	Total	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Long. (M)		0,0	150,00	318,95	463,69	444,30	659,88	559,85
Long. Acum.	2767	0,00	150,00	470,74	932,64	1376,93	2036,82	2596,67
% Acum.	100%	0,00%	5,42%	17,01%	33,71%	49,76%	73,61%	93,84%
Diam. Equi.		0,00	500,0	527,4	558,9	600,0	600,0	600,0

Tabla Nº 4.3: Avance de colocación de cañería.



Avance total de instalación de cañería: 2.690,00 m. 33,21 %

Discriminado por diámetro, de la siguiente manera:

Avance instalación de cañería DN 500:	465,00m	100,00 % del diám.
Avance instalación de cañería DN.600:	2.155,00 m	99,59 % del diam.
Avance instalación de cañería DN 800:	0,00 m	0,00 %, del diam.
Avance instalación de cañería DN 1000:	90,00 m	5,01 %, del diam.
Avance instalación de cañería DN 1100:	0,00 m	0,00 %, del diam.

Reposición de Calzada

Avance total de restitución de calzada: 2.600,00 m.

Personal afectado a Obra

En este colector el supervisor a cargo es el Ing. Larralde Miguel, como inspector el Ing. Forneris René y el director técnico por parte de Supercemento el Ing. Raimondo Ruben

El personal afectado a la obra es de 33 operarios.

4.1.3.3 Anexo Fotográfico

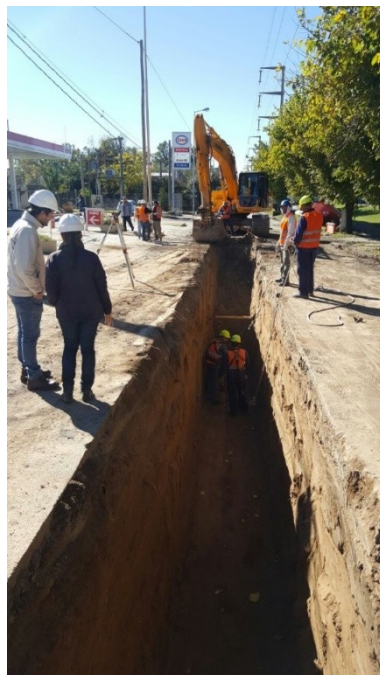


Imagen N° 4.26: Excavado de sanja, progresiva +20.00



Imagen N° 4.27: Colocación de caño 600 mm próximo Vélez Sarsfield



Imagen N° 4.28: Realización cama de arena, para asiento de cañería.



Imagen N° 4.29: Inspección de cañería existente por el alumno.

4.1.4 COLECTOR SUR 1

4.1.4.1 Introducción

Este colector comienza en la intersección de las calles Río Negro y Defensa, del Barrio Villa El Libertador de la ciudad de Córdoba. Este Nexo se conecta con el Colector Sur en la intersección de calles José Javier Díaz y Av. Valparaíso de Barrio Jardín. Dicho Colector, permitirá extender el servicio de cloacas a una población de aproximadamente 250.000 habitantes de los barrios:

- Villa El Libertador, Santa Isabel, Cabildo, Santa Rosa, Congreso, Candelaria, San Antonio, Las Huertillas, Fariña, Los Olmos, Artigas, San Fernando, Las Flores, Horizonte, Parque Latino.

Este Colector se desarrolla a través de las calles:

- Defensa, José Ordoñez, Av. Valparaíso atravesando la Circunvalación.

La obra permitirá (con la ejecución de las redes colectoras) dar solución a los problemas de hundimiento de edificios, viviendas y pozos absorbentes que vienen padeciendo en los últimos años en B° Villa El Libertador, como consecuencia del alto nivel de la napa freática.

La longitud total del colector es de 6,238 km. El material de la tubería es: PRFV (poliéster reforzado con fibras de vidrio) y los diámetros 700 y 800 mm de (DN).

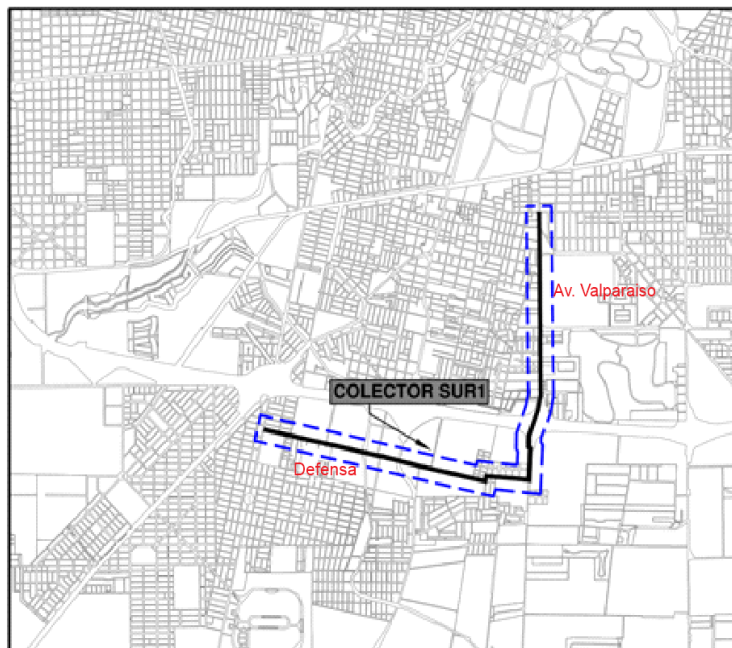


Imagen N° 4.30: Croquis de Ubicación

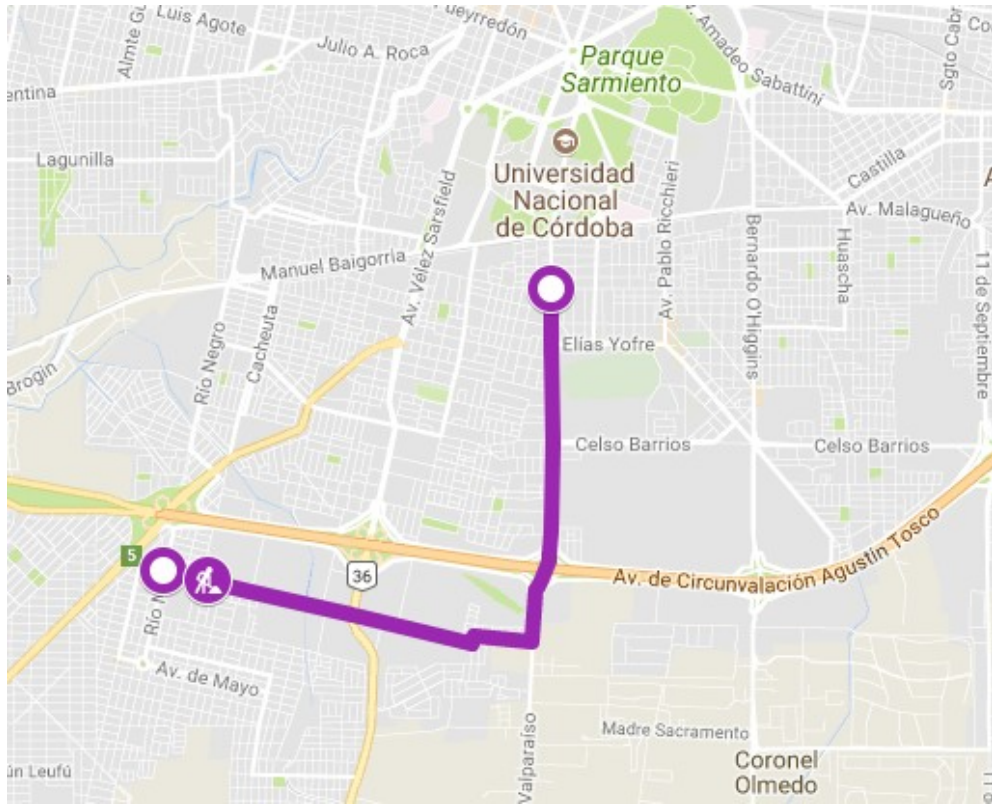
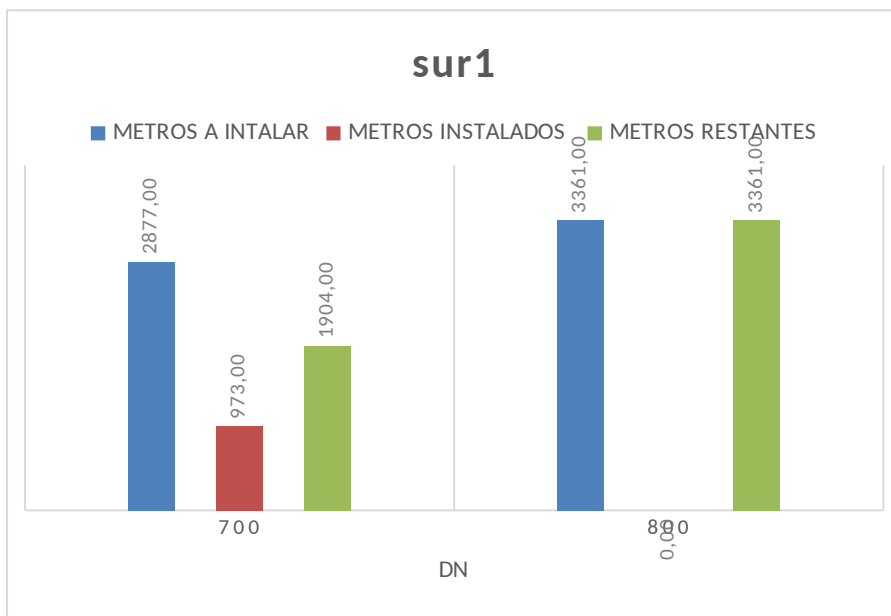


Imagen N° 4.31: Croquis de Ubicación

Longitud Total de la traza:	6.238,00 mts.
Longitud total cañería DN 700 mm.:	2.877,00 mts.
Longitud total cañería DN 800 mm.:	3.361,00mts.
Cantidad de bocas de registro de 1200 mm.:	55Und.
Longitud reposición de calzada:	6.238,00mts.

4.1.4.2 Colocación de cañería



Avance total de instalación de cañería: 973,00 m. 15,60 %

Discriminado por diámetro, de la siguiente manera:

Avance instalación de cañería DN 700:	973,00 m	33,82 % del diám.
Avance instalación de cañería DN.800:	0,00 m	0,00 % del diam.

Reposición de Calzada

Avance total de restitución de calzada: 747,00 m

Personal afectado a Obra

En este colector el supervisor a cargo es el Ing. Larralde Miguel, como inspector el Ing. Forneris René y el director técnico por parte de Supercemento el Ing. Raimondo Ruben

El personal afectado a la obra es de 17 operarios.

4.1.4.3 Anexo Fotográfico



Imagen N° 4.32: Instalación de Cañerías progresiva 0+840,00. Calle Defensa Villa El Libertador



Imagen N° 4.33: Excavación de Zanjas para instalación de cañería – Progresiva 0+950,00.



Imagen N° 4.34: Rotura de pavimento

4.2 PLANTA DEPURADORA DE LÍQUIDOS CLOACALES

4.2.1 Introducción

La Planta depuradora de líquidos Cloacales está ubicada en el sector Este de la Ciudad de Córdoba en camino a Chacra de la Merced. La ampliación consiste en dos Módulos de 5000 m³/h cada uno. La estructura de tratamiento comprende las siguientes unidades: Cámara de Rejas y Desbaste de Gruesos, Estación de Bombeo, Desarenador y Desengrasador, Sedimentadores Primarios, Tanques de Aireación, Sedimentadores Secundarios, Espesadores de Barros, Digestores, Cámara de Contacto y Cloración y descarga al río.

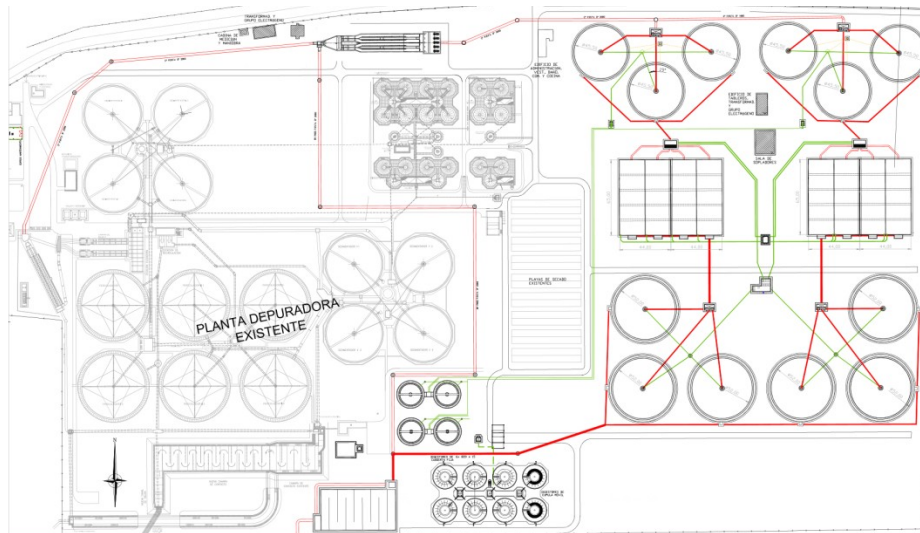


Imagen N° 4.35: Layout planta depuradora, presenta la futura instalación.

La magnitud de esta obra genera gran cantidad de puestos de trabajo, la empresa contratista comenzó en febrero 2017 con 5 operarios y actualmente cuenta con 150 operarios en obra.

4.2.2 Caudales

A continuación se presentan los parámetros básicos de diseño utilizados para la elaboración del proyecto de la ampliación de planta depuradora E.D.A.R. Bajo Grande. Los distintos parámetros utilizados son los siguientes, de acuerdo a la terminología utilizada por el ENOHSA:

- QA = caudal mínimo horario = 3500 m³/h
- QB = caudal mínimo diario = 1911 m³/h
- QC = caudal medio diario = 5000 m³/h
- QD = caudal máximo diario = 6500 m³/h
- QE = caudal máximo horario = 9750 m³/h

Para la determinación de los caudales enumerados, se considerará el caudal medio diario al final de la vida útil y los coeficientes que se detallan a continuación:

$\alpha_1 = 1,30$ = coeficiente máximo diario

$\alpha_2 = 1,50$ = coeficiente máximo horario

$\alpha = 1,95$ = coeficiente máximo total

$\beta_1 = 0,70$ = coeficiente mínimo diario

$\beta_2 = 0,60$ = coeficiente mínimo horario

$\beta = 0,42$ = coeficiente mínimo total

4.2.3 Carga Orgánica y Bacteriológica

Para el diseño de la planta de tratamiento se deberá considerar los siguientes valores medios:

4.2.3.1 Calidad Del Líquido Afluyente

Calidad físico- química y bacteriológica de los líquidos a tratar:

Parámetro	Unidad	Límite
pH	-	6,0 - 8,5
DBO ₅	mg/L	250
SST	mg/L	250
Temperatura media del agua servida (invierno)	°C	15
Temperatura media del agua servida (verano)	°C	24
Coliformes Fecales o Termotolerantes	NMP/100 mL	1x10 ⁸

Tabla 4.4: Calidad físico, químico y bacteriológica del líquido afluyente

Se considera que las concentraciones de metales pesados serán en todos los casos inferiores a los límites de vertido.

4.2.3.2 Calidad Del Líquido Efluyente

La planta deberá garantizar que se cumplan, como mínimo, los parámetros exigidos en las normativas de volcamiento de la autoridad de aplicación, Secretaría de Recursos Hídricos de la Provincia de Córdoba al cuerpo receptor según el Decreto 847/16, Río Suquía.

1. Efluentes líquidos vertidos a CUERPOS DE AGUA SUPERFICIALES

Estándares Físicos

Estándares	Unidades	Valor máximo permitido
Temperatura	°C	≤ 40
pH	UpH	6 a 9
Sólidos sedim. 10 min	ml/L	≤ 0,5
Sólidos sedim. 2 hs	ml/L	≤ 1
Sólidos suspendidos	mg/L	≤ 40

Estándares Químicos

Estándares	Unidades	Valor máximo permitido
Aluminio	mg/L	≤ 5
Arsénico	mg/L	≤ 0,5
Bario	mg/L	≤ 2
Boro	mg/L	≤ 2
Cadmio	mg/L	≤ 0,1
Cianuros	mg/L	≤ 0,1
Cobalto	mg/L	≤ 2
Cobre	mg/L	≤ 0,1
Compuestos fenólicos	mg/L	≤ 0,05
Cromo hexavalente	mg/L	≤ 0,1
Cromo total	mg/L	≤ 1
Cloro residual	mg/L	≤ 0,1
Demanda de Cloro	mg/L	satisfecha
Detergentes	mg/L	≤ 1- 0,5 (*)
Estaño	mg/L	≤ 4
Fósforo Total	mg/L	≤ 10 - 0,5 (*)
Fluoruros	mg/L	≤ 1,5
Hidrocarburos	mg/L	≤ 10
Hierro	mg/L	≤ 1
Manganeso	mg/L	≤ 0,5
Mercurio	mg/L	≤ 0,005
Niquel	mg/L	≤ 2
Nitrógeno Amoniacal (N-NH ₄)	mg/L	≤ 3

Nitrato	mg/L	≤ 0,3
Nitrato	mg/L	≤ 10
Nitrógeno Kjeldahl	mg/L	≤ 20 - 10 (*)
Plata	mg/L	≤ 0,001
Plomo	mg/L	≤ 0,5
Selenio	mg/L	≤ 0,1
Sodio	mg/L	≤ 250
Sulfuros	mg/L	≤ 1
Sulfatos	mg/L	≤ 500
Sustancias solubles en éter etílico	mg/L	≤ 20
Zinc	mg/L	≤ 2

Estándares Biológicos y Orgánicos

Estándares	Unidades	Valor máximo permitido
DBO ₅	mg/L	≤ 40 o 30 (*)
DQO	mg/L	≤ 250
Coliformes Totales	NMP/100 mL	5000
Coliformes Termotolerantes (**)	NMP/100 mL	1000

Plaguicidas

Estándares	Unidades	Valor máximo permitido
Plaguicidas organoclorados	mg/L	Ausencia
Plaguicida organofosforados	mg/L	≤ 0,1
Plaguicida total	mg/L	≤ 0,1

Tabla N° 4.5: Estándares de calidad para vertido de líquidos cloacales

4.2.3.3 Calidad De Lodos

Los lodos a la salida de la deshidratación tendrán un contenido de sólidos no inferior al 25%.

4.2.4 Diseño De La Planta

Las instalaciones componentes de los módulos de ampliación de la planta depuradora de Bajo Grande deberán dimensionarse de acuerdo a los parámetros de diseño mencionados anteriormente. La empresa Supercemento deberá utilizar, cuando no esté especificado, criterios de diseño que estén dentro de la normativa de ENOHS A y de la clásica de la bibliografía existente en el área de Ingeniería Sanitaria.

4.2.4.1 Línea De Tratamiento De Líquidos

Sistema de protección

El primer paso consiste en una cámara de retención de gruesos previo paso al pozo de bombas, cuyas funciones son:

- Retención de sólidos pesados de arrastre (piedras u otros).

- Aislación del ingreso por medio de compuertas de accionamiento manual y eléctrico.
- Retención de sólidos de gran tamaño mediante rejas de 100 mm de separación.
- Incluye cuatro (4) líneas de desbaste por medio de rejas mecanizadas (en esta etapa se instalarán dos (2) unidades, cada línea con capacidad para el 25 % del caudal máximo horario.

El tipo de reja permitirá la extracción automática de los sólidos retenidos y su disposición en contenedores para ser transportados al destino final.

Planta Elevadora de Ingreso

Se diseña un pozo de bombeo de tipo húmedo para el caudal pico de 9750 m³/h planteándose la instalación de cinco (5) electrobombas, estando cuatro (4) en funcionamiento más una (1) en reserva instaladas para un caudal de 9750 m³ /h.

Tratamiento Preliminar

Consta de:

- Desarenador de dos canales de geometría rectangular, de limpieza mecánica con remoción de "arenas" mediante "air lift", clarificadores a tornillo y puente desengrasador con dos contenedores de grasa.
- La velocidad de diseño de estos equipos será de 15 m/h a caudal máximo.

Para la extracción de arenas se ha optado por bombas de emulsión agua – aire tipo "air lift", que resulta la más adecuada para esta aplicación por carecer de partes móviles en contacto con las arenas, que pueden determinar el desgaste de impulsores y otras partes por abrasión.

Las "arenas" extraídas automáticamente son clasificadas y lavadas en un dispositivo del tipo tornillo clasificador con cámara de flujo centrífugo para ser depositadas finalmente sobre un contenedor.

Sedimentadores Primarios

Completan el tratamiento cuatro (4) Sedimentadores Primarios conectados a los Tanques de Aireación a través de una cámara partidora. Los mismos tienen forma circular, con barredor de fondo por succión diametral de accionamiento perimetral. La extracción de los lodos se efectuará desde una tolva anular central.

Los lodos extraídos del fondo de cada decantador llegan por desnivel hidráulico hasta la Estación de Bombeo de Barros de Recirculación y Exceso donde se mide el caudal.

Los lodos en exceso serán impulsados por bombas centrífugas a los Espesadores de Barros donde se produce el espesamiento por gravedad y de ahí serán conducidos a los digestores.

Las características principales de los clarificadores primarios son las siguientes:

Unidades	4
Diámetro	43.00 m
Superficie de cada sedimentador	1452.20 m ²

Tabla 4.6: Dimensiones del Clarificador Primario

Tratamiento Secundario o Biológico

El tratamiento secundario consiste en el proceso biológico aerobio del tipo Barros Activados, con Proceso de Media Carga, con Tanques de Aireación y Sedimentadores Secundarios, resultando el proceso más adecuado, por tratarse de una tecnología probada y consolidada en el tratamiento de las aguas servidas domésticas, por requerirse niveles de DBO₅ en el líquido depurado relativamente bajos y eliminación de nutrientes.

Los Tanques de Aireación presentan en estos casos una serie de ventajas que los hacen muy convenientes:

- Bajo impacto de contaminantes (químicos, hidrocarburos, etc.) sobre el proceso de depuración por la alta capacidad de mezcla y dilución del tanque y el sistema de desengrasado posterior que permite la extracción de los sobrenadantes.
- Altamente adaptable a las variaciones de carga orgánica con calidad del efluente tratado dentro de normas.
- La temperatura ambiental afecta poco el rendimiento de estos procesos biológicos.
- Muy baja concentración de sólidos suspendidos en el efluente tratado.

Los elementos constitutivos de dicho sistema son:

Cantidad de unidades	2
Volumen unitario útil	16.500 m ³
Ancho	50 m
Largo	66 m
Altura útil	5,0 m
Altura vertedero	0,20 m
Revanca	0,40 m
Altura total	4,60 m

Tabla 4.7: Características del Tanque de aireación

La alimentación a cada uno de los Tanques se realizará desde la cámara de salida de los sedimentadores primarios a través de una cañería de interconexión por gravedad. Cada uno de los tanques poseerá en su ingreso una cámara donde se mezclará el lodo proveniente de la estación de recirculado con el líquido a tratar favoreciendo de

esta manera el proceso de mezcla completa. Posteriormente mediante un vertedero ingresa a la cuba de tratamiento biológico donde se encuentra colocado un sistema de membrana de burbujas finas que insufla el aire a la mezcla con el fin de favorecer el crecimiento celular de los microorganismos. La salida del tanque se produce también mediante un vertedero a una cámara desde donde se conectan las tuberías que llevan el efluente a los sedimentadores secundarios.

Completan el tratamiento dos (2) Sedimentadores Secundarios conectados a los Tanques de Aireación a través de una cámara partidora. Los mismos tienen forma circular, con barredor de fondo por succión radial de accionamiento perimetral. La extracción de los lodos se efectuará desde una tolva anular central.

Los lodos extraídos del fondo de cada decantador llegan por desnivel hidráulico hasta la Estación de Bombeo de Barros de Recirculación y Exceso de lodos secundarios donde se mide el caudal.

Los lodos en exceso serán impulsados por bombas centrífugas a los Espesadores de Barros donde se produce el espesamiento por gravedad.

Las características principales de los clarificadores secundarios son las siguientes:

Unidades	2
Diámetro	57.50 m
Altura mínima	2,0 m

Tabla 4.8: Dimensiones del Clarificador Secundario

Desinfección del efluente

El líquido efluente del tratamiento secundario, será desinfectado a través de gas cloro, agregado al ingreso de la cámara de cloración, la cual garantizará un tiempo de acción del cloro en la masa líquida, suficiente como para permitir un efluente desinfectado antes de la descarga al Río Suquía.

La solución clorógena se obtendrá por dilución de gas cloro (Cl₂) en una línea independiente (50% de reserva instalada) de sistema de regulación de presión-vacío / dosificación.

El dosificador de cloro al vacío será alimentado desde una batería de cuatro (4) contenedores de 1 Ton. cada una, lo que permite una capacidad instantánea máxima de aplicación por línea de dosificación del orden de los 60 kg Cl₂/hora previsto para la tercera etapa. Se colocará un equipo adicional de reserva instalado y operable de iguales características. La dosis media a aplicar es de 6 mg/l.

Se contará con dispositivos automáticos para el recambio de la batería de contenedores en servicio, una vez agotada la misma.

El vacío necesario para la operación de los inyectores de cloro es obtenido por dos (2) electrobombas que operan con agua potable de red.

Los sensores de cloro habrán de monitorear en forma continua la concentración de cloro en los locales de tanques y dosificación, disponiendo de contactos de alarma

para activar un sistema de extracción forzada de aire y su neutralización previo a su descarga en la atmósfera.

Para control de la dosificación de cloro se contará con un medidor de cloro residual en línea, ubicado a la salida de la cámara de cloración

La batería de contenedores y los elementos de dosificación y control estarán alojados en un edificio diseñado según las reglas del caso, adyacente al estanque de contacto, y donde se dispondrá también de un puente grúa eléctrico para el manejo de los contenedores y un armario conteniendo los sistemas de seguridad.

Medición del caudal de salida

Se plantea el uso de medición del caudal por medio de un medidor ultrasónico de nivel, y un transmisor remoto automático con display local, que permite una adecuada medición (instantánea y acumulada) a lo largo de todo el período de previsión.

4.2.4.2 Línea De Tratamiento De Lodos

Los lodos primarios en exceso son bombeados directamente desde la Estación de Bombeo de Barros Primarios al Espesador gravitatorio.

Espesamiento de lodos primarios y secundarios

Estas unidades presentan como finalidad recoger el efluente de los sedimentadores primarios y secundarios, reducir el contenido de humedad de los barros para ser posteriormente enviados a los digestores anaeróbicos.

Las unidades de espesamiento planteadas son del tipo de gravedad de sección circular, donde el lodo proveniente de la estación de bombeo de lodos primarios ingresa por la parte central superior del espesador.

En el interior del tanque de espesamiento se colocará un sistema mecánico de barrido compuestos de paletas que agitarán lentamente el contenido del tanque para ayudar a la concentración del barro en la parte central del espesador permitiendo una mejor eficiencia de esta unidad.

El sobrenadante desbordará a través de un sistema de vertederos perimetral a partir de los cuales el líquido recolectado es conducido por canales hasta que ingresa nuevamente a los sedimentadores primarios.

La altura del manto del lodo en la parte inferior de los espesadores será de aproximadamente 0.90m.

Los lodos provenientes del tratamiento primario y secundario serán impulsados para ser concentrados por gravedad en los espesadores cilíndricos con barredor.

Las unidades de espesamiento serán de hormigón armado de sección circular con fondo de pendiente uniforme y de acuerdo a lo establecido por el ENOHSA.

El barredor es de accionamiento central, mediante piñón y corona, y cuelga de una estructura tipo puente diametral de hormigón.

El lodo espesado es purgado desde el fondo hasta la estación de bombeo que ingresa los lodos a los digestores.

Cada una de las unidades de espesamiento a realizarse en la tercera etapa presenta las siguientes características:

Unidades a construir	2.00
Diámetro	19.00 m
Altura cilíndrica	5.00 m

Tabla 4.9: Dimensiones de espesadores de lodo

Se construirán 2 unidades cada una de las cuales recibirá efluente proveniente de la cámara de bombeo de los barros en exceso de los sedimentadores.

Con respecto a la pendiente de fondo la misma será de 13.00%.

El diámetro del sector central por donde se extraen los barros concentrados será de 2.00m.

Digestor de Lodos

Los lodos frescos, serán impulsados luego del espesamiento hacia una etapa de estabilización, con el objeto de reducir su volumen y reducir el contenido de sólidos volátiles para lograr la reducción de atracción de vectores.

Se propone un proceso de estabilización de la materia orgánica por digestión anaeróbica de alta carga con calefaccionado y agitación de los lodos mediante recirculación interna del biogás comprimido.

Las ventajas de la vía anaerobia son:

- Producción de lodos que no desprenden malos olores y que pueden almacenarse incluso en estado líquido.
- Reducción importante del contenido de la materia orgánica, al precio de un gasto de energía relativamente bajo.
- Reducción del orden de 1/3 de la masa total de lodos con la economía correspondiente sobre el consumo de polímero en la deshidratación, y de costos de transporte y disposición final.
- Producción de energía noble y almacenable (biogás).
- Volumen importante de almacenaje de lodos que desarrolla un papel de reserva entre la producción de lodos frescos y la producción de lodos deshidratados.
 - Eliminación casi total de patógenos en los lodos digeridos

En cuanto a la tecnología de aplicación de la digestión anaerobia:

- El máximo rendimiento de una instalación de digestión se consigue por medio del funcionamiento carga alta, donde todas las disposiciones adoptadas tienen por objeto asegurar la velocidad de degradación máxima de la materia orgánica y una gasificación intensa.
- La digestión mesófila (33 – 35°C) ha sido y sigue siendo el procedimiento más empleado puesto que a pesar de sus ventajas, la digestión termófila (50-60 °C)

presenta un mayor consumo calorífico y una mayor sensibilidad a los cambios de temperatura.

- El método más seguro para mantener la temperatura interior en 35 °C consiste en intercambiadores de calor exteriores alimentados con agua caliente (producida por una caldera que quema una parte del biogás generado) y montados sobre un circuito de recirculación de lodos en curso de digestión.
- El mezclado interior debe ser eficiente e intenso, para reducir las diferencias internas de temperatura y concentración.
- La técnica más efectiva de mezclado es la agitación por el propio biogás que es recirculado presurizado por electro-compresores.
- Este sistema de agitación tiene la ventaja de la inexistencia de elementos móviles dentro del lodo, ya que cualquiera fuera la naturaleza de otro sistema de agitación, exigiría un cierto mantenimiento y, por tanto, una interferencia importante en la explotación.
- Al ser eficiente la mezcla, el digestor propuesto presenta una gran sección horizontal que facilita el desprendimiento del gas y reduce los riesgos de “espumas”.

Los digestores de lodos serán del tipo anaeróbico de alta carga. Este tipo de digestores se caracteriza por una agitación continua del líquido excepto durante la etapa de extracción de lodo. Las unidades presentan la ventaja frente a los digestores convencionales de poseer un tiempo de retención hidráulica de aproximadamente el 50% menos, reduciéndose notablemente los tamaños de las estructuras.

En el interior de los digestores se colocarán intercambiadores de calor a fin de permitir el funcionamiento de la unidad en el rango de la temperatura mesófila que resulta aproximadamente 35 C°.

Este tipo de digestor posee la capacidad de reducir en un 60 % los sólidos volátiles que ingresan al mismo, logrando de esta manera un lodo estabilizado adecuado para ser depositado en un enterramiento sanitario.

El parámetro fundamental de diseño de esta unidad resulta la carga orgánica que para el caso de digestores de alta carga se encuentra dentro del entorno que va desde 1.60 a 4.80 kg*Ssv/m³*d, resultando conveniente adoptar un valor de 2.40 kg*Ssv/m³*d.

Se realizarán 4 tanques de 20.00 metros de diámetro por 11.00 metros de altura útil, a este valor se le deberá agregar el volumen destinado al almacenamiento de gas producido.

Unidades a construir	4.00
Diámetro	20.00 m
Altura cilíndrica	11.00 m

Tabla 4.10: Dimensiones de los digestores de lodo

Deshidratación de lodos

Se propone el empleo de cuatro (4) equipos de deshidratación por filtros centrífugos con floculación previa por dosificación de polímero. En esta etapa se colocarán (2)

equipos dejando previstas las instalaciones para la colocación futura de los equipos restantes para dejar operativa la planta para los 10000 m³/h de caudal líquido medio diario.

Estos filtros recibirán el barro impulsado por las bombas a tornillo y una vez deshidratado, será volcado a un contenedor para su transporte. El agua extraída de los barros será colectada y conducida por gravedad a la estación de bombeo de barros secundarios incorporándose nuevamente al circuito de barros.

4.2.4.3 Anexo Fotográfico



Imagen N° 4.36: Planta depuradora, ubicación de las futuras instalaciones.



Imagen N° 4.37: Sedimentadores primarios Se avanza con capas de 20 cm por fajas de 25 m x150 m con un suelo seleccionado de cantera.



Imagen N° 4.38: Área para sedimentadores primarios, se completo 1,5 m terraplenes de la primera parte.

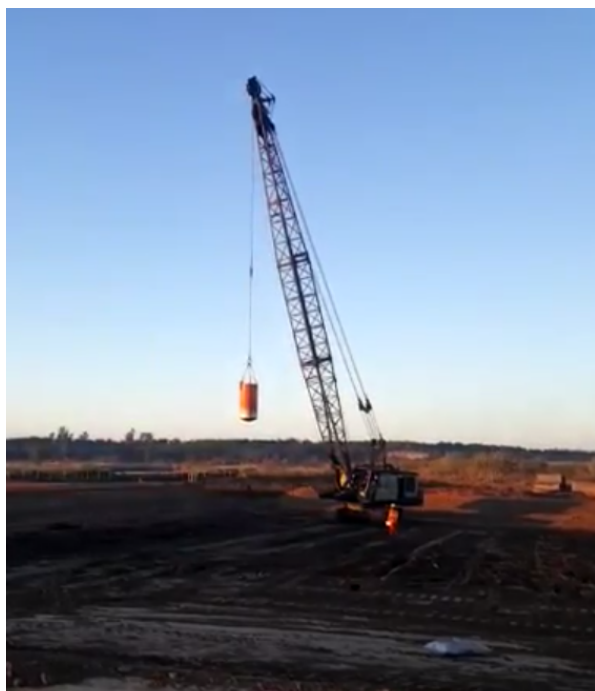


Imagen N° 4.39: Método de Compactación Dinámica



Imagen N° 4.40: Remoción de barros área digestores



Imagen N° 4.41: Excavación de fundaciones en espesadores de barros



Imagen N° 4.42: Vista de la pre-excavación de fundaciones de espesadores de barros

5. EMPRESA GANADORA DE LA LICITACIÓN

La obra, que fue la primera licitación que lanzó el gobernador Juan Schiaretti en su actual gestión, es realizada por la empresa Supercemento.



Desde su inicio en 1955, **SUPERCEMENTO S.A.I.C.** se dedicó a la construcción de acueductos y colectores, a partir del desarrollo del hormigón pretensado en la fabricación de caños de gran diámetro. La empresa continuadora en el país de Vianini S.P.A. concretó su primer paso importante con la construcción del Acueducto Ciudad de Bahía Blanca, bajo la dirección del Ing. Julián Astolfoni.

Comenzó así un camino marcado por un importante compromiso con la excelencia, adaptándose a los continuos cambios, tanto tecnológicos como constructivos.

Su integración con **Dragados y Obras Portuarias S.A.**, le permitió constituir un sólido grupo empresario argentino, con profesionales y técnicos con amplia experiencia para atender las necesidades y requerimientos del país. Su especialidad es la elaboración de proyectos, construir, mantener y explotar todo tipo de obras de saneamiento, hidráulicas, viales, túneles, puertos, dragados, tratamientos costeros, arquitectura y energía.

El principal objetivo de la empresa es seguir manteniendo un lugar de privilegio en la ejecución de las grandes obras que el país necesita.

Actividad principal:

Proyecto, industrialización y explotación de obras de ingeniería y arquitectura. Obras de saneamiento, viales y edificaciones. Fabricación de tuberías especiales y grandes premoldeados, construcción y explotación de obras por el sistema de concesión por peaje. Explotación petrolera, forestal e inmobiliaria.

6. MEDICIÓN, CERTIFICACIÓN Y PAGOS

El sistema de contratación de la obra es por sistema combinado de Unidad de Medida y Ajuste Alzado, con relación a la forma de medición y pago de cada una de las tareas a realizar.

Una de las tareas a realizar por parte de la inspección era justamente certificar los trabajos realizados mediante la siguiente forma (según pliego particular de especificaciones técnicas):

6.1 PROVISIÓN Y COLOCACIÓN DE CAÑERÍA

La medición de este ítem se realizará en metro lineal de cañería provista, instalada y probada y se liquidará al precio estipulado en los ítems correspondientes de la planilla de Propuesta, una vez que los trabajos hayan sido terminados y aprobados por la Inspección. El precio unitario para los ítems será compensación por los trabajos de provisión, acarreo y colocación de las cañerías, incluyendo juntas, accesorios, piezas especiales, prueba hidráulica, reparación de roturas, remoción y/o desvíos de interferencias, servicios públicos y/o privados que interfieran en la traza de la cañería, provisión de la mano de obra y por todos aquellos materiales y trabajos que sin estar explícitamente especificados en el Pliego sean necesarios.

La Certificación se hará conforme con lo siguiente:

- El 75 % con la colocación de las tuberías y piezas especiales, a satisfacción de la Inspección.
- El 25 % una vez efectuadas las pruebas hidráulicas de conformidad con la Inspección.

6.2 BOCAS DE REGISTRO

La medición de las bocas de registro será por unidad totalmente terminada y aprobada por la Inspección y se liquidarán al precio del ítem correspondiente de la Planilla de Propuesta. El precio unitario será compensación total por la rotura de pavimentos y/o veredas, los volúmenes correspondientes a la excavación en cualquier clase de terreno y a cualquier profundidad; el relleno y compactación del suelo, la provisión y acarreo de los materiales; la construcción de las bocas de registro, con sus correspondientes cojinetes y conducto de acceso; la provisión, acarreo y colocación de los marcos y tapas de hierro fundido u material a designar; la ejecución de la losa superior; el empalme de las cañerías correspondientes que descarguen en la boca; la provisión en instalación de tapones para futuras conexiones; la construcción de cámaras de hormigón complementarias; las pruebas de estanqueidad e infiltración; la carga, transporte, descarga y esparcimiento del suelo sobrante y la reparación de instalaciones existentes removidas como consecuencia de los trabajos efectuados.

Este precio también incluye la prestación de equipos, maquinarias y otros elementos de trabajo, las pérdidas de material e implementos que no pueden ser extraídos, las medidas de seguridad a adoptar, y todo otro trabajo o provisión necesarios para su completa terminación y buen funcionamiento.

La certificación se hará conforme con lo siguiente:

- El 35% con la provisión de la BR.
- El 45% con la colocación de la BR y a satisfacción de la Inspección.
- El 20 % una vez efectuada la prueba hidráulica de conformidad con la Inspección y terminación.

6.3 EXCAVACIÓN EN ZANJA

La medición para la excavación de zanjas para la colocación de cañerías se realizará según los anchos de zanja indicados en este informe, con las profundidades definidas entre el nivel correspondiente al fondo de la zanja terminada y el nivel del terreno. Los anchos que se consignan se consideran como luz libre entre paramentos de la excavación, no reconociéndose sobre-anchos de ninguna especie.

El precio del ítem será compensación total por la provisión de toda la mano de obra, materiales y equipos necesarios; el levantamiento de afirmados y veredas con sus contrapisos y la clasificación, estiba, conservación y transporte de los materiales extraídos, ya sea que estos se acondicionen en proximidad de la obra o que en cambio deban ser, por cualquier motivo, acondicionados en sitios alejados de la misma para su ulterior transporte y utilización en estas; provisión, hinca y extracción de entibados, tablestacados, enmaderamientos y/o apuntalamientos de ser necesarios; equipos, maquinarias u otros elementos de trabajo; las pérdidas de material e implementos que no puedan ser extraídos; provisión e instalación de sistema de depresión de la capa freática; carga, transporte y descarga de suelos sobrantes si es que mismo no fuera destinado a otro uso, empleo de explosivos; las pasarelas y puentes para pasajes de peatones y vehículos; el encajonamiento del suelo en la vía pública; el vallado y señalización de las excavaciones; los gastos que originen las medidas de seguridad a adoptar; la conservación y reparación de instalaciones existentes de propiedad de la Municipalidad de Córdoba o ajenas a la mismas y todo otro trabajo que no esté expresamente establecido y que fuera necesario para la correcta terminación del ítem.

La certificación se efectuará en forma porcentual al avance de obra de la siguiente forma:

- El 80 % (ochenta por ciento) del precio unitario contractual del ítem con la excavación totalmente terminada a satisfacción de la Inspección.
- El 20 % (veinte por ciento) restante una vez efectuado el relleno y compactación de la zanja, la tierra sobrante transportada y depositada en los lugares correspondientes determinados por la Inspección.

6.4 CAMA DE ASIENTO Y RELLENO DE ARENA

Comprende la provisión de la carga, transporte y descarga del material de aporte de relleno (arena, grava, suelo cemento que en cada caso señale el pliego o indique la Inspección), la colocación y compactación y todo otro trabajo que no esté expresamente establecido y que fuera necesario para la correcta terminación del ítem. La certificación se efectuará en forma porcentual al avance de obra de la siguiente forma:

- El 80 % (ochenta por ciento) del precio unitario contractual del ítem con la tubería instalada, el relleno y la compactación para el tapado de la tubería totalmente terminado a satisfacción de la Inspección.
- El 20 % (veinte por ciento) restante una vez efectuadas las pruebas hidráulicas de las tuberías, los rellenos y la compactación de la totalidad de la zanja, la tierra sobrante transportada y depositada en los lugares correspondientes determinados por la Inspección.

6.5 RELLENO Y COMPACTACIÓN DE ZANJAS

Comprende la provisión de toda la mano de obra, materiales y equipos necesarios para el relleno y compactación de las zanjas, el aporte de material de relleno en fuere necesario, carga, transporte y descarga de suelos sobrantes si es que el mismo no fuera destinado a otro uso y todo otro trabajo que no esté expresamente establecido y que fuera necesario para la correcta terminación del ítem.

La certificación se efectuará en forma porcentual al avance de obra de la siguiente forma:

- El 80 % (ochenta por ciento) del precio unitario contractual del ítem con la tubería instalada, el relleno y la compactación para el tapado de la tubería totalmente terminado a satisfacción de la Inspección.
- El 20 % (veinte por ciento) restante una vez efectuadas las pruebas hidráulicas de las tuberías, los rellenos y la compactación de la totalidad de la zanja, la tierra sobrante transportada y depositada en los lugares correspondientes determinados por la Inspección.

6.6 ROTURA Y REPARACIÓN DE CALZADA

Será compensación total por los trabajos de rotura, demolición y extracción de pavimentos, la ejecución base y sub-base, la ejecución de los pavimentos rígidos o flexibles según corresponda, la ejecución de las cunetas o de los cordones cuneta, el retiro y traslado de material sobrantes, la prestación de equipos, enseres y mano de obra y todo trabajo o provisión que sin estar expresamente indicado y que sea necesario para la completa y adecuada terminación de los trabajos.

En la liquidación de la reparación de calles de tierra y pavimentos rígidos y flexibles, se reconocerá al Contratista un sobre-ancho de 0,40 m de la excavación correspondiente,

con respecto a los anchos de zanja que se establecen en estas especificaciones. Este efectuará por su cuenta, la refacción de la parte que exceda de las dimensiones establecidas precedentemente, como así también aquellas que fueran necesarias como consecuencia de trabajos auxiliares tales como: pozos de bombeo para depresión de napa freática, apuntalamiento, transporte de maquinaria, etc.

La certificación se efectuará en por metro cuadrado ejecutado y de la siguiente manera:

- El 20% (veinte por ciento) del precio unitario contractual del ítem al realizar la rotura de la calzada.
- El 50% (cincuenta por ciento) del precio unitario contractual del ítem al realizar la reparación del pavimento o calle de tierra.
- El 30% (treinta por ciento) restante a los 30 días de la certificación anterior de no haberse producido hundimientos.

7. COLECTOR SUR

Parte de las 200 hs que se deben cumplir para la práctica supervisada consistió en la inspección de colectores, más específicamente el colector sur desde la progresiva 1+578,39 hasta progresiva 2+621,16. En la inspección se debía evaluar los diversos procedimientos y los trabajos realizados por el personal de la empresa Supercemento, revisar planos, controlar cotas de nivel, estado de los materiales, la compactación, la colocación de caños, pruebas hidráulicas, verificar la terminación de la carpeta, medidas de seguridad, certificaciones, etc. y efectuar orden de servicio en caso de incumplimientos o faltas por parte de la empresa.

Todas las indicaciones con respecto a la colocación de la cañería eran especificadas por parte de la empresa O-tek, fabricante de dichos caños, por medio del manual "Guía de instalación de tuberías enterradas".

A continuación se detallan todos los pasos realizados para la colocación de caños y los trabajos de inspección:

7.1 EXCAVACIÓN PARA CAÑERÍAS

Como primera medida la empresa debía realizar estudios geotécnico (ver anexo) que le permitiera lograr un conocimiento pleno de toda el área de implantación de las obras y así poder determinar el proceso de excavación a utilizar.

La empresa previamente realizó las gestiones necesarias ante los organismos competentes y empresas de servicios públicos para definir la posición de las diferentes instalaciones que pudieran interferir con el tendido de los colectores cloacales. En base a estos datos se definió la ubicación planimétrica del eje de la traza de las cañerías.

Antes de iniciar la excavación se definieron puntos fijos que servían de referencia altimétrica, con distancias entre ellos de 500 metros.

Una vez realizado todos los estudios y con los planos aprobados, se daba la autorización por parte de la inspección para que pudieran comenzar a excavar en dicho sector.

Luego se realizaba la marcación y corte del pavimento existente con el empleo de sierras motorizadas a disco, de los bordes de la faja a extraer y según el ancho de la excavación.



Imagen N° 7.1: Corte del pavimento con sierra a disco.



Imagen N° 7.2: Sierra motorizada a disco

Diámetro interno (mm)	Ancho de Zanja (m)	

	Excavación sin contención	Excavación con contención
300	0.90	1.20
400	1.00	1.30
500	1.20	1.50
600	1.40	1.70
700	1.50	1.90
800	1.70	2.10
900	1.80	2.20
1.000	2.00	2.50
1.100	2.10	2.60
1.200	2.20	2.70
1.300	2.30	2.80
1.400	2.40	2.90
1.500	2.70	3.30
1.600	2.80	3.40
1.700	2.90	3.50
1.800	3.00	3.60
1.900	3.10	3.70
2.000	3.40	4.10
2.200	3.60	4.30
2.500	4.00	4.70
Estructuras especiales	0,50 por fuera del perímetro exterior	0,80 por fuera del perímetro exterior

Tabla 7.1: Ancho de zanja

Luego se rompía la carpeta de hormigón con una minicargadora con martillo hidráulico, el material con escombros era retirado por retroexcavadora que llenaba los camiones para luego llevar el material fuera de la zona de obra indicada por la inspección, el resto de material que iba a ser usado como relleno, que cumplía con las especificaciones dadas para tal, se dejaba a un costado de la zanja.



Imagen N° 7.3: Rotura del pavimento



Imagen N° 7.4: Extracción del material de la zanja.

El fondo de la excavación debía tener la profundidad necesaria para permitir la correcta instalación de las cañerías, ser plano y libre de piedras, raíces que pudieran dañar el caño.

Luego el fondo de excavación se emparejaba y se compactaba por medios mecánicos con un vibrocompactador tipo plancha hasta alcanzar el noventa y cinco por ciento (95%) del ensayo proctor, por este motivo se realizaban ensayos para corroborar la correcta compactación y cumpliendo con lo que se les exigía.



Imagen N° 7.5: Etapa de nivelación y compactación del fondo de excavación.



Imagen N° 7.6: Compactación del fondo de excavación.



Imagen N° 7.8: Ensayos de compactación.

Se establecía como máximo para cada frente de trabajo, 200 m. lineales de excavación sin cañería colocada como límite de ejecución de zanjas. En algunos casos se evaluaba con los integrantes de la inspección y se autorizaba a pasar dicho límite.

En este tramo del colector Sur no fue necesaria la utilización de entibados ya que no era un suelo desmoronable, lo que permitía un mejor avance.

Con respecto a la tapada mínima de los colectores se tomaba 1,20 m en calle y 1,00 m en vereda, tapada que se cumplía en todos los casos.

7.2 TRANSPORTE, MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE LOS CAÑOS

7.2.1 Inspección De Los Tubos

Resulta imprescindible revisar todos los tubos en el lugar de descarga en obra para asegurarse de que no hayan sufrido daño alguno durante el transporte.

Dependiendo de la longitud del almacenamiento, la manipulación en obra y otros factores que puedan influir sobre las condiciones del tubo, se recomendaba volver a inspeccionar cada tubo inmediatamente antes de proceder a su instalación. En caso de hallar imperfecciones o daños, se separaban los tubos dañados y se contactaba con el proveedor.

7.2.2 Descarga y Manipulación De Los Tubos

Es imprescindible controlar la manipulación del material durante el proceso de descarga. El uso de cuerdas de guía atadas a los tubos o a los embalajes de los mismos facilita el control manual de los mismos durante las maniobras de izado y posterior manipulación. Se debe evitar que los tubos se golpeen, se caigan o sufran impactos especialmente en los extremos.

Tubos sueltos

Los tubos sueltos se pueden izar usando flejes flexibles, eslingas o cuerdas. En ningún caso se han de usar cables de acero o cadenas para levantarlos o transportarlos. Los tubos se pueden izar utilizando un solo punto de sujeción, si bien el uso de dos puntos de sujeción es el método elegido por razones de seguridad para facilitar el control de los tubos. El acarreo de los mismos hacia la zanja se realizaba con la retroexcavadora y la ayuda de operarios que maniobraban el caño por medio de cuerdas.

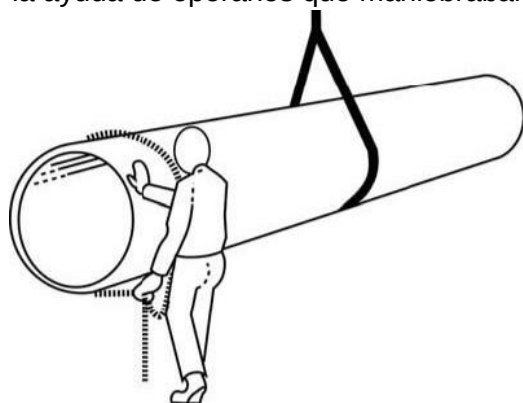


Imagen N° 7.9: Izado con un solo punto de sujeción.

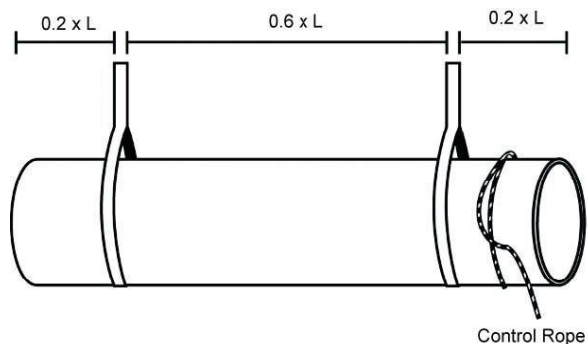


Imagen N° 7.10: Izado con dos puntos de sujeción



Imagen N° 7.11: Izado de tubería

7.2.3 Almacenaje De Tubos En Obra

Como regla general, se recomendaba almacenar los tubos sobre maderas planas que faciliten la colocación y posterior retiro de las fajas teladas de alrededor del tubo.

Cuando los tubos se depositaban directamente sobre el suelo, se debía inspeccionar la zona para asegurarse que ésta sea relativamente plana y que esté exenta de piedras y otros escombros que puedan dañar el tubo. Los tubos debían ser calzados para evitar que puedan rodar con vientos fuertes.

En el caso de que era necesario apilar los tubos, se recomendaba hacerlo sobre soportes planos de madera como muestra la imagen N° 7.12.

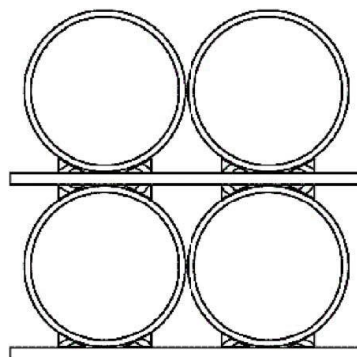


Imagen N° 7.12: Forma correcta de apilar los tubos.

La altura máxima de apilado recomendable es de 3 m aproximadamente.

El acopio de los caños se realizaba a un costado de la zanja, los mismo tenían una longitud entre 7 m. - 14 m. pudiendo encontrarse tramos de 1 m para casos especiales.



Imagen N° 7.13: Acopio de caños en obra.

7.3 CAMA DE ASIENTO, COLOCACIÓN DE CAÑERÍA Y RELLENO DE ARENA

Una vez terminada la excavación de la zanja con la compactación aprobada, paso siguiente se realizaba la cama de asiento para la instalación de los caños de PRFV (poliéster reforzado con fibra de vidrio).

La misma consistía en una cama de arena cuyo espesor oscilaba entre 10 cm - 15 cm. Esta arena era arrojada a la zanja con una minicargadora, los operarios con palas se encargaban de emparejar la misma y luego compactarla y dejar lista la cama a la espera de la cañería, siempre y cuando por parte de la inspección se diera por aprobada.



Imagen N° 7.14: Emparejado de la cama de arena.

La imagen N° 7.15 muestra las dimensiones normales de una zanja. La dimensión “A” siempre debe ser lo suficientemente ancha como para permitir un espacio apropiado que asegure el correcto posicionamiento y compactación del relleno en el riñón del tubo. La dimensión “A” debe también ser lo suficientemente ancha como para operar el equipo de compactación sin dañar los tubos.

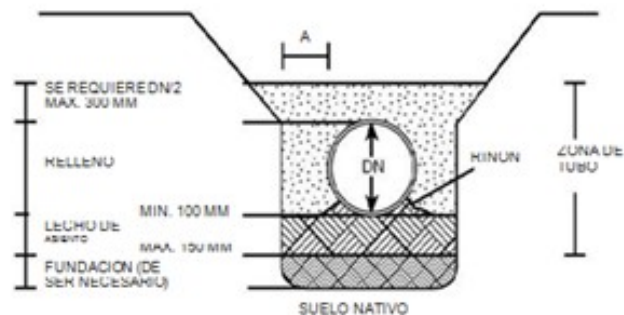


Imagen N° 7.15: Dimensiones normales de una zanja.

La nivelación de la cañería se lograba por puntos intermedios con nivel topográfico (imagen N° 7.16) trasladando los puntos fijos ya determinados por medio de estación total, se controlaba primero el fondo de zanja, luego con la ayuda de barras de hierro (dos por tramo de tubo) y con regla sostenida por un operario arriba de la barra se

buscaba la nivelación correspondiente con el nivel, se hacía lo mismo para la segunda barra dándole la nivelación correspondiente, teniendo en cuenta la pendiente necesaria en cada caso y la cota que se traía con el caño anterior.



Imagen N° 7.16: Nivelación del caño.

Para el montaje de la cañería se debían seguir los siguientes pasos:

A. Fundación y lecho de asiento.

El lecho de asiento debía estar sobre-excavado en la ubicación de cada junta para asegurar que el tubo tenga un apoyo parejo y no descansa sobre los acoples. El área de la junta debía contar con el lecho de asiento apropiado y ser rellenada luego de que se complete el montaje de la junta.

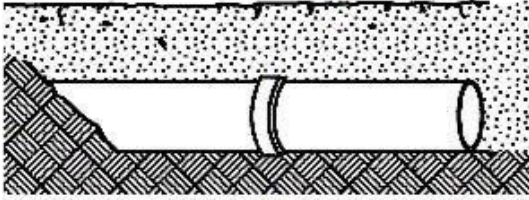


Imagen N° 7.17: Apoyo correcto sobre el lecho de asiento

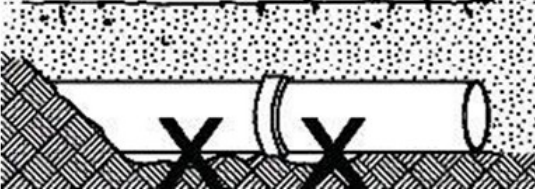


Imagen N° 7.18: Apoyo incorrecto sobre el lecho de asiento

B. Limpieza del acople

Limpieza de los alojamientos del acople y los empaques de caucho para asegurarse de que estén libres de suciedad y aceites.



Imagen N° 7.19: Limpieza del acople

C. Instalación de los empaques de sello

Se debía introducir el empaque de sello en el alojamiento dejando bucles del empaque fuera del alojamiento. No se debía utilizar lubricantes ni en el alojamiento, ni en el empaque de caucho en esta etapa del montaje.



Imagen N° 7.20: Instalación de los empaques de sello



Imagen N° 7.21: Empaques de sello instalados.

D. Lubricación de los empaques de sello

Se aplicaba una fina capa de lubricante sobre los empaques de sello. Dicho lubricante era proporcionado por O-tek.

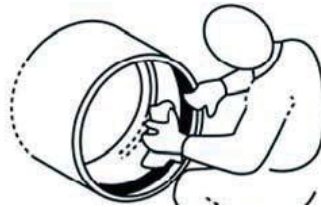


Imagen N° 7.22: Lubricación de los empaques de sello

E. Limpieza y lubricación de los espigos

Se limpiaban los espigos de los tubos a fondo para eliminar cualquier tipo de suciedad, grasa, arena, etc.

Se aplicaba una fina capa de lubricante a los espigos desde el extremo del tubo hasta la posición donde se encontraba pintada la franja negra de alineación.

Montaje:

Si el acople no venía montado previamente, se debía montar en el caño en un lugar limpio y seco antes de unir los caños. Esto se lograba colocando una eslinga o abrazadera alrededor del caño a una distancia de 1 a 2 metros del espigo sobre la cual se realizaba el montaje del acople. Se presionaba el acople hacia el extremo del espigo del tubo en forma manual y colocando un tirante de madera de 100 x 50mm cruzando el acople.

Con la ayuda de dos tiracables o aparejos a palanca conectados entre el tirante y la abrazadera se tiraba del acople hasta colocarlo en posición; es decir, hasta que esté

alineado con la línea de ayuda para el montaje o hasta que el espigo toque el tope central de montaje (Imagen N° 7.23).

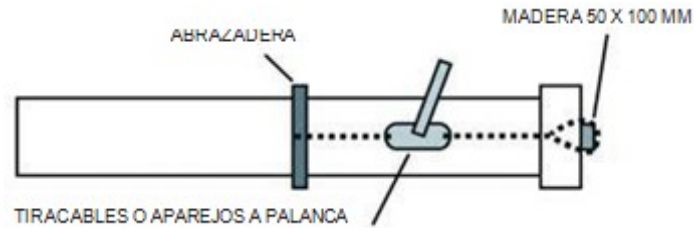


Imagen N° 7.23:

acople.

Montaje del

F. Ubicación del tubo

Se hacía descender el tubo con el acople montado al lecho de la zanja. En el lugar de la junta se debía sobre-excavar como ya se había mencionado, para asegurar que el tubo tenga un apoyo parejo y no descanse sobre los acoples.

G. Ajuste de las abrazaderas

La eslinga A se fijaba sobre cualquier punto del primer caño, la eslinga B sobre el caño que iba a ser montado en una posición conveniente (Imagen N° 7.24).

H. Unión de las juntas

Los tiracables se colocaban uno a cada lado del tubo y se conectaban a las eslingas. Luego se tiraba del tubo hasta colocarlo en posición dentro del acople hasta que alcance la línea de ayuda para el montaje o toque el tope central de montaje. La eslinga A luego se movía hacia el próximo tubo a ser montado.

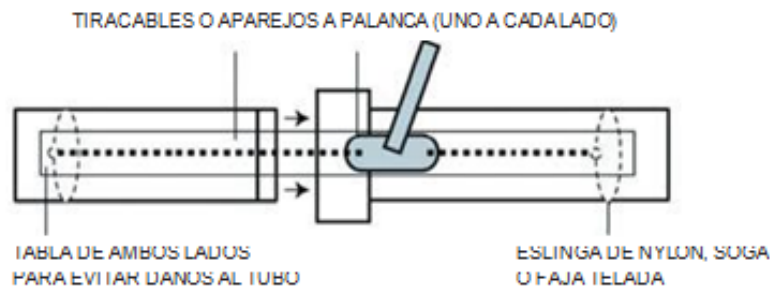


Imagen N° 7.24: Montaje del tubo con fajas teladas.



Imagen N° 7.25: Montaje del tubo.



Imagen N° 7.26: Montaje del tubo.

Relleno de la zona del tubo:

Se debía rellenar inmediatamente después del proceso de enchufado a fin de prevenir dos peligros: la flotación del tubo debido a las lluvias y los movimientos térmicos por la gran diferencia de temperaturas diurnas y nocturnas. La flotación puede dañar al tubo y causar costos de reinstalación innecesarios. La contracción y expansión térmica pueden arruinar el sellado debido al movimiento de varios tramos de tubos acumulados en una misma junta.

La correcta selección, ubicación y compactación del relleno de la zona de la tubería es de gran importancia a fin de controlar la deflexión vertical y para el rendimiento del tubo. Se debía tener cuidado de que el material de relleno no se encuentre contaminado con escombros u otros materiales extraños que puedan dañar el tubo. El material de relleno del riñón en la zona que se encuentra entre el lecho de asiento y la parte inferior externa del tubo debe insertarse y compactarse antes de colocar el resto del relleno.

CORRECTO:

El tubo está firmemente apoyado.

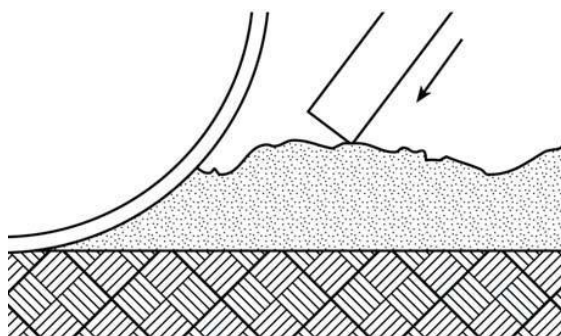


Imagen N° 7.27: Relleno correcto del riñón del tubo

INCORRECTO:

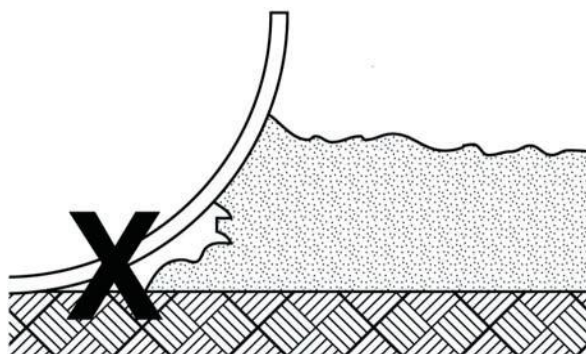


Imagen N° 7.28: Relleno incorrecto del riñón del tubo



Imagen N° 7.29: Relleno del riñón del tubo

Para el relleno se utilizaba arena que se iba compactando en capas de 30 cm de espesor con la utilización de un vibrocompactador tipo canguro, con el cual se hacían dos pasadas para cada lado y agregando la humedad necesaria, luego de realizar los ensayos correspondientes se conseguía la compactación óptima determinada. Así hasta sobrepasar 30 cm por encima del caño.



Imagen N° 7.30: Agregado de agua para compactación



Imagen N° 7.31: Etapa de compactación.



Imagen N° 7.32: Compactación con canguro.

Luego como material de relleno se introducía el mismo material que había sido sacado de la zanja, con previa autorización de inspección. El mismo se iba compactando en capas mediante un rodillo vibrocompactador con el agregado de la humedad necesaria, corroborando siempre la compactación pedida mediante ensayos.



Imagen Nº 7.33: Compactación del relleno.



Imagen Nº 7.34: Compactación del relleno con rodillo.

Por encima de esta capa de suelo compactado, se colocaba piedra 0,20 con un espesor de 30 cm que debía ser humedecido y compactado al igual que las otras capas anteriores con rodillo vibrocompactador.



Imagen Nº 7.35: Ensayo de compactación.

Verificaciones a realizadas sobre la tubería:

➤ Deflexiones:

Se define como deflexión la variación porcentual del diámetro vertical del tubo instalado con tapada completa respecto al diámetro vertical del tubo original.

Se verificaba en obra mediante la utilización de un mandril, las deflexiones en la tubería a tapada completa (sin pavimento) y en el corto plazo. Se debía cumplir que no se superara el tres por ciento (3%) del diámetro vertical del tubo original para suelos naturales de resistencia media. Para valores de deflexiones entre el 3% y 5% se procede a sacar el material de relleno y colocar nuevamente con la compactación adecuada. Para valores entre 5% y 8% se debe sacar el caño, verificar que no presente daños visuales y volver a colocar correctamente. Para deflexiones que superen el 8% el caño deberá ser retirado.

En este caso se utilizaba un mandril, siendo este un procedimiento rápido y seguro para medir las deflexiones en obra, el mismo se hacía pasar por la tubería por medio de una soga siendo tirado por un operario en el extremo libre.



Imagen N° 7.36: Mandril a punto de ser pasado por tubería.

➤ Prueba Hidráulica:

Para comprobar la correcta ejecución se realizaba la prueba hidráulica entre bocas de registro una vez terminada.

En este caso el pliego especificaba la realización de esta prueba a zanja abierta y zanja cerrada, pero desde la inspección, a pedido de la empresa, se autorizó a realizar la misma a zanja cerrada. Haciéndose responsable la empresa de posibles reparaciones que resulten necesarias ante una prueba no satisfactoria, asumiendo los costos que de ella se deriven.

Una vez terminada la colocación de la cañería entre dos Bocas de Registro, con todas las juntas ejecutadas, se efectuaba la prueba hidráulica del tramo. Se procedía al llenado con agua de la cañería y una vez eliminado todo el aire se llevaba el líquido a la presión de prueba de tres (3) metros de columna de agua, que debía ser medida sobre el intradós del punto más alto del tramo, durante dos horas.

Si no se observaban perdidas se daba por aprobada la prueba a “zanja llena”. Caso contrario, el contratista debía descubrir la cañería, localizar las fallas y proceder a su reparación, repitiéndose las pruebas hasta obtener resultados satisfactorios. La aprobación de la prueba hidráulica será condición previa indispensable para la certificación.

Toda prueba hidráulica debía ser realizada bajo el control de los inspectores.



Imagen N° 7.37: Tapón para prueba hidráulica.



Imagen N° 7.38: Colocación del tapón para prueba hidráulica.



Imagen N° 7.39: Anclaje del tapón.



Imagen N° 7.40: Medición de la prueba hidráulica.

7.4 BOCAS DE REGISTRO

Son cámaras de ingreso que cumplen las siguientes funciones:

- Ventilar la cañería.
- Poder realizar mantenimiento.

Deben ubicarse en los siguientes puntos:

- Cambios de pendiente.
- Saltos.
- Cambios de dirección.
- A distancias no mayores de 250 m.

La cámara de registro será del mismo material que los caños (PRFV), las mismas eran pedidas con medidas específicas a la empresa O-tek. La distancia entre BR en este colector era 250 m, dependía mucho de las irregularidades, desniveles o interferencias que se presentaban. La tapa se realizaba de hormigón armado, dicho armado era realizado en el obrador de la planta de tratamiento y luego llevadas a los colectores. La tapa de acceso de 0,60 m de diámetro será de hierro fundido.



Imagen N° 7.41: Izado de BR para colocación.

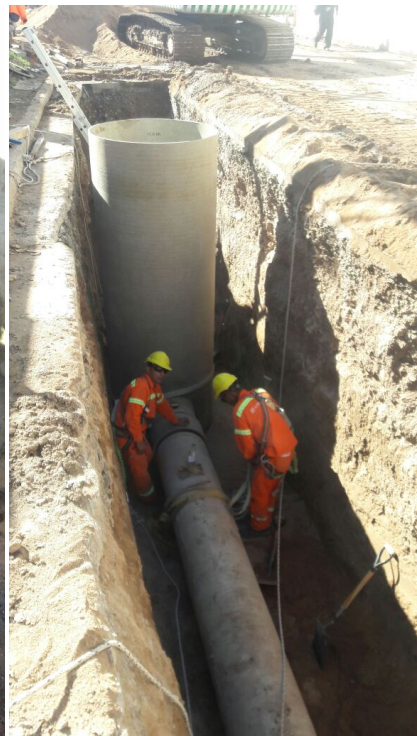


Imagen N° 7.42: BR colocada.



Imagen N° 7.43: Armadura para tapa de BR.



Imagen N° 7.44: Tapa de acero para BR.

7.5 REPARACIÓN DE PAVIMENTOS Y VEREDAS.

Como etapa final de terminación en este colector, era la reparación del pavimento de hormigón que se había retirado para la apertura de zanja, como así también la reparación de veredas y cordones si por motivo de la obra se hubiesen afectado. En el caso del pavimento, una vez terminada la base granular, bien compactada y aprobada por la inspección, se realizaba la reconstrucción del pavimento. Como primera medida se colocaban pasadores cada 0,20 m. de cada lado para una buena adherencia con el pavimento existente, luego se colocaba el hormigón, realizaba un vibrado y emparejado, y por último un par de horas después se curaba con un antisol.



Imagen N° 7.54: Colocación del hormigón y emparejado.



Imagen N° 7.46: Reparación del cordón central.

7.6 OBRAS ESPECIALES.

7.6.1 Tunnel Liner

El proceso constructivo Tunnel Liner consiste en una metodología de excavación modular empleando dovelas de chapa galvanizada unidas mediante bulones entre sí, determinando una camisa para contener el empuje del suelo circundante, dentro del cual se aloja el caño conductor.

Descripción de las etapas constructivas del Tunnel Liner:

- I. A través del levantamiento topográfico de la región, se hace el replanteo en el terreno definiendo el eje del túnel a ejecutar, así como los pozos de ataque y salida.

- II. Se ubican convenientemente los pozos de ataque y salida para la materialización del Tunnel Liner. Replanteado estos pozos, se procede a la excavación y posterior apuntalamiento perimetral para evitar derrumbes. En el fondo del pozo se excava un reservorio para materializar el pozo de achique y se deja previsto una bomba hidráulica para extraer agua si así fuese necesario.

- III. El túnel se ejecuta a partir del pozo de ataque, hasta llegar al pozo de salida localizado a ambos lados de la calle e interferencias a salvar.
La excavación manual se inicia presentando en el frente de ataque, el primer anillo de chapa galvanizada. La excavación se ejecuta con herramientas manuales, y dependiendo del tipo de terreno, con la asistencia de herramientas eléctricas como martillos de percusión.

La remoción de material de excavación se efectúa por medio de carretillas manuales que llevan el suelo de extracción desde el frente de excavación al pozo de ataque y desde allí se elevan mediante carretilla o retro-pala a la superficie para su traslado. Después de haber generado en el frente de excavación un espacio suficiente para montar un nuevo anillo, se procederá a su montaje abulonando al anillo anterior.

La repetición de nuevas series de operaciones como la descrita permite montar nuevos anillos sucesivamente. Cada dovela tiene un ancho de 460mm, y el diámetro del túnel es de 1100mm. Los anillos se sujetan a los adyacentes por medio de bulones y tuercas galvanizadas 5/8" x 1 1/2", distribuidos a lo largo de las pestañas laterales de los anillos. Los bulones presentan una sección del vástago cuadrada, con arandelas de presión permitiendo ajustar la tuerca desde el lado interior.

La excavación se irá haciendo con el mayor cuidado y perfilando la forma exacta del conducto TunnelLiner exterior. Posteriormente se procede a rellenar los intersticios entre las paredes de la perforación de suelo y la estructura metálica exterior mediante la inyección un mortero RDC (relleno densidad controlada).

- IV. Una vez finalizadas las tareas de construcción, se procederá a insertar la cañería PRFV y desplazarla dentro del túnel hacia su posición final uniendo el caño

siguiente sucesivamente. El caño se calza con tacos y cuñas de madera en el interior del túnel para evitar la flotación y posibles desplazamientos diferenciales.

V. Por último, para que todo el conjunto TunnelLiner con tubería PRFV quede solidario, se precede al colado de RDC (relleno densidad controlada) a través de las troneras. Se asegura una continuidad entre la interface del interior de la tubería metálica y el exterior de la tubería de PRFV.

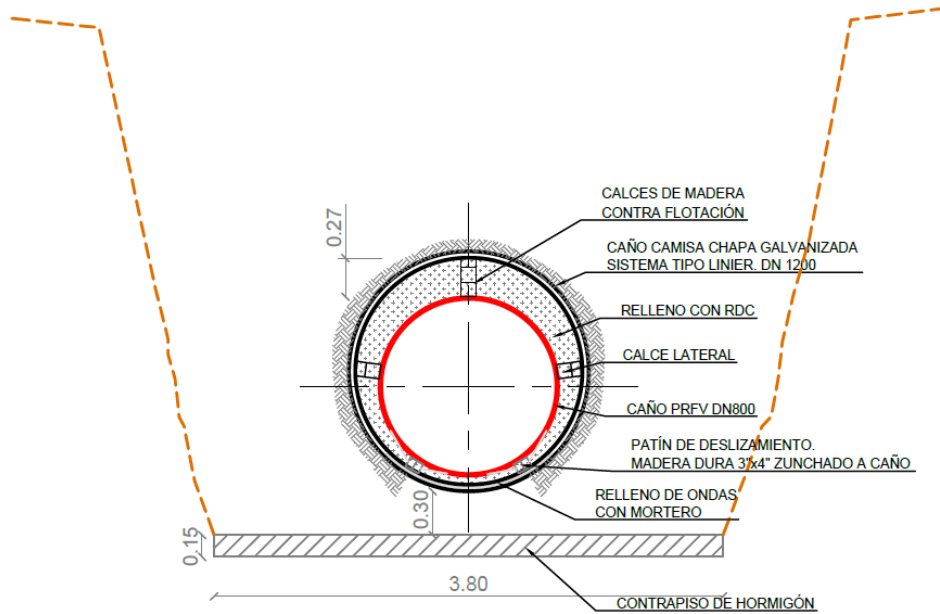


Imagen N° 7.47: Corte de tunnel liner

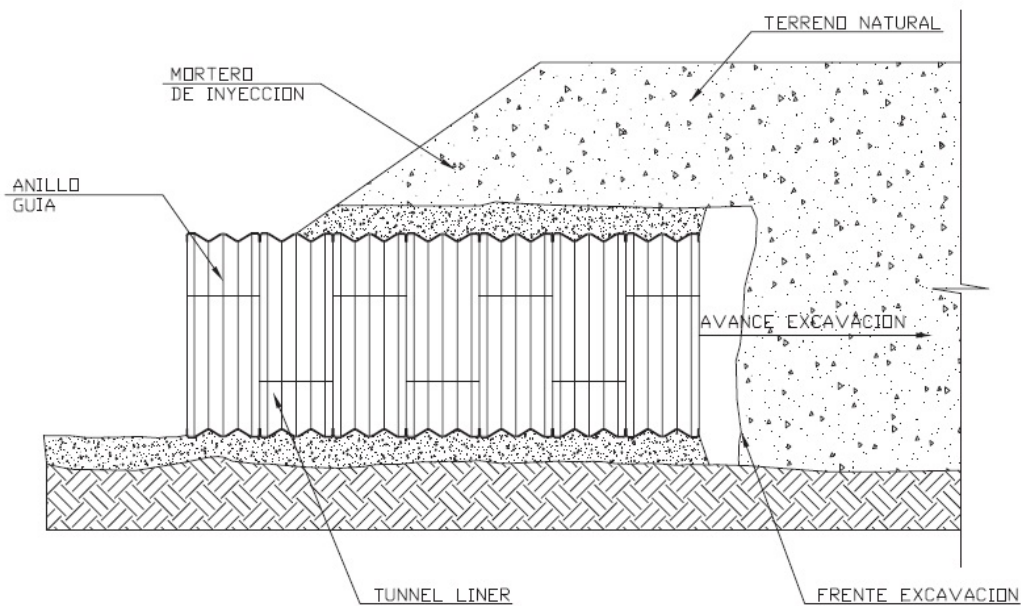


Imagen N° 7.48: Detalle tunnel liner



Imagen N° 7.49: Colocación en obra de tunnel liner.

7.6.2 Perforación Horizontal Dirigida

La Perforación Horizontal Dirigida permite la instalación soterrada de tuberías en terrenos con dificultad geográfica, sustituyendo la apertura de zanjas a cielo abierto, sin dañar la superficie de trabajo.

Principales Ventajas

- No requiere la interrupción de actividades ni la circulación peatonal o vehicular.
- Mínimo impacto ambiental.
- Máxima precisión y seguridad en el análisis del terreno y trazado de túneles con optimización de tiempo y recursos.

Para planificar correctamente una perforación horizontal dirigida es necesario un conocimiento exhaustivo del trazado a realizar, especialmente en las líneas de los servicios existentes y las propiedades del terreno.

La detección se realiza bajo el principio de sonda-receptor. El equipo de perforación controla permanentemente la dirección de la cabeza de perforación. Todos los valores medidos son anotados, y las variaciones transmitidas por radio al operario de la máquina.

La dirección se realiza bajo el principio de las agujas del reloj, con una cabeza de perforación con una cara oblicua, que según su posición la situamos en la dirección elegida.

Después de la perforación piloto, el agujero se ensancha hasta el diámetro necesario para tirar de la tubería. Según el tipo de terreno, los escariadores pueden llevar diferentes tipos de dientes, y en caso necesario poderse cambiar fácilmente.

Esta tunelera cuenta con un equipo de asistencia de lodo bentónico para garantizar que no se provoque el desmoronamiento de las paredes del túnel, con esto se permitió el paso de la cañería de PEAD (polietileno de alta densidad) unidos entre sí por termo fusión in-situ a tope y colocada con sistema a tracción.



Imagen Nº 7.50: Control de la dirección del caño con el sensor.



Imagen Nº 7.51: Túnel Teledirigido ejecutado. Tareas de alineación y preparación para introducción de conducto PEAD.



Imagen N° 7.52: Túnel Teledirigido. Tarea terminada, colocación de cañería en el túnel.



Imagen N° 7.53: Tunelera en funcionamiento



Imagen N° 7.54: Escariadores



Imagen N° 7.55: Boca de Registro. Transición de materiales PRFV y PEAD mediante pieza especial bridada

La **Termo fusión** es un método de soldadura simple y rápido, para unir tubos de polietileno y sus accesorios. La superficie de las partes que se van a unir se calientan a temperatura de fusión y se unen por aplicación de presión, con acción mecánica o hidráulica, de acuerdo al tamaño de la tubería y sin usar elementos adicionales de unión.

Apropiada para la unión de tuberías de la misma relación \varnothing / espesor, con diámetros desde 32 mm hasta 630 mm.

Esta técnica produce una unión permanente y eficaz, y es económica.

Las superficies a soldar deben comprimirse contra el termoelemento con una fuerza que es proporcional al diámetro de la tubería y luego se debe disminuir hasta un valor determinado de presión, con el objeto de que las caras absorban el calor necesario para la polifusión.



Foto N° 7.56: Túnel Teledirigido. Soldadura a tope por termofusión.



Foto N° 7.57: Soldadura a tope por termofusión.



Foto N° 7.58: Túnel Teledirigido. Unión soldada a tope por termofusión.

8. TUBERÍAS DE POLIÉSTER REFORZADO CON FIBRAS DE VIDRIO (PRFV). O-TEK

O-tek es la empresa líder en Latinoamérica en la producción de sistemas de tuberías de Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio. Fabrica de acuerdo a reconocidas normas nacionales e internacionales tales como NTC, AWWA, ASTM e ISO.

Flowtite™ es el producto líder de O-tek para aplicaciones de agua, alcantarillado e industriales. Los sistemas de tuberías de PRFV representan una solución de bajo costo para muchos proyectos. Estas tuberías tienen una larga vida útil, no se corroen y poseen una comprobada resistencia a los ambientes agresivos propios de los sistemas de agua y alcantarillado. Son livianas y se fabrican bajo las más estrictas normas de calidad.

Las tuberías y accesorios de Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio Flowtite™ pueden utilizarse en múltiples aplicaciones, como por ejemplo, conducción de agua potable, colectores alcantarillados y pluviales, conducción de agua de mar y desalinizada, proyectos hidroeléctricos, residuos químicos e industriales y también en sistemas de riego.

O-tek es un productor de tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio fabricada en un mandril de avance continuo que garantiza un producto uniforme. Son resistentes a la corrosión y son el material ideal para sistemas de suministro de agua. Su comprobada resistencia a medios ácidos encontrados en alcantarillas sanitarias hace que el material sea excelente para aplicaciones de sistemas de aguas residuales.

Características	Beneficios
Materiales resistentes a la corrosión	<ul style="list-style-type: none"> • Larga vida útil de servicio. • No necesitan revestimiento, recubrimientos, protección catódica, envolturas u otra forma de protección contra la corrosión. • Bajo costo de mantenimiento. • Las propiedades hidráulicas se mantienen esencialmente constantes en el tiempo.
Bajo peso(1/4 del peso del hierro dúctil y 1/10 del concreto)	<ul style="list-style-type: none"> • Menor costo de transporte (anidable). • No se necesitan costosos equipos de manipulación.
Mayor longitud estándar (hasta 12 m, incluyendo cualquier longitud menor a ésta)	<ul style="list-style-type: none"> • Menor cantidad de uniones reducen el tiempo de instalación. • Más tubería por vehículo transportador significa menores costos en despachos.
Superficie interior lisa	<ul style="list-style-type: none"> • Baja pérdida por fricción significa menor energía de bombeo y menores costos operacionales. • Acumulación mínima de lodos reduce los costos de limpieza.
Unión FLOWTITE™ con empaques elastoméricos REKA	<ul style="list-style-type: none"> • Uniones ajustadas y eficientes diseñadas para eliminar infiltraciones y exfiltraciones. • Fáciles de unir, reducen los tiempos de instalación. • Se acomodan a pequeños cambios de dirección en la línea de tubería sin accesorios o ajustes diferenciales.
Proceso de fabricación flexible	<ul style="list-style-type: none"> • Diámetros especiales pueden ser fabricados a las necesidades del cliente para proveer máximos volúmenes de flujo, facilitando la instalación en proyectos de rehabilitación.
Diseño en tuberías de alta tecnología	<ul style="list-style-type: none"> • Menor celeridad de onda que tuberías de otros materiales, significa menores costos en diseño por sobre presiones y golpe de ariete.
Sistema de fabricación de alta tecnología que permite producir tuberías que cumplen con las más estrictas normas (NTC, AWWA, ASTM, DIN, etc.)	<ul style="list-style-type: none"> • Producto de alta y consistente calidad mundial que asegure un desempeño confiable.

Tabla N° 8.1: Características y beneficios de la tubería

8.1 ENSAYOS DE CONTROL Y CALIFICACIÓN

8.1.1 Materias Primas

Todas las materias primas son entregadas con una certificación del proveedor que demuestra el cumplimiento de los requerimientos de calidad de FLOWTITE™. Además, las materias primas son sometidas a ensayos por muestreo con anterioridad a su uso. Estos ensayos garantizan que los componentes de la tubería cumplen con las especificaciones establecidas.

8.1.2 Propiedades Físicas

Las capacidades de carga axial y tangencial de las tuberías son verificadas rutinariamente. Adicionalmente, se controla la composición y fabricación del producto.

8.1.3 Producto Terminado

Todas las tuberías son sometidas a los siguientes controles:

- Inspección visual
- Dureza
- Espesor de la pared
- Longitud de sección
- Diámetro
- Ensayo de presión hidrostática al doble de la presión nominal

Sobre una base de muestreo definida se realizan los siguientes controles a la tubería:

- Rigidez
- Deflexión Nivel A (sin Cracks) y Nivel B (sin daño estructural)
- Capacidad de carga por tracción axial y circunferencial.

8.1.4 Ensayo De Corrosión Bajo Deformación

Un único e importante requisito específico para tubería PRFV a gravedad utilizado en sistemas de alcantarillado es el ensayo químico en condiciones de deformación o deflexión. Este ensayo de corrosión por deformación se desarrolla de acuerdo a la norma ASTM D3681 y requiere un mínimo de 18 anillos de muestra que son sometidos a varios niveles de deflexión permanente. Posteriormente, el interior de estos anillos se expone a una solución de ácido sulfúrico al 5% por peso. Bajo estas condiciones se simula una tubería enterrada en condiciones sépticas. Dicho ensayo es representativo de las más desfavorables condiciones conocidas de sistemas de alcantarillado. El tiempo de falla por fuga es medido para cada muestra. La mínima falla por deformación extrapolada a 50 años, usando datos de falla con el método del análisis

de regresión de los mínimos cuadrados, debe igualarse a los datos en la tabla para cada clase de rigidez. El valor obtenido se aplica al diseño de la tubería para predecir las limitaciones que garanticen una instalación segura de las tuberías usadas en este tipo de aplicaciones (coeficientes de seguridad). El valor típico de deflexión a largo plazo es de 5% para tuberías enterradas.



Foto N° 8.1: Inspección visual de cañería.

8.2 MATERIALES

FLOWTITE™ posee la más moderna y avanzada tecnología de tuberías PRFV con un proceso de fabricación de mandril de avance continuo. Este proceso permite el uso de refuerzos continuos de fibra de vidrio siguiendo la dirección circunferencial del tubo.

En el caso de una tubería diseñada para aplicaciones enterradas o a presión el esfuerzo mayor se concentra en la circunferencia del tubo. Por eso, al incorporar refuerzos de fibra de vidrio enrollados y continuos a lo largo del tubo (y no solamente filamento discontinuo como en el caso del proceso centrifugado), se obtiene un producto que brinda mayor desempeño a un precio más bajo.

Usando la tecnología desarrollada por especialistas en compuestos, se crea un laminado muy compacto que maximiza el aporte de tres materias primas básicas. Se incorporan los dos tipos de refuerzos de fibra de vidrio (cortada y continua), para lograr mayor resistencia circunferencial y axial. La arena se utiliza para aumentar la rigidez y se aplica cerca al eje neutro.

Con el sistema FLOWTITE™ de doble alimentación de resina, el equipo tiene la capacidad de aplicar resinas especiales en el revestimiento interno del tubo para

aplicaciones altamente corrosivas mientras se emplea una resina menos costosa para la parte exterior y estructural del laminado.



Foto N° 8.2: Visita a la planta O-tek



Foto N° 8.3: Visita a la planta. Proceso de fabricación.



Foto N° 8.4: Proceso de fabricación.

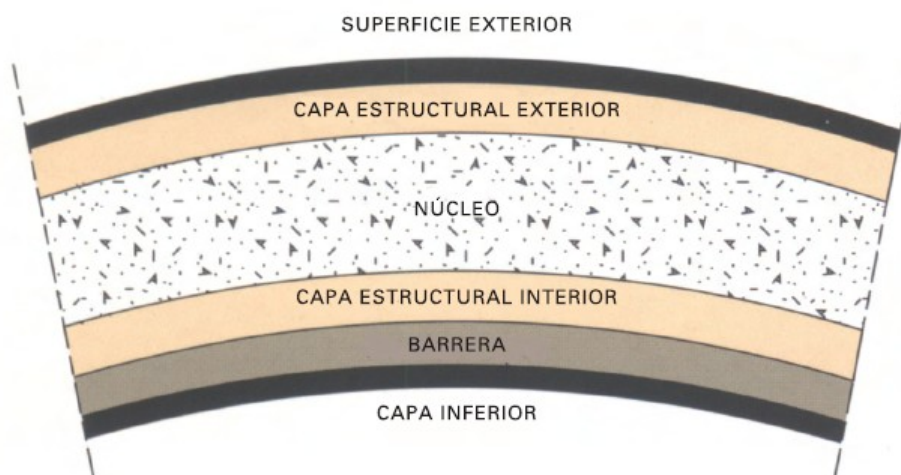


Foto N° 8.5: Corte de tubería.

9. CONCLUSIÓN

Durante el desarrollo de la Práctica Profesional Supervisada dentro de la Unidad Ejecutora de Obras se ha podido obtener, como elemento fundamental, la experiencia del trabajo a la par de profesionales y el trato diario con los mismos.

En este sentido, ha sido de notable riqueza la introducción al trabajo diario y al estilo de tareas desarrolladas tanto en trabajos de campo en el colector Sur como dentro de la unidad.

Por otro lado, mediante la ejecución de las labores encomendadas, se han afianzado los conocimientos adquiridos durante la carrera de grado de Ingeniería Civil. Éstos resultaron herramientas fundamentales, que permitieron ahondar en determinados temas con gran entendimiento a través de bibliografía adecuada y consulta a profesionales experimentados.

Finalmente, como conclusión de las tareas desarrolladas, se debe destacar que el presente proyecto de la red colectora de líquidos cloacales resulta una obra de gran magnitud muy necesaria para la ciudad de Córdoba que generara un servicio factible a lo largo de los años para los residentes actuales y futuros de las zonas proyectadas.