

GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS

ANTE EL SERVICIO DE
ESTUDIOS Y PROYECTOS DE
SANEAMIENTO

DIVISIÓN SANEAMIENTO
DEPARTAMENTO DE DESARROLLO
AMBIENTAL

Índice

1. PRESENTACION DE PROYECTOS DE AMPLIACIÓN DE REDES	3
1.1. INTRODUCCION	3
1.2. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO	4
2. CRITERIOS DE DISEÑO	8
2.1. GENERALIDADES.....	8
2.2. PLANOS GENERALES DE SANEAMIENTO:	9
2.3. DISEÑO DE REDES SEPARATIVAS.....	10
2.4. DISEÑO DE DRENAJE PLUVIAL	13
2.5. DISEÑO DE ESTACIONES DE BOMBEO Y LÍNEAS DE IMPULSIÓN	25
3. RELEVAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	30
4. ESTUDIOS GEOTÉCNICOS.....	31

1. PRESENTACION DE PROYECTOS DE AMPLIACIÓN DE REDES

1.1. INTRODUCCION

Los proyectos de ampliación o modificación de las redes existentes de saneamiento que se presenten deberán contener la información mínima que se describe en los capítulos siguientes. Se entiende por ampliación o modificación de redes existentes la ejecución de proyectos de colectores de saneamiento y/o pluviales y el agregado o sustitución de bocas de tormenta, incluyendo los trámites de colector provisorio, canalización especial de desagüe, y proyectos de redes internas de conjuntos habitacionales que por su envergadura o por preverse pasen al dominio público puedan quedar en el futuro bajo administración municipal.

En caso de proyectos de modificaciones del sistema municipal de saneamiento (aguas servidas y pluviales) presentados por iniciativa de particulares, las condiciones administrativas para el trámite serán las establecidas por la Resolución 4520-00, reglamentación del Decreto 29.233.

Deben consultarse las condiciones especiales establecidas para la zona del Plan Fénix (Resolución 3564/01) y para la Zona Este de Carrasco.

Junto con estas especificaciones valen los Criterios de Diseño para colectores separativos y para desagües pluviales aprobados por este Servicio, que se encuentran a disposición de los proyectistas.

Los proyectos deberán ser presentados con firma de Ingeniero Civil Hidráulico Sanitario o Hidráulico Ambiental o Ingeniero Civil que se encuentren inscriptos en el registro del Servicio de Estudios y Proyectos de Saneamiento (SEPS) en el ítem correspondiente al proyecto presentado. En caso de requerir cálculo de estructuras, los planos y memorias de proyecto que correspondan serán firmados por Ingeniero Civil Estructural. Los planos de relevamiento topográfico y de agrimensura, deberán ser firmados por Ingeniero Agrimensor. Los planos y memorias de instalaciones electromecánicas contarán con firma de Ingeniero Industrial o Eléctrico.

La solicitud de estudio del proyecto se acompañará con una lista de chequeo firmada por el proyectista responsable, la cual tendrá valor de declaración jurada, indicando la inclusión en el proyecto de cada uno de los ítems solicitados. La lista de chequeo estará disponible en el Servicio.

Previo a la presentación del proyecto, el proyectista solicitará información por escrito, con la finalidad de evaluar la factibilidad de conexión del proyecto a la red de saneamiento existente en el punto previsto (aproximadamente), indicando como mínimo los datos contenidos en el instructivo correspondiente a la factibilidad de saneamiento. De no realizarse este trámite previamente, la información obtenida por otros medios no obligará en nada a la IM.

La entrega de esta información por el Servicio de Estudios y Proyectos de Saneamiento, no releva al proyectista de la responsabilidad de verificar por sus propios medios los datos de niveles que sean indispensables para el buen funcionamiento de su proyecto.

Los archivos de los planos de proyecto y de acuerdo a obra se entregarán preferentemente en Autocad con Map o en su defecto Autocad, acompañados con la correspondiente planilla de datos, ajustándose al instructivo correspondiente. Esta exigencia quedará a criterio del técnico contraparte, el cual evaluará la necesidad en función de la magnitud del proyecto.

1.2. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

1.2.1. Generales

Los proyectos de redes de alcantarillado deberán contener como mínimo los siguientes documentos, planos, esquemas y cuadros:

1. Memoria descriptiva y justificativa del proyecto.
2. Memoria constructiva y especificaciones técnicas.
3. Planimetrías y perfiles.
4. Presupuestos y cronogramas de obra.
5. Planillas de Catastro, conteniendo los datos de todos los elementos proyectados.
6. Sellados

El detalle de información solicitada puede resultar excesivo para algunos proyectos de envergadura mínima, por lo que en caso de duda se sugiere consultar con el SEPS.

1.2.2. Planos a Presentar

En expediente solicitando la aprobación del proyecto se presentará juego de planos en papel. Luego de obtenida la conformidad del técnico a cargo de la aprobación, el proyectista presentará 1 original en calco más 3 copias en papel.

Todos los planos que se presenten estarán firmados por los técnicos actuantes según sus áreas de competencia (hidráulica, estructural, agrimensura, electromecánica, vial, arquitectura).

Todas las cotas se referirán al cero Wharton y se indicará expresamente el o los puntos que se ha tomado como referencia de niveles. En caso de referir a una cámara existente, solamente se considerará válido como referencia altimétrica del proyecto el valor de zampeado de la misma aportado por el SEPS.

El Servicio suministrará modelos de planos en formato A3 y A1, en formato magnético o papel, debiendo dejarse en blanco el casillero correspondiente al número de proyecto. Se respetará la división en layers de los planos y la simbología que se suministrará. En los planos se incluirá, según corresponda:

- Plano de ubicación general en Montevideo, escala 1:100000
- Plano de ubicación en la zona escala 1:2000 indicando:
 - Trazado de calles públicas, indicando los nombres de calle.
 - Trazado de calles internas, fajas de servidumbre o a ceder a espacio público.
 - Curvas de nivel cada 2 metros.
 - Cotas de los pavimentos y cunetas.
 - Materiales de los pavimentos de calzada y acera.
 - Elementos importantes que puedan interferir con el trazado de colectores (árboles, columnas, etc.)
 - Líneas de propiedad existentes y proyectadas, con referencia al plano de catastro que las origina o al proyecto de catastro a estudio, indicando el número de cada padrón. Se indicarán los solares en caso de existir.
 - Fajas de servidumbre de colectores.
 - Trazado de servicios existentes o proyectados (UTE, ANTEL, OSE, GASEBA).
 - Cuencas de escurrimiento superficial.
- Planimetría de la red de colectores de saneamiento escala 1:1000 indicando:
 - Redes existentes de saneamiento en trazo punteado.
 - Redes proyectadas en trazo lleno, indicando longitud, pendiente (m/m), material y diámetro de cada tramo de colector. Se balizarán con respecto a las líneas de propiedad. De no encontrarse estas bien definidas, deberán realizarse con respecto a columnas existentes, límites de padrones bien determinados, etc.
 - Líneas de impulsión proyectadas en trazo discontinuo línea-punto, indicando longitud, material y diámetro. Se balizará su ubicación con respecto a las líneas de propiedad. De no encontrarse estas bien definidas, deberán realizarse con respecto a columnas existentes, límites de padrones bien determinados, etc.

- Cámaras indicando cotas de terreno, cotas de zampeado y profundidad (donde existan saltos se indicarán los zampeados correspondientes).
- Cotas de terrenos terminados más bajos de cada solar.
- Curvas de nivel cada 1 metro del terreno donde se implantará el proyecto.
- Redes proyectadas de pluviales en trazo lleno, color verde, sin datos.
- Redes existentes de pluviales en trazo punteado, color verde, sin datos.
- Cotas de los pavimentos proyectados o existentes.
- Conexiones previstas y existentes, indicando cotas de terreno, zampeado y profundidad.
- Se indicará si los colectores son unitarios o separativos
- Altimetría de los colectores de saneamiento principales indicando por tramo: número de colector, longitud parcial, acumulada, pendiente y sección y por punto singular cota de terreno, cota de zampeado y profundidad. Se expresarán en el corte los cruces con otros servicios existentes o proyectados y sus conexiones además de indicar los puntos de conexión de otros colectores existentes o proyectados y captaciones de pluviales.
- Altimetría de líneas de impulsión indicando por tramo: longitud parcial, acumulada, pendiente, sección, ubicación de elementos especiales como ser macizos, válvulas, losas de protección, y en cada punto singular cota de terreno, cota de zampeado y profundidad, etc. Se expresarán en el perfil los cruces con otros servicios existentes o proyectados y sus conexiones además de indicar los puntos de conexión a colectores existentes o proyectados.
- Planimetría de la red de pluviales escala 1:1000 indicando:
 - Redes existentes en trazo punteado.
 - Redes proyectadas en trazo lleno, indicando longitud, pendiente (m/m), y diámetro o sección de cada tramo de colector o cuneta.
 - Cámaras y bocas de tormenta o tomas de cuneta indicando cotas de terreno, cotas de zampeado y profundidad (donde existan saltos se indicarán los zampeados correspondientes).
 - Cotas de los pavimentos terminados más bajos de cada solar.
 - Curvas de nivel cada 1 metro del terreno donde se implantará el proyecto.
 - Redes proyectadas de saneamiento en trazo lleno, color gris, sin datos.
 - Redes existentes de saneamiento en trazo punteado, color gris sin datos.
 - Altimetrías de los pavimentos proyectados o existentes, en el eje y en cada uno de los cordones.
 - Perfiles de los pavimentos cada 25 metros. Si la topografía del terreno lo hace necesario se trazarán perfiles a intervalos menores..
- Altimetría de los colectores pluviales principales indicando por tramo longitud parcial, acumulada, pendiente y diámetro y por punto singular cota de terreno, cota de zampeado y profundidad. Se expresarán en el corte los cruces con otros servicios existentes o proyectados y sus conexiones.
- Planos de detalle de tomas de cuneta, cámaras o bocas de tormenta (puede hacerse referencia a Planos Generales del Saneamiento de Montevideo, indicando el número correspondiente) y de las estructuras de entrada y salida.
- Planos estructurales de todos los elementos que lo requieran.
- Se presentarán planos de estaciones de bombeo, identificando bombas y demás elementos necesarios. Se presentará plano ubicación de la estación de bombeo en el predio y recorrido interno y externo de la línea de impulsión.
- Planos en Autocad Map con los identificadores correspondientes para cada elemento. En caso de no manejarse Autocad con Map, se solicitarán instrucciones al Servicio sobre los criterios de dibujo a aplicar.

1.2.3.Memorias y Planillas

- Sin desmedro de lo solicitado en los Criterios de Diseño para Redes Separativas, deberá presentarse memoria de cálculo de saneamiento y pluviales, que deberá contener para cada tramo por lo menos los datos solicitados en las planillas 1 y 2.
- Deberá presentarse cualquiera sea el caso material de la tubería, tipo y especificaciones con las correspondientes verificaciones de profundidad y recomendaciones técnicas del fabricante para su correcta colocación. En caso de corresponder, cálculo estructural de colectores y de sus protecciones.

- Se indicarán los períodos de retorno considerados para el desagüe de cada tramo de calle proyectada.
- Verificación de sección de calle inundada para el período de retorno correspondiente al tramo.
- Verificación de sección de calle inundada para 20 años de período de retorno.
- Planilla de datos de cada elemento proyectado, según formato que se entregará.
- Planilla de presupuesto (planilla 3), desglosada en rubros por sección y tipo de elemento (colectores por diámetro, cámaras de empalme de 1, 2, 3, 4 colectores, cámaras terminales, terminales de colector, bocas de tormenta por tipo, etc.), por acera o calzada y en subrubros por profundidades indicando para cada rubro:
 - Descripción
 - Unidad
 - Metraje
 - Precio Unitario
 - Precio Total
 - Monto Imponible Total
 - Se incluirán como subtotales los correspondientes a Precio Total y a Monto Imponible, el precio total más el monto de leyes sociales más el IVA y otros impuestos que correspondan.
 - Plazo de ejecución.
 - Moneda.
 - Fecha de presupuesto.

1.2.4. Criterios de dibujo

En los archivos de dibujo correspondientes a las láminas de proyecto, se presentarán la red de colectores y el amanzanamiento sobre la base del plano digitalizado que ya posee la IM ajustada a los relevamientos de campo.

Será necesario que cada elemento integrante de la red de saneamiento sea una entidad de dibujo independiente; por ejemplo, cada tramo (elemento entre puntos singulares) será una entidad y estará conectado con los tramos adyacentes.

La información de estos elementos (cotas, diámetros, longitudes, etc.) se ingresará en una base de datos o planilla Excel que será suministrada por el Servicio de Estudios y Proyectos de Saneamiento, cuyos registros se ligarán con los elementos de la planimetría a través de Autocad Map.

El Servicio de Estudios y Proyectos de Saneamiento suministrará modelos de planos en formato A3 y A1, en formato magnético o papel, debiendo dejarse en blanco el casillero correspondiente al número de proyecto. Se completará la información correspondiente a la Empresa proyectista y al técnico responsable del plano, debiendo presentarse firmados todos los planos.

En caso de que el proyectista fundamente la imposibilidad de trabajar utilizando Autocad con Map, el Servicio indicará las reglas que deberán seguirse en los dibujos a efectos de conseguir una extracción posterior de los datos.

Se respetará la división en layers de los planos y la simbología utilizada por el Servicio de Estudios, suministrada en la siguiente figura:

	COLECTOR MIXTO EXISTENTE		CAMARA PARA GRANDES DIAMETROS EXISTENTE
	COLECTOR SANITARIO EXISTENTE		POZO DE BAJADA EXISTENTE
	COLECTOR UNITARIO EXISTENTE		CAMARA DE INSPECCION PROYECTADA
	COLECTOR PLUVIAL EXISTENTE		CAMARA PARA GRANDES DIAMETROS PROYECTADA
	LÍNEA DE IMPULSIÓN EXISTENTE		POZO DE BAJADA PROYECTADO
	COLECTOR A DEMOLER		BOCA DE TORMENTA EXISTENTE
	COLECTOR SANITARIO PROYECTADO		SERVIDUMBRE
	COLECTOR UNITARIO PROYECTADO		GASODUCTO
	COLECTOR PLUVIAL PROYECTADO		FIBRA OPTICA
	LÍNEA DE IMPULSIÓN PROYECTADA		UTE ALTA TENSION
	COLECTOR SANITARIO A FUTURO		TRONCAL DE OSE
	COLECTOR PLUVIAL A FUTURO		CAMARA TERMINAL EXISTENTE
	CUNETA EXISTENTE		TERMINAL DE COLECTOR EXISTENTE
	CUNETA PROYECTADA		CAMARA VERTEDERO EXISTENTE
	ALCANTARILLA		CAMARA VERTEDERO PROYECTADA
	PUNTO DE DESAGUE		TRAMO ESCALONADO EXISTENTE
	VÁLVULA DE AIRE		TRAMO ESCALONADO PROYECTADO
	CAMARA DE INSPECCION EXISTENTE		TERMINAL DE COLECTOR PROYECTADO
			SANEAMIENTO

2. CRITERIOS DE DISEÑO

2.1. GENERALIDADES

El sistema de saneamiento a adoptar es el denominado Separativo-Convencional-Modificado que presenta las siguientes características:

- a) Separativo: Solamente admite aguas cloacales, debiéndose descargar las aguas pluviales a la vía pública o al sistema de recolección de aguas pluviales.
- b) Convencional: Transporta aguas cloacales sin utilizar fosas sépticas previamente a la conexión.
- c) Modificado: Se modifican las normas de diseño clásicas, como el diámetro mínimo y se utiliza el criterio de la tensión tractiva de acuerdo a lo establecido en la Norma NBR 9649 – Projeto de Redes Coletoras de Esgoto Sanitário.

Los criterios de proyecto atenderán en general a lo establecido en las siguientes normas:

- NBR 9648 – Estudo de Concepcao de Sistemas de Esgoto Sanitário norma brasileira de la ABNT, que establece la terminología y condiciones generales para este tipo de Estudio, promulgada en 1986.
- NBR 9649 – Projeto de Redes Coletoras de Esgoto Sanitário, que establece la terminología y criterios de dimensionado para la elaboración de proyectos hidráulicos y sanitarios de redes de colectores sanitarios, promulgada en 1986.
- NBR 12207:1992 (Código Secundário: NB 568) – Projeto de Interceptores de Esgoto Sanitário, que establece condiciones de elaboración de proyecto y dimensionado de interceptores de gran porte, promulgada en 1989.
- NBR 12208:1992 (Código Secundário: NB 569) – Projeto de Estacoes Elevatórias de Esgoto Sanitário, que establece condiciones para la elaboración de proyectos hidráulicos y sanitarios de Estaciones de bombeo promulgada en 1990.
- NBR 12209:1992 (Código Secundário: NB 570) – Projeto de Estacoes de Tratamento de Esgoto Sanitário, que establece condiciones para la elaboración de proyectos de Plantas de Tratamiento de Efluentes, promulgada en 1990.

Se tendrá en cuenta que se han establecido zonas especiales, donde los criterios de diseño pueden haberse modificado en todo o en parte. Actualmente existen dos zonas con estas características, ubicadas en Carrasco Este y la zona del Plan Fénix. La reglamentación y los límites para cada una de dichas zonas se encuentran a disposición en el Servicio de Estudios y Proyectos de Saneamiento.

Para todos los hormigones de estructuras de cámaras, pozos o conducciones, se especificará:

- C 300 con resistencia característica a la compresión de 300 kg/cm² a los 28 días en cilindros normalizados (UNIT 972/97).
- Tamaño máximo del agregado: 20 mm
- Contenido mínimo de cemento: 350 kg/m³
- Máxima relación agua/cemento: 0.45
- Cemento: será cemento Portland ANCAP producido en la planta de Paysandú, con contenido de C3A ≤ 5%.
- El hormigón de rellenos será sin armar, con fck 250 kg/cm².

Todas las barras de acero a utilizar, anclaje y armadura de refuerzo, serán de alta adherencia: ADN 500 o ADM 500 según norma UNIT 843 o 968.

Los recubrimientos en las caras hacia el interior de las unidades serán de 4 cm ± 0.5. En las caras en contacto con el suelo o expuestas al aire libre serán de 3 cm ± 0.5.

2.2. PLANOS GENERALES DE SANEAMIENTO:

Salvo casos particulares los diseños de elementos (cámaras, cámaras terminales, terminal de colector, tapas, etc.) de la red, se ajustarán a los planos generales disponibles en el Servicio de Estudios y Proyectos de Saneamiento.

PLANO N°	DESCRIPCION
1	Colectores Ovoides
2	Tramos escalonados de colectores ovoides
3	Pozos de bajada
4	Empalme de ovoides
5	Empalme de ovoide con colector con banquina.
6	Empalme de colector circular con ovoide o especial
7	Cámaras de inspección en calzada
8	Cámaras de inspección en acera
9	Cámara con sifón y terminal de colector
10	Bocas de tormenta tipo 1 y 2
11	Bocas de tormenta tipo 3 y 4
12	Tapas de hormigón para cámaras y terminales de colector.
13	Conexiones
3642	Plano tipo de Conexiones a colector
3752	Cámaras para colectores de gran diámetro

Para cámaras que empalmen colectores mayores de 700 mm de diámetro, se presentará proyecto de cámara especial, poniendo especial atención en la solución de accesos, tapas y diseño estructural, así como la unión del material de la cámara y el colector. Se presentará cálculo detallado de la pérdida de carga generada en casos de quiebres y transiciones.

2.3. DISEÑO DE REDES SEPARATIVAS

2.3.1.Generalidades

2.3.2.Proyecciones de Población

Proyecciones de población:

- Los horizontes de diseño son los mencionados en los TDR. Las proyecciones de población se ajustarán con los datos del censo del año 2011 y con la información correspondiente a las visitas al terreno y proyectos urbanos en desarrollo. Dadas las características del área, se recomienda considerar para el diseño de las redes las densidades de saturación, con una ocupación al 2035 equivalente al 85 % de la capacidad total de saturación del área.

2.3.3.Determinación de caudales

Determinación de caudales:

- Las dotaciones de líquidos residuales domésticos se estimarán a partir de los consumos de agua potable correspondientes a la zona de estudio evaluando la posibilidad de incremento en el futuro.
- El coeficiente de retorno "C" a adoptar (relación entre el volumen líquido residual recibido por la red de colectores y el volumen de agua efectivamente consumido por la población), será 0.85.
- Se adoptarán los coeficientes de variación de caudal: $K1 = 1.3$, $K1 \cdot K2 = 2.50$ y $K3 = 0.5$. El valor de $K1 \cdot K2$ podrá variar en función de la magnitud de la población de la cuenca a proyectar, debiendo justificarse. En algunos proyectos se ha utilizado el coeficiente de Harmon.
- El caudal de infiltración a considerar deberá ser estudiado y justificado por el Proyectista en función de las características locales del suelo y napa freática, tomándose por defecto 0.2 lt/s/km para redes nuevas y 0.35 lt/s/km para redes existentes.
- Caudal de intrusión pluvial: se supone que un 10% de las viviendas se encuentran con pluviales conectados a la red, se toma un área de 60m² por vivienda con una lluvia de diseño de 0.4mm/min.
- Más allá de los estudios de cuantificación de posibles intrusiones pluviales clandestinas (en función de las características socio-económicas de la zona y situación topográfica de los predios). Si el caudal total obtenido (intrusión pluvial más sanitario más infiltración) no supera los 1.5 l/s.há o 7 lt/s por km de colector, se verificará la red con estos valores, no debiendo producirse retrocesos hacia las viviendas ni desbordes en las tapas de los registros (se tomará un margen de por lo menos un metro de altura).
- Se considerarán aportes puntuales para establecimientos especiales como ser: conjuntos habitacionales, industrias, etc.

2.3.4.Diseño de la red

Diámetro mínimo:

El diámetro mínimo será de 200 mm.

Materiales a emplear:

Se descarta la opción de caños de junta rígida de mortero. En principio se entiende aceptable cualquier material que permita la unión mediante el empleo de junta elástica y tramos de por lo menos 5,5 m de largo en zonas de napa alta. Se deberá estudiar especialmente la estabilidad y no-flotación de las tuberías, diseñando en caso de requerirse fundaciones y procedimientos constructivos especiales.

Series y profundidades: se admitirán caños de PVC S20 para profundidades de hasta 3 m y para mayores de 3 m se deberá presentar cálculo estructural de los mismos. En ambos casos

es necesario especificar el tipo de suelo, napa freática (para los casos que se encuentre alta y pueda perjudicar la construcción y funcionamiento de los mismos.

Para la selección del material y diseño de cámaras y registros, se tendrá también en cuenta las condiciones adversas del terreno.

Profundidad mínima de la red:

En caso de calles donde los predios se encuentren al nivel de la misma o por encima se adoptará una profundidad mínima de 1.5 m siendo la tapada siempre mayor a 1.20 m. Este valor se obtiene suponiendo que la última cámara se encuentra a 0.6 m debajo del nivel del terreno, más 25 m de colector intradomiciliario con una pendiente del 2% y 0.4 m para la conexión.

En el caso dónde se ubiquen predios por debajo de la cota de la calle o predios prolongados hacia el fondo, se relevarán los niveles y distancias a la línea de propiedad de los pozos o últimas cámaras prediales de aquellos. En cada caso se evaluará la factibilidad de sanear la vivienda.

Para ampliaciones de red llevadas adelante por particulares, no se autorizará el desagüe por gravedad de pavimentos ubicados por debajo del nivel de vereda, salvo excepciones debidamente fundamentadas (casos en que las normativas vigentes impidan la solución tradicional de desagüe por bombeo interno). En estos casos se buscará generar un punto de inspección en la red pública que actúe como fusible (previo al desborde de la red interna), en caso que el colector trabaje remansado.

En ningún caso se admitirán puntos de inspección con profundidades menores a un metro.

Profundidad máxima de la red:

Este punto será objeto del estudio, valorando las dificultades constructivas, debido a las condiciones del suelo, el material a emplear y sus propiedades mecánicas y los costos de inversión y mantenimiento que deriven de imponer profundidades máximas pequeñas con necesidad de bombeos.

Pendiente mínima:

Corresponde a la verificación de autolimpieza mediante el criterio de la tensión tractiva. Se adoptará como valor mínimo 1.0 Pa. La pendiente mínima será función del caudal mínimo y tipo de material de la tubería. En caso de interceptores se adoptará el valor mínimo de 1.5 Pa.

Caudal mínimo:

Se adoptará como caudal mínimo en cada tramo 1.5 l/s (correspondiente a la descarga de la cisterna de un inodoro). El caudal de verificación será el correspondiente al medio del inicio del período.

Pendiente máxima:

Corresponde a la verificación de la velocidad máxima de 5 m/s para el caudal máximo al final del período de diseño. Para tuberías de PRFV se admitirán velocidades máximas en el entorno de 3 m/s.

Régimen hidráulico de escurrimiento:

Se considerará escurrimiento libre en régimen permanente y uniforme en las redes, de modo que la pendiente de la línea de energía de la tubería sea igual a la pérdida de carga unitaria.

Tirante máximo:

Se proyectará la red con un tirante menor o igual al 75 % del diámetro de la tubería.
Para los interceptores se admite un tirante menor o igual al 85 %.

Tirante mínimo:

No se limita.

Velocidad crítica:

Se verificará que cuando la velocidad final es superior a la crítica se debe reducir el tirante máximo al 50 % del diámetro del colector.

Condiciones de control de remanso:

Se evitará que la cota del nivel de agua en la tubería de salida de una cámara quede por encima de la cota del nivel de agua de las tuberías de entrada, en particular el extradós de la tubería aguas abajo de cualquier cámara tendrá una cota inferior en por lo menos 2 cm a cualquiera de las cotas del extradós de las tuberías que llegan a esta, debiéndose elegir la condición más exigente.

Ubicación del colector:

En general se adoptará lo siguiente:

- En aquellas calles que posean pavimento de hormigón o pavimento asfáltico y que el espacio en las veredas lo permita, se colocará doble colector por estas últimas, en lo posible a 2.50 metros de la línea de propiedad.
- En las calles que posean riego asfáltico o tosca y cuyo ancho sea inferior a los 20 m, se empleará un único colector por el centro de la calzada.
- Si el ancho de la calle supera los 20 m y ésta es de tosca o posee carpeta se empleará entonces doble colector por las veredas.
- Todos aquellos casos que no puedan encuadrarse en los ítems anteriores se estudiarán particularmente sobre la base del trabajo de campo y/o visitas al lugar.
- No se admitirá la implantación de colectores públicos o que se prevea que puedan serlo en fajas de dominio público o servidumbres con ancho libre menor a 6 metros y no accesibles por camión desobstructor o retroexcavadora.

Ubicación de Cámaras

Se ubicarán en los siguientes puntos de la red:

- Inicio de colectores;
- En quiebres o cruces de colectores;
- Para dividir tramos rectos sin afluentes mayores a 120 m.

Tipos de cámaras

Las cámaras tipo pueden ser de 1.00 o 1.20 metros de diámetro (plano general 7 y 8). Estas cámaras se utilizan para colectores de diámetro menor o igual a 700 mm. Serán de 1.00 metro de diámetro cuando cuando empalmen dos colectores (uno de entrada y otro de salida) y tengan menos de 2.20 metros de profundidad; en caso contrario serán de 1.20 metros de diámetro. Para colectores de más de 700 mm de diámetro se utilizarán las cámaras diseñadas en los proyectos 2968 o 3752.

Cámaras con saltos o sifón

Cuando existan diferencias de cotas de zampeado entre la entrada y salida mayor a 0.6 m, se diseñará la cámara con salto (sifón) de acuerdo a Plano General del Saneamiento de Montevideo (PGSM N° 9).

Terminal de colector o Cámara Terminal:

En el inicio de colectores se utilizarán:

- Terminales de colector si la pendiente del tramo es igual o mayor al 1 % y la profundidad de zameado del elemento no supera 2.5 m.
- Cámaras terminales en caso contrario.

2.4. DISEÑO DE DRENAJE PLUVIAL

Luego de haber recolectado y procesado la información de base (proyecto vial, red de saneamiento existente, relevamiento topográfico) se procede a calcular las estructuras de drenaje necesarias para cumplir con los criterios de diseño de calles principales y secundarias.

Algunos criterios generales son:

- ☒ Diámetro mínimo de la red: 300 mm
- ☒ Tapada mínima sin protección 1 m. Se presentará la verificación estructural de la tubería.
- ☒ El tirante máximo en las tuberías será del 85%.
- ☒ Velocidades máximas:
 - ☒ Canales naturales: 1.2 m/s.
 - ☒ Canales revestidos: dependiendo del material de recubrimiento.
 - ☒ Tubos de PRFV (con doble recubrimiento): hasta 3 m/s para el período de retorno de 2 años, 4.5 m/s para período de retorno de 10 años.
 - ☒ Tubos de hormigón o PVC: hasta 5 m/s.
- ☒ Materiales: se admitirán tuberías de PVC hasta 400 mm de diámetro y de hormigón de 500 en adelante, con junta elástica. En todos los casos se presentará el cálculo hidráulico.
- ☒ Cámaras de inspección: cada 120 metros como máximo.
- ☒ Cálculo mediante número de Manning 0.013.
- ☒ Pozos de bajada, saltos, tramos escalonados y otros elementos, ajustados a los Planos Generales del Saneamiento de Montevideo. En caso que por tratarse de colectores de mayor diámetro que el previsto por los planos generales, de ser necesario realizar cámaras especiales, se presentarán planos conteniendo todos los detalles necesarios.

Los elementos de captación se colocarán en aquellos puntos donde se vean excedidos los criterios que se describen a continuación (se diseña con el que resulte más exigente):

Cuando las calles tiene perfil cordón-cuneta

En calles principales, para la lluvia de $Tr = 10$ años deberá quedar libre una faja de calle de por lo menos 2 metros. Para algunas avenidas de máxima importancia, el Servicio podrá imponer el cumplimiento de esta condición ó la verificación del funcionamiento para $Tr = 20$ años.

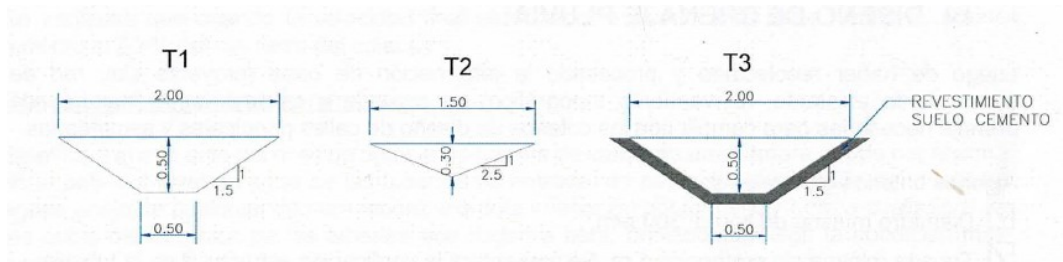
En calles secundarias, cuando el caudal calculado para un período de retorno de dos años produzca una inundación que deje libre una franja menor a los 2 metros.

En ningún caso el escurrimiento superficial deberá superar el cordón de la vereda para una lluvia de $Tr = 20$ años.

Cuando las calles tienen perfil rural

En calles principales, se diseña para la lluvia de $Tr = 10$ años y en calles secundarias se diseña para 2 años. En ambos casos las cunetas deberán trabajar al 85 % de su altura máxima.

Para las cunetas proyectadas se adoptan tres secciones típicas Tipo 1, Tipo 2 y Tipo 3 con una profundidad máxima de 0.50 m que se presentan en el esquema siguiente.



Para las cunetas Tipo 1 y Tipo 2 se define la velocidad máxima admisible con un valor de 1.2 m/s, mientras que las Tipo 3 pueden admitir una velocidad de hasta 3.6 m/s

Las estructuras de captación de cuneta para su vertido a la red de microdrenaje permiten captar el agua que transita por las cunetas para su posterior transporte por las tuberías. Las captaciones deberán contar con rejillas para evitar la entrada de elementos groseros a la red.

Cuando se superen las capacidades de transporte de las cunetas ó los cordones-cuneta será necesario proyectar las estructuras de captación (bocas de tormenta, regueras, tomas de cuneta) y transporte (entubamientos y canales).

Para la determinación del escurrimiento superficial se deben trazar en primer instancia las microcuencas topográficas que serán las unidades de cálculo.

En función de las microcuencas trazadas y del recorrido previsto para el escurrimiento superficial, se realiza el cálculo de los caudales escurridos en las microcuencas cabecera, estas son las que no reciben agua de ninguna otra cuenca.

Dada una microcuenca, se calcula el tiempo de concentración que se puede estimar como la suma del tiempo de entrada (t_e) y el tiempo de tránsito (t_t).

$$T_c = t_e + t_t$$

Se entiende como t_e el tiempo que tarda en entrar "al sistema" (calle, cuneta, conducto) el flujo superficial que recorre el predio particular pudiendo calcularse éste mediante la fórmula de Desbordes, Manning, etc; según las características del recorrido. Se entiende que este valor no debe ser inferior a 5 minutos.

La fórmula de Desbordes es:

$$t_e = 6,625 \times A^{0.3} \times S^{-0.38} \times C^{-0.45}$$

Donde A= área de la microcuenca [ha]

S= pendiente [%]

C= coeficiente de escurrimiento

T_e= tiempo de concentración [min]

Para calcular el t_t se deberán identificar los tramos por donde el escurrimiento recorre el sistema (cordón cuneta, cuneta ó entubamiento) con sus correspondientes características físicas (dimensiones, pendientes, rugosidad, etc..) y las limitaciones de capacidad en cada estructura (por ejemplo si se trata de una calle con cordón cual es la máxima inundabilidad admitida) se puede aplicar Izzard, Manning, etc; según corresponda en cada caso obteniendo así los t_t parciales de cada tramo. Luego se suman y se obtiene el t_t total del punto de cierre que interesa.

- Para calcular el tiempo de escurrimiento por el cordón cuneta se considera que se da el escurrimiento con tirante máximo sobre el cordón y utilizando la fórmula de Izzard, que se presenta a continuación, se calcula la velocidad de escurrimiento y con la longitud a recorrer se calcula el tiempo ($t_t = L/v$).

$$Q = \frac{0.375 \times S_t \times \sqrt{S} \times y^{\frac{8}{3}}}{n}$$

Donde S_t = inverso de la pendiente transversal de la calle [m/m]

S = pendiente longitudinal de la calle [m/m]

n = coeficiente de rugosidad de Manning

y = tirante en el cordón

- Para el tiempo de escurrimiento por cuneta se considera también, como en calle, que se da el máximo tirante en la cuneta y utilizando la fórmula de Manning se calcula la velocidad de escurrimiento y con esta el tiempo de escurrimiento.

$$Q = \frac{A \times (R_h^{2/3}) \times \sqrt{S}}{n}$$

Donde S = pendiente longitudinal de la cuneta [m/m]

R_h = depende de la geometría de la cuneta [m]

n = coeficiente de rugosidad de Manning

A = área de la sección mojada

- Para el cálculo del tiempo de tránsito en las tuberías se debe realizar un predimensionado de las mismas de forma de poder calcular la velocidad del flujo. Para ello se adopta como pendiente de la tubería la pendiente del terreno, un coeficiente de Manning de 0.013 y una relación tirante/diámetro igual a 0.85.

Luego se compara el tiempo de concentración de todos los caminos aguas arriba de dicha microcuenca y se elige el mayor de ellos, en caso que no haya ninguna microcuenca aguas arriba, se utiliza el tiempo de entrada propio de la microcuenca.

A este tiempo de concentración aguas arriba se le suma el tiempo de escurrimiento (por cordón o por cuenta) en la microcuenca y se obtiene el T_c acumulado para esa microcuenca. Con este y el área acumulada (de todas las microcuencas aguas arriba más la propia) se calcula el caudal acumulado y se verifica la necesidad de captación o no.

La necesidad de captaciones va determinando el trazado planimétrico de colectores y se obtienen de esta forma los caudales de diseño tanto de microdrenaje como macrodrenaje.

Como resumen del método se presenta el siguiente esquema.

Dada una microcuenca cualquiera, se calcula el tiempo de concentración y el área acumulada y con estos aplicando el método racional se calcula el caudal que circula por el tramo (calle o cuneta de la misma).

Si aguas arriba del tramo en consideración:

No hay microcuenca

Se calcula caudal con tiempo de concentración propio y área propia

Hay microcuenca(s)

- Si tiene captación: Se suma el caudal excedente de la captación
- Si no tiene captación: Se suma el área acumulada de todas las microcuencas aguas arriba más la propia y se elige el mayor de los tiempos de concentración de aguas arriba

Se verifica que el caudal propio de la microcuenca asociada al tramo no sea superior que este caudal. En cualquier caso el T_c mínimo a considerar para el diseño no deberá ser inferior a 10 minutos.

Para el cálculo del caudal circulante por una tubería se debe definir el tiempo de concentración aguas arriba de la misma. Este es el mayor tiempo de concentración de todos los caminos, ya

sea por la superficie, o por superficie y tubería, hasta llegar al colector a dimensionar. Se calcula haciendo el máximo de todas los tiempos de concentración de las microcuencas que aportan a la tubería, que por tanto tienen captación en algún punto aguas arriba de esta.

El área que aporta a la tubería se define como el área que por medio de alguna captación alcanza la tubería. Se excluyen de esta área, las áreas de las microcuencas que tienen captación solamente aguas abajo de la tubería a dimensionar.

La determinación del caudal de aguas pluviales, se realiza, en primera instancia, mediante el empleo de la fórmula racional. La misma relaciona el escurrimiento en un determinado punto, con el área de cuenca que escurre naturalmente a ese punto, la intensidad de lluvia que cae sobre la cuenca y un coeficiente de escurrimiento, valor semiempírico que relaciona el agua que efectivamente escurre con el agua precipitada sobre la cuenca.

La ecuación matemática que liga las variables antes mencionadas es la siguiente:

$$Q = K \times C \times I \times A$$

Donde:

C = coeficiente de escurrimiento

A = área de la cuenca [Há.]

I = intensidad de lluvia [mm/min]

Q = caudal [L/s]

K = coeficiente que para las unidades especificadas toma el valor 166,66

El método racional con su principal característica, su simplicidad, ha dado resultados plenamente satisfactorias en aquellos lugares donde se le ha empleado. La hipótesis implícita del método, de que la precipitación una vez que comienza perdura indefinidamente en el tiempo, al menos hasta tanto se posea escorrentía en el punto de interés, es perfectamente válida para cuencas pequeñas como son las que nos preocupan en el presente proyecto.

La intensidad de lluvia es la tasa promedio de lluvia expresada, generalmente, en milímetros por unidad de tiempo sobre una cuenca dada. El valor que ésta asuma está íntimamente ligado al período de retorno de la tormenta y a la duración de la lluvia.

Respecto a la duración se supone que la escorrentía alcanza su máximo valor cuando toda la cuenca está contribuyendo al caudal en una sección dada, es decir para una duración igual al tiempo de concentración de la cuenca.

A efectos del cálculo de la intensidad de lluvia a adoptarse en la ecuación del método racional, se emplea la Ley de Montana:

$$I = a \times t^b$$

Donde:

I = intensidad [mm/min]

t = duración [minutos]

a, b = coeficientes característicos función de la duración y del periodo de retorno de la tormenta (Tr) según el siguiente cuadro:

Coefficientes de la ley de Montana

Tr (años)	Duración < 60 min		Duración > 60 min	
	a	b	a	b
2	4,76	-0,52	9,52	-0,68
5	6,62	-0,52	13,23	-0,68
10	7,84	-0,52	15,69	-0,68
20	9,02	-0,52	18,05	-0,68

Fuente: Plan Director de Saneamiento de Montevideo.

El coeficiente de escurrimiento es la variable menos precisa del método. Su empleo implica una relación fija y constante entre el agua precipitada sobre la cuenca y la escorrentía máxima o pico en el extremo de ésta. Tal hecho no es cierto bajo ningún concepto; condiciones tales como el grado de encharcamiento, permeabilidad del suelo, impermeabilidad de la superficie, pendientes, etc., inciden directamente sobre el cociente que se pretende establecer.

Variables como la tasa de infiltración al terreno, no se mantienen constantes durante el transcurso de una lluvia, y mucho menos de una lluvia a otra.

No obstante, adoptando cierto coeficiente de seguridad implícito, el coeficiente de escurrimiento es necesario a efectos de la estimación de la escorrentía superficial.

En base a las fotos aéreas recientes se puede realizar una restitución aerofotogramétrica y se definen las áreas de techo. Estas áreas serán junto con las áreas de calle y de vereda las consideradas como impermeables para la obtención de un coeficiente de escurrimiento complejo. Este coeficiente se obtiene de adoptar un determinado valor para las áreas permeables y otro para las áreas impermeables.

Para la definición de estos dos valores se siguen los lineamientos siguientes:

Coefficiente de escurrimiento según el uso del suelo

Tipo de Área de Drenaje		Coefficiente C
Comercial:	Céntrica:	0,70 – 0,95
	Barrios:	0,50 – 0,70
Residencial:	Unidades Independientes:	0,30 - 0,50
	Unidades múltiples, separadas	0,40 - 0,60
	Unidades múltiples, juntas:	0,60 - 0,75
	Sub Urbana:	0,25 - 0,40
	Edificios de Apartamentos:	0,50 - 0,70
Industrial:	Baja Densidad:	0,50 - 0,80
	Alta Densidad:	0,60 - 0,90
Parques, Cementerios:		0,10 - 0,25
Campos de Juego:		0,20 - 0,40
Fajas en torno a Carreteras:		0,20 - 0,40
Áreas no Desarrolladas:		0,10 - 0,30
Prados:	Suelo arenoso, chato, 2%	0,05 - 0,10
	Suelo arenoso, medio, 2-7%	0,10 - 0,15
	Suelo arenoso, empinado, 7%	0,15 - 0,20
	Suelo arcilloso, chato, 2%	0,13 - 0,17
	Suelo arcilloso, medio, 2-7%	0,18 - 0,22

Tipo de Área de Drenaje		Coefficiente C
	Suelo arcilloso, empinado, 7%	0,25 - 0,35
Calles:	Asfálticas:	0,70 - 0,95
	De Hormigón:	0,80 - 0,95
	De Adoquines:	0,70 - 0,85
Calzadas y Veredas:		0,75 - 0,85
Azoteas:		0,75 - 0,95

El coeficiente complejo que se utiliza en cada microcuenca se obtiene ponderando el C adoptado para áreas permeables: 0.15, y el de áreas impermeables: 0.8. El área impermeable de cada microcuenca se halla como se mencionó anteriormente y luego se proyecta según los resultados del estudio urbanístico donde se proponen densidades de vivienda por áreas homogéneas para diferentes horizontes.

En algunas zonas puntuales estos coeficientes de escurrimiento se modifican en función de una ocupación del suelo particular.

Como alternativa al método racional puede usarse la tormenta de diseño y la transformación lluvia escurrimiento del Plan Director. El cálculo está desarrollado en el instructivo de Medidas de Control de Escurrimiento, que incluye una planilla para el cálculo.

Se considera en todos los casos escurrimiento libre en régimen permanente uniformemente variado, admitiéndose únicamente escurrimientos subcríticos, además de verificarse la condición limitante de la velocidad máxima. Los perfiles hidráulicos se calculan en los distintos tramos analizándose las respectivas transiciones evitando los remansos hacia aguas arriba de la red y los resaltos.

Como tuberías de microdrenaje se consideran todas aquellas conducciones circulares de aguas pluviales hasta diámetros de 1200mm.

Se determina la ubicación de los colectores de microdrenaje donde el escurrimiento superficial calculado (caudal admisible) es tal que supera el 80% de la capacidad de transporte calculada (caudal máximo) de las calles con cordón o cuneta según corresponda.

Se adopta un diámetro mínimo de 300 mm para la red pluvial. Para las conexiones de las bocas de tormenta a la red pluvial se considera un diámetro de 400 mm para las bocas Tipo 3 y uno de 300 mm para las bocas Tipo 1 y 2.

Como pendiente mínima para el proyecto de tuberías se adopta el 0.20% por razones constructivas.

Las distancias máximas entre cámaras son de 120 m y se ubica además una cámara en cada cambio de pendiente o dirección.

Los saltos máximos que se admiten en cámaras de inspección comunes son de 0.60 m; para cubrir desniveles mayores, se emplean tramos escalonados.

En todos los casos, cada escalón es de 30 cm de altura y 40 cm de longitud. Asimismo, todos los tramos escalonados presentan accesos para inspección.

En aquellos casos donde la posición geométrica de los colectores impide colocar una cámara de inspección común, o donde el encuentro de dos o más colectores amerita un encauzamiento especial del flujo, se indicaran cámaras especiales, las cuales se proyectan especialmente, atendiendo a cada situación en particular. Las cámaras especiales están debidamente indicadas en los planos de la red, y se presentan planos constructivos de cada una, indicadas por el número de cámara.

En los casos en que la tapada no alcanza un metro de altura se prevén losas de protección para la red de microdrenaje. Tanto la estructura como la ubicación de las mismas se detalla en los planos correspondientes.

Se utiliza para los colectores circulares un coeficiente de Manning de 0.013 y una relación tirante/diámetro de 0.85. La velocidad máxima admisible se estipula en 3.6 m/s como forma de evitar la erosión, pero en general esta no resulta la condición limitante ya que también se dimensionan las tuberías con condición de régimen subcrítico, siendo esta en la mayoría de los casos la condición más restrictiva.

Se toma como criterio de diseño el compatibilizar lomos entre cada colector y sus afluentes, así como verificar el pelo de agua entre los mismos.

Cuando la conexión de la boca es de 300 mm y se conecta a un caño de 300 ó 400 mm es necesario proyectar una cámara; idem cuando la conexión es de 400 mm y se conecta a un caño de 400 ó 500 mm.

La tapada mínima sin protección será de 1 metro, debiendo diseñarse la correspondiente protección en aquellos casos de tapadas menores con su correspondiente verificación estructural.

En cuanto a las velocidades máximas:

Canales naturales: 1.2 m/s.

Canales revestidos: dependiendo del material de recubrimiento.

Tubos de PRFV (con doble recubrimiento): hasta 3 m/s para el período de retorno de 2 años, 4.5 m/s para período de retorno de 10 años.

Tubos de hormigón o PVC: hasta 5 m/s.

En lo referente a materiales: se admitirán tuberías de PVC, hormigón, PEAD, PRFV, con junta elástica.

Pozos de bajada, saltos, tramos escalonados y otros elementos, ajustados a los Planos Generales del Saneamiento de Montevideo. En caso que por tratarse de colectores de mayor diámetro que el previsto por los planos generales, de ser necesario realizar cámaras especiales, se presentarán planos conteniendo todos los detalles necesarios.

Se deberá prestar especial atención al cruce de los entubamientos y las conexiones de las bocas de tormenta con otros servicios.

En las calles que cuentan con cordones se utilizan las bocas de tormenta tipo 1, 2, 3 y 4 del Servicio de Estudios y Proyectos de Saneamiento de la IM.

El caudal captado por las bocas se estima mediante la utilización del software "FlowMaster", en función de la geometría de la entrada a la boca, las pendientes longitudinal y transversal de la calle, el ancho de inundación admisible y el caudal circulante por la calzada.

En lo que sigue se describe el fundamento teórico utilizado por dicho software.

A partir de las siguientes ecuaciones es posible calcular la longitud total de una boca (en el sentido longitudinal de la calzada) para que capte el caudal total circulante por la calzada:

$$L_T = K_c Q^{0.42} S_L^{0.3} \left(\frac{1}{n S_e} \right)^{0.6}$$

$$S_e = S_x + S'_w E_0$$

$$S'_w = \frac{a}{1000W}$$



Donde:

LT = longitud de la boca en el sentido longitudinal de la calzada (m)

KC = 0.817

Q = caudal circulante por la calzada (m³/s)

SL = pendiente longitudinal de la calzada (m/m)

Se = pendiente equivalente en sentido transversal de la calzada (m/m)

n = número de Manning para la superficie de la calzada

SX = Pendiente transversal de la calzada (m/m)

a = depresión local en la zona de la boca de tormenta (mm)

W = ancho de la depresión en el sentido transversal a la calzada (m)

E_0 = fracción del caudal total que escurre en la zona deprimida de la calzada, determinada por la configuración del flujo aguas arriba de la boca de tormenta (m)

Luego de obtener la longitud L_T , la eficiencia E de una boca de longitud L menor a L_T surge de la siguiente ecuación:

$$E = 1 - \left(1 - \frac{L}{L_T} \right)^{1.8}$$

El software "FlowMaster" permite calcular los caudales captados por cada boca de tormenta mediante las ecuaciones presentadas anteriormente y a partir de los siguientes datos de entrada:

- 1- Caudal que circula por el cordón
- 2- Pendiente longitudinal de la calzada
- 3- Pendiente transversal de la calzada
- 4- Coeficiente de Manning correspondiente a la superficie de la calzada
- 5- Longitud de la boca de tormenta
- 6- Depresión de la calzada a la entrada de la boca de tormenta (a)
- 7- Ancho de la depresión en la calzada realizada junto a la boca de tormenta (W)

Las entradas al programa enumeradas anteriormente que se utilizan son las siguientes:

- 1- Caudal máximo que circula por la calzada para el ancho de inundación admitido en la misma según los criterios de diseño que son los presentados en las planillas de microdrenaje.
- 2- Pendiente longitudinal de cada calzada que surge del relevamiento topográfico realizado por la consultora con motivo de este estudio.
- 3- Pendiente transversal de cada calzada que surge del relevamiento topográfico realizado por la consultora con motivo de este estudio.
- 4- La longitud de la boca de tormenta según tipo de boca (Tipo1=1.2m Tipo2=2m Tipo3=4m Tipo4=6m) que surge de planos Tipo N° 10 y 11 del Servicio de Estudios y Proyectos de Saneamiento de la IM.
- 5- La depresión de la calzada que se realiza junto a las bocas según planos Tipo y vale 0.15m en todos los casos.
- 6- El ancho W para las bocas según planos tipo vale 0.6m para las Tipo 1 y Tipo 2 y 0.80m para las bocas Tipo 3.

Los caudales captados por las bocas de tormenta que se obtienen mediante el software mencionado se afectan por un coeficiente de reducción del 20% atendiendo a que la entrada a las bocas de tormenta no están siempre limpias. Además se utiliza un coeficiente de ajuste sobre el caudal captado calculado por el programa de 0.80.

Se deberá incrementar en un 20 % la cantidad de bocas de tormenta para considerar un 20% de bocas sucias las que se ubicarán en aquellos puntos mas críticos (puntos bajos, entradas de cuencas externas de dimensiones importantes, etc.).

En puntos bajos absolutos se diseñará la captación utilizando los siguientes valores:

Tipo de Boca de Tormenta	Diámetro de conexión (m)	Caudal captado (l/s)
Tipo 1	0.30	140
Tipo 2	0.30	140
Tipo 3	0.40	200
Tipo 4	0.40	200
Tipo 3	0.50	250
Tipo 4	0.50	250
Tipo 3	0.60	265

Tipo 4	0.60	265
--------	------	-----

Las secciones transversales de calles se consideran triangulares para el cálculo del escurrimiento superficial, y las pendientes transversales utilizadas surgen del relevamiento topográfico.

La capacidad de los cordones o cordones cuneta se determina aplicando la fórmula de Izzard, en función de la pendiente longitudinal de la calle, de la altura del cordón y del ancho de calle, elementos todos estos determinados en el relevamiento topográfico.

Para las cunetas existentes a conservar, se estima la capacidad de evacuación (después de una limpieza) en función de la geometría y la pendiente obtenidas del relevamiento topográfico. En algunos casos se propone rectificar las cunetas existentes debido a la poca capacidad de transporte provocada principalmente por su poco mantenimiento. En estos casos la cuneta existente deberá ser adaptada a una de las dimensiones de las cunetas tipo que se definen a continuación.

Para las cunetas proyectadas se adoptan tres secciones típicas Tipo 1, Tipo 2 y Tipo 3 con una profundidad máxima de 0.50 m que se presentan en el esquema siguiente.

Cunetas tipo

Para las cunetas Tipo 1 y Tipo 2 se define la velocidad máxima admisible con un valor de 1.2 m/s, mientras que las Tipo 3 pueden admitir una velocidad de hasta 3.6 m/s

Las estructuras de captación de cuneta para su vertido a la red de microdrenaje permiten captar el agua que transita por las cunetas para su posterior transporte por las tuberías. Las captaciones cuentan con una cámara decantadora y rejas para evitar la entrada de elementos groseros a la red y posibilitan la captación de una o dos cunetas.

Alcantarillas

En el caso en que el escurrimiento superficial se realice por medio de cunetas los cruces de calles se salvan mediante la colocación de alcantarillas. En muchos casos hay estructuras ya existentes y entonces se analiza si estas deben ser utilizadas o deben abandonarse.

En caso de ser utilizadas se procede a verificar las mismas con los caudales proyectados que se presentan en la planilla de microdrenaje. En caso de no existir alcantarillas se proyectan nuevas. A los efectos de realizar un adecuado dimensionamiento, es necesario analizar correctamente el funcionamiento hidráulico de las mismas. El funcionamiento hidráulico de las alcantarillas se puede dividir básicamente en dos tipos:

- ☐ flujo con control a la entrada; y
- ☐ flujo con control a la salida.

Para cada uno de estos tipos de escurrimiento son diferentes los factores que influyen en la capacidad hidráulica de estas estructuras. En el caso de tener un escurrimiento con control a la entrada, los factores determinantes de la capacidad son el área transversal de la sección de entrada y la geometría de la misma, así como la carga hidráulica disponible a la entrada. En los casos de existir control a la salida, deben además tenerse en cuenta la cota de la superficie libre a la salida de la alcantarilla, y la pendiente, rugosidad y longitud de la misma.

A los efectos del cálculo de la capacidad de cada una de las alcantarillas, se clasifican las variantes de escurrimiento en seis grupos que se ilustran a continuación.

Escurrimiento tipo 1

En este caso la alcantarilla escurre parcialmente llena, y se tiene un tirante crítico (número de Froude igual a 1) a la entrada de la misma. Para tener este tipo de escurrimiento se deben cumplir las siguientes condiciones:

- 1- La relación (H/D) entre la carga a la entrada y el diámetro o altura de la alcantarilla no debe superar a 1.2 como un valor conservador, pudiendo llegar a ser 1.5.
- 2- La pendiente de la alcantarilla (S_o) debe ser mayor que la pendiente crítica (S_c).
- 3- La elevación aguas abajo debe ser menor que la elevación de la superficie del agua en la sección crítica.

En este caso el caudal que es capaz de conducir una determinada alcantarilla puede determinarse en función de la siguiente expresión:

$$Q = C_D A_c \sqrt{2g \left(h_1 - z + \frac{v_1^2}{2g} - y_c - h_{f_{1-2}} \right)}$$

Donde:

- ☐ C_D = coeficiente de gasto
- ☐ A_c = área atravesada por el flujo para el tirante crítico
- ☐ h_1 = cota de la superficie libre en la sección de llegada, referida al zampeado de salida de la alcantarilla
- ☐ z = cota del zampeado de la entrada respecto al de salida
- ☐ v_1 = velocidad media en la sección de llegada
- ☐ y_c = tirante crítico
- ☐ $h_{f_{1-2}}$ = $L_w Q^2 / K_1 K_c$ = pérdida de carga entre la llegada y la entrada a la alcantarilla
- ☐ L_w = distancia entre la sección de llegada y la entrada a la alcantarilla
- ☐ K_1 = factor de sección en la sección de llegada
- ☐ K_c = factor de sección en la sección crítica

Las constantes K_1 , K_c y C_D dependen esencialmente de la geometría de la alcantarilla y del tipo de entrada, y sus valores pueden ser estimados de acuerdo a los ábacos contenidos en el texto "Hidráulica de canales abiertos" de R.H. French.

Escurrimiento tipo 2

En este caso se tiene un tirante crítico a la salida de la alcantarilla. Las condiciones que se deben cumplir son:

- 1- H/D inferior a 1.2 (1.5)
- 2- $S_o < S_c$
- 3- La elevación de la superficie en la descarga de la alcantarilla debe ser inferior a la cota de la superficie libre en la sección crítica.

La expresión del caudal resulta en este caso:

$$Q = C_D A_c \sqrt{2g \left(h_1 + \frac{v_1^2}{2g} - y_c - h_{f_{1-2}} - h_{f_{2-3}} \right)}$$

Donde: - $h_{f_{2-3}}$ = pérdida de carga distribuida a lo largo de la alcantarilla

Escurrimiento tipo 3

En este caso, si bien la alcantarilla escurre parcialmente llena, no se presenta flujo crítico en ninguna sección y el factor de control es la existencia de un perfil gradualmente variado. Se

tiene un flujo con control a la salida, ya que la altura de agua aguas arriba depende de la altura de agua a la salida. Las condiciones que se deben cumplir son:

- 1- H/D inferior a 1.2 (1.5)
- 2- La elevación del agua a la salida de la alcantarilla no será suficiente para ahogar la salida de la alcantarilla, pero excederá la elevación del tirante crítico a la salida.
- 3- El límite inferior de la elevación aguas abajo será tal que:
 - a) Si $So > Sc$, la elevación aguas abajo debe ser mayor que la correspondiente a un tirante crítico a la entrada
 - b) Si $So > Sc$, la elevación aguas abajo debe ser mayor que la correspondiente a un tirante crítico a la salida

$$Q = C_D A_3 \sqrt{2g \left(h_1 + \frac{v_1^2}{2g} - h_3 - h_{f_{1,2}} - h_{f_{2,3}} \right)}$$

Donde: A_3 = área atravesada por el flujo en la sección de salida de la alcantarilla

h_3 = cota de la superficie libre a la salida de la alcantarilla, medida respecto al zampeado de salida.

Escurrimiento tipo 4

Este caso corresponde al caso en que la alcantarilla está llena. En este caso generalmente las pérdidas de carga a la entrada y a la salida pueden despreciarse. Resulta entonces que la capacidad de la alcantarilla se puede estimar mediante la siguiente fórmula, si se estiman las pérdidas distribuidas mediante la fórmula de Manning:

$$Q = C_D A_0 \sqrt{\frac{2g (h_1 - h_4)}{1 + (C_D^2 n^2 L / R_0^{4/3})}}$$

Donde: A_0 = área transversal de la alcantarilla

h_4 = cota de la superficie libre a la salida de la alcantarilla

n = coeficiente de Manning (0.016)

L = largo de la alcantarilla

R_0 = radio hidráulico

Escurrimiento tipo 5

Este tipo de escurrimiento corresponde al caso en que la relación H/D es superior a 1.5, el tirante aguas abajo no llega a ahogar la salida, y el flujo es supercrítico a la entrada de la alcantarilla, escurriendo ésta parcialmente llena.

El gasto en este caso se puede estimar mediante la siguiente expresión:

$$Q = C_D A_0 \sqrt{2g (h_{SUBI} - z)}$$

Escurrimiento tipo 6

En este caso la relación H/D es superior a 1.5, pero si bien la salida no se encuentra ahogada, la alcantarilla escurre llena. El gasto puede estimarse de la siguiente forma:

$$Q = C_D A_0 \sqrt{2g (h_{SUBI} - h_3 - h_{f_{2,3}})}$$

En función de lo anteriormente expuesto, se realizó la verificación de las alcantarillas y el dimensionado de aquellas que serán sustituidas.

Las estructuras de conducción de macrodrenaje se consideran aquellos canales, ya sean trapezoidales abiertos o rectangulares cerrados que permiten la evacuación de las aguas de lluvia.

Las conducciones de macrodrenaje se dimensionan con los caudales obtenidos a partir de la consideración de la intensidad calculada con un tiempo de retorno de 10 años. También se realiza una verificación de las condiciones de funcionamiento con la lluvia correspondiente a un tiempo de retorno de 50 años. Para esta última se considera la lluvia de período de retorno de 10 años afectada por un coeficiente de 1,42.

Para las lluvias de 10 años se exige un borde libre mínimo de 0,10 m tratando en general de que no sea menor de 0,20m. Las estructuras se diseñan de forma tal que el régimen del flujo sea subcrítico y que las velocidades admisibles no sean excesivas. En el caso de estructuras revestidas de hormigón para evitar la erosión del material se recomienda no sobrepasar los 4,00 m/s. En los canales trapezoidales revestidos de suelo pasto no se aceptan velocidades mayores a 1,20 m/s.

Para los canales de sección trapezoidal se adoptan taludes 1V:2H como forma de asegurar la estabilidad de los mismos. En caso de que el proyectista proponga otro tipo de talud deberá presentar el correspondiente estudio de suelos.

Para el radio de curvatura se aconseja en la bibliografía no considerar menos de 3 veces el ancho del escurrimiento y es lo adoptado en el proyecto de canales rectangulares y trapezoidales como el mínimo en casos con poco espacio, en lo posible se trató de considerar de 5 a 10 veces el ancho del escurrimiento.

En el diseño hidráulico de canales trapezoidales abiertos se procura que estos no alcancen profundidades importantes como medida de seguridad. Si la profundidad supera 1 metro se deberá considerar elementos de protección por tránsito vehicular.

Dentro de las obras especiales del sistema de macrodrenaje se encuentran las alcantarillas, necesarias para realizar el cruce de una calle o senda con un canal a superficie libre.

Se dimensionarán las alcantarillas de modo de igualar los niveles de agua en los extremos de la misma, con los niveles de agua en los canales aguas arriba y aguas abajo respectivamente. Para el cálculo de las pérdidas de carga se utilizarán las fórmulas mencionadas anteriormente.

Sólo en los casos donde la pendiente del canal es muy reducida y los caudales son muy importantes, se admite levantar el pelo de agua en el canal aguas arriba, con el objetivo de evitar obras gigantescas. En estos casos se verifica que el remanso producido no afecta significativamente el flujo en el canal, y se neutraliza en pocos metros.

Las alcantarillas corresponderán a los planos tipo de la Dirección Nacional de Vialidad. Para mantener la continuidad del flujo, se indicarán transiciones a la entrada y a la salida, que llevan de las secciones trapezoidales de los canales a secciones rectangulares que incluyen la alcantarilla.

Las transiciones en general, se dimensionan de modo de minimizar los flujos transversales. Para ello, el ángulo máximo admitido entre el borde de la superficie libre y el eje del canal es de 12,5°.

Para las infraestructuras de macrodrenaje se solicitará al proyectista efectuar la modelación hidrodinámica mediante un modelo de uso libre (SWMM, HEC-RAS,...). Para ello el SEPS suministrará el modelo hidrológico en la discretización que requiera el proyectista y las condiciones de borde que sean necesarias.

2.5. DISEÑO DE ESTACIONES DE BOMBEO Y LÍNEAS DE IMPULSIÓN

2.5.1. Generalidades

Se presentará una descripción general de las instalaciones previas a la estación de bombeo, describiendo la procedencia de los líquidos que llegan a la misma. En caso de prever una construcción en etapas tanto para el sistema de previo al bombeo como para el sistema de bombeo en sí, se describirán estas etapas y las previsiones de funcionamiento realizadas para cada una de las mismas.

Se citará también la fuente de abastecimiento de agua utilizada y en caso de existir más de una, se deberán dar las proporciones de cada fuente en el abastecimiento general del establecimiento. En los casos en los que existan varias fuentes de abastecimiento que dificulten la estimación de los caudales bombeados, se podrá solicitar la instalación de un medidor de caudal previo al sistema de bombeo.

2.5.2. Proyecciones de población:

Las proyecciones de población se ajustarán con los datos del último censo de población y con la información correspondiente a las visitas al terreno y proyectos urbanos en desarrollo. Dadas las características del área, se recomienda considerar para el diseño de las redes las densidades de saturación, con una ocupación al 2035 equivalente al 85 % de la capacidad total de saturación del área.

2.5.3. Determinación de caudales

- Las dotaciones de líquidos residuales domésticos se estimarán a partir de los consumos de agua potable correspondientes a la zona de estudio evaluando la posibilidad de incremento en el futuro.
- El coeficiente de retorno "C" a adoptar (relación entre el volumen líquido residual recibido por la red de colectores y el volumen de agua efectivamente consumido por la población), será 0.85.
- Se adoptarán los coeficientes de variación de caudal: $K1 = 1.3$, $K1 * K2 = 2.50$ y $K3 = 0.5$ (Nota: El valor de $K1 * K2$ podrá variar en función de la magnitud de la población de la cuenca a proyectar, debiendo justificarse).
- El caudal de infiltración a considerar en redes por gravedad deberá ser estudiado y justificado por el Proyectista en función de las características locales del suelo y napa freática, tomándose por defecto 0.2 lt/s/km para redes nuevas y 0.35 lt/s/km para redes existentes.
- Más allá de los estudios de cuantificación de posibles intrusiones pluviales clandestinas, si el caudal total obtenido (intrusión pluvial más sanitario más infiltración) no supera los 1.5 l/s.há o 7 lt/s por km de colector, se verificará el sistema con estos valores, no debiendo producirse retrocesos hacia las conexiones ni desbordes en las tapas de los registros (se tomará un margen de por lo menos un metro de altura). Este caudal de intrusión pluvial no deberá tomarse en cuenta dentro del caudal de diseño del bombeo, considerarlo puede llevar a sobre dimensionado de la instalación y se espera que sean caudales puntuales, esporádicos e incluidos dentro de faltas fácilmente detectables y corregibles. Sí deberá preverse que ante caudales de este tipo las bombas puedan funcionar a mayor capacidad de la de diseño y/o que funcione el alivio de seguridad.

Se considerarán aportes puntuales para establecimientos especiales como ser: conjuntos habitacionales, centros de estudio, industrias, cárceles, etc. En estos casos se detallarán los criterios de cálculo utilizados para hallar los caudales medios y máximos.

2.5.4. Diseño de la Estación de Bombeo

La estación de bombeo contará con los siguientes elementos:

- Un elemento previo destinado a separar los sólidos de mayores dimensiones que pudieran provocar problemas en las bombas o en la cañería posterior
- Una cámara o pozo de bombas, donde se instalarán las bombas y las cañerías de subida del líquido, así como las guías para el izaje de las bombas
- Una cámara de válvulas, de fácil acceso, donde se encontrarán las válvulas de retención, válvulas de cierre y las piezas especiales que forman el múltiple de impulsión.

El diseño del pozo de bombeo se realizará de acuerdo con los criterios habituales de cálculo de volúmenes de pozo, considerando el tiempo mínimo entre encendidos de las bombas, que en general se supondrá de diez minutos. Para este cálculo se tendrá en cuenta el caudal máximo de proyecto.

Para determinar las dimensiones máximas del pozo se considerará el caudal medio al inicio del período de diseño, de manera delimitar los períodos máximos de estadía del líquido en el pozo, a fin de evitar su septicidad. Para esto se dimensionará de manera que los tiempos de permanencia no sean mayores a 30min.

La estación de bombeo operará de la siguiente manera:

- Se operará todo el tiempo con las bombas previstas para el funcionamiento normal del sistema, arrancando y apagando cuando se llega a los respectivos niveles en el pozo de bombeo.
- Si, a pesar de estar dichas bombas en funcionamiento, el nivel en el pozo siguiera aumentando hasta llegar al “nivel de alarma”, el técnico operador podrá optar entre operar más bombas de entre las de reserva o evacuar por el aliviadero.

Se presentará el cálculo del o de los puntos de funcionamiento, presentando los gráficos que permitan visualizar el cruce de las curvas de funcionamiento del sistema y de la bomba. El cálculo de las pérdidas de carga del sistema deberá presentarse diferenciando las pérdidas geométricas y las distribuidas, para estas últimas se presentará el método de cálculo.

Se verificará, de acuerdo a las bombas a utilizar, la sumergencia y geometría del pozo necesaria para que no se produzca cavitación.

Se presentarán también los gráficos de NPSH y de rendimiento del motor.

En el proyecto se especificará por lo menos una marca y tipo de bomba existente en plaza que cumpla con las condiciones exigidas por el cálculo hidráulico. Se presentará un catálogo de dicha bomba especificando el tipo de rotor, las condiciones del motor (verificando la eficiencia en él o los puntos de funcionamiento), el pasaje de sólidos, etc.

Se preverá la colocación de equipos de repuesto: sistemas 1+1, 2+1, etc., según corresponda.

El tipo de bomba así como el pasaje de sólidos serán adecuados según la existencia y tipo de dispositivo previo para la remoción de sólidos: fosa séptica, rejillas, etc.

Tanto la ubicación de la estación de bombeo en el predio como sus dimensiones y elementos auxiliares deberán ser adecuadas para las tareas de mantenimiento necesarias para el adecuado funcionamiento del sistema. Se deberá prever el retiro de las bombas, el acceso para remoción de sólidos, etc.

Se preverá un volumen de reserva para contemplar posibles paradas en el bombeo y para absorber incrementos de caudal en horarios pico. Sobre este volumen se preverá un aliviadero de emergencia. En la salida al aliviadero se instalará una reja fija de limpieza manual.

El pozo de bombas incluirá una cámara de ingreso del líquido residual o zona definida por un tabique y un piso inclinado. El líquido llegará a este recinto, eventualmente derramándose desde una altura superior a la del pelo de agua alrededor de las bombas. En esta cámara de

ingreso se confinará la alta agitación, lo que permitirá que el líquido llegue a las bombas en mejores condiciones para su bombeo con buen rendimiento. También se permitirá una mejor operación (libre de agitación, de espuma y de flotantes) de los sensores de nivel que gobiernan la operación automática del pozo de bombeo.

Preferentemente, una compuerta u otro elemento similar, permitirá aislar el pozo, para eventuales intervenciones en las bombas o en el pozo. Al cerrar esta compuerta, el líquido se acumulará hasta llegar al nivel de aliviadero.

El pozo de bombeo deberá contar con ventilación de dimensiones adecuadas y con salida colocada en un lugar adecuado y ventilado a los cuatro vientos.

Los planos de proyecto del pozo de bombeo presentarán:

- Dimensiones del pozo en planta y cortes.
- Detalles que correspondan: pantalla de aquietamiento, cámara de rejillas, estructura de alivio, pendientes de fondo, compuertas, tapas, amures de cañerías y de controles, cámara de válvulas, asientos de las piezas, canalizaciones de eléctrica y control, etc.
- Diseño de las rejillas, estructuras de extracción y disposición de los residuos.

2.5.5. Succión y cámara de llaves.

El nivel de succión estará dado por:

- La necesidad de evitar la llegada de vórtices a la boca de succión de las bombas y el consecuente ingreso de aire
- Alcanzar una carga neta al ingreso del rotor a las bombas de manera de evitar la cavitación en las mismas

En general el fabricante de las bombas propone una cota mínima de operación sobre el nivel de la boca de entrada y aconseja cierta altura entre el nivel del fondo del pozo y el nivel de la boca de entrada a la bomba.

La tubería de succión debe ser lo mas corta posible y con la menor cantidad de piezas especiales, su pendiente debe ser siempre ascendente u horizontal. Para dimensionarla se debe escoger preferentemente un diámetro superior al de la tubería de impulsión, de modo que la velocidad en la tubería se encuentre entre 0.6 y 1.5 m/s.

Las tuberías de la cámara de llaves serán a bridas, deberán colocarse válvula de retención y llaves de paso.

2.5.6. Impulsión.

La velocidad en la tubería de impulsión debe ser suficientemente alta como para no permitir sedimentación en la línea, pero no tan alta como para producir problemas de erosión. Por estos motivos la velocidad aceptable se limita entre 0.6 y 3.0 m/s.

En general para elegir el diámetro de la tubería de impulsión conviene seleccionar la alternativa que minimice el precio del sistema bomba-impulsión.

El diámetro mínimo aceptable para la línea de impulsión será de 100mm, pudiendo en algunos casos aceptarse diámetros de 75mm. Para seleccionar el diámetro mínimo admisible deberá tenerse en cuenta además el tamaño del pasaje de sólidos del equipo de bombeo.

En el trazado de la línea de impulsión deberán instalarse válvulas de remoción e ingreso de aire en los puntos altos y válvulas de descarga en los puntos bajos. Las válvulas de descarga deberán estar colocadas de forma tal que permitan el vaciado total de la tubería, el líquido descargado deberá ser conducido hasta un punto de vertido donde no cause problemas. Se deberá minimizar la cantidad de puntos altos en la tubería de impulsión, en cada punto alto se colocará una válvula de aire específicamente diseñada para casos de líquidos residuales.

Para facilitar la remoción hidráulica del aire se deberá respetar pendientes mínimas de 0,2% y 0,4% para la tubería en los tramos ascendentes y descendentes respectivamente.

En cada cambio de dirección en planta que tenga la tubería deberá colocarse un macizo de hormigón, el mismo deberá ser de dimensiones tales que soporte las fuerzas previstas en ese punto.

Las tuberías de impulsión con recorrido por faja pública deberán ubicarse preferentemente en vereda y al momento de definir el trazado se deberán tener en cuenta todas las posibles interferencias existentes. La profundidad de la tubería estará en el entorno de 1m y la tapada no será menor a 0.8m, en tramos donde la tapada sea menor deberá preverse losa de protección.

El material previsto para la línea de impulsión deberá tener una presión nominal de trabajo superior a las presiones de funcionamiento previstas para la tubería y superior también a las posibles sobrepresiones que pudieran existir en ocasiones puntuales como en caso de fenómenos de transitorio hidráulico.

La tubería de impulsión descargará en una cámara para tal fin desde la cual se conectará por gravedad a la red de saneamiento existente.

Para las líneas de impulsión se presentará:

- Cálculo hidráulico indicando velocidad en los distintos puntos de funcionamiento, la cual deberá superar 0.6 m/s. Se presentará gráficamente la línea de piezométrica comparada con el terreno y la altimetría de la línea de impulsión.
- Se pondrá especial cuidado en el estudio de transitorios, protegiendo la tubería de sobrepresiones y depresiones. Se entregarán las gráficas de piezométricas máximas y mínimas durante el transitorio a lo largo de todo el trazado.
- Plano de topografía que permita identificar todos los puntos de quiebre altimétricos y planimétricos. Se entregará la nube de puntos relevados indicando sus cotas referidas al cero Wharton y el tipo de punto relevado.
- Planimetría de la línea de impulsión indicando: progresivas, balizamiento de la tubería respecto a la línea de propiedad o a ejes de calzada, balizamiento de puntos notables respecto a elementos fijos. Se detallarán los cruces con alcantarillas y con otros servicios. En altimetría se detallarán los elementos especiales, cruces con otros servicios y se indicará la línea de piezométrica.
- Detalles de las cámaras y piezas para válvulas de aire, desagües y protecciones antiarriete. En caso que las protecciones antiarriete requieran estructuras que emerjan en la vía pública se diseñarán estructuras que las aislen. Se presentarán catálogos de las válvulas de aire a utilizar. Estas válvulas se proyectarán dobles para disminuir el riesgo de atascamientos y se calculará el caudal de venteo necesario, comparándolo con la capacidad de la válvula. Para las purgas, se calculará el volumen de cámara de manera tal que pueda evitarse el vertimiento de aguas residuales ante pequeñas descargas.

2.5.7. Panel de Control

El panel deberá estar constituido básicamente por:

- Comando encendido-apagado de las bombas.
- Llave selectora de automático-manual.
- Llave selectora de bombas.
- Alarma y señalización de fallas.
- Alarmas por bajo y alto nivel.
- Indicadores de corriente y tensión.
- Relés auxiliares.
- Supervisión del sistema en general.

Según el porte de la estación de bombeo podrán requerirse también medidores de nivel, de caudal, etc.

Se presentará una descripción completa de los sistemas de control, automatismos, los mecanismos de medición de nivel, las protecciones, etc.

2.5.8.Instalaciones Eléctricas

Se deberá presentar el diseño de la instalación eléctrica que alimentará el sistema teniendo en cuenta las previsiones necesarias para este tipo de instalación.

Se deberán considerar en el proyecto las previsiones de pases para el cableado en el hormigón armado y la albañilería.

En caso de que la instalación eléctrica para el sistema de bombeo cuente con medidor individual, se deberá presentar el diseño y previsiones para el tablero de medidores.

Se presentarán los diseños de los tableros general y de control con las protecciones previstas.

Se describirá la protección prevista contra descargas atmosféricas y la instalación de puesta a tierra.

2.5.9.Diseño Estructural.

Se presentarán planos de diseño estructural y memorias de cálculo. Se utilizarán hormigones de acuerdo con lo indicado en el punto 2.1.

3. RELEVAMIENTO TOPOGRÁFICO

En el caso de las redes u obras lineales se realizará una poligonal en la zona del trazado adecuadamente ubicada, amojonada y balizada debidamente. Estos vértices tendrán un error absoluto de (+)(-) 0.025m. y estarán enlazados planialtimétricamente con puntos fijos que definirá la Administración. Altimétricamente la precisión será de (+)(-) 0.005m. y las cotas estarán referidas al "cero hidrométrico provisorio" (Wharton).

Se trazará un perfil longitudinal por el eje del trazado y perfiles transversales cada 30m incluyendo los cambios de dirección en planta, los cambios de pendiente, así como cualquier otra sección que pueda resultar de interés. Estos perfiles tendrán el ancho de la vía pública y en caso de atravesar predios un ancho de 20m.

En el caso de las obras localizadas como amortiguaciones o bombeos, se realizará una malla nivelada de 5m por 5m con igual precisión que en las redes, dejando un mínimo de dos puntos visibles entre sí, con sus tres coordenadas y balizados debidamente. Las coordenadas estarán referidas al mismo sistema utilizado para todo el proyecto.

Los vértices (Puntos de Control) se materializarán mediante una varilla de hierro de $\varnothing$ 10 mm hincada en el terreno y asegurada en posición mediante mortero de hormigón, según esquema proporcionado. Sobre la superficie del hormigón se amurará una plaqueta de bronce con la inscripción:

I.M.M. - Unidad de Información Geográfica -
PROYECTO:
PUNTO DE CONTROL:
FECHA:
COORDENADAS:
COTA (Wh):

El relevamiento planialtimétrico general se completará con estaciones totales electrónicas atendiendo a los siguientes lineamientos, que podrán ajustarse de acuerdo a los casos particulares que se presenten. Se relevará sistemáticamente:

- Perfiles cada un máximo de 30 m aproximadamente, incluyendo las esquinas (en correspondencia con las líneas de propiedad transversales), los cambios de dirección en planta y los quiebres altimétricos, así como cualquier otra sección que pueda resultar de interés. En cada perfil se levantará líneas de propiedad, cordones y eje de pavimentos (5 puntos), y de existir perfil rural, también ambos bordes de cunetas (uno de los cuales podrá coincidir con el borde de la calzada) y sus zampeados.
- Intersecciones de ejes de pavimentos en las esquinas.
- Ochavas, plazas, sendas peatonales y toda otra información necesaria para ajustar el plano digitalizado que dispone la IM y que será brindado al contratista.
- Bordes y lechos de cauces y zanjas (incluyendo de corresponder y ser viable los niveles del pelo de agua y las cotas máximas de crecida), cabezales y zampeados de alcantarillas, registros y tomas de tuberías pluviales, zonas anegadizas, etc.
- Tapas y zampeados de registros de saneamiento existentes en el área o en los límites con zonas que ya tienen el servicio.
- Tapas y direcciones de canalizaciones de servicios públicos así como cualquier otro accidente que pueda interferir con las obras.
- Líneas de columnas y árboles del ornato público y cualquier otra interferencia que pueda afectar el trazado de las conducciones, como ser cabinas telefónicas, refugios peatonales, etc.
- Vértices de poligonales (que se balizarán) correspondientes a interceptores o emisarios que se proyecten a través de zonas no urbanizadas, parques, riberas de cursos de agua, etc.

Toda la información del trabajo de campo se deberá entregar en papel y en soporte magnético. Los criterios correspondientes (layers, nomenclatura de puntos, etc.) se acordarán con el Grupo de Seguimiento y Control al inicio de las tareas.

4. ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

A los efectos de conocer la geología subsuperficial de los terrenos en que se construirán las obras fundamentalmente con el objeto de definir perfiles de roca y napa freática, que permitan establecer las condiciones de ejecución del proyecto, se deberán realizar cateos en cada esquina y como máximo cada 100m; también se realizarán en calles proyectadas o fajas de terreno donde se implanten las obras.

En aquellos casos en los que resulte conveniente disminuir su separación a efectos de conocer con más exactitud el perfil de la tosca dura, roca, napa freática, etc. (por ejemplo, cuando el perfil de roca y de las redes tienen profundidad similar), se efectuarán cateos complementarios intermedios.

En los sitios de implantación obras localizadas como laminaciones o bombeos se efectuarán cuatro cateos y ensayos SPT, con el objeto de definir las características del subsuelo para la fundación de las mismas.

Al finalizar la etapa de Anteproyecto deberá entregarse un preinforme sobre las características del subsuelo en el área del Proyecto avalado por el profesional competente interviniente en el mismo. El mismo se basará en el procesamiento de la información recabada con la ejecución de los cateos y restante información que pueda obtenerse a través de estudios geológicos y/o hidrogeológicos existentes, cartas, fotointerpretación, etc. Se entiende por cateos preliminares los que se realicen, espaciados 100 m como máximo, sobre el trazado de las conducciones de las variantes en estudio y todo aquel punto de interés a los efectos de definir el costo de las variantes.

Los cateos definitivos se realizarán hasta el zampeado de la conducción en ese punto más 0.30 m o hasta alcanzar estratos de roca o tosca dura, de aparecer antes, en todos los puntos ya especificados. A efectos de estos Términos de Referencia se define la última nombrada como todo material que requiera ayuda discontinua de martillo neumático para su extracción por máquina excavadora o retroexcavadora; por lo tanto, el método de investigación a utilizar deberá permitir identificar dentro de un margen razonable de error los casos en que la excavación pueda ser realizada utilizando pala retroexcavadora sin apoyo de aquéllos en que sea requerido.

El informe final de geología apuntará básicamente al conocimiento de las características del subsuelo que interesan al diseño de las redes y obras localizadas, tales como: a) excavabilidad de los terrenos donde se llevarán a cabo construcciones, incluyendo perfiles de roca y tosca dura, b) características del subsuelo para la fundación de cañerías, cámaras y restantes estructuras que integrarán el proyecto, c) niveles de la napa freática medidos, niveles más frecuentes (estimados en base a las mediciones y características del subsuelo), niveles máximos, etc.

A los efectos de la elaboración del informe mencionado en el párrafo anterior y de la clasificación de los diferentes tipos de roca y tosca se emplearán las definiciones utilizadas en los pliegos de obra de la IM.

La base cartográfica será suministrada por la IM, la cual deberá ser ajustada por el Consultor a partir de los resultados del relevamiento.