

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	2
ALCANCE Y OBJETIVOS	4
1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO AL NIVEL DE INFILTRACIONES E INFLUJOS	6
1.1 RESULTADOS DE CAMPAÑA DE MEDICIONES DEL AÑO 2003-2004	6
1.2 RESULTADOS DE CAMPAÑA DE MEDICIONES DEL AÑO 2012	6
2 SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE GUAYAQUIL	8
3 CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA LA CHALA	10
3.1 SUBCUENCA B21	11
3.2 SUBCUENCA B22	13
3.3 SUBCUENCA B23	14
3.4 SUBCUENCA B24	15
4 TECNOLOGÍAS DE INTERVENCIÓN PROPUESTAS	16
4.1 REHABILITACIÓN POR TUBERÍA CURADA EN SITIO (CIPP)	16
4.1.1 CAMPO DE APLICACIÓN DEL CIPP	16
4.1.2 METODOLOGÍA DE TRABAJO PARA EJECUCIÓN DE CIPP	17
4.2 REHABILITACIÓN POR PIPE BURSTING (FRAGMENTACIÓN)	17
4.2.1 PIPE BURSTING DINÁMICO	18
4.2.2 PIPE BURSTING ESTÁTICO	19
4.2.3 CAMPO DE APLICACIÓN DEL PIPE BURSTING	20
4.2.4 METODOLOGÍA DE TRABAJO PARA EJECUCIÓN DE PIPE BURSTING	20
4.3 RENOVACIÓN O REPARACIÓN POR ZANJA ABIERTA	21
4.4 REHABILITACIÓN DE POZOS DE INSPECCIÓN	22
4.4.1 CAMPO DE APLICACIÓN DE LA REHABILITACIÓN DE POZOS DE INSPECCIÓN	22
4.4.2 METODOLOGÍA DE TRABAJO PARA LA REHABILITACIÓN DE POZOS DE INSPECCIÓN	22

INTRODUCCIÓN

El sistema de alcantarillado sanitario de la ciudad de Guayaquil de la denominada cuenca La Chala presenta elevados niveles de infiltración de aguas claras parásitas, con orígenes variados y consecuencias diversas.

Entre los orígenes podemos destacar:

- Red antigua con edad mayor a 30 años en su mayoría.
- El material predominante de la red es hormigón, típicamente hormigón simple hasta tuberías de DN 400 mm y hormigón armado desde tuberías de DN > a 400 mm hasta el DN 1500 mm que está presente en la red.
- Los suelos sobre los que se ha instalado la red son en su mayoría rellenos no controlados susceptibles a consolidaciones, al menos durante los primeros años de su instalación.
- Posible baja calidad de los empaques utilizados para sellar las juntas de las tuberías instaladas.
- La casi totalidad del perímetro de la cuenca La Chala se encuentra rodeada por agua de los esteros, los cuales a su vez se encuentran bajo el efecto del sistema de mareas, lo que conlleva a que a profundidades cercanas, o incluso menores a 1,0 m sobre el nivel del piso se tenga presencia de niveles de agua freática.
- Interconexiones entre la red de alcantarillado sanitario y la red de alcantarillado pluvial; Aunque por definición los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial son separados, existen interconexiones que se llevaron a cabo como una solución a los problemas que se presentaban en uno u otro sistema (especialmente en el sanitario) y permitían solucionar problemas puntuales descargando las aguas hacia el otro sistema.

Entre las consecuencias de lo anterior, tenemos:

- Presencia de elevados flujos en las redes de aguas servidas, especialmente en las horas de alta marea, generando dificultades operativas y sobrecargas de operación de las estaciones de bombeo.
- Exfiltración al suelo circundante -en horas de baja marea, de aguas servidas, contaminando al estero.
- Descarga directa de aguas servidas al estero desde los sistemas de aguas lluvias.
- Deficiente calidad del servicio para usuarios que están en las zonas más bajas de la cuenca y no tienen posibilidad de hacer una descarga eficiente al sistema de alcantarillado sanitario al operar este con niveles altos.

- Sobrecostos operativos por atención de mayor incidencia de reclamos técnicos asociados a la operación de la red.
- Sobrecostos operativos por los mayores volúmenes de agua que deben ser bombeados desde las estaciones de bombeo.

En vista de lo anterior, se plantea la rehabilitación de la red de alcantarillado sanitario del área que corresponde a la cuenca La Chala al nivel de sus redes matrices, secundarias y sus correspondientes pozos de inspección.

ALCANCE Y OBJETIVOS

ALCANCE Y OBJETIVO GENERAL

Rehabilitación de las redes matrices y secundarias, con sus respectivos pozos de inspección y tirantes de la cuenca la Chala, mediante metodologías que privilegien la utilización de tecnologías de rehabilitación mínimamente invasivas y de comprobada confiabilidad.

Las opciones de rehabilitación de las redes y tirantes que se plantean son:

Rehabilitación por Pipe Bursting. Método de rehabilitación que consiste en usar el tubo existente para pasar un nuevo tubo de polietileno de alta densidad. Durante el proceso de pasar el nuevo tubo se explota la tubería existente, siendo posible, inclusive, incrementar en un diámetro la nueva tubería.

CIPP (Cured en Place Pipe). Método de rehabilitación que consiste en la inserción de una manga, generalmente de fibras de poliéster, previamente impregnada de una resina y que se somete a un proceso de curado con vapor de agua, agua caliente o rayos ultravioleta.

Al nivel de los pozos de inspección, los métodos de rehabilitación son variados y existen diversas opciones, las cuales han demostrado su efectividad. Entre estas se tienen los grouting químicos, los morteros cementicios, los sellados químicos, los linner curados en sitio, etc.,

La opción de renovación de la red mediante la apertura de zanjas a cielo abierto y reemplazo de la tubería existente será considerada solamente cuando las opciones de rehabilitación no puedan ser ejecutadas.

No se considera dentro del alcance del presente proyecto la ejecución de trabajos tendientes a incrementar la conectividad al servicio de alcantarillado, ya que se sobreentiende que el proceso normal de mejoramiento del servicio debe partir primero del proceso de rehabilitación y recuperación de la capacidad operativa de la red para finalmente incorporar al servicio los predios no conectados.

Para medir la efectividad de los trabajos a ser realizados, se generaran los siguientes indicadores de seguimiento operativo:

1. Caudales bombeados desde la estación de bombeo la Chala. Dado que toda la cuenca a ser intervenida descarga sus aguas en la estación de bombeo La Chala, la cual a su vez bombea a la estación de bombeo La Pradera, se realizará el seguimiento a este parámetro para las condiciones sin proyecto, durante la ejecución del proyecto y posterior al proyecto.

2. Número de reclamos técnicos para atención de obstrucciones o desbordes de la red de alcantarillado sanitario. Se realizará el seguimiento a este parámetro para las condiciones sin proyecto, durante la ejecución del proyecto y posterior al proyecto.
3. Cambio de la calidad del agua ingresando a la estación de bombeo la Chala. Dado que en la práctica es difícil poder medir el efecto positivo esperado que podría tener el proyecto sobre la calidad del agua del estero, se propone medir las concentraciones de DBO5, DQO y coliformes fecales al nivel de la estación de bombeo de la Chala de manera tal que se pueda establecer una comparación antes del proyecto, durante el proyecto y posterior al proyecto.

1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO AL NIVEL DE INFILTRACIONES E INFLUJOS

El sistema de alcantarillado sanitario de Guayaquil, comprende aproximadamente 3 500 km de redes a gravedad, y sirve a un área aproximada de 8 000 ha.

El sistema comprende 56 estaciones de bombeo –entre primarias y secundarias, tratamiento preliminar en las estaciones de bombeo principales, y sistemas de tratamiento mediante lagunas de oxidación, las cuales cubren parcialmente las necesidades de la ciudad.

Para todo el sistema, el Plan Maestro del año 2010 estima que en tiempo de verano se generan 300 000 m³/día y en temporada de lluvias 410 000 m³/día de aguas servidas. De estos volúmenes, se estima que el 98% es finalmente descargado al estuario Daule-Guayas y el restante al sistema de estuarios del estero Salado.

1.1 RESULTADOS DE CAMPAÑA DE MEDICIONES DEL AÑO 2003-2004

En el año 2004, como parte de los trabajos del Plan Maestro de Agua Potable y Alcantarillado, se realizaron las primeras mediciones de caudal sobre las cuatro principales cuencas de drenaje de aguas servidas de la ciudad, en tiempo seco y en tiempo húmedo, obteniéndose las conclusiones que se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Resultados del Monitoreo de Caudales Plan Maestro año 2004.

Estación de bombeo	Caudal medio, L/s		Población	Porcentaje de infiltración y conexiones erradas %	
	Temporada seca	Temporada húmeda		Temporada seca	Temporada húmeda
Pradera	2.250	2.400	764.525	71	82
Progreso	510	1.500	179.207	69	387
Tornillo	415	574	128.530	87	159
Guayacanes	190	272	19.643	17	68
Total	3.365	4.746	1.091.905	68,2	136,0

Se concluye de los resultados obtenidos, que los niveles de infiltración observados son exagerados y denotan evidentes problemas funcionales de la red. Adicionalmente, se encontró que la curva de caudales se rige por un ciclo sinoidal que se repite con cada ciclo de marea.

1.2 RESULTADOS DE CAMPAÑA DE MEDICIONES DEL AÑO 2012

En el año 2012 se realizaron campañas de mediciones en tiempo seco y en tiempo húmedo como parte de las actividades de los estudios de factibilidad de las plantas de tratamiento de aguas

servidas Las Esclusas y los Merinos. Las mediciones fueron realizadas al nivel de las cuencas de drenaje aferentes a cada planta.

Los resultados de las campañas de medición de caudal se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Resumen campaña de mediciones año 2012 estudios de factibilidad plantas de tratamiento Esclusas y Merinos.

Cuenca	Caudal medio, L/s		Porcentaje de infiltración y conexiones erradas %	
	Temporada seca	Temporada húmeda	Temporada seca	Temporada húmeda
Guasmo	312	365	66	56,3
Pradera	1608	2541	37	64
Progreso	512	664	14	12
Sauces-Alborada	470	358	68	32
Guayacanes	490	570	82	64
Total	3392	4498	38,8	43,3

Entre las conclusiones que se obtienen del estudio, se destaca que:

- El monitoreo en la estación seca permitió calcular con mayor precisión y confiabilidad la infiltración. Los valores muestran que el sistema de alcantarillado de la ciudad de Guayaquil tiene una infiltración promedio del 38,8% del caudal medio medido, valor extremadamente alto.
- El hecho de que los factores de infiltración e influjo (I&I) de la época lluviosa -43,3% del ponderado, y la infiltración en época seca -38,8 % ponderado, sean bastante similares, significa que la mayoría del caudal extraño detectado en ambas campañas se debe a caudales de infiltración.
- Se puede resumir que el sistema de alcantarillado de Guayaquil está sujeto a una infiltración excesiva que indica la necesidad de proyectos, campañas y actividades conducentes a reducir estos valores excesivos.

2 SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE GUAYAQUIL

Típicamente las redes del sistema público de alcantarillado Guayaquil se componen de los siguientes elementos:

- a. Conexión intradomiciliar: Es el conjunto de tuberías que permiten la descarga de las aguas servidas del predio y se concentran en la caja intradomiciliar.
- b. Conexión al usuario: Es el tramo de tubería que se instala entre la caja domiciliar y el límite de fábrica del predio (típicamente entre la caja intradomiciliar y la caja domiciliar).
- c. Caja domiciliar: Es la caja instalada sobre la acera pública y que recibe las descargas de los predios. Puede ser unifamiliar o bifamiliar.
- d. Ramal domiciliar: Es la tubería instalada sobre la acera y que interconecta las cajas domiciliarias para llevar la descarga hasta los pozos de inspección.
- e. Tirante: Es el tramo de tubería que va desde la última caja de un ramal domiciliar y descarga al pozo de inspección en la vía pública.
- f. Pozo de inspección: Es la estructura que sirve de punto de enlace o conexión para las redes matrices instaladas al nivel de la vía y a la vez recibe las descargas desde las cajas domiciliarias.
- g. Colectores: Son tramos de tubería instalados sobre la vía pública, van de pozo a pozo y transportan las aguas servidas hasta sus puntos de disposición final.

Los materiales de la red existente es en su gran mayoría hormigón –simple y armado, y en un menor grado tuberías plásticas, las cuales se vienen utilizando mayormente en las últimas décadas. Se han encontrado evidencias de ductos construidos con bloques y mortero en la parte más antigua de la ciudad, pero no se encuentran operativos.

Los pozos son en su mayoría construidos de bloques de ladrillo, aunque en las últimas décadas se construyen de hormigón armado en sitio o eventualmente con prefabricados de hormigón armado.

Los diámetros de la red pueden variar de la siguiente manera:

- Para los ramales domiciliarios, que comprenden aproximadamente el 87% de la red, el diámetro va desde 150 mm (6") y hasta 200 mm (8").
- Para los colectores secundarios, que comprenden aproximadamente el 6% de la red, el diámetro va desde 150 mm (6") y hasta 400 mm (16").
- Para los colectores matrices, que comprenden aproximadamente el 3% de la red, el diámetro va desde 450 mm (18") y hasta 2,40 m (60").
- Para los tirantes, que comprenden aproximadamente el 4% de la red, el diámetro va desde 150 mm (6") y hasta los 300 mm (12").

En la Figura 1 se presenta un esquema tipo de la configuración de la red de alcantarillado sanitario de Guayaquil.

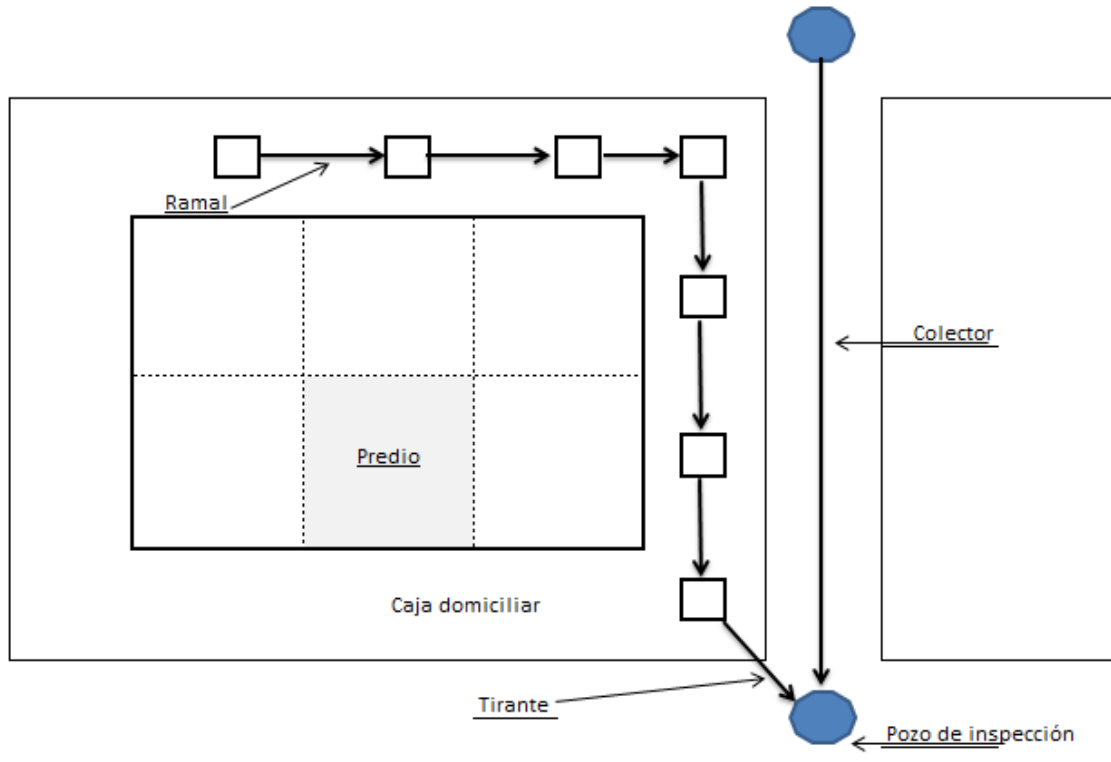


Figura 1. Configuración típica de la red de alcantarillado sanitario de Guayaquil.

3 CARACTERISTICAS DE LA CUENCA LA CHALA

La cuenca La Chala hace parte de la macrocuenca Pradera, la mayor cuenca de drenaje de alcantarillado sanitario. Aproximadamente el 50% de las aguas residuales generadas en la ciudad corresponden a la macrocuenca Pradera.

Funcionalmente la cuenca la Chala se encuentra dividida en cuatro subcuencas: B21, B22, B23 y B24 tal como se puede apreciar en la Figura 2.

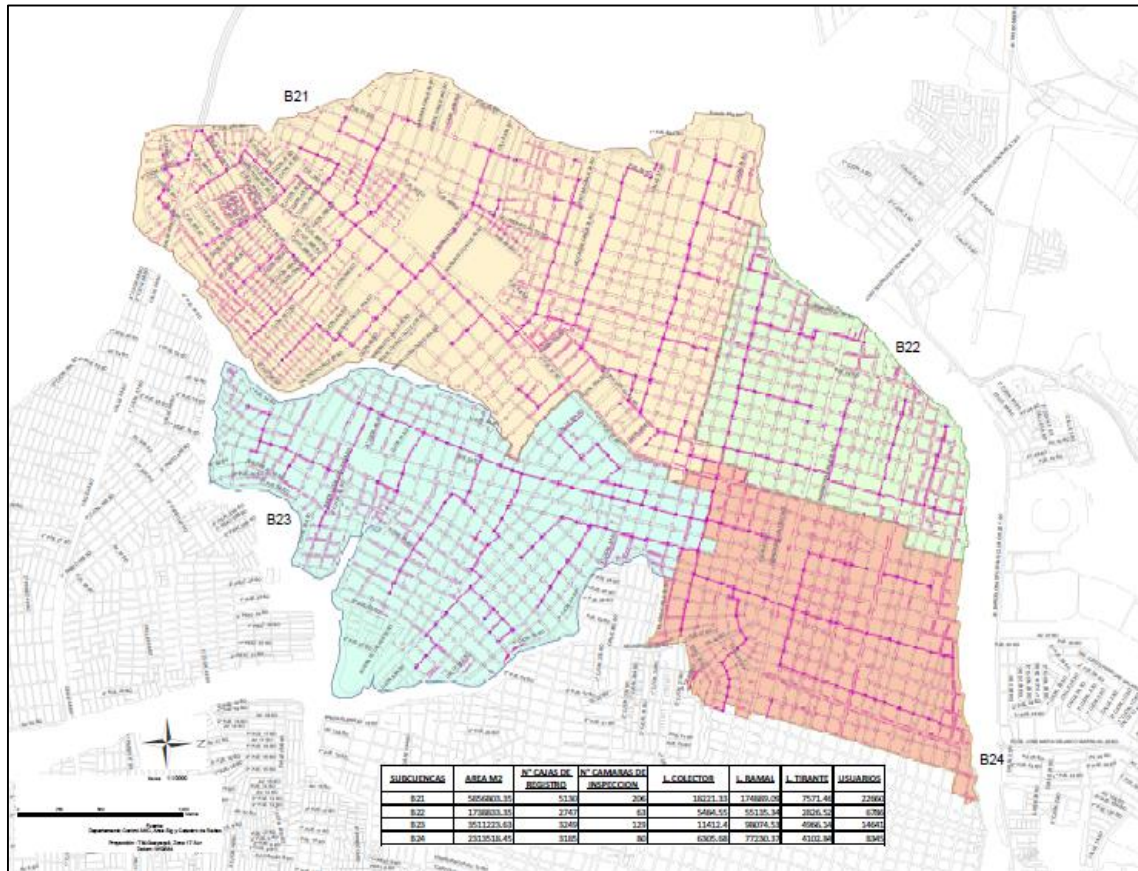


Figura 2. Subcuencas de la cuenca La Chala.

Las características topológicas de la cuenca la Chala se presentan en la Tabla 3, según los reportes extraídos del sistema de información geográfico de Interagua.

Tabla 3. Características generales de la cuenca La Chala.

Subcuenca	Área	Cámaras	Diámetros	Colectores (m)	Ramales	Tirantes	Usuarios
	(Ha)	(u)	Plg.		(m)	(m)	
B21	585,68	208,00	6" – 46"	18.221,53	174.821,14	7.529,02	22.660,00
B22	173,88	63,00	4" – 24"	5.465,91	54.472,86	2.826,51	6.786,00
B23	351,12	129,00	6" – 52"	11.412,42	98.074,52	4.966,16	14.641,00
B24	231,35	80,00	4" – 52"	6.305,68	77.230,39	4.088,54	8.345,00
TOTAL	1.342,03	480,00	4"-52"	41.405,54	404.598,91	19.410,23	52.432,00

3.1 SUBCUENCA B21

Es la subcuenca más grande de las que componen la cuenca La Chala. Tiene un área total de 585,68 ha y registra 22.660 cuentas de usuarios.

Los diámetros típicos de los colectores instalados dentro del área de influencia de la cuenca van desde 150 mm (6") hasta 1 150 mm (46") en hormigón simple y armado.

En la Tabla 4, se muestra un detalle de la topología de las redes de la subcuenca B21.

Tabla 4. Topología de la red de la subcuenca B21.

Subcuenca B21

Diámetro, mm	HA	HS	PVC	Total
Colectores				
160		396,30		396,30
200		4.346,75		4.346,75
220			11,2	11,20
250		4.822,24		4.822,24
300		1.200,38		1.200,38
400	1.630,67	994,79		2.625,46
450	167,40			167,40
500	824,90	364,90		1.189,80
600	374,75	628,48		1.003,23
675		100,51		100,51
800	602,19			602,19
825	206,00			206,00
850	151,79			151,79
900	484,95	98,12		583,07
1000	197,51			197,51
1150	617,70			617,70
Total	5.257,86	12.952,47	11,20	18.221,53

Ramales				
160		167.981,61	4.733,41	172.715,02
175		12,00	144,50	156,50
200		1.520,38	429,24	1.949,62
Total	0	169.513,99	5.307,15	174.821,14

Tirantes				
110		12,54	1,63	14,17
160		4.413,06	60,72	4.473,78
200		2.222,87	430,27	2.653,14
250		300,13		300,13
300		87,80		87,80
Total	0	7.036,40	492,62	7.529,02

3.2 SUBCUENCA B22

Tiene un área total de 173,88 ha y registra 6 786 cuentas de usuarios. Los diámetros de los colectores instalados en la subcuenca van desde 150 mm (6") hasta 1 150 mm (46") en hormigón simple y armado. En la Tabla 5, se detalla la topología de las redes de la subcuenca B21.

Tabla 5. Topología de la red de la subcuenca B22.

Subcuenca B22				
Diámetro, mm	HA	HS	PVC	Total
Colectores				
200		507,14	78,97	586,11
250		2303,35		2303,35
300		641,98		641,98
400		354,54		354,54
450		154,29		154,29
500	831,61			831,61
550	238,31			238,31
600	355,72			355,72
Total	1.425,64	3.961,30	78,97	5.465,91
Ramales				
100			66,56	66,56
110		6,73	590,24	596,97
150		692,84	717,5	1410,34
160		46812,88	3732,43	50545,31
175			594,5	594,5
200		1028,61	230,57	1259,18
Total	0	48.541,06	5.931,80	54.472,86
Tirantes				
110			16,61	16,61
160	109,2	414,32	177,64	701,16
175		11,5		11,5
200	815,25	1200,27	69,45	2084,97
250		12,27		12,27
Total	924,45	1.638,36	263,70	2.826,51

3.3 SUBCUENCA B23

Tiene un área total de 351,12 ha y registra 14 641 cuentas de usuarios. Los diámetros típicos de los colectores instalados en la subcuenca van desde 200 mm (8") hasta 1 300 mm (52") en hormigón simple y armado. En la Tabla 6, se muestra un detalle de la topología de las redes de la subcuenca B23.

Tabla 6. Topología de la red de la subcuenca B23.

Subcuenca B23				
Diámetro, mm	HA	HS	PVC	Total
Colectores				
200		2.082,75	136,78	2.219,53
250		1.068,87	912,07	1.980,94
300		1.673,43		1.673,43
400		1.306,86	93,85	1.400,71
500	2.795,17			2.795,17
750	837,16			837,16
800	310,59			310,59
1200	11,43			11,43
1300	183,46			183,46
Total	4.137,81	6.131,91	1.142,70	11.412,42
Ramales				
160		94671,24	999,83	95671,07
175		14,5	1696,28	1710,78
200		666,22	26,45	692,67
Total	0,00	95.351,96	2.722,56	98.074,52
Tirantes				
110			5,64	5,64
160		2542,14	52,28	2594,42
175			38,55	38,55
200		1887,82	246,34	2134,16
220			45,43	45,43
250		127,78		127,78
300		20,18		20,18
Total	0,00	4.577,92	388,24	4.966,16

3.4 SUBCUENCA B24

Tiene un área total de 231,35 ha y registra 8 345 cuentas de usuarios. Los diámetros de los colectores instalados en la subcuenca van desde 200 mm (8") hasta 1 300 mm (52") en hormigón simple y armado. En la Tabla 7, se detalle la topología de las redes de la subcuenca B24.

Tabla 7. Topología de la red de la subcuenca B24.

Subcuenca B24				
Diámetro, mm	HA	HS	PVC	Total
Colectores				
200		358,88		358,88
250		478,72		478,72
300		1.353,34		1.353,34
350		240,21		240,21
375		171,70		171,70
400		1.676,70		1.676,70
450		439,35		439,35
500	101,04			101,04
600	641,64			641,64
1150	92,50			92,50
1200	264,51			264,51
1300	487,09			487,09
Total	1.586,78	4.718,90	0,00	6.305,68
Ramales				
160		69.063,54	6.704,64	75.768,18
175			185,21	185,21
200		1.208,52	64,70	1.273,22
250		3,78		3,78
Total	0,00	70.275,84	6.954,55	77.230,39
Tirantes				
100			9,80	9,80
110		2,21		2,21
160		1.218,22	184,26	1.402,48
175			9,50	9,50
200		2.497,44	76,01	2.573,45
225		13,90		13,90
250		77,20		77,20
Total	0,00	3.808,97	279,57	4.088,54

4 TECNOLOGÍAS DE INTERVENCIÓN PROPUESTAS

4.1 REHABILITACIÓN POR TUBERÍA CURADA EN SITIO (CIPP)

La tecnología denominada Tubería Revestida y Curada en Sitio –CIPP, se aplica para corregir defectos estructurales u operacionales irregulares en el funcionamiento de tuberías existentes de acueducto y alcantarillado. Es una tecnología que requiere poca intervención en el entorno, siendo normalmente mínimas las obras complementarias que se deben llevar a cabo.

El CIPP consta de una felpa impregnable con resina (a este conjunto se le conoce también como manga o linner), la cual es posteriormente curada al colocarla dentro del tubo a rehabilitar; ésta deberá tener resistencia a bacterias del suelo, a agentes químicos y a los efectos del suelo circundante.

Las normas asociadas a esta tecnología son: ASTM F1216, ASTM D790, ASTM C581, ASTM D638 y ASTM D903, ASTM D648, ASTM D2990, ASTM D3681, ASTM F1743 y ASTM D5813 o las equivalentes que apliquen.

El material de revestimiento de CIPP consiste en una o más capas de un material flexible no tejido de felpa/filtro de poliéster con o sin aditivos tales como fibra de vidrio tejida u otras fibras que cumplan los requisitos de la norma ASTM F1216, ASTM F1743 y ASTM D5813. El tubo de felpa deberá ser capaz de absorber y sostener las resinas colocadas para soportar las presiones y temperaturas de curado de instalación y tener suficiente fuerza para superar segmentos faltantes de tubería, y se expandirse para adaptarse a secciones irregulares de tubería.

Las resinas que se utilizan para la impregnación de la manga pueden ser de poliéster, éster de vinilo o epóxica (ésta última es la única permitida para rehabilitación de redes de acueducto).

El curado de la manga impregnada se puede realizar mediante vapor de agua, agua caliente o radiación ultravioleta –UV.

Los rendimientos típicos son variables, y pueden ir desde los 100 m hasta los 300 m por día, dependiendo del diámetro de la tubería a rehabilitar, presencia de agua en la red a rehabilitar, temperatura ambiente, y la experticia de los operarios que realicen el trabajo.

4.1.1 CAMPO DE APLICACIÓN DEL CIPP

Para el proyecto de rehabilitación de redes de la cuenca La Chala se ha considerado la rehabilitación por CIPP para los siguientes casos:

- i. Todos los tirantes a ser intervenidos.
- ii. Todos los colectores de diámetro mayor a 350 mm.

4.1.2 METODOLOGIA DE TRABAJO PARA EJECUCIÓN DE CIPP

Para la ejecución de los trabajos de CIPP se deben llevar a cabo las siguientes actividades entre las cuales podemos distinguir claramente dos etapas:

Etapa de evaluación del tramo y diseño del Linner:

- Recopilación y análisis de la información disponible o búsqueda de información adicional.
- Levantamiento topográfico detallado de la red matriz, secundaria y terciaria.
- Taponamiento de la red y bombeo para by-pass de la red aislada (si necesario).
- Limpieza y lavado de la red con equipo hidrojet (equipo de presión) o con buzos profesionales (para tuberías de diámetro superior a 38”).
- Inspección por circuito cerrado de televisión –CCTV.
- Verificación del diámetro del conducto evaluado.
- Validación de la aplicabilidad del método de rehabilitación.
- Diseño del tipo y espesor de linner.
- Especificación de las resinas apropiadas para el curado.

Etapa de instalación del linner:

- Taponamiento de la red y bombeo para by-pass de la red aislada (si necesario).
- Lavado de la red con equipo hidrojet (equipo de presión).
- Instalación del linner, incluye el sellado de las juntas con los pozos de inspección.
- Rehabilitación de los pozos de inspección.
- Inspección por CCTV del tramo rehabilitado.

Para la rehabilitación con CIPP existe un lapso entre la primera etapa y la segunda etapa definida por el tiempo de arribo de las mangas, luego del proceso de evaluación y diseño de la manga a ser instalada en cada tramo, que resulta de la Etapa 1.

4.2 REHABILITACIÓN POR PIPE BURSTING (FRAGMENTACIÓN)

El Pipe Bursting es un método de rehabilitación de tubería usado para reemplazarla mediante la rotura o fragmentación de la tubería existente, e instalando en el vacío que queda una nueva tubería de polietileno de alta densidad del mismo o mayor diámetro que la existente.

La rotura del tubo existente se logra por medio de la inserción de una herramienta con cabeza una cabeza de corte apropiada para el material a cortar o fragmentar, de mayor diámetro, la cual al avanzar fragmenta el conducto principal y empuja lo que queda en el área del suelo circundante.

Las normas de referencia para la aplicación de la tecnología de Pipe Bursting son:

ASTM D 1248 Especificaciones para materiales por moldeado y extrusión de plásticos de polietileno.

ASTM D 2657 Pruebas para unión por temperatura, de tubería y accesorios termoplásticos.

ASTM D 3035 Tubería de polietileno (SDR-PR) controlado en base a diámetro exterior.

ASTM D 3261 Especificación para fusión a tope de accesorios de polietileno a tubería de polietileno.

ASTM D 3350 Especificaciones para materiales de tubería y accesorios de plásticos de polietileno.

Especificación para el reemplazo de redes de alcantarillado de la NASSCO.

Los equipos existentes en el mercado permiten la instalación de tuberías de hasta 600 mm de diámetro exterior, habiéndose considerado para el presente proyecto la rehabilitación de redes de hasta 350 mm de diámetro mediante esta tecnología.

Básicamente existen dos métodos bien diferenciados para esta tecnología, el pipe bursting estático y el pipe bursting dinámico.

4.2.1 PIPE BURSTING DINAMICO

En el pipe bursting dinámico se utiliza un compresor neumático, instalado fuera del área de trabajo al nivel de la vía, el cual genera la fuerza de empuje para que un cabezal neumático avance sobre la tubería existente (tubería huésped). El cabezal es guiado por un winche instalado en el extremo opuesto del tramo.

Para la inserción de la tubería se debe acondicionar una rampa de ingreso en el extremo del tramo por el cual se va a ingresar la tubería, lo que requiere afectar las vías en un tramo que es proporcional al diámetro de la tubería a instalar.

Del otro lado del tramo no se requiere realizar afectaciones a la estructura vial, salvo si la boca de acceso del pozo de inspección no permite el retiro de la cabeza neumática. En la Figura 3 se presenta un esquema de rehabilitación por pipe bursting dinámico.

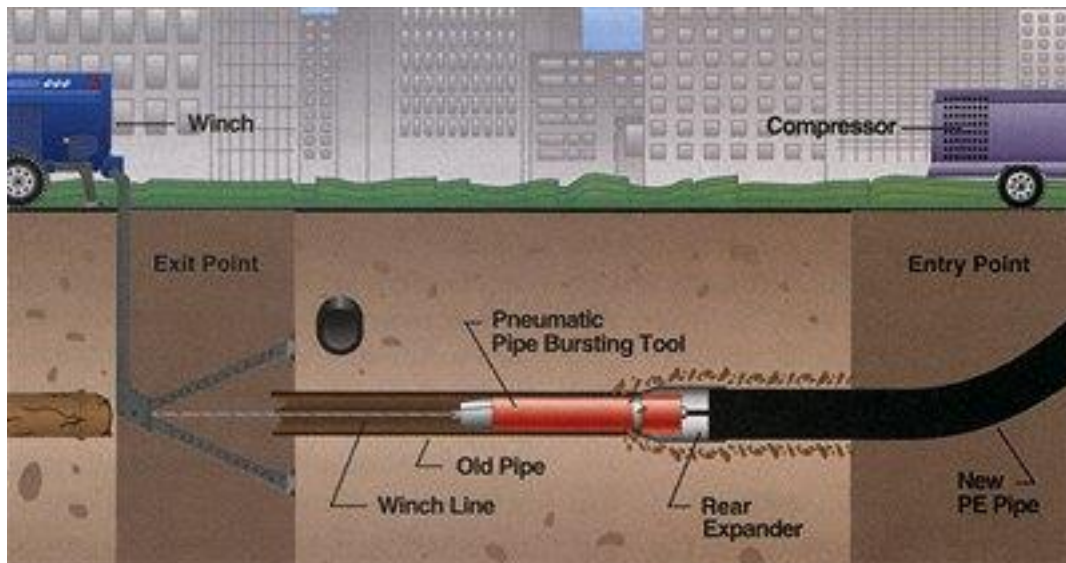


Figura 3. Esquema de rehabilitación por Pipe Bursting Dinámico.

Este método de rehabilitación es solamente utilizado en redes de alcantarillado.

4.2.2 PIPE BURSTING ESTÁTICO

En el pipe bursting estático se utiliza un equipo de empuje hidráulico, instalado dentro del área de trabajo por debajo del nivel de instalación de la tubería. Este equipo es alimentado por una unidad de potencia hidráulica que está instalada al nivel de la vía.

Con este método se requiere construir dos trincheras, uno a cada lado del tramo a rehabilitar, y el proceso se lleva a cabo en dos etapas. En una primera etapa se pasan de un extremo a otro una serie de barras de acero de longitud promedio 1,0 m hasta cubrir toda la extensión del tramo. En la segunda etapa se amarra a uno de los extremos de las barras la cabeza fragmentadora y expansora y se retraen las barras en sentido contrario a su ingreso. En la Figura 4 se presenta un esquema de rehabilitación por pipe bursting estático.

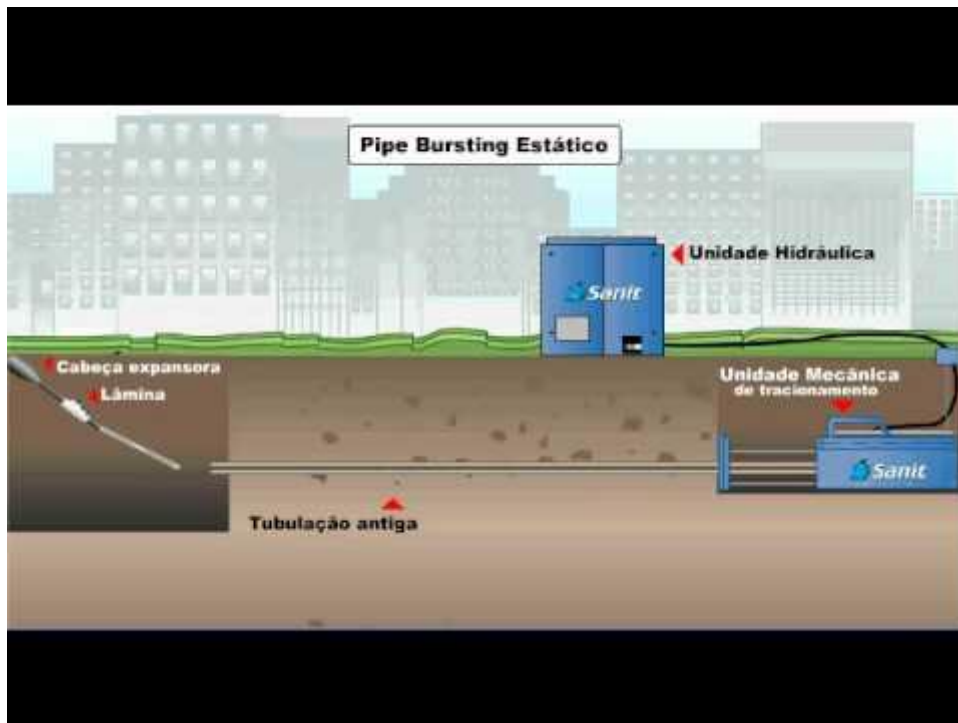


Figura 4. Esquema de rehabilitación por Pipe Bursting Estático.

A diferencia del pipe bursting dinámico, este sistema es aplicado tanto para redes de agua potable como de alcantarillado.

4.2.3 CAMPO DE APLICACIÓN DEL PIPE BURSTING

Para el proyecto de rehabilitación de redes de la cuenca La Chala se ha considerado la rehabilitación por PIPE BURSTING para los siguientes casos:

- i. Todos los colectores hasta diámetro 350 mm.

4.2.4 METODOLOGIA DE TRABAJO PARA EJECUCIÓN DE PIPE BURSTING

Para la ejecución de los trabajos de PIPE BURSTING se deben llevar a cabo las siguientes actividades entre las cuales podemos distinguir claramente dos etapas:

Etapas de evaluación del tramo:

- Recopilación y análisis de la información disponible o búsqueda de información adicional.
- Verificación de existencia de otros servicios potencialmente afectables por la expansión del suelo luego de la fragmentación.
- Levantamiento topográfico detallado de la red matriz, secundaria y terciaria.

- Taponamiento de la red y bombeo para by-pass de la red aislada (si necesario).
- Limpieza y lavado de la red con equipo hidrojet.
- Inspección por circuito cerrado de televisión –CCTV.
- Verificación del diámetro del tubo existente.

Etapa de rehabilitación del tramo

- Acondicionamiento de los puntos de ataque (trincheras), en función del método de rehabilitación a utilizar.
- Fragmentación-Inserción de nueva tubería.
- Verificación del tiempo de relajación de la tubería en el tramo instalado.
- Corte y sellado del tubo instalado.
- Rehabilitación de los pozos de inspección.
- Inspección por CCTV del tramo rehabilitado.
- Recuperación de las áreas afectadas para la inserción de las tuberías.

La definición de las tecnologías de rehabilitación propuestas se fundamenta en:

- Experiencia local probada en la aplicación de rehabilitaciones mediante aplicación de CIPP, tanto por parte de ECAPAG como de Interagua. En ambos casos, los resultados finales han sido favorables después de casi 15 años de la ejecución de trabajos de rehabilitación por esta tecnología por parte de ECAPAG.
- Los rendimientos de la rehabilitación por CIPP son altos frente a otras tecnologías. Una vez se cuenta con la manga en sitio un tramo se puede rehabilitar en un periodo de 24 a 48 horas, considerando todos los pasos informados en la Etapa de instalación del linner del numeral 4.1.2.
- Experiencia local comprobada en la rehabilitación de redes por Pipe Bursting, siendo el método de rehabilitación más económico de las tecnologías reconocidas.
- Disponibilidad local de tuberías de polietileno de alta densidad hasta diámetro 250 mm. Las tuberías de 300 mm y 350 mm, si bien no son comerciales en ECUADOR, se encuentran en disponibilidad con proveedores de Perú y Colombia.
- Posibilidad de rehabilitación de diámetros hasta 400 mm o superiores en función de la disponibilidad de los equipos y las tuberías.

4.3 RENOVACION O REPARACION POR ZANJA ABIERTA

La opción de renovación de un tramo completo de red se aplicará sólo en los casos en los cuales la condición de la tubería instalada o defectos de topografía obliguen al cambio total del tramo. La metodología general de intervención para renovación o reparación por zanja abierta será la especificada en las normas de construcción de Interagua para sistemas de alcantarillado.

4.4 REHABILITACIÓN DE POZOS DE INSPECCIÓN

La rehabilitación de los pozos de inspección se podrá realizar de acuerdo a la tecnología que se encuentre más conveniente por parte del contratista. Dentro de las técnicas más comunes de rehabilitación se encuentra:

Con respecto a los materiales a ser usados y las prácticas de rehabilitación se deberán acoger a lo estipulado en el documento: Performance Specification Guideline for Manhole Rehabilitation.

4.4.1 CAMPO DE APLICACIÓN DE LA REHABILITACIÓN DE POZOS DE INSPECCIÓN

La rehabilitación de los pozos de inspección está prevista que sea realizada en la totalidad de los pozos que se encuentran dentro de la cuenca La Chala.

4.4.2 METODOLOGÍA DE TRABAJO PARA LA REHABILITACIÓN DE POZOS DE INSPECCIÓN

- Recopilación y análisis de la información disponible o búsqueda de información adicional.
- Catastro detallado del pozo (a ser realizado durante el levantamiento topográfico).
- Taponamiento de la red y bombeo para by-pass de la red aislada (si necesario).
- Evaluación del estado estructural del pozo.
- Definición del método de rehabilitación apropiado.
- Aplicación de la rehabilitación.
- Registro fotográfico del pozo rehabilitado.