



**AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE
PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y
ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS
NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA.
SUBZONA 1B**

CONTRATO EPC-C-079-2010

**INFORME DE DISEÑO
PLAN MAESTRO DE ACUEDUCTO
Y ALCANTARILLADO**

**CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO
MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO**



ED-C264-FRA-IT-06. V.1

**TOMO 2
Versión 1**





**Consorcio
Aguas de
Cundinamarca**

BOGOTÁ, SEPTIEMBRE DE 2012

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página i	

CUADRO DE RESPONSABILIDADES

RESPONSABLE	NÚMERO DE REVISIÓN		
	0	1	2
Elaboración	ING. DIEGO RESTREPO	ING. CATALINA GUÁQUETA	
	16-04-2012	17-09-2012	
Revisión	ING. JUAN MANUEL GUTIÉRREZ	ING. YOVANI CASTRO LADINIO	
	16-04-2012	17-09-2012	
Aprobación	ING. ALBERTO LÓPEZ	ING. ALBERTO LÓPEZ	
			
	16-04-2012	17-09-2012	

LISTA DE DISTRIBUCIÓN

DEPENDENCIA	No. COPIAS	FECHA DE ENVÍO	OBSERVACIONES
Interventoría – Universidad Nacional de Colombia	1	17-09-2012	
Archivo IEH GRUCON S.A.	1	17-09-2012	

CUADRO DE MODIFICACIONES

REVISIÓN	FECHA DE MODIFICACIÓN	ORIGEN DEL CAMBIO O MODIFICACIÓN











 <p>Consorcio Aguas de Cundinamarca</p>	<p>AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B</p>	 	<p>INTERVENTOR</p>  <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA</p>
<p>VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012</p>	<p>INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1</p>	<p>Página ii</p>	

TABLA DE CONTENIDO





1	INTRODUCCIÓN	7
2	RESUMEN EJECUTIVO DE ALTERNATIVAS	11
2.1	SISTEMA DE ACUEDUCTO	11
2.2	SISTEMA DE ALCANTARILLADO	15
2.2.1	Alcantarillado Sanitario	18
2.2.2	Alcantarillado Pluvial.....	20
2.2.3	Interceptores y Emisarios Finales	22
2.2.4	Análisis de comparación y selección de la alternativa viable	28
2.2.4.1	Redes de Alcantarillado.....	28
2.2.4.2	Interceptores y Emisarios Finales.....	28
3	DISEÑOS DETALLADOS REALIZADOS.....	30
3.1	SISTEMA DE ACUEDUCTO	30
3.1.1	Fuente de Suministro.....	30
3.1.2	Bocatoma 1.....	30
3.1.2.1	Bocatoma de lecho filtrante:	31
3.1.3	Aducción 1	36
3.1.4	Desarenador	36
3.1.5	Aducción 2	37
3.1.1	Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP).....	41
3.1.2	Conducción.....	41
3.1.3	Tanques de Almacenamiento	45
	Mantenimiento Tanque sector la Esperanza	47
	Nuevo tanque de almacenamiento	48
3.1.4	Redes de Distribución.....	50
3.1.5	Estructuras Especiales	57
3.1.5.1	Válvulas reductoras de presión:	57
3.1.6	Diseño de Macromedidores.....	60
3.2	SISTEMA DE ALCANTARILLADO	64
3.2.1	Caudales de Diseño	64
3.2.1.1	Caudales de Aguas Residuales.....	64
3.2.1.2	Caudales de Aguas Lluvias	67
	ILUSTRACIÓN 3-21 HIDROGRAMA TIPO DEL MÉTODO RACIONAL MODIFICADO	68
3.2.2	Colectores de Aguas Residuales	74
3.2.3	Alcantarillado Pluvial.....	81
3.2.3.1	Canal aguas lluvias	85
3.2.3.1	Diseño de Sumideros	90
3.2.4	Estructuras especiales.....	97
4	ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS	103
4.1	ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS Y CATASTRO	103
4.2	ESTUDIO HIDROLÓGICO	108
4.3	ESTUDIOS GEOTÉCNICOS	109

 <p>Consorcio Aguas de Cundinamarca</p>	<p>AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B</p>	 	<p>INTERVENTOR</p>  <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA</p>
<p>VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012</p>	<p>INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1</p>	<p>Página iii</p>	

4.3.1	Características Generales del Subsuelo	110
4.3.2	Exploración del Subsuelo	110
4.3.2.1	Sondeos	111
4.3.3	Diseño de la Cimentación y Entibados en la Red de Alcantarillado	112
4.3.3.1	Caracterización Geotécnica.....	112
4.3.3.2	Memorias de Diseño Cimentaciones.	113
4.3.3.3	Tipos De Instalación	113
4.3.3.4	Cargas De Diseño Y Condiciones De Carga	113
4.3.3.5	Cálculo Mecánico	114
4.3.3.6	Diseño De La Cimentación En Zanja.....	114
4.3.3.7	Procedimiento De Cálculo	115
4.3.4	Memorias de diseño de excavaciones y entibados:.....	143
4.3.5	Diseño de la cimentación y excavaciones en el sistema de acueducto.....	159
4.3.5.1	Tanque de Almacenamiento.....	159
4.3.5.2	Caracterización Geotécnica.....	160
4.4	ESTUDIOS ESTRUCTURALES	162
4.4.1	Tanque de Almacenamiento.....	162
4.4.1.1	Especificaciones.....	162
4.4.1.2	Materiales	162
4.4.1.3	Cimentación.....	162
4.4.1.4	Parámetros sísmicos	163
4.4.1.5	Combinaciones de análisis y diseño.....	163
4.4.1.6	Consideraciones de diseño	163
4.4.1.7	Programa utilizado.....	164
4.4.1.8	Tanque de Almacenamiento	164
4.4.2	Bocatoma.....	185
4.4.2.1	Especificaciones.....	186
4.4.2.2	Materiales	186
4.4.2.3	Cimentación.....	186
4.4.2.4	Combinaciones De Análisis Y Diseño	187
4.4.2.5	Lechos filtrantes	187
4.4.2.6	Muros.....	189
4.4.2.7	Placa de fondo.....	191
4.4.2.8	Recomendaciones constructivas	191
4.4.3	CABEZAL DE DESCARGA D2 Y D3 (2.00M)	192
i.	Especificaciones	192
ii.	Materiales.....	192
4.5	ESTUDIOS AMBIENTALES	193
4.5.1	Aspectos Legales	193
4.5.2	Estudio de Impacto Ambiental.....	194
4.5.2.1	Descripción de área de influencia y Obras a Desarrollar.....	195
4.5.2.2	Criterios y metodologías de evaluación	205
4.5.2.3	Impactos Ambientales Significativos y Matriz de Impacto Ambiental	208
•	<i>AFECTACIONES MEDIO FÍSICO</i>	<i>211</i>
•	<i>AFECTACIONES MEDIO BIÓTICO</i>	<i>211</i>
•	<i>AFECTACIONES SOCIOECONÓMICAS</i>	<i>211</i>
4.5.2.4	Plan de Seguimiento y Monitoreo	211
4.5.3	PLAN DE CONTINGENCIAS	213
4.5.4	PERMISOS Y/O AUTORIZACIONES REQUERIDOS	213

 <p>Consorcio Aguas de Cundinamarca</p>	<p>AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B</p>	 	<p>INTERVENTOR</p>  <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA</p>
<p>VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012</p>	<p>INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1</p>	<p>Página iv</p>	

4.5.5	PRESUPUESTO AMBIENTAL	216
4.5.6	CRONOGRAMA	216
5	COMPONENTE FINANCIERO.....	218
6	PRESENTACIÓN Y VIABILIZACIÓN EN VENTANILLA ÚNICA MAVDT	219
7	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	221
7.1	SISTEMA DE ACUEDUCTO	221
7.2	SISTEMA DE ALCANTARILLADO	222
8	ANEXOS	224

 <p>Consorcio Aguas de Cundinamarca</p>	<p>AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B</p>	 	<p>INTERVENTOR</p>  <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA</p>
<p>VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012</p>	<p>INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1</p>	<p>Página v</p>	

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 2-1 PROYECCIÓN DE POBLACIÓN Y DEMANDAS MÁXIMAS	11
TABLA 2-2 COBERTURA SUSCRIPTORES SERVICIO DE ACUEDUCTO	12
TABLA 2-3 PROBLEMAS Y ALTERNATIVAS PROPUESTAS EN LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO POR GRAVEDAD DEL MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO	13
TABLA 2-4 ALTERNATIVAS A CORTO PLAZO.....	15
TABLA 2-5 ALTERNATIVAS A LARGO PLAZO	18
TABLA 2-6 TRAMOS NUEVOS ALTERNATIVA 1	22
TABLA 2-7 TRAMOS NUEVOS ALTERNATIVA 2	23
TABLA 2-8 TRAMOS NUEVOS ALTERNATIVA PLUVIAL	26
TABLA 3-1 DATOS DE ENTRADA PARA EL DISEÑO DE LA BOCATOMA DE LECHO FILTRANTE.	31
TABLA 3-2 DATOS DE ENTRADA LECHO FILTRANTE.....	31
TABLA 3-3 DATOS DE ENTRADA CONDUCTOS LECHO FILTRANTE.	32
TABLA 3-4 DATOS DE ENTRADA PARA EL CAUDAL DE CRECIENTE DE LA BOCATOMA DE LECHO FILTRANTE.	34
TABLA 3-5 DATOS DE ENTRADA CONDUCTOS LECHO FILTRANTE PARA EL CAUDAL DE CRECIENTE.	35
TABLA 3-6 DATOS DE ENTRADA Y SALIDA ADUCCIÓN 1.	36
TABLA 3-7 COMPOSICIÓN LÍNEA DE ADUCCIÓN DESARENADOR - PTAP	37
TABLA 3-8 ACCESORIOS EXISTENTES LÍNEA DE ADUCCIÓN	37
TABLA 3-9 ACCESORIOS LÍNEA DE CONDUCCIÓN 1	43
TABLA 3-10 ACCESORIOS LÍNEA DE CONDUCCIÓN 2.....	44
TABLA 3-11 VOLUMEN DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO	46
TABLA 3-12 PRESIONES EN LA VÁLVULA REDUCTORA DE PRESIÓN A LA HORA DE MÍNIMO CONSUMO	54
TABLA 3-13 FACTORES DE CAUDAL MÁXIMO DIARIO PARA LA CURVA DE DEMANDA HORARIA 2011	55
TABLA 3-14 PERIODO DE DISEÑO DE ESTRUCTURAS DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO.	56
TABLA 3-15 PRESIONES MÍNIMAS EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN.	57
TABLA 3-16 SELECCIÓN DEL DIÁMETRO VRP-1	58
TABLA 3-17. RANGO DE MEDICIÓN DE MACROMEDIDORES TIPO WOLTMAN	61
TABLA 3-18. DISEÑO DE LOS MEDIDORES REQUERIDOS	61
TABLA 3-19. RANGO DE MEDICIÓN DE MACROMEDIDORES TIPO WOLTMAN	63
TABLA 3-20. DISEÑO DE LOS MEDIDORES REQUERIDOS	63
TABLA 3-21. CURVAS IDF (RAS, 2000).....	69
TABLA 3-22. GRADO DE PROTECCIÓN SEGÚN NIVEL DE COMPLEJIDAD DEL SISTEMA (RAS 2000)	71
TABLA 3-23. COEFICIENTES DE ESCORRENTÍA O IMPERMEABILIDAD.....	72
TABLA 3-24 VALORES CURVAS IDF DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO.....	88
TABLA 3-25 CAUDAL PARA LA EVALUACIÓN CANAL SAN FRANCISCO	89
TABLA 3-26 RESULTADOS DE LA MODELACIÓN HIDRÁULICA CANAL	90
TABLA 3-27 ANCHO DE INUNDACIÓN ADMISIBLE PARA VÍAS.....	91
TABLA 4-1 LONGITUDES POR DIÁMETROS DE ACUEDUCTO	106
TABLA 4-2 REOREFERENCIACIÓN DE SONDEOS EJECUTADOS.	111
TABLA 4-3 NIVELES DE PROYECTO.....	160
TABLA 4-4 CÁLCULO DE CAPACIDAD DE CARGA.	161
TABLA 4-5 COMBINACIONES PARA ANÁLISIS Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS	187
TABLA 4-6 FACTORES DE MAYORACIÓN PARA ESTRUCTURAS AMBIENTALES	187
TABLA 4-7 COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS DURANTE EL DESARROLLO DEL PROYECTO	194
TABLA 4-8 LISTADO DE LAS ACCIONES REALIZADAS DURANTE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO	195




 <p>Consorcio Aguas de Cundinamarca</p>	<p>AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B</p>	 	<p>INTERVENTOR</p>  <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA</p>
<p>VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012</p>	<p>INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1</p>	<p>Página vi</p>	

TABLA 4-9 DEFINICIONES DE ZONIFICACIÓN **¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**

TABLA 4-10 PROBLEMAS Y SOLUCIONES AL SISTEMA DE ACUEDUCTO... **¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**

TABLA 4-11 CRITERIOS DE EVALUACIÓN..... **¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**

TABLA 4-12 RANGO DE CALIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.. **¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**





TABLA 4-13 INDICADORES DE DESEMPEÑO AMBIENTAL **¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**

TABLA 4-14 PRESUPUESTO TOTAL AMBIENTAL **¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**

TABLA 4-15 MANO DE OBRA REQUERIDA **¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**

TABLA 4-16 CRONOGRAMA PROPUESTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEDIDAS AMBIENTALES. **¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**

TABLA 6-1 CONTROL DE DOCUMENTACIÓN PARA VIABILIZACIÓN ANTE VENTANILLA ÚNICA DEL MAVDT . 219

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página vii	

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1-1 ESQUEMA BÁSICO SISTEMA DE ACUEDUCTO CASCO URBANO SAN FRANCISCO	9
ILUSTRACIÓN 2-1 RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PROYECTADA ALTERNATIVA 1	19
ILUSTRACIÓN 2-2 RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PROYECTADA ALTERNATIVA 2	20
ILUSTRACIÓN 2-3 RED DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PROYECTADA.	21
ILUSTRACIÓN 2-4 ZONAS DE FUTURO DESARROLLO Y UBICACIÓN DEL CANAL PROYECTADO	25
ILUSTRACIÓN 2-5: SECCIÓN TRANSVERSAL CANAL EN TIERRA	26
ILUSTRACIÓN 3-1 PLANTA LECHO FILTRANTE, BOCATOMA	33
ILUSTRACIÓN 3-2 PERFIL LECHO FILTRANTE, BOCATOMA	33
ILUSTRACIÓN 3-3 LGH ADUCCIÓN 1	38
ILUSTRACIÓN 3-4 CURVAS DE EXPULSIÓN DE AIRE DE LAS VENTOSAS	39
ILUSTRACIÓN 3-5 CAJA PARA VÁLVULA DE PURGA	41
ILUSTRACIÓN 3-6 ESQUEMA BÁSICO DE LAS TUBERÍAS DE CONDUCCIÓN	41
ILUSTRACIÓN 3-7 PERFIL LÍNEA PIEZOMÉTRICA LÍNEA DE CONDUCCIÓN 1	43
ILUSTRACIÓN 3-8 PERFIL LÍNEA PIEZOMÉTRICA LÍNEA DE CONDUCCIÓN 2	44
ILUSTRACIÓN 3-9 CURVAS DE EXPULSIÓN DE AIRE DE LAS VENTOSAS	45
ILUSTRACIÓN 3-10 SECTORIZACIÓN RED MENOR	47
ILUSTRACIÓN 3-11 TANQUE DE ALMACENAMIENTO ALTERNATIVA 1	48
ILUSTRACIÓN 3-12 NUMERACIÓN DE LOS TANQUES PARA EL PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.	49
ILUSTRACIÓN 3-13 SUPERFICIE DE PRESIONES A LA HORA DE MÁXIMO CONSUMO AÑO 2011.	51
ILUSTRACIÓN 3-14 OPTIMIZACIÓN DE LA RED MATRIZ DE DISTRIBUCIÓN	52
ILUSTRACIÓN 3-15 SUPERFICIE DE PRESIONES AÑO 2035 SIN VRP	53
ILUSTRACIÓN 3-16 SUPERFICIE DE PRESIONES AÑO 2035 CON VRP	53
ILUSTRACIÓN 3-17 VÁLVULAS DE CORTE A CERRAR PERMANENTEMENTE	54
ILUSTRACIÓN 3-18 CURVA DE CONSUMO 2011	55
ILUSTRACIÓN 3-19 PRESIONES DE ENTRADA Y SALIDA VRP-1 ESCENARIO LARGO PLAZO	59
ILUSTRACIÓN 3-20 ZONAS DE OPERACIÓN VRP-1	60
ILUSTRACIÓN 3-21 HIDROGRAMA TIPO DEL MÉTODO RACIONAL MODIFICADO	68
ILUSTRACIÓN 3-22 CURVAS IDF DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO	70
ILUSTRACIÓN 3-23 ESQUEMA GENERAL DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO	75
ILUSTRACIÓN 3-24 ESQUEMA TRAMOS SANITARIOS PROYECTADOS SECTOR NORORIENTAL DEL MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO	76
ILUSTRACIÓN 3-25 ESQUEMA TRAMOS SANITARIOS PROYECTADOS SECTOR COLEGIO REPÚBLICA DE FRANCIA	77
ILUSTRACIÓN 3-26 ESQUEMA TRAMOS SANITARIOS PROYECTADOS SECTOR OCCIDENTAL	78
ILUSTRACIÓN 3-27 ESQUEMA TRAMOS SANITARIOS PROYECTADOS SECTOR OCCIDENTAL	79
ILUSTRACIÓN 3-28 ESQUEMA TRAMOS SANITARIOS PROYECTADOS SECTOR NOROCCIDENTAL MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO	80
ILUSTRACIÓN 3-29 ESQUEMA GENERAL DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL	82
ILUSTRACIÓN 3-30 ESQUEMA TRAMOS PLUVIALES PROYECTADOS ZONA SUR DEL MUNICIPIO	83
ILUSTRACIÓN 3-31 ESQUEMA TRAMOS PLUVIALES PROYECTADOS ZONA CENTRO DEL MUNICIPIO	84
ILUSTRACIÓN 3-32 ESQUEMA TRAMOS PLUVIALES PROYECTADOS ZONA CENTRO DEL MUNICIPIO	84
ILUSTRACIÓN 3-33 VISTA TRAZADO DEL CANAL SIMULADO EN HEC-RAS	87
ILUSTRACIÓN 3-34 ANCHO DE INUNDACIÓN T (VISTA SUMIDERO EN PLANTA)	91
ILUSTRACIÓN 3-35 EFICIENCIA DE REJILLA TIPO VIII SENCILLA EN PENDIENTE TRANSVERSAL DEL 2%... 94	94









 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página viii	

ILUSTRACIÓN 4-1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL MUNICIPIO.....	103
ILUSTRACIÓN 4-2 VERIFICACIÓN TOPOGRAFÍA	104
ILUSTRACIÓN 4-3 ESTADÍSTICAS ACCESORIOS ACUEDUCTO.....	106
ILUSTRACIÓN 4-4 TIPO DE VISIBILIDAD DE LOS POZOS	107
ILUSTRACIÓN 4-5 CURVAS IDF OBTENIDAS PARA LA ZONA DE SAN FRANCISCO.	109
ILUSTRACIÓN 4-6 LOCALIZACIÓN DE SONDEOS EJECUTADOS	111
ILUSTRACIÓN 4-7 ALIVIO SAN FRANCISCO.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ILUSTRACIÓN 4-8 CONDICIÓN DE CARGA DE MUROS.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ILUSTRACIÓN 4-9 REGLAMENTO DEL USO DEL SUELO RURAL.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ILUSTRACIÓN 4-10 ESQUEMA DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ILUSTRACIÓN 4-11 ESQUEMA DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 7	

1 INTRODUCCIÓN

El Consorcio Aguas de Cundinamarca celebró con Empresas Públicas de Cundinamarca S.A ESP el Contrato de Consultoría No. EPC-C-079 cuyo objeto es el Ajuste, Actualización, Terminación ó Formulación de Planes Maestros de los Sistemas de Acueducto y Alcantarillado en Zonas Urbanas y Centros Nucleados del Departamento de Cundinamarca de la Sub-Zona 1B.





En este documento se presentan las alternativas planteadas por el Consorcio para la formulación del Plan Maestro de Acueducto del municipio de San Francisco, en el que se hace una descripción y un análisis detallado de los componentes de dicho sistema.

En éste informe se realizará el diseño final a la alternativa técnica y económicamente más viable de mejoramiento y optimización del sistema, con el propósito de realizar las modificaciones a que haya lugar para la mejora en la prestación del servicio de acueducto en el Centro Poblado.

En términos generales el sistema de acueducto del municipio se encuentra conformado por una captación tipo dique construida aguas abajo de un nacimiento de montaña, se cuenta con (1) aducción, (1) desarenador, (2) cámaras de quiebre de presión, (4) tanques de almacenamiento y (1) una red de distribución conformada exclusivamente por tubería PVC con diámetros entre 1" y 4".

La captación existente es del tipo dique en concreto, se localiza en el extremo noroccidente del nacimiento, está conformada por un muro en concreto reforzado de 8.0m de largo por 1.0m de alto y 0.30 metros de espesor. En la cresta se cuenta con un vertedero rectangular de excesos de 30 cms de ancho por 12 cms de alto. El caudal captado es derivado en (2) tuberías de 4", los codos que derivan tienen coladera para evitar paso de sólidos y hojas, en términos generales la fuente tiene muy poca turbiedad.

El caudal captado actual (21.16 l/s) con las tuberías instaladas es inferior al requerimiento de caudal en el horizonte de diseño (QMD_{2035} + necesidades en la PTAP + pérdidas en la aducción = 21.5 l/s), sin embargo éste último es un poco mayor al caudal que se capta actualmente, por lo cual no se esperan variaciones en el caudal de exceso necesario para mantener la quebrada que deriva del nacimiento. Se requiere optimización de la estructura actual y de las válvulas de derivación, se deberá continuar operando la captación a través del nacedero y de la Quebrada Agua Clara 2 para suministrar el caudal restante (3.61 l/s) y de esa manera no afectar el caudal ecológico de la quebrada que deriva del nacedero.

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 8	

La tubería de la Aducción 1 posee capacidad adecuada para satisfacer el caudal requerido en el periodo de diseño $Q_{\text{diseño}_{2035}} = 21.5 \text{ l/s}$, por lo cual no se requiere ningún tipo de optimización en la tubería.

Al realizar la comprobación de diseño para el desarenador, se calculó una capacidad de desarenación para la partícula mencionada por la norma de 0.2 milímetros de 24 l/s, lo cual comprueba que este desarenador si realiza un proceso de pre tratamiento mínimo requerido, sin embargo no está cumpliendo con el periodo de retención hidráulico que debe estar entre 30 minutos y cuatro horas ni con la carga superficial que debe estar entre 15 y 80 $\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$. Dado que no cumple algunos parámetros de diseño se hace necesaria la ampliación o construcción de un nuevo desarenador, se recomienda revisar la posibilidad de construir un lecho filtrante, ya que la calidad del agua de la fuente es muy buena y aparentemente no necesitaría de un proceso de desarenación complejo.

El segundo tramo de aducción existente entre el desarenador y la PTAP el Socorro tiene una longitud de 809m en PVC, donde 785m están en diámetro 4" y los 24m restantes están en diámetro 6".

En cuanto al sistema de almacenamiento, debido al daño estructural que presentan los tanques, a las filtraciones que se hacen evidentes en su estructura, y considerando que fueron construidos con una norma sismo resistente que no está vigente, se recomienda la reconstrucción de los mismos, evaluando las ventajas de que estos permanezcan en la misma posición y con las mismas conexiones entre sí, teniendo en cuenta que se necesita un aumento de capacidad en el almacenamiento.

La tubería de la red menor del casco urbano del municipio del San Francisco se encuentra compuesta por tubería en PVC de 2" y de 3", las tuberías de salida a las veredas son en $\frac{3}{4}$ " y 1 $\frac{1}{2}$ " en PVC. La red cuenta con dos macromedidores a la entrada de la planta, y uno a la entrada de la red de distribución. Adicionalmente la red cuenta con válvulas de cierre para sectorización, estas válvulas se encuentran en buenas condiciones y son operables.

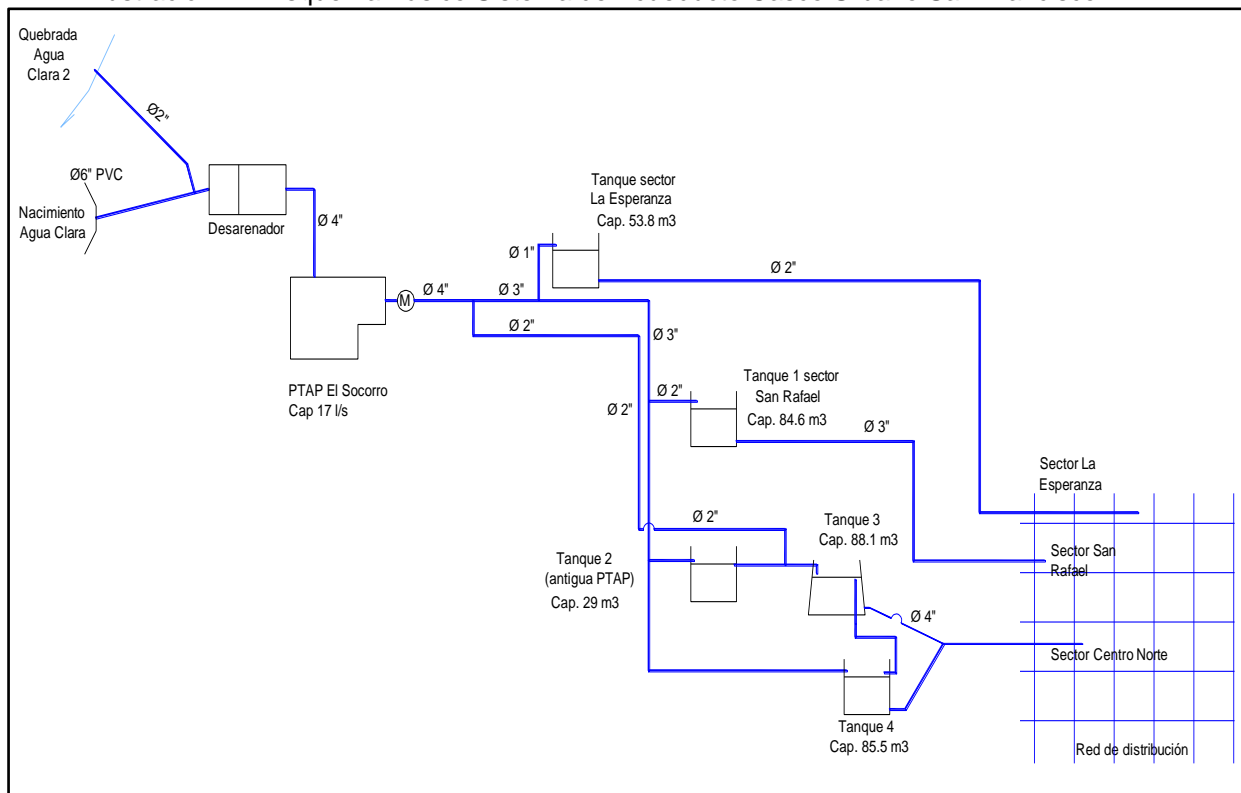
Como parte del análisis realizado se encontraron varios puntos en la red, especialmente en la parte baja del casco urbano, donde se presentan grandes presiones que pueden comprometer la integridad de la red, y pueden llegar a representar fugas significativas que ocasionen grandes pérdidas en el sistema especialmente en horas de la noche.

Los diseños y recomendaciones aquí expuestos, se realizan con base en lo estipulado en el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS-2000 y las normas que lo complementan y modifican.

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 9	

Anexo a este informe se presentan los planos de diseño y detalle, las cantidades y el presupuesto de obra, con el propósito de permitir la contratación y ejecución de los trabajos respectivos.

Ilustración 1-1 Esquema Básico Sistema de Acueducto Casco Urbano San Francisco




El municipio de San Francisco tiene un alcantarillado del tipo combinado con siete (7) puntos de descarga, el sistema no cuenta con Planta de Tratamiento de Aguas Residuales. En ciertos sectores del casco urbano, existen colectores pluviales conectados entre sumideros y en algunos casos con pozos, los cuales conducen las aguas lluvias hacia los cauces más cercanos.

Al evaluar la red con los caudales del año de proyección los tramos que no cumplen los parámetros de verificación deben ser remplazados y ajustados de tal forma que la hidráulica y las características físicas de la red se ajusten a los requerimientos mínimos exigidos por la norma vigente RAS2000. Este tipo de obras no se contemplan como alternativa ya que son obras necesarias para garantizar la correcta operación del sistema de alcantarillado. Adicionalmente, se deben considerar las obras en la cuales se

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B		INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 10	

contempla la construcción de nuevos tramos o redes con el objetivo de ampliar la cobertura de los sistemas de alcantarillado.

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 11	

2 RESUMEN EJECUTIVO DE ALTERNATIVAS

2.1 SISTEMA DE ACUEDUCTO

En este capítulo se presenta una visión del estado actual en que se encuentran los componentes de los sistemas de acueducto del casco urbano de San Francisco, los elementos analizados son; fuente de suministro, captaciones, aducción, tanque desarenador, conducción, tanques de almacenamiento, redes de distribución y micro medición.

En términos generales el sistema de acueducto del municipio se encuentra conformado por una captación tipo dique construida aguas abajo de un nacimiento de montaña, se cuenta con (1) aducción, (1) desarenador, (2) cámaras de quiebre de presión, (4) tanques de almacenamiento y (1) una red de distribución conformada exclusivamente por tubería PVC con diámetros entre 1" y 4".

Como se expone en el Informe de Diagnóstico el municipio certifica un total de 1096 usuarios residenciales y 97 usuarios rurales.

Predominan los estratos 2 y 3, la población proyectada para el año 2035 es de 6844 habitantes, se estableció un nivel de complejidad MEDIO, el periodo de diseño de acuerdo al nivel de complejidad es 25 años. En la Tabla 2-1 se presentan los resultados de las proyecciones realizadas para determinar la población, y las dotaciones en la actualidad, a corto, mediano y largo plazo.

Tabla 2-1 Proyección de Población y Demandas Máximas

Año	Población Estimada Total (Residencial + Flotante)+(Área Rural)	Nivel de Complejidad	Qmd (Población Flotante)	Qmd (Residencial+ Otros Usuarios)	Qmd (Total)	QMD	QMH
	[Hab.]		[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]
2011	4431	Medio	0.95	22.20	25.60	33.29	53.26
2015	4854	Medio	0.65	15.73	17.82	23.16	37.06
2020	5373	Medio	0.44	11.28	12.44	16.17	25.87
2025	5858	Medio	0.44	11.58	12.65	16.45	26.32
2030	6366	Medio	0.48	12.87	14.03	18.24	29.19
2035	6844	Medio	0.51	14.14	15.38	19.99	31.98

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 12	

Cobertura en redes:

De acuerdo con la información suministrada por el señor Saúl Cardon P. Vicepresidente de la Junta Directiva “Acuasafra”, la cobertura en la prestación del servicio en el casco urbano del municipio es del 100% (Ver Anexo 7), con un total de 1236 suscriptores discriminados así:

Tabla 2-2 Cobertura suscriptores servicio de acueducto

Tipo de Usuarios	Número
Residenciales	1213
Oficiales	18
Industriales	5
Total	1236

Fuente: Municipio de San Francisco

Cobertura en micromedición:

La cobertura de micromedición es del 100%

El municipio cuenta a partir del año 2007 con la totalidad de medidores instalados para los usuarios. A la fecha ACUASAFRA tiene registrados 1236 discriminados así:

Residenciales	1213
Oficiales	18
Industriales	5
Total	1236

IANC:

$$IANC(\%) = 100\% \left(\frac{58924 - 21583.5}{57024} \right) = 63.37\%$$

Se indica en el diagnóstico que el IANC tiene un valor alto con respecto al reglamentado por la Resolución 2320 del MAVDT.

Según el Diagnóstico de acueducto realizado para el Casco Urbano y después de realizadas las visitas técnicas de parte del consorcio, se detectaron algunos problemas para los cuales se plantearon diferentes alternativas de solución, las cuales se presentan a continuación en la Tabla 2-1.









 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 13	

Tabla 2-3 Problemas y alternativas propuestas en los componentes del sistema de acueducto por gravedad del municipio de San Francisco

COMPONENTE	PROBLEMAS	ALTERNATIVAS
		(2011 – 2016)
FUENTE DE SUMINISTRO	No tiene	<ul style="list-style-type: none"> No Requiere
BOCATOMA 1	Debe ser optimizada su infraestructura, le hace falta una válvula para permitir el cierre total del sistema ante una emergencia.	<ul style="list-style-type: none"> Se proyectará la alternativa de construir un lecho filtrante para remplazar el desarenador existente. Optimizar la bocatoma, instalando la válvula faltante. Únicamente optimizar la bocatoma, instalando la válvula faltante.
ADUCCIÓN 1	No tiene.	<ul style="list-style-type: none"> No requiere
DESARENADOR 1	No cumple con los parámetros de diseño.	<ul style="list-style-type: none"> Requiere optimización y ampliación para que cumpla con los parámetros de diseño. Se construirá un lecho filtrante en la bocatoma para remplazar el desarenador.
ADUCCIÓN 2	Requiere más purgas y ventosas.	<ul style="list-style-type: none"> Instalar purgas y ventosas donde se requiera.
PLANTA DE TRATAMIENTO	-	-
CONDUCCIÓN 1	Requiere más purgas y ventosas.	<ul style="list-style-type: none"> Instalar purgas y ventosas donde se requiera.
CONDUCCIÓN 2	Requiere más purgas y ventosas.	<ul style="list-style-type: none"> Instalar purgas y ventosas donde se requiera.
TANQUES DE ALMACENAMIENTO	No cuentan con la capacidad de almacenamiento suficiente según los parámetros de diseño. Adicionalmente se encuentran en mal estado estructural.	<ul style="list-style-type: none"> Construir un tanque grande que cuente con la capacidad suficiente de almacenamiento para todo el municipio y realizar mantenimiento al tanque la esperanza. Construir un tanque grande que cuente con la capacidad suficiente de almacenamiento para todo el municipio. Reparar los tanques existentes.
REDES DE DISTRIBUCIÓN	En las horas de máximo consumo algunos sectores del municipio tienen presiones muy bajas, y en	<ul style="list-style-type: none"> Mejorar la configuración de la red, realizando sectorización hidráulica y optimizando el sistema.

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 14	

COMPONENTE	PROBLEMAS	ALTERNATIVAS
		(2011 – 2016)
	horas de bajo consumo se presentan sobrepresiones en la red de distribución.	<ul style="list-style-type: none"> Mejorar la configuración de la red, ampliando la red matriz de distribución del municipio.

Bocatoma 1

Se seleccionó la alternativa 1 que contempla optimizar la bocatoma con un lecho filtrante, que permita la remoción de sedimentos antes de llegar a la PTAP, esto se hace con el fin de remplazar el desarenador actual que no cumple con los parámetros de diseño mínimos según la norma técnica. Esta alternativa se consideró la técnica y económicamente más viable, pues la construcción de este lecho filtrante permitirá filtrar el agua, y remplazará definitivamente el uso del desarenador. El remplazo del desarenador por lecho filtrante se puede realizar gracias a la pureza del agua con la que cuenta la fuente de abastecimiento.

Desarenador

La alternativa seleccionada está directamente relacionada con la alternativa 1 de la bocatoma, pues se hace necesario realizar una captación de lecho filtrante, que permita una filtración adecuada y de esta forma se pueda remplazar el proceso de desarenación que debido a la pureza del nacimiento agua clara no requiere un proceso complejo de desarenación.

Aducción 2




Cómo única alternativa, se evidencia la necesidad de instalar una válvula de purga ó lavado en el punto bajo del perfil, abscisa K0+200 y de aumentar el diámetro de la ventosa a 2" acorde recomendación del reglamento RAS. Esta alternativa al ser única, se escoge finalmente.

Conducción 1

Como única alternativa técnica encontrada, se instalarán dos purgas en el sistema de conducción 1, esto debido a la carencia de válvulas que permitan la limpieza adecuada del sistema en los puntos bajos. Esta alternativa al ser única, se escoge finalmente.

Conducción 2

Debido a que la conducción 2, según el diagnóstico de acueducto no cuenta con ningún dispositivo de purga o ventosa a lo largo de todo el sistema, se deberán instalar dichos dispositivos en la tubería. Esta alternativa al ser única, se escoge finalmente.

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 15	

Tanque de almacenamiento

En la alternativa seleccionada se consideró la posibilidad de realizar un mantenimiento al tanque la esperanza, ya que su estado no es crítico, y permite ser optimizado sin involucrar grandes costos asociados al mismo. Para los tanques principales de almacenamiento se propone reconstruir un tanque con dos módulos, que permita continuar abasteciendo independientemente el sector 1 San Rafael y los sectores 2,3 y 4 de forma conjunta, como lo hacen actualmente. Sin embargo la razón fundamental de la reconstrucción de los tanques radica en un déficit de volúmenes de almacenamiento con el que cuenta el municipio según la norma técnica RAS 2000.

Red de distribución


La alternativa seleccionada consiste en ampliar la red matriz de distribución con la que cuenta la red menor en tubería de 4", se realizó la modelación hidráulica para el periodo de diseño, año 2035, y se encontró que las presiones aumentan considerablemente en los puntos críticos donde se llegaban a presentar sobrepresiones en la hora de máximo consumo. Presenta muy buenos resultados a corto y a largo plazo, esta optimización mejoraría considerablemente el funcionamiento del sistema y permitiría un mejor uso de los tanques sectorizados de almacenamiento. En esta alternativa se propone remplazar una parte del tramo mencionado anteriormente por tubería PVC RDE 21 en Ø6", adicionalmente se amplió el tramo del Tanque al Sector San Rafael que estaba en Ø3" por tubería PVC RDE 21 Ø4" y se cerró la malla del sector

2.2 SISTEMA DE ALCANTARILLADO

De acuerdo al informe de diagnóstico y de conformidad con los análisis técnicos y las visitas de campo, donde se detectaron deficiencias en el sistema de alcantarillado del casco urbano del municipio de San Francisco, se plantean diferentes alternativas de solución las cuales se relacionan en las siguientes tablas según el periodo de ejecución de las obras.

Tabla 2-4 Alternativas a Corto Plazo

ALTERNATIVAS A CORTO PLAZO		
COMPONENTE	PROBLEMAS	ALTERNATIVAS
	Algunos pozos de inspección presentan problemas cañuelas sedimentadas ó en mal estado, igualmente con escalones incompletos o ausencia de ellos.	Reparación de cañuelas, mantenimiento y limpieza de pozos, instalación de escalones.

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 16	

ALTERNATIVAS A CORTO PLAZO		
COMPONENTE	PROBLEMAS	ALTERNATIVAS
Redes de Alcantarillado	El alcantarillado es de tipo sanitario con algunas conexiones de sumideros que recogen las aguas lluvias, sobre todo en la parte norte del municipio en la zona aledaña a la alcaldía y al parque principal. Algunos tramos del sistema no tienen la capacidad para el manejo de los caudales y en varias zonas no se captan las aguas lluvias las cuales generan inconvenientes.	Independizar los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial.
		Se proyecta un colector pluvial que parte de la carrera 3 Este, siguiendo aguas abajo por la vía al encuentro (Calle 1) hasta encontrar el pozo existente 97A antes de llegar a la carrera 3 y descargando al río Cañas. Este colector recibiría el caudal de aguas lluvias proveniente del colegio República de Francia
	El alcantarillado pluvial tiene muy baja cobertura del municipio y varias de las tuberías fallan por capacidad.	El segundo colector proyectado parte de la carrera 3 con Calle 1 justo al lado donde se ubica el pozo 117 (actualmente combinado) siguiendo aguas abajo por esta calle y conectando con el pozo 140, utilizando la red existente hasta llegar al CAB01 el cual será remplazado por un pozo nuevo y una serie de tramos adicionales que descarguen al Río Cañas.
	En varias zonas (por la iglesia y cercanías al parque central) no se captan las aguas lluvias las cuales generan inconvenientes como inundaciones en ciertos sectores del municipio.	Se plantea la ampliación de la red pluvial con la construcción de tramos por la carrera 7 entre calles 3 y 6 que se integren al sistema pluvial existente de la Calle 5, conectando al pozo 98 y descargando en la quebrada Toriba Otro colector proyectado parte

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 17	

ALTERNATIVAS A CORTO PLAZO		
COMPONENTE	PROBLEMAS	ALTERNATIVAS
		de la carrera 9 con calle 4, bajando hasta la carrera 11 el cual captará las aguas lluvias provenientes del parque y descargando también en la quebrada Toriba
	No existen suficientes sumideros que cubran el 100% de las aguas lluvias	Se plantea la proyección de 180 sumideros conectados a la red pluvial propuesta.
	Algunos tramos del sistema no cumplen con los requerimientos mínimos de recubrimiento de la Norma RAS 2000.	Se mantiene la red existente.
	No existe colector de las aguas lluvias de la parte alta del casco urbano, generando inundaciones y deterioro de las estructuras de algunas vías	Construcción de canal en tierra en el límite del área urbana actual que intercepte estas aguas provenientes del área de expansión y futuro desarrollo.
Interceptores y Emisarios Finales	La red de alcantarillado que se encuentra en funcionamiento, tiene varios emisarios finales debido a los múltiples vertimientos a los dos cuerpos de agua ubicados al oriente y al occidente del casco urbano.	Suspender los vertimientos y redireccionar el flujo de acuerdo a la ubicación del predio previsto para la PTAR
Sistema de Tratamiento	El municipio no tiene un sistema de tratamiento de aguas residuales	Localizar el punto de descarga de tal manera.
Descargas	Existen 6 puntos de descarga de las aguas residuales sin ningún tipo de tratamiento.	Para la descarga ubicada aguas abajo del pozo 22 se plantean dos alternativas, la primera es la construcción de un pozo séptico y la segunda la extensión de la red hacia la zona baja del municipio hasta conectar al pozo 517.





 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 18	

Tabla 2-5 Alternativas a Largo Plazo

ALTERNATIVAS A LARGO PLAZO		
COMPONENTE	PROBLEMAS	ALTERNATIVAS
Redes de Alcantarillado	Algunos tramos del sistema no cumplen con los requerimientos mínimos de recubrimiento de la Norma RAS 2000.	Profundizar las redes para dar cumplimiento a la normatividad.
Interceptores y Emisarios Finales	No presenta problemas.	No requiere
Sistema de Tratamiento	No presenta problemas.	No requiere
Descargas	No presenta problemas.	No requiere
Estructuras Especiales	No presenta problemas.	No requiere

2.2.1 Alcantarillado Sanitario

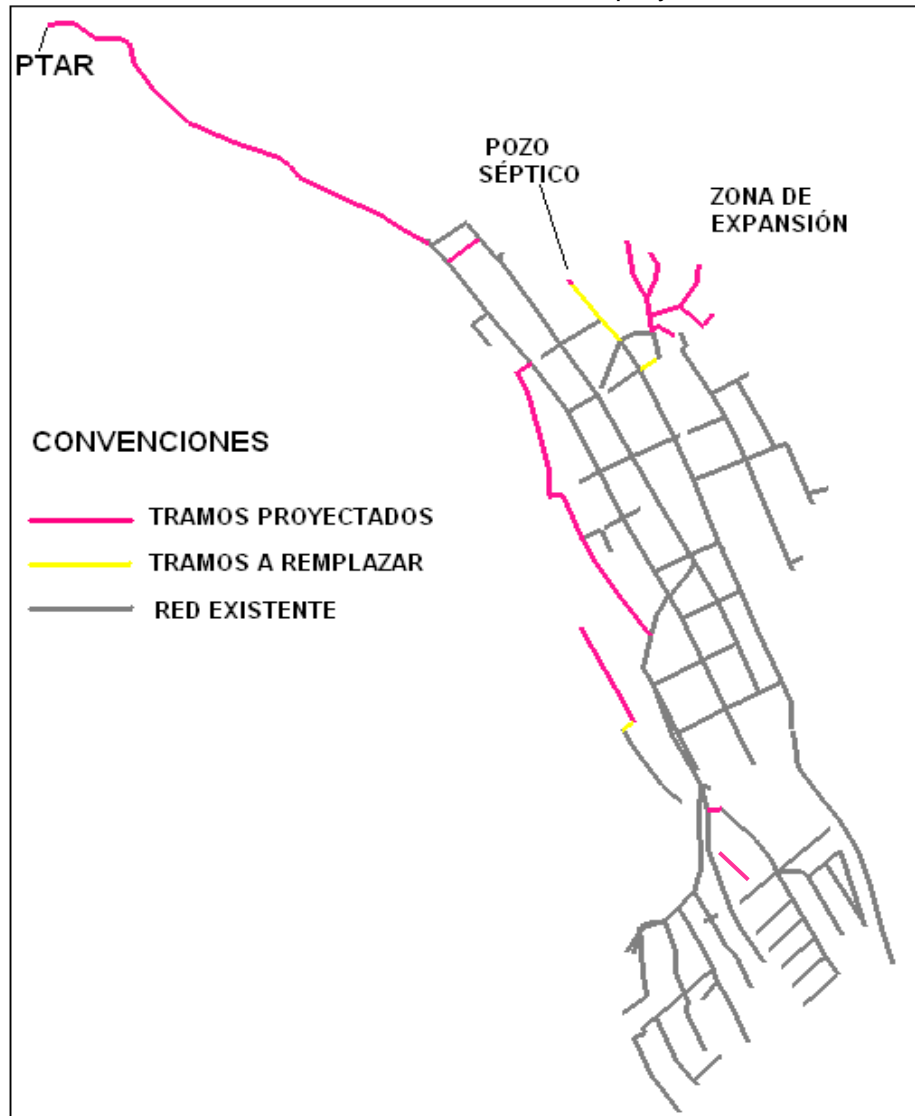
Al evaluar la red con los caudales del año de proyección los tramos que no cumplen los parámetros de verificación deben ser reemplazados y ajustados de tal forma que la hidráulica y las características físicas de la red se ajusten a los requerimientos mínimos exigidos por la norma vigente RAS 2000. Este tipo de obras no se contemplan como alternativa ya que son obras necesarias para garantizar la correcta operación del sistema de alcantarillado. Adicionalmente, se deben considerar las obras en la cuales se contempla la construcción de nuevos tramos o redes con el objetivo de ampliar la cobertura de los sistemas de alcantarillado.

Alternativa 1

Al evaluar la red con los caudales del año de proyección los tramos que no cumplen los parámetros de verificación deben ser reemplazados y ajustados de tal forma que la hidráulica y las características físicas de la red se ajusten a los requerimientos mínimos exigidos por la norma vigente RAS2000 razón por la cual se hace necesario el cambio y proyección de 2038.09 m de tubería sanitaria con diámetros de 8", 10" y 12" en PVC. Se plantea la construcción de tramos que cubran el área de expansión del municipio hacia el lado de la quebrada Toriba los cuales conectarán con el pozo 18 y seguirán el recorrido hasta descargar en la PTAR como se puede ver en la Ilustración 2-1


 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 19	

Ilustración 2-1 Red de alcantarillado sanitario proyectada Alternativa 1



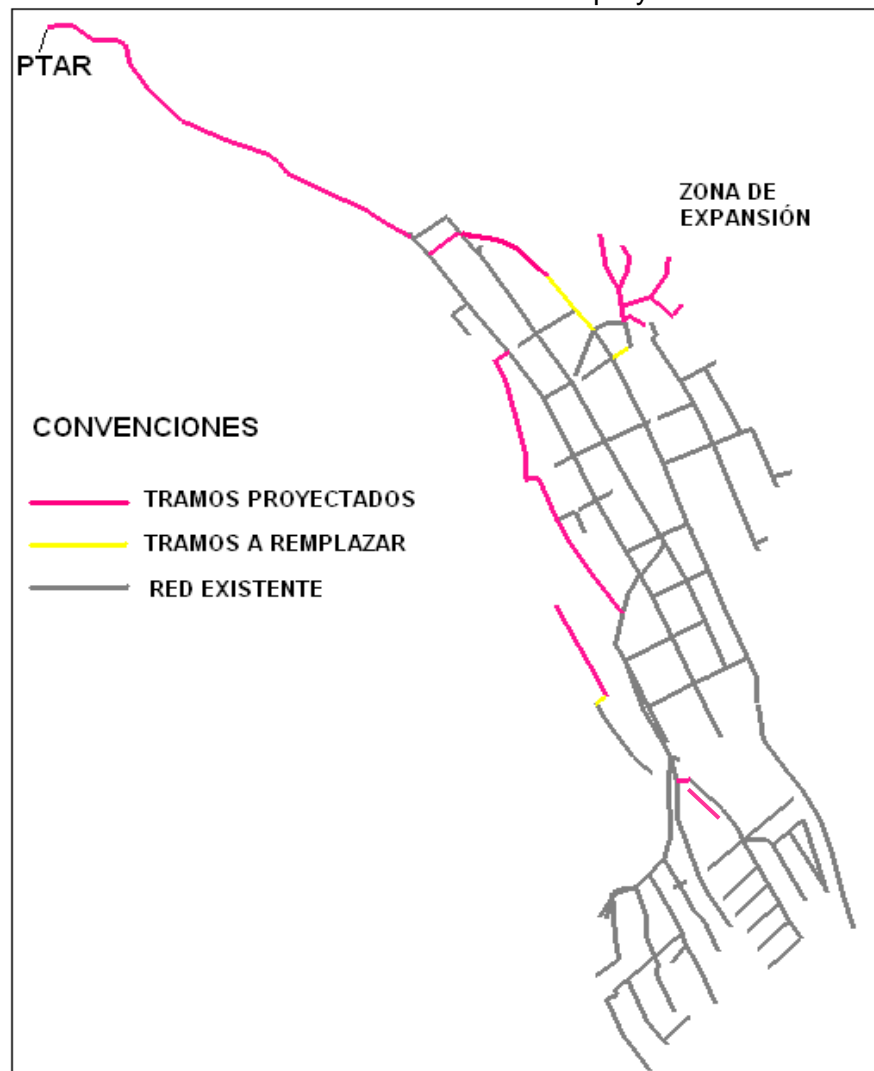
Alternativa 2

En esta alternativa se contempla al igual que en la alternativa 1 el cambio de varios tramos de alcantarillado sanitario por no cumplir con los parámetros de verificación y los requerimientos mínimos exigidos por la norma vigente RAS2000, se considera la unión de dos descargas por medio de un colector de aproximadamente 143.68 m de longitud, para un total de 2446.47 m de tubería nueva con diámetros de 8", 10" y 12" en PVC. Se

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 20	

plantea, al igual que en la alternativa 1 la construcción de tramos que cubran el área de expansión del municipio hacia el lado de la quebrada Toriba los cuales conectarán con el pozo 18 y seguirán el recorrido hasta descargar en la PTAR como se puede ver en la Ilustración 2-2

Ilustración 2-2 Red de alcantarillado sanitario proyectada Alternativa 2



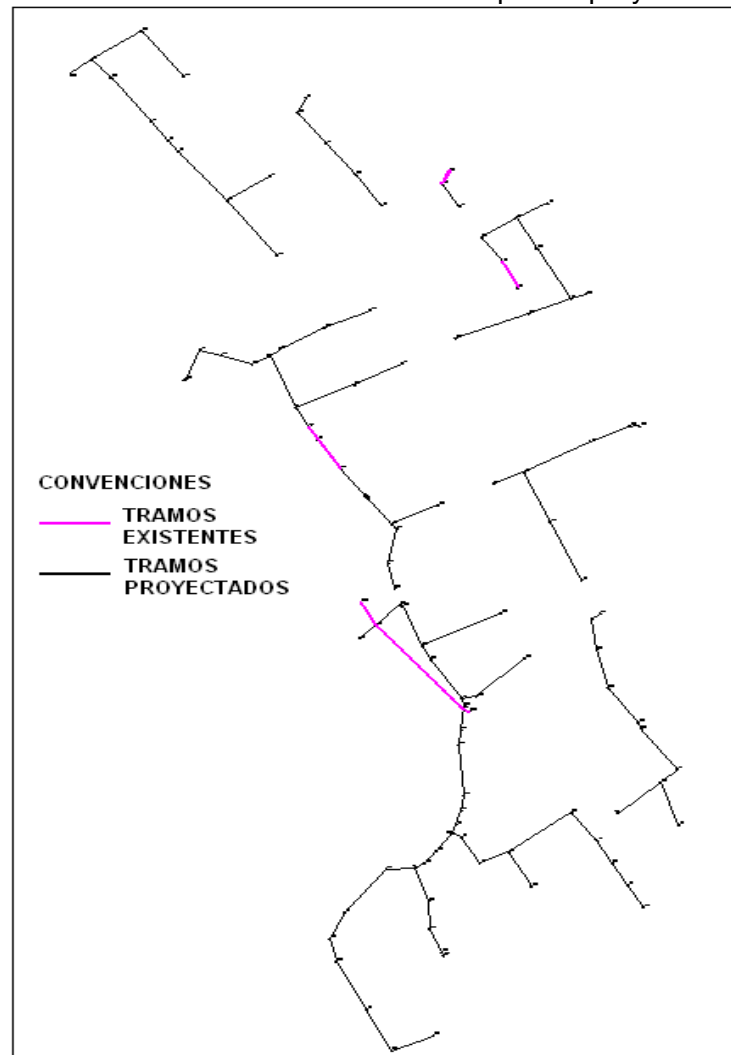
2.2.2 Alcantarillado Pluvial




Alternativa

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 21	

Debido a que el Municipio de San Francisco cuenta con pocos colectores de alcantarillado pluvial los cuales no son suficientes para drenar la escorrentía de la extensa área urbana, se plantea la construcción de 177 sumideros y 4002.30 m de tubería para el sistema de alcantarillado pluvial distribuidos por el municipio con el objetivo de ampliar la cobertura del sistema. A continuación en la Ilustración 2-3

Ilustración 2-3 Red de alcantarillado pluvial proyectada.



 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 22	

2.2.3 Interceptores y Emisarios Finales

Alternativa 1

Se plantea dos de descargas residuales una de ellas direccionada hacia el predio destinado para la construcción de un pozo séptico ubicado al terminar la calle 4 con el fin de manejar estas aguas residuales sin que sean vertidas a la quebrada Toribía, y la segunda descarga se encontraría al final del colector que sigue la trayectoria por la carretera que comunica con la zona rural de San Antonio hasta llegar al predio previsto por la comunidad y la administración Municipal para la ubicación de la PTAR.

Tabla 2-6 Tramos nuevos alternativa 1

Pozo Inicial	Pozo Final	L (m)	S (%)	Diámetro (m)	Material	Cota Rasante		Cota Clave		TIPO DE RASANTE	Prof. a Clave	
						Inicial	Final	Inicial	Final		Inicial	Final
145	548	76.57	11.61	0.30	PVC	1554.8	1545.9	1553.1	1544.2	Zona Verde	1.70	1.65
548	70A	23.24	4.49	0.32	PVC	1545.9	1544.1	1544.1	1543.1	Zona Verde	1.73	0.99
521	522	50.65	16.21	0.18	PVC	1521.9	1513.5	1520.4	1512.2	Zona Verde	1.52	1.32
522	523	56.89	6.49	0.18	PVC	1513.5	1509.8	1512.2	1508.5	Zona Verde	1.32	1.32
523	524	74.24	3.13	0.18	PVC	1509.8	1506.9	1508.5	1506.2	Zona Verde	1.32	0.75
115	525	79.99	8.01	0.18	PVC	1520.0	1514.0	1519.1	1512.7	Afirmado	0.93	1.32
525	526	76.68	11.52	0.18	PVC	1514.0	1505.2	1512.7	1503.8	Afirmado	1.32	1.32
526	527	41.24	16.40	0.18	PVC	1505.2	1498.4	1503.8	1497.1	Afirmado	1.32	1.32
527	528	80.96	5.80	0.18	PVC	1498.4	1493.7	1497.1	1492.4	Afirmado	1.32	1.32
528	529	22.45	5.76	0.18	PVC	1493.7	1492.4	1492.4	1491.1	Zona Verde	1.32	1.32
529	530	46.95	11.50	0.18	PVC	1492.4	1487.0	1491.1	1485.7	Zona Verde	1.32	1.32
530	531	72.27	4.15	0.18	PVC	1487.0	1484.0	1485.7	1482.7	Zona Verde	1.32	1.32
531	532	59.89	10.04	0.18	PVC	1484.0	1478.0	1482.7	1476.7	Zona Verde	1.32	1.32
532	533	38.31	4.95	0.18	PVC	1478.0	1476.0	1476.7	1474.8	Zona Verde	1.32	1.22
533	24	26.62	1.13	0.18	PVC	1476.0	1476.8	1474.8	1474.5	Pav. Flexible	1.22	2.32
18	19	31.95	0.88	0.28	PVC	1480.9	1481.0	1479.8	1479.5	Pav. Rígido	1.16	1.53
19	20	23.62	1.20	0.30	Gres	1481.0	1481.3	1479.5	1479.2	Pav. Rígido	1.56	2.10
20	21	46.44	4.68	0.28	PVC	1481.3	1478.0	1479.0	1476.8	Pav. Flexible	2.29	1.20
21	23	77.54	0.76	0.28	PVC	1478.0	1477.9	1476.7	1476.1	Pav. Flexible	1.30	1.72
21	22	74.72	6.92	0.21	Gres	1478.0	1472.7	1476.8	1471.6	Pav. Flexible	1.26	1.09
22	Pozo Séptico	3.60	6.86	0.29	PVC	1472.7	1472.0	1471.5	1471.3	Pav. Flexible	1.19	0.75
500	501	57.91	7.25	0.18	PVC	1489.4	1485.0	1487.9	1483.7	Pav. Flexible	1.52	1.27
501	502	46.63	6.65	0.18	PVC	1485.0	1481.6	1483.4	1480.3	Pav. Flexible	1.52	1.27
502	503	29.43	1.12	0.18	PVC	1481.6	1480.6	1480.3	1480.0	Pav. Flexible	1.32	0.65
503	504	21.49	0.74	0.18	PVC	1480.6	1480.7	1480.0	1479.8	Pav. Flexible	0.65	0.91
504	18	6.79	0.90	0.18	PVC	1480.7	1480.9	1479.8	1479.7	Pav. Flexible	0.93	1.23
101D	504A	30.32	1.96	0.18	PVC	1481.5	1481.0	1480.6	1480.1	Pav. Flexible	0.86	0.95
504A	504	12.19	2.05	0.18	PVC	1481.0	1480.7	1480.1	1479.8	Pav. Flexible	0.95	0.90
505	506	25.06	14.60	0.18	PVC	1494.9	1491.2	1493.4	1489.7	Pav. Flexible	1.52	1.47
506	507	25.25	16.01	0.18	PVC	1491.2	1487.2	1489.7	1485.7	Pav. Flexible	1.47	1.52
507	502	34.22	15.67	0.18	PVC	1487.2	1481.6	1485.7	1480.3	Pav. Flexible	1.52	1.27

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 23	





508	509	31.65	24.76	0.18	PVC	1500.0	1492.1	1498.5	1490.6	Pav. Flexible	1.52	1.47
509	510	48.27	14.54	0.18	PVC	1492.1	1486.5	1490.6	1483.6	Pav. Flexible	1.52	2.92
510	503	50.93	5.99	0.18	PVC	1486.5	1480.6	1483.0	1480.0	Pav. Flexible	3.50	0.65
511	512	25.86	11.77	0.18	PVC	1488.1	1484.3	1486.5	1483.5	Pav. Flexible	1.52	0.77
512	510	49.32	0.79	0.18	PVC	1484.3	1486.5	1483.4	1483.0	Pav. Flexible	0.82	3.46
36	519	21.74	10.77	0.40	PVC	1460.9	1459.6	1459.8	1457.5	Afirmado	1.12	2.15
519	32	38.63	7.34	0.40	PVC	1459.6	1456.0	1457.4	1454.6	Afirmado	2.20	1.46
35C	534	54.08	7.47	0.18	PVC	1455.6	1450.8	1453.5	1449.5	Afirmado	2.12	1.32
534	535	38.66	5.43	0.18	PVC	1450.8	1448.7	1449.5	1447.4	Afirmado	1.32	1.32
535	536	84.72	7.32	0.18	PVC	1448.7	1442.5	1447.4	1441.2	Afirmado	1.32	1.32
536	537	58.60	11.53	0.18	PVC	1442.5	1435.8	1441.2	1434.4	Afirmado	1.32	1.32
537	538	23.75	11.57	0.18	PVC	1435.8	1433.0	1434.4	1431.7	Afirmado	1.32	1.32
538	539	21.48	2.58	0.25	PVC	1433.0	1432.0	1431.3	1430.7	Afirmado	1.75	1.25
539	540	80.41	5.28	0.25	PVC	1432.0	1427.2	1430.2	1426.0	Afirmado	1.75	1.25
540	541	78.31	6.89	0.25	PVC	1427.2	1421.3	1425.5	1420.1	Afirmado	1.75	1.25
541	542	79.70	6.16	0.25	PVC	1421.3	1415.9	1419.6	1414.7	Afirmado	1.75	1.25
542	543	51.12	3.52	0.25	PVC	1415.9	1413.8	1414.4	1412.6	Afirmado	1.55	1.25
543	544	37.30	12.51	0.25	PVC	1413.8	1408.7	1412.1	1407.4	Afirmado	1.75	1.25
544	545	20.56	8.57	0.25	PVC	1408.7	1406.4	1406.9	1405.2	Afirmado	1.75	1.25
545	546	35.94	2.50	0.25	PVC	1406.4	1405.0	1404.7	1403.8	Afirmado	1.75	1.25
546	547	41.99	0.95	0.30	PVC	1405.0	1405.0	1403.3	1402.9	Afirmado	1.70	2.10
547	PTAR	43.06	13.15	0.30	PVC	1405.0	1398.0	1402.4	1396.8	Afirmado	2.60	1.20
517	518	31.80	0.57	0.18	PVC	1460.0	1459.5	1458.5	1458.3	Afirmado	1.47	1.17
518	519	33.34	2.56	0.18	PVC	1459.5	1459.6	1458.2	1457.3	Afirmado	1.32	2.27

Alternativa 2

En esta alternativa se contempla la unión de las dos descargas existente por medio de un colector de 143.68 m que conecta finalmente a la red en la calle 3 con carrera 12 y sigue su recorrido por la vía que comunica con la zona rural de San Antonio hasta llegar al terreno contemplado por la comunidad y la administración Municipal para la ubicación de la PTAR.

Tabla 2-7 Tramos nuevos alternativa 2

Pozo Inicial	Pozo Final	L (m)	S (%)	Diámetro (m)	Material	Cota Rasante		Cota Clave		TIPO DE RASANTE	Prof. a Clave	
						Inicial	Final	Inicial	Final		Inicial	Final
145	548	76.57	11.61	0.30	PVC	1554.8	1545.9	1553.1	1544.2	Zona Verde	1.70	1.65
548	70A	23.25	4.27	0.315	PVC	1545.2	1544.1	1544.1	1543.1	Zona Verde	1.07	0.94
521	522	50.65	16.21	0.20	PVC	1521.9	1513.5	1520.4	1512.2	Zona Verde	1.52	1.32
522	523	56.89	6.49	0.20	PVC	1513.5	1509.8	1512.2	1508.5	Zona Verde	1.32	1.32
523	524	74.24	3.09	0.20	PVC	1509.8	1506.9	1508.5	1506.2	Zona Verde	1.32	0.72
115	525	79.99	8.29	0.20	PVC	1520.0	1514.0	1519.3	1512.7	Zona Verde	0.71	1.32
525	526	76.68	11.52	0.20	PVC	1514.0	1505.2	1512.7	1503.8	Afirmado	1.32	1.32
526	527	41.24	16.40	0.20	PVC	1505.2	1498.4	1503.8	1497.1	Afirmado	1.32	1.32
527	528	80.96	5.80	0.20	PVC	1498.4	1493.7	1497.1	1492.4	Afirmado	1.32	1.32
528	529	22.45	5.76	0.20	PVC	1493.7	1492.4	1492.4	1491.1	Afirmado	1.32	1.32
529	530	46.95	11.50	0.20	PVC	1492.4	1487.0	1491.1	1485.7	Zona Verde	1.32	1.32

 <p>Consorcio Aguas de Cundinamarca</p>	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA</p>
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 24	

530	531	72.27	4.15	0.20	PVC	1487.0	1484.0	1485.7	1482.7	Zona Verde	1.32	1.32
531	532	59.89	10.04	0.20	PVC	1484.0	1478.0	1482.7	1476.7	Zona Verde	1.32	1.32
532	533	38.31	4.95	0.20	PVC	1478.0	1476.0	1476.7	1474.8	Zona Verde	1.32	1.22
533	24	26.62	1.13	0.20	PVC	1476.0	1476.8	1474.8	1474.5	Zona Verde	1.22	2.32
18	19	31.63	1.17	0.315	Gres	1480.9	1481.0	1480.1	1479.8	Pav. Flexible	0.81	1.27
19	20	23.93	1.20	0.315	Gres	1481.0	1481.3	1479.5	1479.2	Pav. Rígido	1.57	2.12
20	21	46.44	4.51	0.20	PVC	1481.3	1478.0	1478.9	1476.8	Pav. Rígido	2.37	1.20
21	22	74.72	6.88	0.20	PVC	1478.0	1472.7	1476.8	1471.6	Pav. Flexible	1.28	1.08
22	513	10.47	0.00	0.20	PVC	1472.7	1472.7	1471.5	1471.5	Pav. Flexible	1.23	1.23
513	514	33.13	10.78	0.20	PVC	1469.5	1465.9	1468.2	1464.6	Pav. Flexible	1.32	1.32
514	515	47.78	5.48	0.20	PVC	1465.9	1463.3	1464.6	1462.0	Pav. Flexible	1.32	1.32
515	516	30.44	4.27	0.20	PVC	1463.3	1462.0	1462.0	1460.7	Pav. Flexible	1.32	1.32
516	517	27.03	8.01	0.20	PVC	1462.0	1460.0	1460.7	1458.5	Pav. Flexible	1.32	1.47
500	501	57.91	7.68	0.20	PVC	1489.4	1485.0	1488.1	1483.6	Pav. Flexible	1.32	1.32
501	502	46.63	6.48	0.20	PVC	1485.0	1481.6	1483.6	1480.6	Pav. Flexible	1.32	0.99
502	503	29.43	1.18	0.20	PVC	1481.6	1480.8	1480.6	1480.2	Pav. Flexible	1.02	0.52
503	504	21.49	0.60	0.20	PVC	1480.8	1480.7	1480.2	1480.1	Pav. Flexible	0.52	0.55
504	18	6.79	0.75	0.20	PVC	1480.7	1480.9	1480.1	1480.0	Pav. Flexible	0.57	0.91
101D	504A	30.32	1.66	0.20	PVC	1481.5	1481.0	1480.8	1480.3	Pav. Flexible	0.75	0.75
504A	504	12.19	1.07	0.20	PVC	1481.0	1480.7	1480.2	1480.1	Pav. Flexible	0.77	0.55
505	506	25.06	14.80	0.20	PVC	1494.9	1491.2	1493.6	1489.9	Pav. Flexible	1.32	1.32
506	507	25.25	15.81	0.20	PVC	1491.2	1487.2	1489.9	1485.9	Pav. Flexible	1.32	1.32
507	502	34.22	15.44	0.20	PVC	1487.2	1481.6	1485.9	1480.6	Pav. Flexible	1.32	0.99
508	509	31.65	24.92	0.20	PVC	1500.0	1492.1	1498.7	1490.8	Pav. Flexible	1.32	1.32
509	510	48.27	15.78	0.20	PVC	1492.1	1486.5	1490.8	1483.2	Pav. Flexible	1.32	3.32
510	503	50.93	5.40	0.20	PVC	1486.5	1480.8	1483.0	1480.2	Pav. Flexible	3.52	0.52
511	512	25.86	12.74	0.20	PVC	1488.1	1484.3	1486.7	1483.4	Pav. Flexible	1.32	0.82
512	510	49.32	0.91	0.20	PVC	1484.3	1486.5	1483.4	1483.0	Pav. Flexible	0.82	3.52
36	519	21.74	7.21	0.40	PVC	1460.9	1459.6	1459.8	1458.2	Afirmado	1.14	1.40
519	32	38.63	9.15	0.40	PVC	1459.6	1456.0	1458.2	1454.7	Afirmado	1.40	1.36
35C	534	54.08	7.47	0.20	PVC	1455.6	1450.8	1453.5	1449.5	Afirmado	2.12	1.32
534	535	38.66	5.43	0.20	PVC	1450.8	1448.7	1449.5	1447.4	Afirmado	1.32	1.32
535	536	84.72	7.32	0.20	PVC	1448.7	1442.5	1447.4	1441.2	Afirmado	1.32	1.32
536	537	58.60	11.53	0.20	PVC	1442.5	1435.8	1441.2	1434.4	Afirmado	1.32	1.32
537	538	23.75	11.57	0.20	PVC	1435.8	1433.0	1434.4	1431.7	Afirmado	1.32	1.32
538	539	21.48	4.92	0.20	PVC	1433.0	1432.0	1431.7	1430.6	Afirmado	1.32	1.32
539	540	80.41	5.90	0.20	PVC	1432.0	1427.2	1430.6	1425.9	Afirmado	1.32	1.32
540	541	78.31	7.53	0.20	PVC	1427.2	1421.3	1425.9	1420.0	Afirmado	1.32	1.32
541	542	79.70	6.79	0.20	PVC	1421.3	1415.9	1420.0	1414.6	Afirmado	1.32	1.32
542	543	51.12	4.10	0.20	PVC	1415.9	1413.8	1414.6	1412.5	Afirmado	1.32	1.32
543	544	37.30	13.85	0.20	PVC	1413.8	1408.7	1412.5	1407.3	Afirmado	1.32	1.32
544	545	20.56	11.02	0.20	PVC	1408.7	1406.4	1407.3	1405.1	Afirmado	1.32	1.32
545	546	35.94	3.89	0.20	PVC	1406.4	1405.0	1405.1	1403.7	Afirmado	1.32	1.32
546	547	41.99	2.14	0.20	PVC	1405.0	1405.0	1403.7	1402.8	Afirmado	1.32	2.22
547	PTAR	43.06	14.31	0.20	PVC	1405.0	1398.0	1402.8	1396.6	Afirmado	2.22	1.32
517	518	31.80	1.10	0.20	PVC	1460.0	1459.5	1458.7	1458.4	Afirmado	1.25	1.12
544	545	20.56	11.02	0.20	PVC	1408.7	1406.4	1407.3	1405.1	Afirmado	1.32	1.32

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 25	


Alternativa Pluvial

El sistema pluvial existente es insuficiente para cubrir todo el caudal de aguas lluvias del municipio por lo tanto el trazado pluvial que se propone, parte de la definición de las características de drenaje natural del casco urbano del municipio, construyendo tramos nuevos en los sectores donde se presentan actualmente inundaciones y hay baja cobertura, de igual forma se utilizan las descargas sobre los cuerpos de agua ubicados en los costados oriental y occidental del casco urbano y se plantea la construcción de 180 sumideros requeridos para el funcionamiento adecuado del sistema para drenaje de las aguas lluvias.

Adicionalmente, como obra prioritaria se plantea la construcción de un canal en tierra que reciba las aguas de escorrentía superficial de la parte alta del casco urbano (Área perteneciente a las zonas de expansión y futuro desarrollo del municipio, zona sur de la Ilustración 2-4), para conducir las directamente al río Cañas y evitar su entrada a la red existente y proyectada de alcantarillado pluvial como se muestra a continuación:

Ilustración 2-4 Zonas de futuro desarrollo y ubicación del canal proyectado



 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 26	

El canal proyectado recibirá aguas de 5.484 Ha correspondientes al área de expansión de la zona sur del municipio, tendrá una longitud de 248 metros, una sección trapezoidal tipo de 0.30 m, taludes 1:2 y su altura dependerá del cálculo de la lámina de agua más 25% de borde libre como se muestra en la Ilustración 2-5.

Ilustración 2-5: Sección transversal canal en tierra

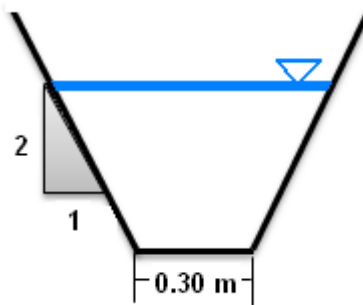









Tabla 2-8 Tramos nuevos alternativa pluvial

Pozo Inicial	Pozo Final	L (m)	S (%)	Diámetro (m)	Material	Cota Rasante		Cota Clave		TIPO DE RASANTE	Prof. a Clave	
						Inicial	Final	Inicial	Final		Inicial	Final
N97	N96	4.82	11.40	0.30	PVC	1564.15	1564.20	1562.92	1562.37	Afirmado	1.23	1.83
N96	N93	35.47	8.97	0.30	PVC	1564.20	1560.70	1562.32	1559.14	Zona Verde	1.88	1.56
N93	N92	39.10	6.52	0.30	PVC	1560.70	1558.08	1559.09	1556.54	Zona Verde	1.61	1.54
N92	N89	49.47	5.48	0.30	PVC	1558.08	1555.40	1556.49	1553.78	Zona Verde	1.59	1.62
N89	N88	12.43	4.02	0.36	PVC	1555.40	1554.80	1553.81	1553.31	Zona Verde	1.59	1.49
N88	N87	22.15	4.51	0.36	PVC	1554.80	1553.50	1553.26	1552.26	Pav. Flexible	1.54	1.24
N87	N77	31.49	6.67	0.36	PVC	1553.50	1551.40	1552.21	1550.11	Pav. Flexible	1.29	1.29
N77	N76	12.30	5.61	0.45	PVC	1551.40	1550.70	1550.11	1549.42	Pav. Flexible	1.29	1.28
N76	N75	20.29	5.72	0.45	PVC	1550.70	1549.50	1549.37	1548.21	Pav. Flexible	1.33	1.29
N75	N74	22.01	6.27	0.45	PVC	1549.50	1548.02	1548.16	1546.78	Pav. Flexible	1.34	1.24
N74	N65	71.11	8.33	0.45	PVC	1548.02	1542.60	1546.73	1540.81	Pav. Flexible	1.29	1.79
N65	N64	21.64	8.09	0.45	PVC	1542.60	1541.20	1540.76	1539.01	Pav. Flexible	1.84	2.19
N64	N63	34.02	7.79	0.45	PVC	1541.20	1538.40	1538.96	1536.31	Pav. Flexible	2.24	2.09
N63	N60	11.22	4.01	0.45	PVC	1538.40	1537.70	1536.30	1535.85	Pav. Flexible	2.10	1.85
N60	N59	65.35	4.21	0.45	PVC	1537.70	1534.40	1535.80	1533.05	Pav. Flexible	1.90	1.35
N59	N54	21.92	5.70	0.45	PVC	1534.40	1533.15	1533.00	1531.75	Pav. Flexible	1.40	1.40
N54	N50	59.77	8.03	0.45	PVC	1533.15	1529.05	1531.70	1526.90	Pav. Flexible	1.45	2.15
N50	N49	3.80	10.54	0.45	PVC	1529.05	1528.90	1526.85	1526.45	Pav. Flexible	2.20	2.45
N49	97A	39.22	15.94	0.45	PVC	1528.90	1520.92	1525.75	1519.50	Pav. Flexible	3.15	1.42
N100	N99	51.08	0.59	0.25	PVC	1572.00	1572.80	1570.78	1570.48	Pav. Flexible	1.22	2.32
N99	N98	65.30	5.13	0.25	PVC	1572.80	1568.30	1570.43	1567.08	Pav. Flexible	2.37	1.22
N98	N95	75.15	6.19	0.25	PVC	1568.30	1563.60	1567.03	1562.38	Vía en Piedra	1.27	1.22
N95	N94	33.32	4.95	0.25	PVC	1563.60	1561.90	1562.33	1560.68	Pav. Flexible	1.27	1.22
N94	N91	40.98	5.49	0.25	PVC	1561.90	1559.60	1560.63	1558.38	Pav. Flexible	1.27	1.22
N91	N90	76.83	4.49	0.30	PVC	1559.60	1556.60	1558.38	1554.93	Pav. Flexible	1.22	1.67
N90	N89	33.28	3.31	0.30	PVC	1556.60	1555.40	1554.88	1553.78	Pav. Flexible	1.72	1.62

 <p>Consorcio Aguas de Cundinamarca</p>	<p>AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B</p>	 	<p>INTERVENTOR</p>  <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA</p>
<p>VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012</p>	<p>INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1</p>	<p>Página 27</p>	

Pozo Inicial	Pozo Final	L (m)	S (%)	Diámetro (m)	Material	Cota Rasante		Cota Clave		TIPO DE RASANTE	Prof. a Clave	
						Inicial	Final	Inicial	Final		Inicial	Final
N84	N83	36.55	9.44	0.25	PVC	1574.30	1570.80	1573.03	1569.58	Pav. Flexible	1.27	1.22
N83	N81	36.16	8.99	0.25	PVC	1570.80	1567.50	1569.53	1566.28	Pav. Flexible	1.27	1.22
N81	N80	35.45	11.00	0.25	PVC	1567.50	1564.05	1566.23	1562.33	Pav. Flexible	1.27	1.72
N80	61D	49.76	8.54	0.25	PVC	1564.05	1559.25	1562.28	1558.03	Pav. Flexible	1.77	1.22
61D	N79	87.56	0.99	0.35	PVC	1559.25	1560.00	1558.08	1557.18	Pav. Flexible	1.17	2.82
N79	N86	38.99	2.36	0.35	PVC	1560.00	1558.80	1557.13	1556.28	Pav. Flexible	2.87	2.52
N86	N78	40.96	10.86	0.35	PVC	1558.80	1553.20	1556.23	1551.68	Pav. Flexible	2.57	1.52
N78	N77	12.12	12.53	0.35	PVC	1553.20	1551.40	1551.53	1550.08	Pav. Flexible	1.67	1.32
N85	N79	52.82	11.26	0.25	PVC	1564.50	1560.00	1563.23	1557.08	Pav. Flexible	1.27	2.92
N55	N54	99.78	3.71	0.25	PVC	1536.45	1533.15	1535.23	1531.53	Pav. Flexible	1.22	1.62
80A	N66	8.84	10.64	0.30	PVC	1556.80	1555.60	1555.28	1554.33	Pav. Flexible	1.52	1.27
N66	N62	58.20	9.16	0.30	PVC	1555.60	1550.00	1554.28	1548.83	Pav. Rígido	1.32	1.17
N62	N61	57.59	8.99	0.30	PVC	1550.00	1544.95	1548.28	1543.78	Afirmado	1.72	1.17
N61	N58	43.89	9.78	0.30	PVC	1544.95	1540.50	1543.73	1539.43	Pav. Rígido	1.22	1.07
N58	D6	13.54	2.45	0.35	PVC	1540.50	1540.00	1539.03	1538.83	Pav. Rígido	1.47	1.17
N72	N69	65.26	0.77	0.25	PVC	1562.90	1562.70	1561.68	1561.18	Pav. Rígido	1.22	1.52
N69	80	26.15	1.72	0.25	PVC	1562.70	1562.60	1561.18	1560.73	Pav. Rígido	1.52	1.87
N47	N42	36.18	5.25	0.25	PVC	1526.90	1523.95	1524.63	1522.73	Pav. Flexible	2.27	1.22
N42	140	49.18	5.39	0.25	PVC	1523.95	1520.65	1522.68	1520.03	Pav. Flexible	1.27	0.62
140	N40	8.93	10.65	0.66	Gres	1520.65	1519.50	1520.35	1519.40	Pav. Rígido	0.30	0.10
N40	7D	97.31	10.64	0.66	Gres	1519.50	1509.70	1519.40	1509.05	Pav. Rígido	0.10	0.65
7F	N30	31.20	3.37	0.66	PVC	1503.20	1498.00	1496.95	1495.90	Afirmado	6.25	2.10
N25	N26	22.85	16.76	0.66	PVC	1493.50	1489.40	1492.60	1488.55	Afirmado	0.90	0.85
N26	N27	36.62	9.83	0.66	PVC	1489.40	1486.00	1488.50	1484.90	Afirmado	0.90	1.10
N27	N28	26.05	16.89	0.66	PVC	1486.00	1481.50	1484.85	1480.45	Afirmado	1.15	1.05
N28	N29	44.10	14.51	0.66	PVC	1481.50	1475.00	1480.40	1474.00	Afirmado	1.10	1.00
N29	D4	3.93	5.09	0.66	PVC	1475.00	1474.50	1473.95	1473.75	Afirmado	1.05	0.75
N43	N40	59.08	1.61	0.25	PVC	1521.30	1519.50	1520.03	1519.08	Adoquín	1.27	0.42
N32	N30	73.96	6.76	0.25	PVC	1502.90	1498.00	1500.53	1495.53	Pav. Rígido	2.37	2.47
N22	N23	55.12	0.78	0.30	PVC	1495.60	1496.55	1494.58	1494.13	Afirmado	1.02	2.42
N23	N24	56.96	1.71	0.30	PVC	1496.55	1495.20	1494.08	1493.08	Afirmado	2.47	2.12
N24	N25	19.46	4.47	0.30	PVC	1495.20	1493.50	1493.03	1492.33	Pav. Rígido	2.17	1.17
N56	N45	89.14	9.59	0.25	PVC	1534.80	1526.20	1533.53	1524.98	Pav. Rígido	1.27	1.22
N45	N44	76.46	8.00	0.25	PVC	1526.20	1520.10	1524.93	1518.81	Pav. Flexible	1.27	1.29
N33	N34	87.97	0.61	0.30	PVC	1502.30	1502.90	1501.08	1500.53	Pav. Rígido	1.22	2.37
N15	N16	53.28	8.97	0.25	PVC	1486.30	1481.45	1485.03	1480.23	Pav. Flexible	1.27	1.22
N16	N11	54.61	7.38	0.25	PVC	1481.45	1477.40	1480.18	1476.18	Pav. Flexible	1.27	1.22
N11	N09	54.37	8.46	0.25	PVC	1477.40	1472.75	1476.13	1471.53	Zona Verde	1.27	1.22
N09	D2	23.30	7.51	0.30	PVC	1472.75	1471.00	1471.53	1469.78	Pav. Rígido	1.22	1.22
N46	N44	39.20	3.62	0.25	PVC	1521.20	1520.10	1520.23	1518.81	Pav. Rígido	0.97	1.29
N37	N32	62.77	1.85	0.25	PVC	1503.00	1502.90	1501.73	1500.58	Pav. Flexible	1.27	2.32
N34	N01	53.06	0.95	0.30	PVC	1502.90	1503.30	1500.43	1499.93	Pav. Flexible	2.47	3.37
N18	D3	40.18	3.46	0.35	PVC	1493.05	1491.60	1491.88	1490.43	Pav. Rígido	1.17	1.17
N14	N13	98.85	10.09	0.25	PVC	1486.50	1476.70	1485.23	1475.48	Afirmado	1.27	1.22
N13	N08	87.06	7.78	0.25	PVC	1476.70	1470.20	1475.43	1468.48	Afirmado	1.27	1.72
N08	N07	19.36	11.11	0.25	PVC	1470.20	1468.20	1468.43	1466.28	Afirmado	1.77	1.92
N07	N06	32.27	7.59	0.30	PVC	1468.20	1465.00	1466.28	1463.83	Afirmado	1.92	1.17

 <p>Consorcio Aguas de Cundinamarca</p>	<p>AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B</p>	 	<p>INTERVENTOR</p>  <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA</p>
<p>VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012</p>	<p>INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1</p>	<p>Página 28</p>	

Pozo Inicial	Pozo Final	L (m)	S (%)	Diámetro (m)	Material	Cota Rasante		Cota Clave		TIPO DE RASANTE	Prof. a Clave	
						Inicial	Final	Inicial	Final		Inicial	Final
N06	N03	75.98	7.83	0.30	PVC	1465.00	1458.90	1463.78	1457.73	Afirmado	1.22	1.17
N03	N02	34.82	7.59	0.30	PVC	1458.90	1456.10	1457.68	1454.58	Zona Verde	1.22	1.52
N02	CAB 12	28.32	9.20	0.35	PVC	1456.10	1452.88	1454.58	1452.31	Pav. Flexible	1.52	0.57
N12	N13	57.78	1.87	0.25	PVC	1477.85	1476.70	1476.58	1475.48	Pav. Rígido	1.27	1.22
N05	N04	79.96	7.45	0.25	PVC	1464.20	1458.40	1462.93	1456.28	Afirmado	1.27	2.12
N04	N02	72.07	2.94	0.25	PVC	1458.40	1456.10	1456.23	1455.08	Pav. Flexible	2.17	1.02
N102	N01	18.46	12.82	0.25	PVC	1503.50	1503.30	1502.23	1499.88	Pav. Flexible	1.27	3.42
N19	N18	47.67	0.42	0.30	PVC	1492.50	1493.05	1492.08	1491.88	Pav. Flexible	0.42	1.17
N20	N18	50.05	5.81	0.30	PVC	1495.95	1493.05	1494.73	1491.88	Pav. Flexible	1.22	1.17
N01	N20	79.64	6.32	0.30	PVC	1503.30	1495.95	1499.88	1494.78	Pav. Rígido	3.42	1.17
N73	N69	65.15	8.05	0.25	PVC	1567.77	1562.70	1566.43	1561.18	Pav. Flexible	1.34	1.52
N30	N25	76.99	4.10	0.66	PVC	1498.00	1493.50	1495.85	1492.65	Afirmado	2.15	0.85
N101	98A	37.94	6.88	0.30	Concreto	1488.60	1486.36	1488.09	1485.48	Pav. Flexible	0.51	0.88
98	N19	42.68	5.41	0.25	PVC	1495.67	1492.50	1494.38	1492.08	Pav. Flexible	1.29	0.42
N44	N105	86.52	1.21	0.35	PVC	1520.10	1518.50	1518.86	1517.81	Pav. Flexible	1.24	0.69
N105	N106	49.49	1.17	0.35	PVC	1518.50	1518.53	1517.76	1517.18	Pav. Flexible	0.74	1.35
N106	CAB1 7	11.52	1.27	0.35	PVC	1518.53	1517.15	1517.13	1516.98	Pav. Flexible	1.40	0.17
N51	97A	26.97	3.45	0.25	PVC	1522.18	1520.92	1520.21	1519.28	Pav. Flexible	1.97	1.64
N103	N104	76.32	5.96	0.25	PVC	1544.00	1542.54	1542.73	1538.18	Pav. Flexible	1.27	4.36
N104	N60	17.54	14.25	0.25	PVC	1542.54	1537.70	1538.13	1535.63	Pav. Flexible	4.41	2.07
N19	N101	49.56	8.07	0.30	Concreto	1492.50	1488.60	1492.10	1488.09	Pav. Flexible	0.40	0.51

2.2.4 Análisis de comparación y selección de la alternativa viable

A continuación, para cada uno de los componentes del sistema de alcantarillado, se realiza la comparación de las diferentes alternativas.

2.2.4.1 Redes de Alcantarillado

Dado que se requiere la rehabilitación de los pozos y tramos existentes listados en el numeral 2, se considera una sola alternativa y por tanto se deberán acometer los trabajos descritos en dicho numeral. Estas actividades están consideradas en el presupuesto de reemplazos





2.2.4.2 Interceptores y Emisarios Finales

El costo de construcción de los colectores de la alternativa 1 es de 836.859.619 pesos, mientras que el costo de construcción del colector de la alternativa 2 es de 1.005.553.929 pesos siendo el primero menor en un 16.8%.

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 29	

De otro lado la división de las redes de alcantarillado en dos subsistemas, alternativa 2, requiere la implementación de dos sistemas de tratamiento de aguas residuales lo cual genera un mayor costo de construcción y mantenimiento que en el caso de la alternativa 1 donde todas las aguas residuales del casco urbano del municipio se conducen a un solo punto. Adicionalmente, la construcción de dos sistemas de tratamiento en diferentes puntos del casco urbano, genera la afectación de una mayor cantidad de predios, la disminución en el valor de los terrenos circundantes a las zonas de intervención y una mayor dificultad en el manejo de los malos olores que se puedan generar.

Por las razones expuestas se recomienda la construcción de la alternativa 1, es decir, UNA PLANTA DE TRATAMIENTO COMPACTA de aguas residuales en la zona Este del centro poblado, de forma que se suspendan todos los puntos de vertimiento que actualmente se realizan y se lleven las aguas residuales a un solo punto donde se pueda construir el sistema de tratamiento de estas aguas.

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 30	

3 DISEÑOS DETALLADOS REALIZADOS

3.1 SISTEMA DE ACUEDUCTO

A continuación se presenta el análisis realizado para determinar el funcionamiento y las mejoras que se pueden realizar a cada uno de los componentes del sistema de acueducto del casco urbano de San Francisco. El alcance contractual del plan maestro no incluye los diseños de la planta de tratamiento de agua potable.

Los diseños presentados en este informe están basados en el diagnóstico del sistema de acueducto, el cual realiza una inspección a cada uno de los componentes de acueducto del sistema del Casco Urbano.

3.1.1 Fuente de Suministro

Acorde al informe de hidrología, la fuente de suministro del casco urbano del municipio de San Francisco tiene la suficiente capacidad hídrica para abastecer el casco urbano del municipio y a sus usuarios rurales.





Los caudales máximos para períodos de retorno de 50 y 100 años, resultado de los cálculos realizados en el marco del estudio para la bocatoma Quebrada Agua Clara 2 fueron de 0.425 y 0.547 m³/s de manera respectiva.

El caudal mínimo en época seca calculado en la bocatoma Quebrada Agua Clara 2 que permite ofrecer agua potable a la localidad bajo las condiciones actuales de servicio es de 0.088 m³/s.

No se presentan alternativas de optimización para la fuente de abastecimiento.

3.1.2 Bocatoma 1

Acorde al diagnóstico realizado, el caudal captado actual (21.5 l/s) con las tuberías instaladas es igual al requerimiento de caudal en el horizonte de diseño (QMD₂₀₃₅ + necesidades en la PTAP + pérdidas en la aducción = 21.5 l/s), sin embargo éste último es un poco mayor al caudal que se capta actualmente, por lo cual no se esperan variaciones en el caudal de exceso necesario para mantener la quebrada que deriva del nacimiento en el horizonte de diseño. Se requiere optimización de la estructura actual y de las válvulas de cierre, se deberá continuar operando la captación a través del nacedero y de la Quebrada Agua Clara 2.

 <p>Consorcio Aguas de Cundinamarca</p>	<p>AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B</p>	 	<p>INTERVENTOR</p>  <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA</p>
<p>VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012</p>	<p>INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1</p>	<p>Página 31</p>	

3.1.2.1 Bocatoma de lecho filtrante:

Este diseño contempla optimizar la bocatoma con un lecho filtrante, que permita la remoción de sedimentos antes de llegar a la PTAP, esto se hace con el fin de remplazar el desarenador actual que no cumple con los parámetros de diseño mínimos según la norma técnica.

Para realizar el diseño de la bocatoma de lecho filtrante se determinaron algunos datos de entrada, con los cuales se procedió a realizar la optimización de la bocatoma existente.

Tabla 3-1 Datos de entrada para el diseño de la bocatoma de lecho filtrante.

Diseño de captación lecho filtrante	
Datos de entrada	
Caudal de diseño (l/s)	21.5
Tasa de infiltración (m/seg)	0.001
Tipo de flujo	Vertical decendente
Material filtrante	Canto rodado 1/2", 3/8", 1/4" y 1/2"
Conducto principal	Tubería PVC sanitaria 4"
Conducto lateral	Tubería PVC sanitaria 3"

Las tuberías laterales y principales se diseñaron teniendo en cuenta las pérdidas que se generan por tubería, las capas de lecho filtrante también generan pérdidas de carga hidráulicas considerables las cuales fueron calculadas para cada capa de material filtrante.

A continuación se expone la tabla con los resultados de los cálculos para la pérdida de carga del lecho filtrante y las pérdidas generadas por la tubería.

Tabla 3-2 Datos de entrada lecho filtrante.

Lecho Filtrante		
Diametro del material (pulg)	Espesor de la capa (cm)	Perdida de carga (hf) cm
0.375	20	0.012766404
0.25	20	0.019149606
1	10	0.002393701





 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 32	


Tabla 3-3 Datos de entrada conductos lecho filtrante.

Conducto Principal	Tubería PVC sanitaria 4"
Diametro (m)	0.102
Longitud (m)	2.15
Area (m2)	0.0081
Velocidad (m/seg)	2.65192
Conductos laterales	Tubería PVC sanitaria 3"
Cantidad	4
Caudal x tubo (l/s)	5.375
Diametro (m)	0.076
Longitud (m)	1.5
Area (m2)	0.0046
Velocidad x tubo(m/seg)	1.17863
Separación entre anillos (m)	0.008
No de anillos	187.5
No de orificios por lateral	562.5
Area por orificio	0.0000065
Sumatoria de las áreas (m2)	0.00365625
Coeficiente rugosidad manning	0.009

Después de realizar los cálculos correspondientes, se determinó una pérdida total en el sistema de lecho filtrante de 13 cm, con lo cual es posible realizar una optimización sin necesidad de modificar la infraestructura existente.

Perdida de carga hf (cm)	0.03431
Pérdida de carga en el conducto principal (m)	0.05599
Pérdida de carga en el conducto lateral (m)	0.00294
Perdidas por accesorios (ha)	0.04353
Perdidas totales de carga en el sistema	0.13677

El resultado final del diseño consiste en la misma captación, optimizando el sistema con un lecho filtrante antes de la captación, el sistema contará con tres capas de diferente material, tuberías de 4" perforadas para captar el agua filtrada y dos cámaras de distribución y captación respectivamente. A continuación se exponen los esquemas del diseño.

 <p>Consorcio Aguas de Cundinamarca</p>	<p>AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B</p>	 	<p>INTERVENTOR</p>  <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA</p>
<p>VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012</p>	<p>INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1</p>	<p>Página 33</p>	

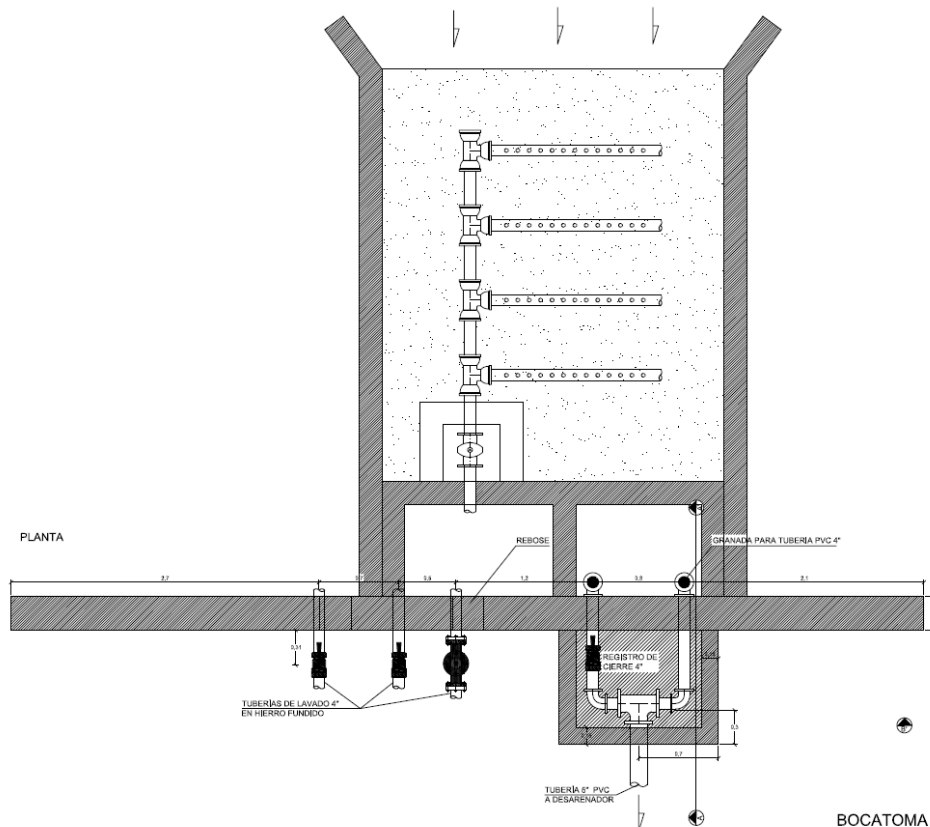


Ilustración 3-1 Planta lecho filtrante, bocatoma.

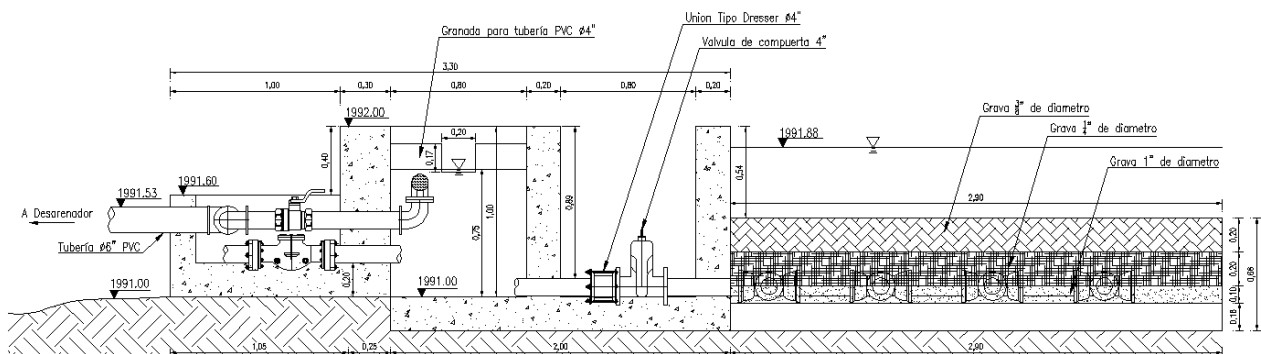


Ilustración 3-2 Perfil lecho filtrante, bocatoma.

Como se mencionó anteriormente la bocatoma de lecho filtrante es una solución que reemplazará el desarenador existente, que no está cumpliendo con los parámetros

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 34	

mínimos de diseño, cabe aclarar que no se deberá construir el desarenador ya que el material susceptible de ser removido del tanque de desarenación no alcanzaría a llegar a él debido a que quedaría atrapado en el filtro.

Al implementar un lecho filtrante como sistema de captación el mayor porcentaje de partículas discretas que se encuentran en el cuerpo de agua del nacedero, sea por erosión o arrastre, se quedarán retenidas en el filtro, lo anterior evitará adicionalmente el daño por abrasión en la tubería.

En cuanto a los caudales de creciente, el lecho diseñado tiene una capacidad de tratar caudales hasta 40 litros por segundo¹, a continuación se presentan los cálculos hidráulicos:

Tabla 3-4 Datos de entrada para el caudal de creciente de la bocatoma de lecho filtrante.

Diseño de captación lecho filtrante

Datos de entrada	
Caudal de diseño (l/s)	40
Tasa de infiltración (m/seg)	0.001
Tipo de flujo	Vertical decendente
Material filtrante	Canto rodado 1/2", 3/8", 1/4" y 1 1/2"
Conducto principal	Tubería PVC sanitaria 4"
Conducto lateral	Tubería PVC sanitaria 3"

La pérdida de carga del lecho filtrante y las pérdidas generadas por la tubería son las mismas a las presentadas en la Tabla 3-2, debido a que éstas dependen únicamente del espesor de la capa, el diámetro del material y de la tasa de infiltración, los cuales no varían.

¹ Hernan Materón. Obras hidráulicas rurales. Universidad del Valle. Pág 135.





 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 35	

Tabla 3-5 Datos de entrada conductos lecho filtrante para el caudal de creciente.

Conducto Principal	Tubería PVC sanitaria 4"
Diametro (m)	0.102
Longitud (m)	2.15
Area (m2)	0.0081
Velocidad (m/seg)	4.93381
Conductos laterales	Tubería PVC sanitaria 3"
Cantidad	4
Caudal x tubo (l/s)	10
Diametro (m)	0.076
Longitud (m)	1.5
Area (m2)	0.0046
Velocidad x tubo(m/seg)	2.19281
Separación entre anillos (m)	0.008
No de anillos	187.5
No de orificios por lateral	562.5
Area por orificio	0.0000065
Sumatoria de las áreas (m2)	0.00365625
Coeficiente rugosidad manning	0.009

Después de realizar los cálculos correspondientes, se determino una pérdida total en el sistema de lecho filtrante de 38 cm. Si se presentan caudales superiores a 40 l/s el lecho filtrante captará su límite superior nombrado previamente y el resto seguirá aguas abajo sin tratamiento previo.

Perdida de carga hf (cm)	0.03431
Pérdida de carga en el conducto principal (m)	0.18926
Pérdida de carga en el conducto lateral (m)	0.01018
Perdidas por accesorios (ha)	0.15066
Perdidas totales de carga en el sistema	0.38440

En cuanto al tratamiento del filtro, se tiene que el estancamiento causado por la operación del filtro cuando alcanza una predeterminada caída de presión, es un indicador de la necesidad de limpiar el lecho, drenándolo y limpiándolo adecuadamente. No debe crecer una capa vegetal sobre la superficie del filtro, esto también es un indicador de mantenimiento. En un lecho bien operado el material del filtro puede durar

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 36	

indefinidamente sin modificarse, salvo en lo que se refiere a la reposición de la arena perdida en la limpieza de dicho filtro.

3.1.3 Aducción 1

En el informe de diagnostico no se evidenciaron problemáticas en la tubería de aducción 1, tubería en 6" PVC que transporta el agua a lo largo de 23 metros hasta el desarenador existente. Según este no es necesario realizar ninguna optimización a su infraestructura, la tubería posee capacidad adecuada para satisfacer el caudal requerido en el periodo de diseño $Q_{diseño_{2035}} = 21.5 \text{ l/s}$.

Tabla 3-6 Datos de entrada y salida aducción 1.

CARACTERÍSTICAS DE LA TUBERÍA		
d	0.15	m
L	23.00	m
Ks	0.0000015	m
ACCESORIOS		
Km	2.0	
CARACTERÍSTICAS TOPOGRÁFICAS		
H	1.00	m
CARACTERÍSTICAS DEL FLUIDO		
Temp agua	10	°C
□	999.7	Kg/m ³
□	0.0013084	m ² /s
□	1.308	Pa.s
OTROS		
E (pvc)	0.001	
g	9.81	m/s ²
RESULTADOS		
Capacidad	37.92	l/s
Velocidad	2.14	m/s
Hf	0.53	m
Hm	0.46	m

3.1.4 Desarenador

Según el diagnóstico de acueducto, la estructura de desarenación está construida en concreto reforzado sus dimensiones interiores son 3.83m de largo, 1.30m de ancho y 1.58m de profundidad, su volumen útil es $(1.58 \times 1.0 \times 3.83) = 6.05 \text{ m}^3$, los detalles de la estructura se pueden visualizar en los planos de estructuras existentes anexos al informe de diagnóstico.

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 37	

Al realizar la comprobación de diseño se calculó una capacidad de desarenación para la partícula mencionada por la norma de 0.2 milímetros de 24 l/s, lo cual comprueba que este desarenador si realiza un proceso de pre tratamiento mínimo requerido, sin embargo no está cumpliendo con el periodo de retención hidráulico que debe estar entre 30 minutos y cuatro horas ni con la carga superficial que debe estar entre 15 y 80 m³/m²*d. Dado que no cumple algunos parámetros de diseño se hace necesaria la ampliación o construcción de un nuevo desarenador, sin embargo en el diseño para la optimización finalmente escogido para la bocatoma, se planteó construir un lecho filtrante, ya que la calidad del agua de la fuente es muy buena y aparentemente no necesitaría de un proceso de desarenación complejo. Esta estructura funcionará como una cámara de quiebre por ende se dejará funcionando dentro de la aducción.

3.1.5 Aducción 2

Según el informe de diagnóstico el segundo tramo de aducción existente entre el desarenador y la PTAP el Socorro tiene una longitud de 809m en PVC, conformado como se discrimina en la Tabla 3-7, donde se puede apreciar que la mayoría está en diámetro 4”.

Tabla 3-7 Composición Línea de aducción Desarenador - PTAP

Tramo	Long(m)	Φ	cota inicial	cota final	Z (m)	Capacidad (l/s)
Desarenador - CQ1	24	6" PVC	1990.5	1986.0	4.5	102.78
CQ1-VENTOSA 1	243	4" PVC	1984.0	1945.4	38.6	36.55
VENTOSA 1-CQ2	206	4" PVC	1945.4	1915.8	29.6	34.32
CQ2 PTAP	336	4" PVC	1915.3	1846.0	69.3	41.22
	809					

Como puede apreciarse todos los tramos tienen la capacidad hidráulica adecuada para trasegar tanto el caudal de diseño ($QMD_{2035} + \text{necesidades en PTAP} + \text{perdidas en la aducción}$) = 21.5 l/s.

El inventario de accesorios existentes en la línea de aducción se relaciona a continuación:

Tabla 3-8 Accesorios existentes Línea de Aducción

ABSCISA	COTA	ACCESORIO
K0+000	1990.5	Desarenador
K0+025	1985.5	Cámara de Quiebre 1
K0+027	1984.2	Válvula 6"
K0+270	1945	Ventosa 1"
K0+478	1916	Cámara de Quiebre 2
K0+480	1915.5	Válvula 4"

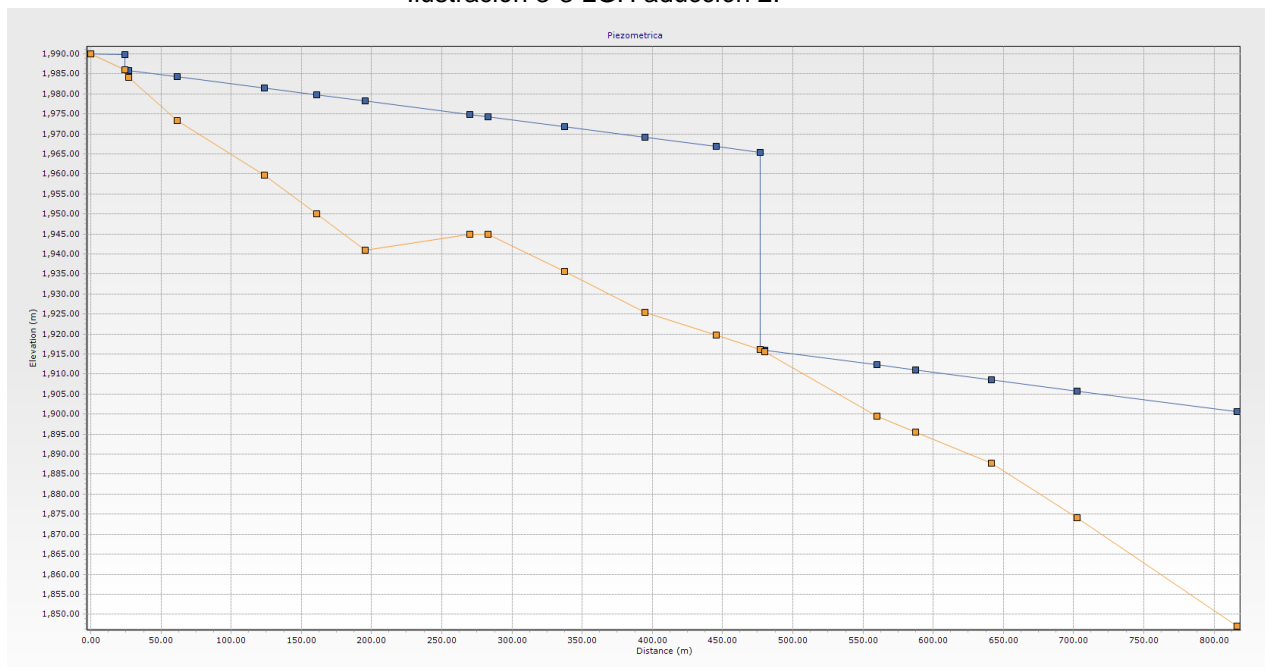
 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 38	

K0+816	1847.6	Válvula 4" - Entrada PTAP
--------	--------	---------------------------

Se evidencia la necesidad de instalar una válvula de purga ó lavado en el punto bajo del perfil, abscisa K0+200.





Según el informe de diagnostico, la línea de aducción cuenta con la capacidad hidráulica para el caudal proyectado 21.5 l/s y no requiere ampliación, sin embargo se prevé la necesidad de adicionar dispositivos de protección (purgas y ventosas). No se aprecian daños en las cámaras estructurales que contienen los dispositivos de protección salvo la reposición de la tapa de la caja para la ventosa.

Ilustración 3-3 LGH aducción 2.



Como se mencionó anteriormente se hace necesaria la instalación de una válvula de purga en la abscisa K0 + 200 donde se presenta un punto bajo en la red, y se requiere del manejo necesario de sedimentos. De igual manera, es necesario remplazar la válvula de ventosa que se encuentra ubicada en la abscisa K0+270, pues esta no cumple con los parámetros de diseño según la norma RAS 2000, que dice que las ventosas deberán tener un diámetro mínimo de 2" para tuberías con diámetro nominal menor o igual a 4" (Título B.6.4.9.3).

Ventosa:

 <p>Consorcio Aguas de Cundinamarca</p>	<p>AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B</p>	 	<p>INTERVENTOR</p>  <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA</p>
<p>VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012</p>	<p>INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1</p>	<p>Página 39</p>	

Para determinar el diámetro de la válvula se utilizó la grafica del fabricante donde se recomienda a partir de las presiones de trabajo de la tubería y su diámetro. La tubería de este sistema de aducción esta en 4 pulgadas de diámetro hasta la planta de tratamiento y su presión no supera los 40 m.c.a., según la grafica del fabricante la ventosa a utilizar deberá ser de 1" lo que garantiza el correcto funcionamiento y la expulsión de los volúmenes de aire requeridos.

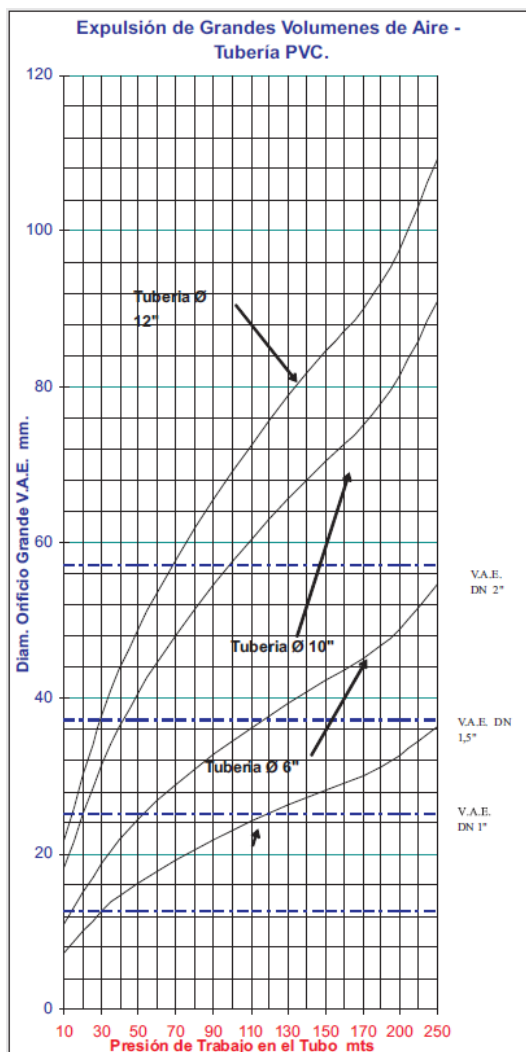


Ilustración 3-4 Curvas de expulsión de aire de las ventosas

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 40	

Dadas estas condiciones técnicas, se evidencia que no es necesario el cambio de esta válvula, ya que la expulsión de aire es el suficiente para las presiones de trabajo a las que está sometida la tubería. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, el RAS contempla que el diámetro mínimo para tuberías de Ø 4" debe ser de 2", por lo que se recomienda cambiar la ventosa.





Las ventosas deben combinar una válvula de aire y vacío y una automática en una sola unidad. La válvula debe permitir la liberación gradual del aire, lo que evita el golpe de ariete local, así como por su eficiencia con presiones bajas y su capacidad auto limpiante.

La válvula libera aire durante el llenado de la tubería, permite la introducción de aire mientras el sistema se vacía y libera el aire atrapado en el sistema presurizado.

Purga:

La válvula de purga deberá ser instalada en la abscisa K0 + 200 donde se presenta un punto bajo en la red, es importante que la válvula cuente con anclaje y caja en mampostería, la tubería de salida deberá ir a un punto de vertimiento cercano.

A continuación se presenta un esquema de la válvula de purga necesaria en el sistema de aducción:

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 41	

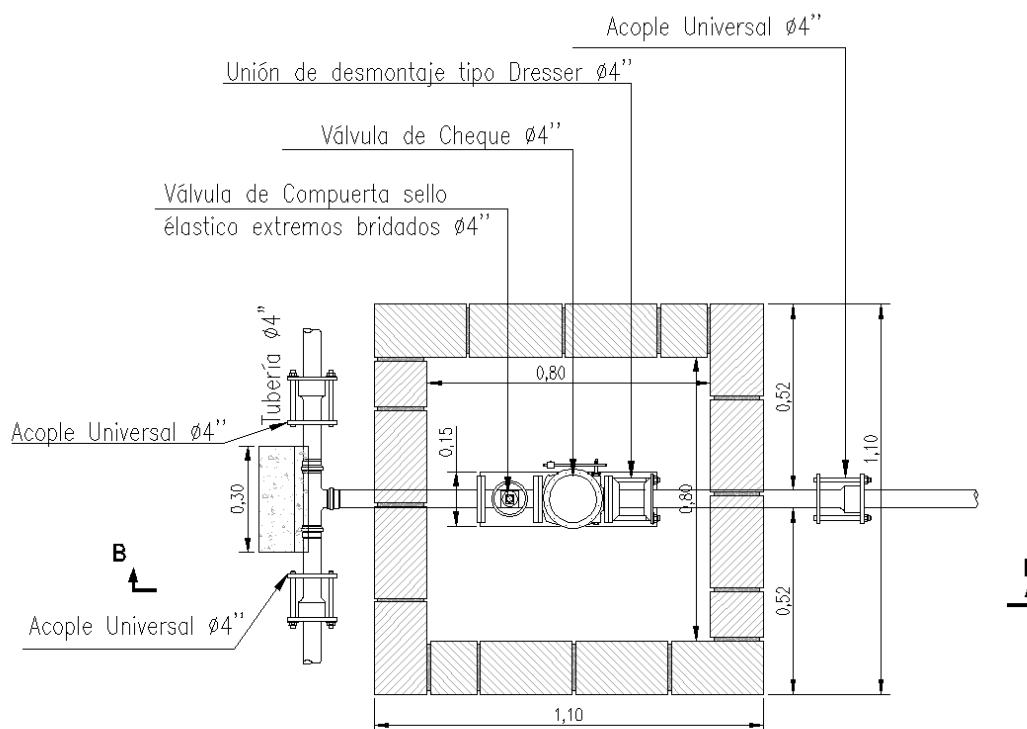


Ilustración 3-5 Caja para válvula de purga.





3.1.1 Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP)

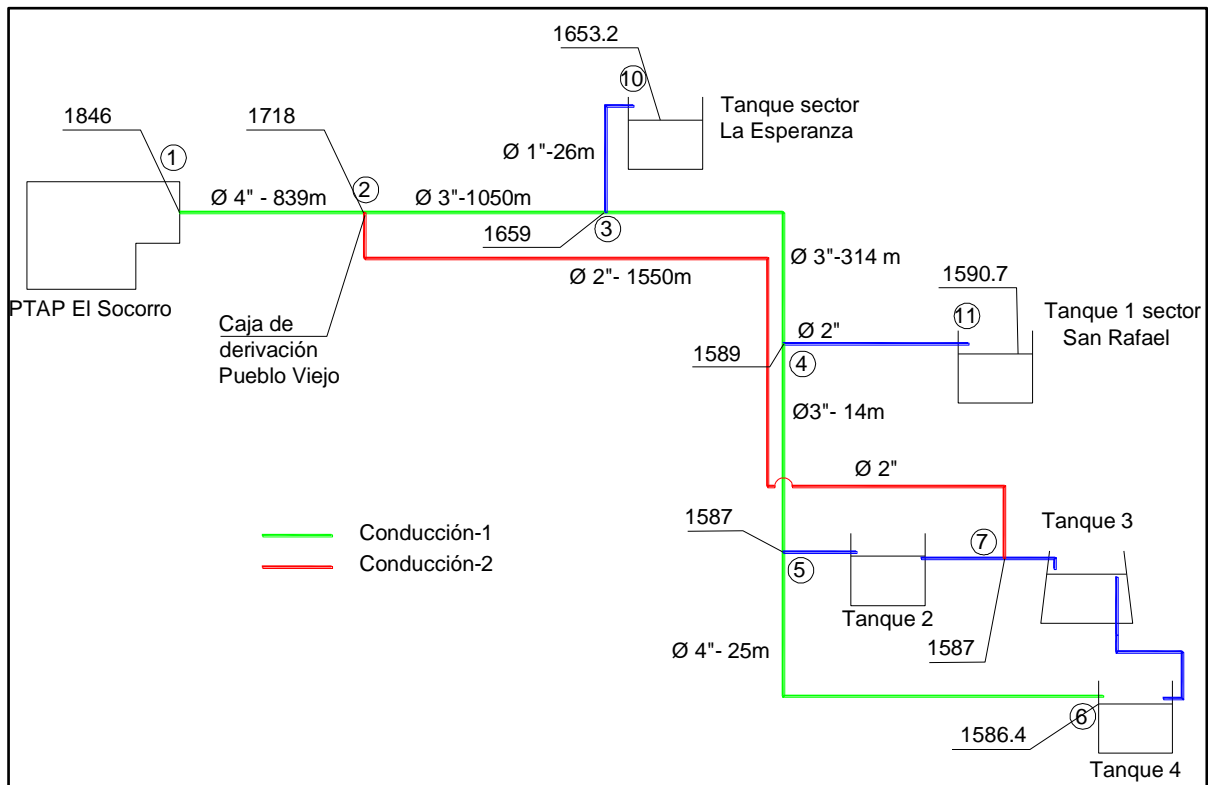
Para este componente no se contrataron los diseños.

3.1.2 Conducción

Según el diagnóstico del sistema de acueducto, la conducción existente está compuesta por (2) líneas principales que conducen el agua tratada entre la PTAP el Socorro y los tanques de almacenamiento del sistema. Véase Ilustración 3-6.

Ilustración 3-6 Esquema Básico de las Tuberías de Conducción

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 PLAN DEPARTAMENTAL DE AGUAS CUNDINAMARCA  Empresas Públicas De Cundinamarca	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 42	

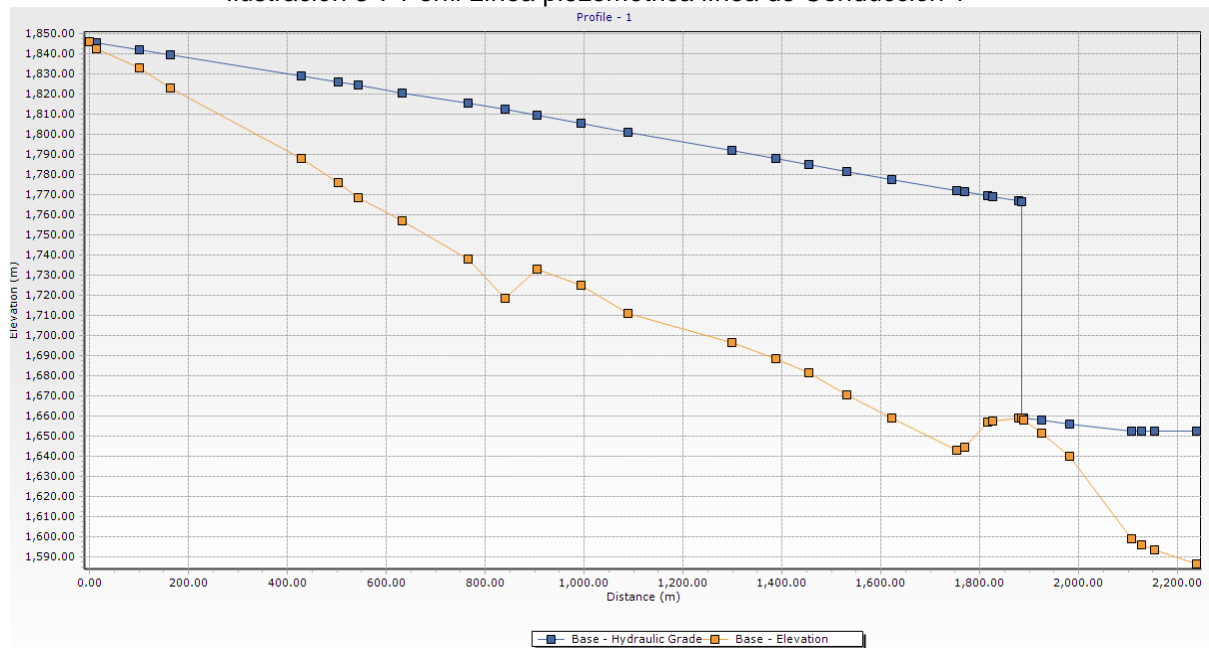


La conducción de agua tratada está conformada de la siguiente manera: un tramo inicial de 4" L=839m hasta una caja de derivación denominada Pueblo Viejo, a partir de la cual se desprenden dos ramales uno de 3" L= 1378m que alimenta los tanques La Esperanza, TQ#1, TQ#2 y TQ#3, con un ramal de 4" L=25m que alimenta el TQ#4 y un ramal de 2" PVC L=1550 m que alimenta el TQ#3.

Los perfiles de las dos líneas de conducción se muestran a continuación:

 <p>Consorcio Aguas de Cundinamarca</p>	<p>AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B</p>	 	<p>INTERVENTOR</p>  <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA</p>
<p>VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012</p>	<p>INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1</p>	<p>Página 43</p>	

Ilustración 3-7 Perfil Línea piezométrica línea de Conducción 1



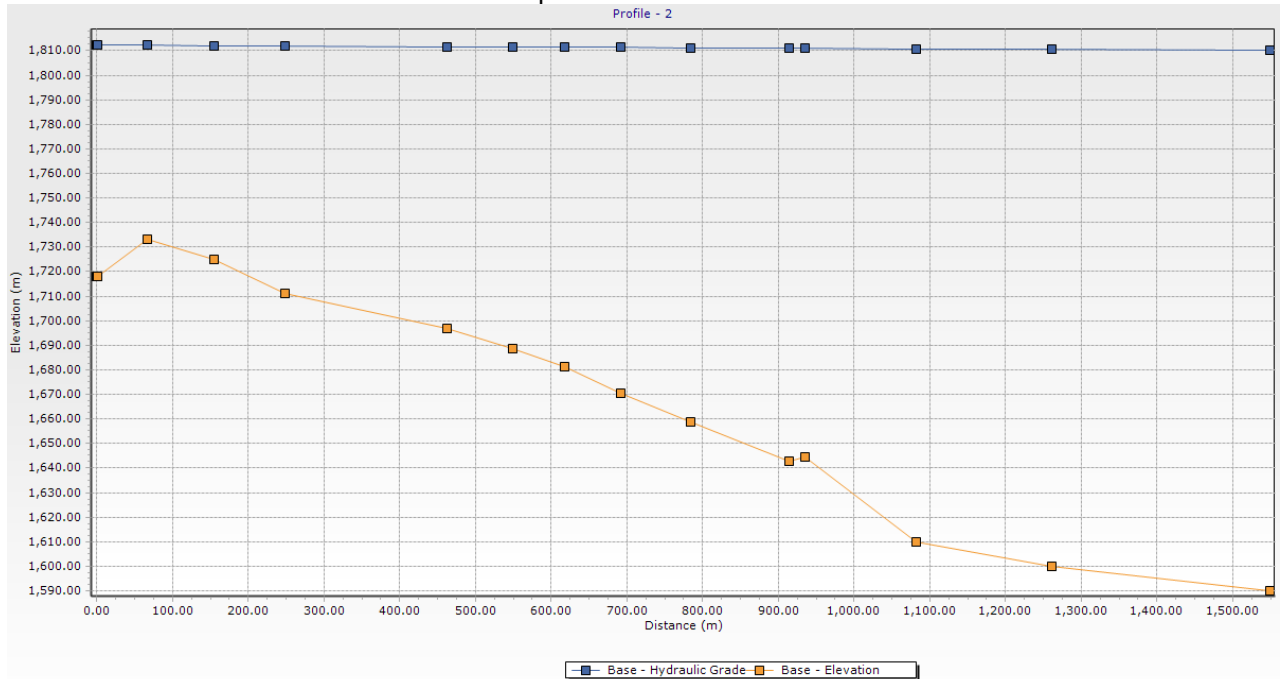
Se instalarán dos purgas en el sistema de conducción 1, esto debido a la carencia de válvulas que permitan la limpieza adecuada del sistema en los puntos bajos. A continuación se exponen las abscisas donde se deberán colocar dichas válvulas de limpieza y los elementos existentes en la tubería de conducción:

Tabla 3-9 Accesorios Línea de Conducción 1

Elementos en la conducción 1		
K0+014	Existente	Macro-medidor 4"
K0+502	Existente	Ventosa 2"
K0+839	Existente	Caja de derivación Pueblo Viejo
K0+850	Nueva	Purga 3"
K0+904	Existente	Ventosa 2"
K1+750	Nueva	Purga 3"
K1+825	Existente	Ventosa 2"
K1+886	Existente	Caja de Quiebre de Presión
K2+200	Existente	Derivación Tanque 1
K2+213	Existente	Derivación Tanque 2
K2+222	Existente	Derivación Tanque 3
K3+236	Existente	Llegada al Tanque 4

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 44	

Ilustración 3-8 Perfil línea piezométrica línea de conducción 2



Debido a que la conducción 2, según el diagnóstico de acueducto no cuenta con ningún dispositivo de purga o ventosa a lo largo de todo el sistema, se deberán instalar dichos dispositivos en la tubería, a continuación se indican las abscisas donde se deberán instalar dichos elementos:

Tabla 3-10 Accesorios Línea de Conducción 2

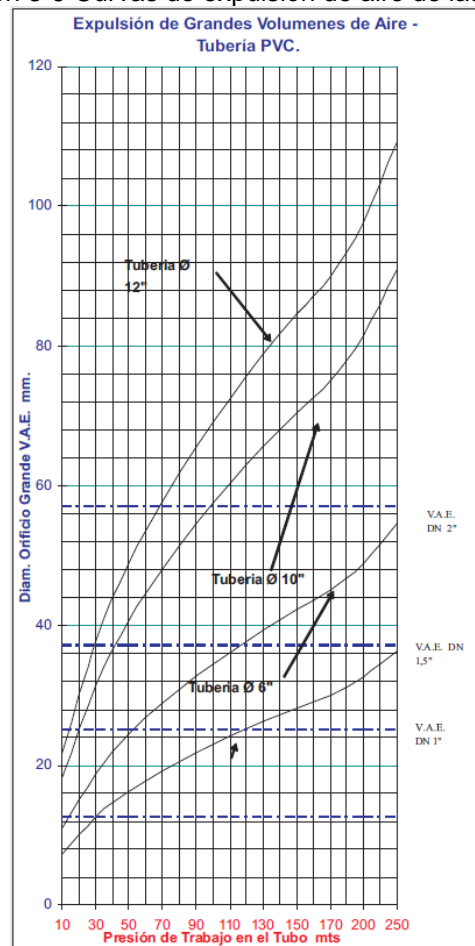
Elementos en la conducción 2		
Abscisa	Accesorio	Diámetro
K0+070	Nueva	Ventosa 2"
K0+920	Nueva	Purga 4"
K0+930	Nueva	Ventosa 2"

Para determinar el diámetro de la válvula de ventosa se utilizó la gráfica del fabricante, donde se recomienda a partir de las presiones de trabajo de la tubería y su diámetro. La tubería de este sistema de aducción está en 4 pulgadas de diámetro hasta los tanques de almacenamiento y su presión no supera los 40 m.c.a., según la gráfica del fabricante la ventosa a utilizar deberá ser de 1", lo que garantiza el correcto funcionamiento y la

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 45	

expulsión de los volúmenes de aire requeridos, sin embargo se escogió la válvula de 2" debido a que la normatividad sugiere no utilizar diámetros menores a este.





Ilustración 3-9 Curvas de expulsión de aire de las ventosas



3.1.3 Tanques de Almacenamiento

Actualmente el municipio cuenta con (5) cinco tanques de almacenamiento, cuatro de ellos (1, 2, 3 y 4) agrupados en un lote con cerramiento en malla eslabonada a un costado de la vía que conduce al casco urbano.

La red de acueducto del municipio de San Francisco cuenta con tres sectores hidráulicos, el primero, es el tanque la esperanza, el cual abastece el sector de la esperanza, al sur

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 46	

del municipio. El segundo tanque, o tanque San Rafael abastece el sector de san Rafael al sur oriente del sistema, los tanques 2,3 y 4 abastecen el resto del municipio. Para determinar el volumen necesario actual se tuvo en cuenta la capacidad de regulación y el volumen necesario contra incendio. Los resultados del análisis de capacidades arrojaron los siguientes datos:

- Capacidad de regulación = $1/3 * 86400 * 19,99 = 575,7 \text{ m}^3$

Tabla 3-11 Volumen de los tanques de almacenamiento

Tanque	Tipo	Cap disp. (m3)	Cap disp. (m3)	Cap req (m3)	Deficit (m3)	QMD (2035)
La Esperanza	2	53.8	53.8	54.4	0.632	1.89
1- San Rafael	3	84.6	84.6	87.6	3.0	3.043
2	3	29	202.6	433.7	231.1	15.06
3	3	88.1				
4	3	85.5				
		341	341	575.7	234.7	19.993

Como se observa en la Tabla 3-11, el volumen de todos los tanques de almacenamiento cuenta con un déficit, ya que el escogido como el necesario para todos los tanques según el crecimiento poblacional al año 2035, es el volumen de regulación que suma en total 575.7 m3 de almacenamiento para todo el casco urbano.

Se definió la importancia de mantener la sectorización en los tanques de almacenamiento, ya que esto facilita el trabajo de mantenimiento y operación de la red. El diseño final dispone esta sectorización, al mismo tiempo deberá ser optimizada, permitiendo un cierre total o parcial de un sector sin afectar la alimentación de los demás sectores.

La siguiente ilustración expone la sectorización que es posible realizar en estos momentos con las válvulas de cierre existentes. Para estos sectores se modeló el consumo y se definieron los volúmenes necesarios en los tanques de almacenamiento.

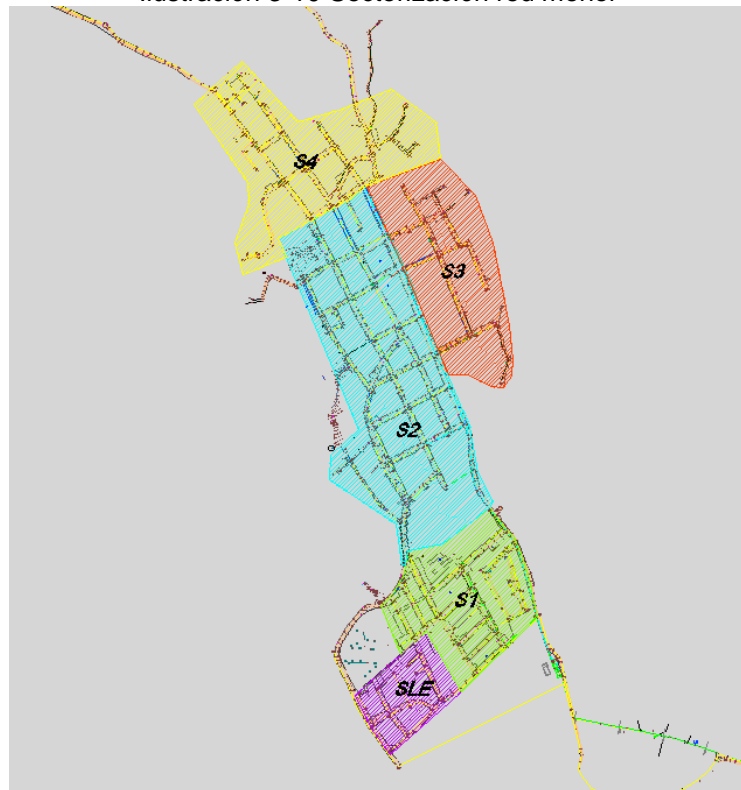
En la Ilustración 3-10 se dividen los sectores de la siguiente manera:

SLE: Sector Barrio La Esperanza.
 S1: Sector 1 Barrio San Rafael.
 S2: Sector 2

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 47	

S3: Sector 3
 S4: Sector 4

Ilustración 3-10 Sectorización red menor



El diseño contempla el mantenimiento del tanque la esperanza, ya que su estado no es crítico, y permite ser optimizado sin involucrar grandes costos asociados al mismo. Para los tanques principales de almacenamiento se propone reconstruir un tanque con dos módulos, que permita continuar abasteciendo independientemente el sector 1 o San Rafael y los sectores 2, 3 y 4 de forma conjunta, como lo hacen actualmente. Sin embargo la razón fundamental de la reconstrucción de los tanques radica en un déficit de volúmenes de almacenamiento con el que cuenta el municipio según la norma técnica RAS 2000.

Mantenimiento Tanque sector la Esperanza

Este tanque de concreto reforzado semienterrado, cuenta con un cerramiento perimetral cimentado sobre la losa superior, el volumen útil calculado con base en sus dimensiones útiles es de **53.8m³**. Como dispositivo de control de nivel cuenta

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 48	

con un flotador doméstico que presenta eventualmente daños desencadenando el rebose del almacenamiento.

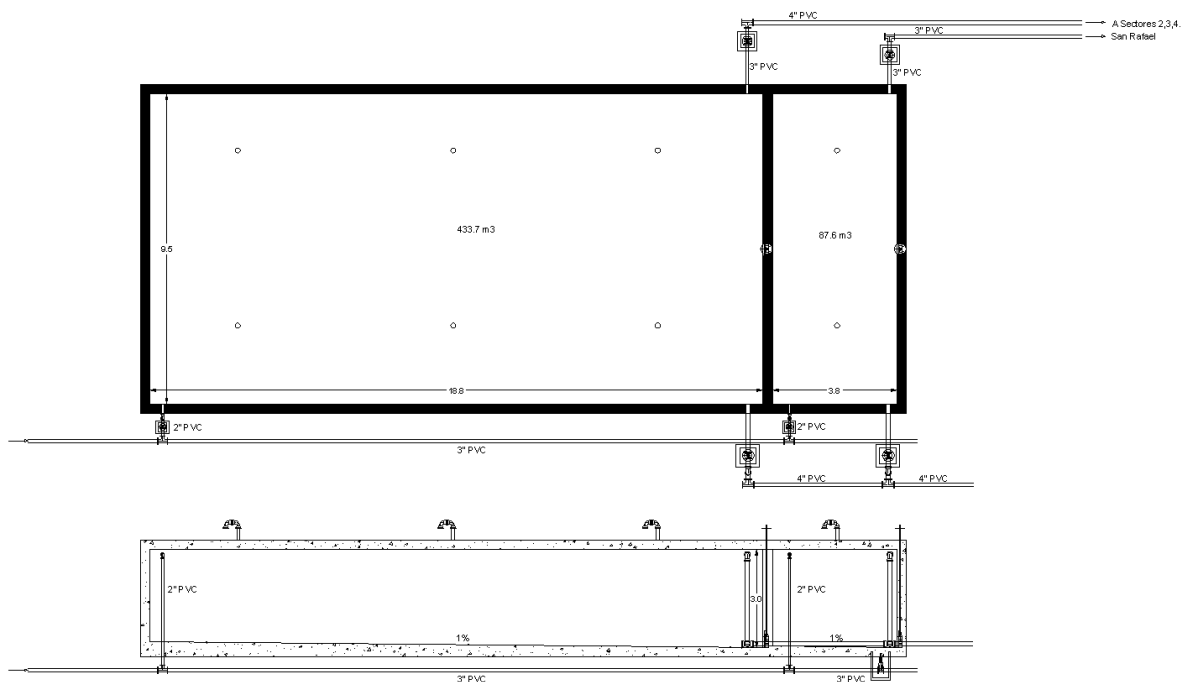
Este tanque se encuentra en relativamente buen estado, no es necesario su remplazo, sin embargo deberán realizarse algunas mejoras a su estructura, como sellamiento de grietas y fugas que se puedan llegar a presentar en el corto plazo.



Nuevo tanque de almacenamiento

Este tanque de almacenamiento contará con dos módulos que permiten la sectorización del almacenamiento para los sectores de San Rafael, sectores 2, 3 y 4. El tanque cuenta con 521.3 m³ de almacenamiento general, divididos por una válvula de compuerta en un tanque de 433.7 m³ para los sectores 2, 3 y 4 y un modulo de 87.6 m³ para el sector de San Rafael.

Este tanque contará con tuberías de lavado y de excesos, y con válvulas que permitan la operación controlada de la red de acueducto del municipio.

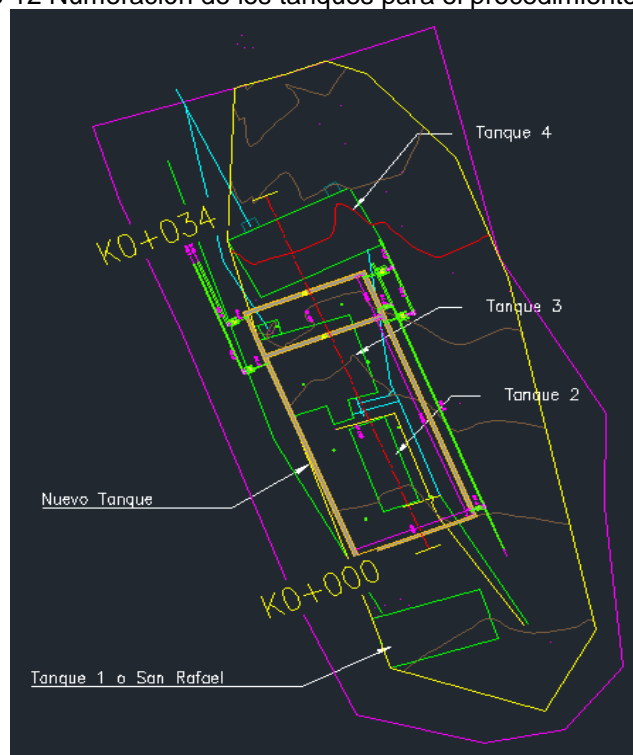
Ilustración 3-11 Tanque de almacenamiento alternativa 1







 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 49	

El procedimiento para demoler los tanques existentes y construir el nuevo tanque se plantea a continuación, resaltando que eventualmente durante el proceso de construcción del nuevo tanque se puede presentar un déficit temporal en las distribuciones de los sectores a los cuales éstos alimentan. Por lo tanto el procedimiento más acorde a las necesidades de la población acorde a la Ilustración 3-12 es el siguiente:

Ilustración 3-12 Numeración de los tanques para el procedimiento constructivo.



1. Demoler el tanque 3 que alimenta el sector 3, cerrando las conexiones de las tuberías de entrada y salida de este tanque; con el fin de suplir la alimentación a la red con una conexión temporal entre el tanque San Rafael, el tanque 2 y tanque 4. Esta conexión temporal entre el tanque San Rafael y los tanques 2 y 4 será la misma tubería de alimentación del nuevo tanque, por lo que se dispondrá de las dos cámaras para las válvulas y las dos Tees de alimentación.
2. Construir el primer módulo del nuevo tanque (87.6 m^3) y dejarlo en funcionamiento junto con el tanque San Rafael y tanque 4.
3. Demoler el tanque 2, cerrando las conexiones de tuberías de entrada y salida del mismo, para la construcción del módulo más grande (433.7 m^3) del nuevo tanque de almacenamiento.

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 50	

4. Realizar los respectivos cierres de los tanques antiguos y poner en funcionamiento el nuevo módulo del tanque nuevo de almacenamiento, dejando en funcionamiento ambos módulos del nuevo tanque. Se resalta que en las tuberías de salida hacia la red de distribución y las de desagüe, quedan instaladas dos Tees con tapón debido al procedimiento nombrado anteriormente y con el fin de prever una conexión futura que desee realizar el municipio. Estas tuberías de desagüe y distribución se empalmarán con las que actualmente existen.
5. Demoler los tanques que quedan fuera de servicio, es decir el tanque San Rafael y el tanque 4.

En cuanto al mantenimiento de los dos módulos del nuevo tanque, se contempla que cuando se realice el mantenimiento del módulo más pequeño que alimentará al Sector San Rafael, se compensará el consumo con el módulo más grande del tanque por medio de las tuberías que conectan los dos módulos y operando adecuadamente las válvulas que se pueden ver en el plano de Tanque de Almacenamiento (plano 7 de 22). Por otro lado cuando se vaya a realizar el mantenimiento al módulo más grande que es el que alimentará a los sectores 2, 3 y 4, se alimentará dichos sectores por medio del módulo pequeño; por lo que se recomienda realizar los mantenimientos en horas del día donde el consumo sea bajo con el fin de no afectar a la población servida.

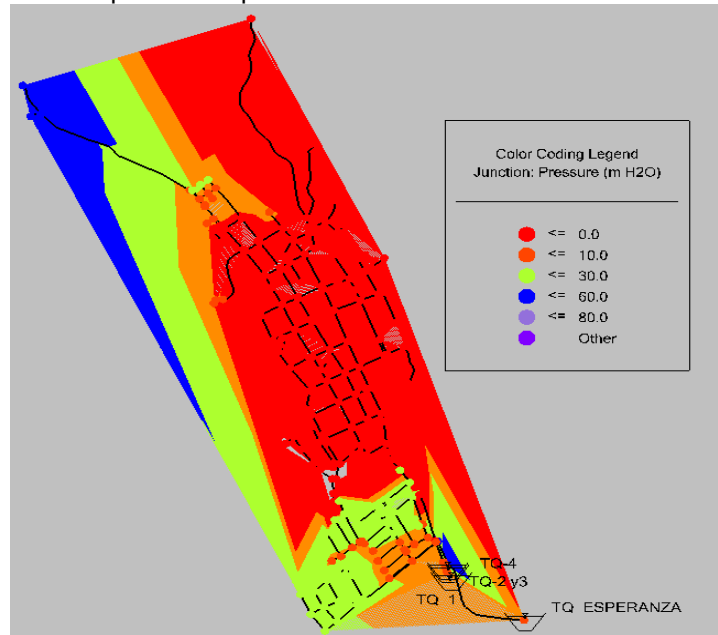
3.1.4 Redes de Distribución

Según el diagnóstico de acueducto, actualmente el sistema cuenta con un problema de presiones a la hora de máximo consumo, donde la mayoría de la red queda con un déficit de presiones. Este problema se puede solucionar únicamente ampliando los diámetros del sistema en algunos sectores, sin embargo para el caso del municipio de San Francisco a largo plazo el consumo y las pérdidas en el sistema están obligados por norma a ser disminuidas considerablemente. Para los consumos del año 2035 no se hace necesario realizar obras de gran magnitud, pues las presiones se pueden aumentar conectando algunos tramos de red, al igual que con el aumento de algunos diámetros de tubería.

Como se mencionó anteriormente la red menor de distribución cuenta con una sectorización organizada por válvulas de compuerta a lo largo de todo el sistema, ésta permite manejar controladamente los sectores hidráulicos, ver Ilustración 3-10.

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 51	

Ilustración 3-13 Superficie de presiones a la hora de máximo consumo año 2011.



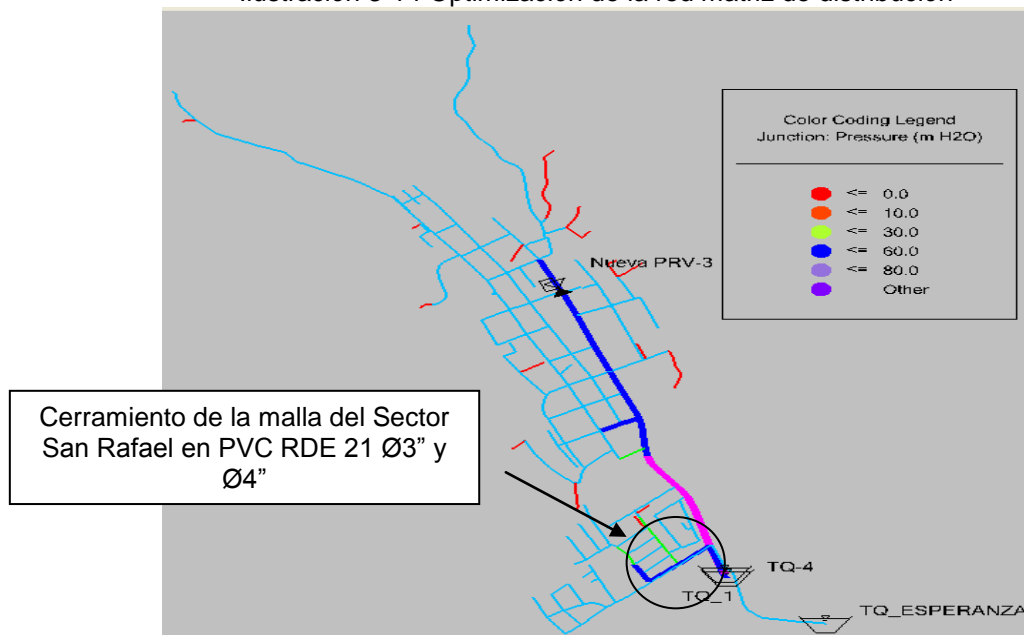
La Ilustración 3-13 muestra la superficie de presiones y resalta las áreas donde se presentan presiones que se encuentran por debajo de los 10 mca.

El diseño consiste en ampliar la red matriz de distribución con la que cuenta la red menor en tubería de 4", se realizó la modelación hidráulica para el periodo de diseño, año 2035, y se encontró que las presiones aumentan considerablemente en los puntos críticos donde se llegaban a presentar sobrepresiones en la hora de máximo consumo.

La ventaja de este diseño radica en que se presenta un comportamiento adecuado para el escenario actual, donde en la hora de máximo consumo se presentan problemas de presión a lo largo de toda la red de distribución. Adicionalmente esta optimización se considera muy buena para los problemas de presión que se puedan llegar a presentar en el futuro con el sistema existente. En la Ilustración 3-14 se resalta la denominada red matriz de distribución, tubería existente en 4" que alimenta los sectores 2,3 y 4 a partir de los tanques denominados con el mismo nombre. En este diseño se propone remplazar todo este tramo por tubería PVC RDE 21 en 6", adicionalmente se amplió el tramo del Tanque al Sector San Rafael que estaba en Ø3" por tubería PVC RDE 21 Ø4" y se cerró la malla que se señala en la Ilustración 3-14.

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 52	

Ilustración 3-14 Optimización de la red matriz de distribución



Los resultados de la modelación con las modificaciones a la red menor de distribución se evidencian claramente en la Ilustración 3-16, se puede apreciar que los nodos que no contaban con presiones adecuadas según la norma técnica, ahora presentan presiones por encima de los 10 mca, los costos de estas obras se presentan en el capítulo correspondiente.

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 PLAN DEPARTAMENTAL DE AGUAS CUNDINAMARCA  Empresas Públicas De Cundinamarca S.A. E.P.	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 53	

Ilustración 3-15 Superficie de presiones año 2035 sin VRP

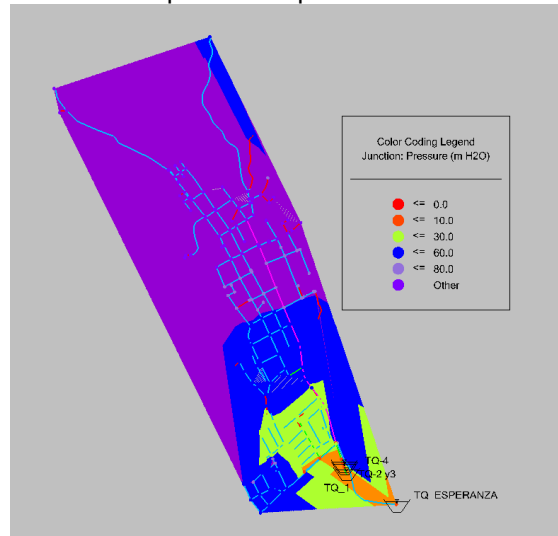
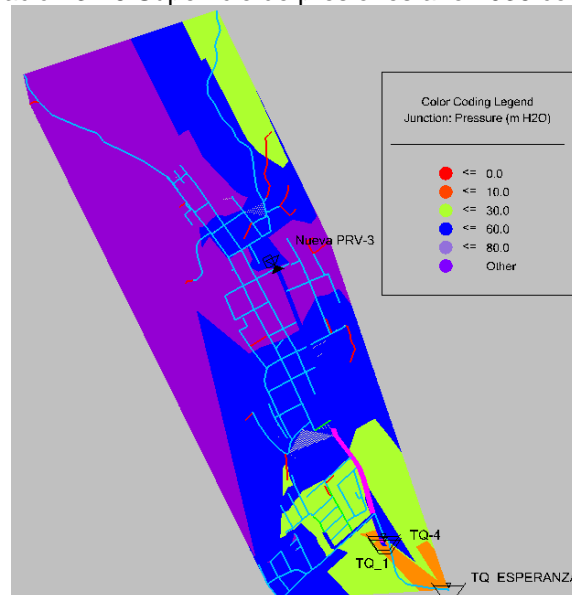


Ilustración 3-16 Superficie de presiones año 2035 con VRP



La superficie de presiones en la Ilustración 3-15 es resultado de la modelación para la red de distribución en la hora de máximo consumo para el periodo de diseño, como se puede visualizar, se presentan presiones altas en la zona baja del municipio de San Francisco, mayores a 60 mca, para estas, se proyectó dentro del modelo la instalación de una válvula reductora de presión en la entrada del sector 4, en la parte norte del casco urbano

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B		INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 54	

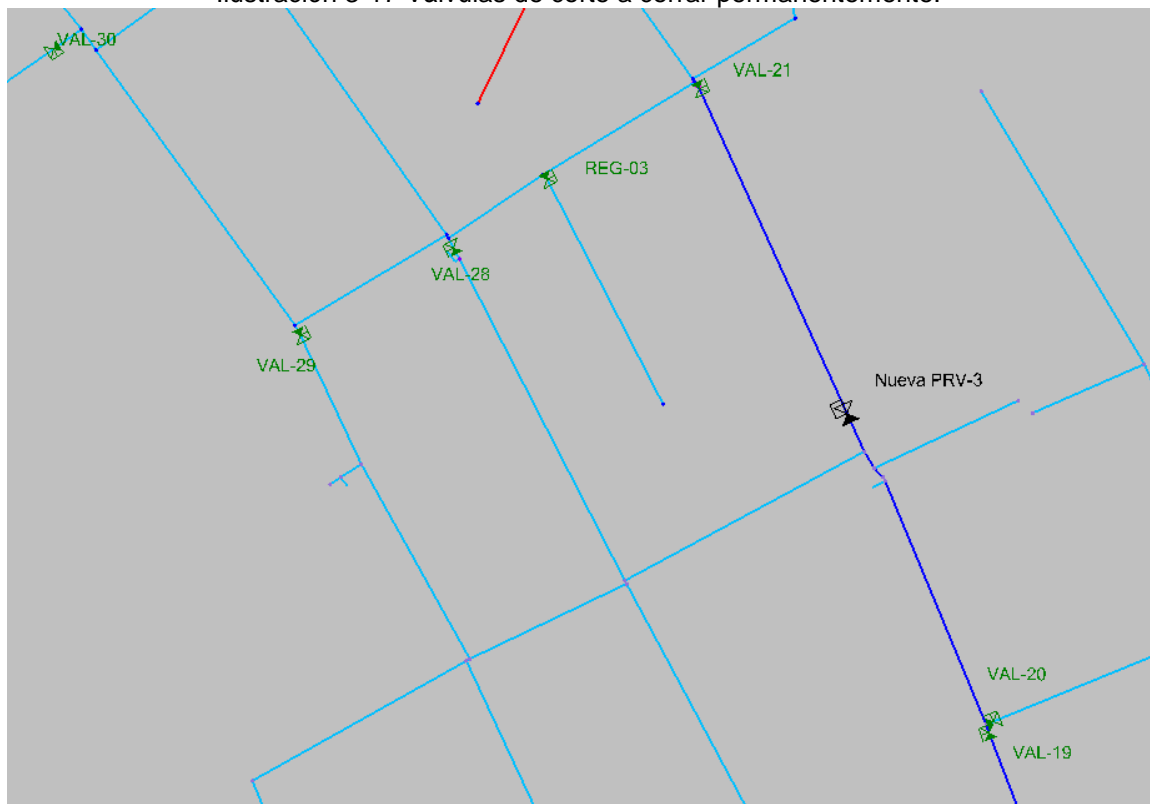
del municipio. La nueva superficie de presiones, teniendo en cuenta las válvulas reductoras de presión se presenta en la Ilustración 3-16.





Tabla 3-12 Presiones en la válvula reductora de presión a la hora de mínimo consumo

Válvula	Presión inicial(mca)	Presión Final(mca)
Nueva PRV-3	92.1	45

La superficie de presiones con las modificaciones realizadas adicionando la válvula reductora de presión, se muestra en la Ilustración 3-16. Los resultados de la modelación se muestran en el Anexo 2. Es importante aclarar que para garantizar el correcto funcionamiento de la válvula reductora de presión, es necesario cerrar las válvulas de corte que se encuentran a la entrada del sector 4 (válvula 28 y 29) de manera permanente como se muestra en la Ilustración 3-17, y se expone en los planos de diseño.

Ilustración 3-17 Válvulas de corte a cerrar permanentemente.



 <p>Consorcio Aguas de Cundinamarca</p>	<p>AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B</p>	 	<p>INTERVENTOR</p>  <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA</p>
<p>VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012</p>	<p>INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1</p>	<p>Página 55</p>	

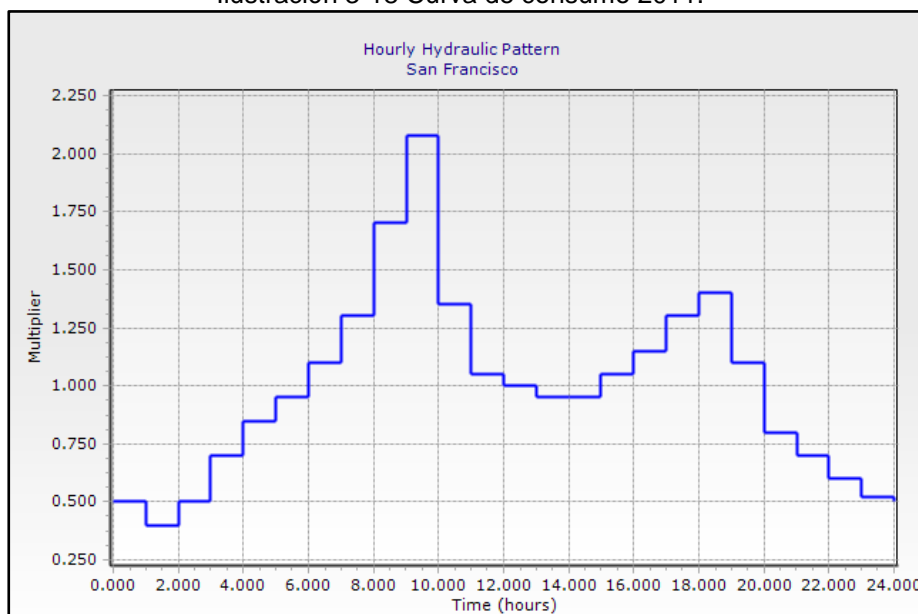
Asignación de Caudales

De acuerdo con el informe de proyección de población se tiene un caudal QMD (caudal máximo diario) de 33.29 l/s para el 2011 y de 19.99 l/s para el 2035. Lo anterior dando cumplimiento a la Resolución 2320 de noviembre de 2009 del Ministerio del Medio Ambiente. Así mismo se adopta la curva de consumo horario utilizada en el diagnóstico:

Tabla 3-13 Factores de Caudal Máximo Diario para la Curva de Demanda Horaria 2011

HORA	FACTOR	HORA	FACTOR
1	0.40	13	0.95
2	0.50	14	0.95
3	0.70	15	1.05
4	0.85	16	1.15
5	0.95	17	1.30
6	1.10	18	1.40
7	1.30	19	1.10
8	1.70	20	0.80
9	2.08	21	0.70
10	1.35	22	0.60
11	1.05	23	0.52
12	1.00	24	0.50

Ilustración 3-18 Curva de consumo 2011.



 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 56	

Parámetros de diseño

Toda red de distribución de agua potable se debe proyectar de tal forma que asegure en todo momento el suministro directo y adecuado de agua potable al mayor porcentaje de la población, con una presión suficiente y continua en todas las partes del sistema, en concordancia con lo establecido en el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS 2000).

A continuación se exponen los diferentes parámetros de diseño utilizados para el planteamiento de las soluciones de diseño que permiten optimizar el Sistema de Acueducto del Municipio de San Francisco.

Periodo de diseño.

Acorde con la resolución expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, se establece que para todos los componentes del sistema de acueducto y alcantarillado se adoptan los periodos de diseño máximos establecidos en la tabla que se muestra a continuación, según el Nivel de Complejidad del sistema.

Tabla 3-14 Periodo de diseño de estructuras del sistema de acueducto.





Nivel de Complejidad del Sistema	Período de diseño máximo
Bajo, Medio y Medio alto	25 años
Alto	30 años

Según con lo establecido en el informe de “POBLACIÓN DOTACIÓN Y DEMANDA”, el sistema de acueducto del Municipio de San Francisco pertenece a un nivel de complejidad **Medio**, por lo que las redes serán proyectadas a 25 años.

Caudal de diseño.

Para generar el modelo se utilizó como caudal de diseño el caudal medio diario ($Q_{md} = 25.60$ l/s para el año 2011 y $Q_{md} = 15.38$ l/s para el año 2035), para las distintas simulaciones se introdujo una curva de demanda horaria), al multiplicar el Q_{md} por el factor de demanda para la hora de máximo consumo (2.08) se obtiene el caudal máximo horario ($Q_{MH}=53.26$ l/s para el año 2011 y $Q_{MH}=31.98$ l/s para el año 2035) de esta manera se cumple con lo consignado en el numeral B.7.4.2 de la RAS 2000 “Para el **nivel medio de complejidad**, el caudal medio diario más el caudal de incendio”

Presiones en la red.

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 57	

El RAS 2000 en su literal B.7.4.5.1 establece que la presión mínima en la red depende del nivel de complejidad del sistema, tal como se especifica en la tabla que aparece a continuación.

Tabla 3-15 Presiones mínimas en la red de distribución.

Nivel de complejidad	Presión mínima (kPa)	Presión mínima (metros)
Bajo	98.1	10
Medio	98.1	10
Medio alto	147.2	15
Alto	147.2	15

Con base en la tabla anterior y definido un nivel de complejidad Medio, la Consultoría establece que la presión mínima que se debe garantizar en la red de distribución de esta localidad será de 10 mca.

Diámetros mínimos en redes de distribución.

Según lo enunciado dentro de la norma RAS 2000 en el capítulo B.7.4.6.1 la red matriz para el municipio de San Francisco debe ser de 4 pulgadas dado su nivel de complejidad. Así mismo, el diámetro mínimo de la red de distribución depende del nivel de complejidad del municipio y debido a que San Francisco es nivel Medio, el diámetro mínimo debe ser de 2”.

El diámetro mínimo existente en el sistema de distribución del Municipio es 1”, lo cual representa el 9% de la totalidad de la red, sin embargo como se evidenció dentro del modelo, se cumple con los demás parámetros definidos por el RAS 2000 y nombrados previamente.

3.1.5 Estructuras Especiales

3.1.5.1 Válvulas reductoras de presión:

Dentro de este capítulo se contempla la instalación de una válvula reductora de presión dentro de la red menor de distribución, esta válvula deberán ser instalada donde lo indican los planos anexos.

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 58	

Según el modelo realizado, las sobrepresiones se encuentran en la parte baja del municipio, y son mayores a 60 m.c.a, es necesario implementar válvulas reductoras de presión, a continuación se realiza el diseño de dichas válvulas.

Los criterios de dimensionamiento de las válvulas reductoras de presión radican principalmente en definir su diámetro en función del caudal y de la cabeza de presión a reducir. Para ello se utilizan los siguientes criterios:





- La pérdida total en el sistema de la VRP, incluyendo todos los accesorios y la válvula misma, no deben ser mayores a 10.0 mca.
- La válvula debe trabajar fuera de la zona en donde se pueda presentar cavitación de acuerdo con la recomendación dada por el fabricante (ver Ilustración 3-19).
- La válvula debe permitir caudales mínimos hasta de 1.0 L/s.
- Como caudal de diseño de la válvula se utiliza el caudal máximo horario (QMH) del escenario más crítico que transita por la válvula.

De los escenarios futuros el escenario a largo plazo es el más crítico; del modelo hidráulico se obtuvo un caudal máximo horario de 7.82 L/s para la válvula reguladora de presión (Ver Anexo 2). De acuerdo a este caudal se selecciona el diámetro de la válvula que tenga una pérdida local menor a 10 mca incluyendo todos los accesorios y la válvula misma. En la Tabla 3-16 se presenta el resumen de selección de las válvulas.

Tabla 3-16 Selección del Diámetro VRP-1

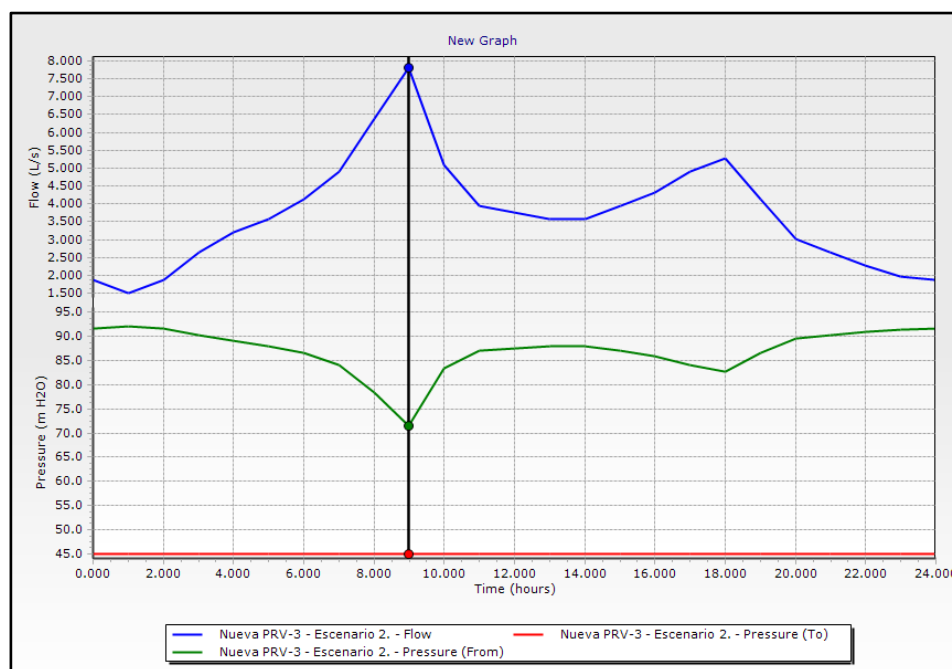
Válvula Reguladora de Presión	Municipio	Ø Entrada [pul]	Ø VRP [pul]	QMH 2011 (L/s)	QMH 2035 (L/s)	□ H _{pérdida} Accesorios T [m.c.a.]	□ H _{pérdida} VRP [m.c.a.]	□ H _{pérdida} Total [m.c.a.]	K _{pérdida} Total
VRP-1	SAN FRANCISCO	3	1.5	13.09	7.82	16.67	12.95	29.61	12.35
			2			5.27	4.38	9.65	12.72
			2.5			2.16	1.92	4.08	13.11
			3			1.04	0.76	1.80	12.04

De la tabla anterior se obtiene que el menor diámetro que tiene una pérdida total de la instalación menor a 10 mca para el caudal de diseño, es la VRP de 2 pulgadas de diámetro y por tanto este es el diámetro seleccionado para la estación reguladora de presión.

 <p>Consorcio Aguas de Cundinamarca</p>	<p>AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B</p>	 	<p>INTERVENTOR</p>  <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA</p>
<p>VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012</p>	<p>INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1</p>	<p>Página 59</p>	

Por otra parte, la válvula reguladora de presión debe operar dentro de la zona de seguridad establecida por el fabricante de acuerdo con la presión máxima de entrada y la presión mínima de salida para evitar daños por cavitación. En la Ilustración 3-19 se muestra la gráfica de operación de la válvula reguladora de presión en el escenario a largo plazo.

Ilustración 3-19 Presiones de Entrada y Salida VRP-1 Escenario Largo Plazo



De la Ilustración 3-19 se observa que la mayor presión de entrada es de 92.1 mca y sucede a la hora de menor consumo (1.00am) y la presión de salida se definió en 45.0 mca, este el punto de operación más crítico. En la Ilustración 3-20 se presentan las zonas de operación dadas por el fabricante y el punto de operación más crítico de la VRP-1.

Como se puede observar el punto de operación crítico se encuentra dentro de la zona de operación segura y por tanto se concluye que la presión mínima a la salida de la válvula reguladora de presión debe ser entre 34 y 45 mca, para garantizar una operación dentro de los límites seguros dados por el fabricante.





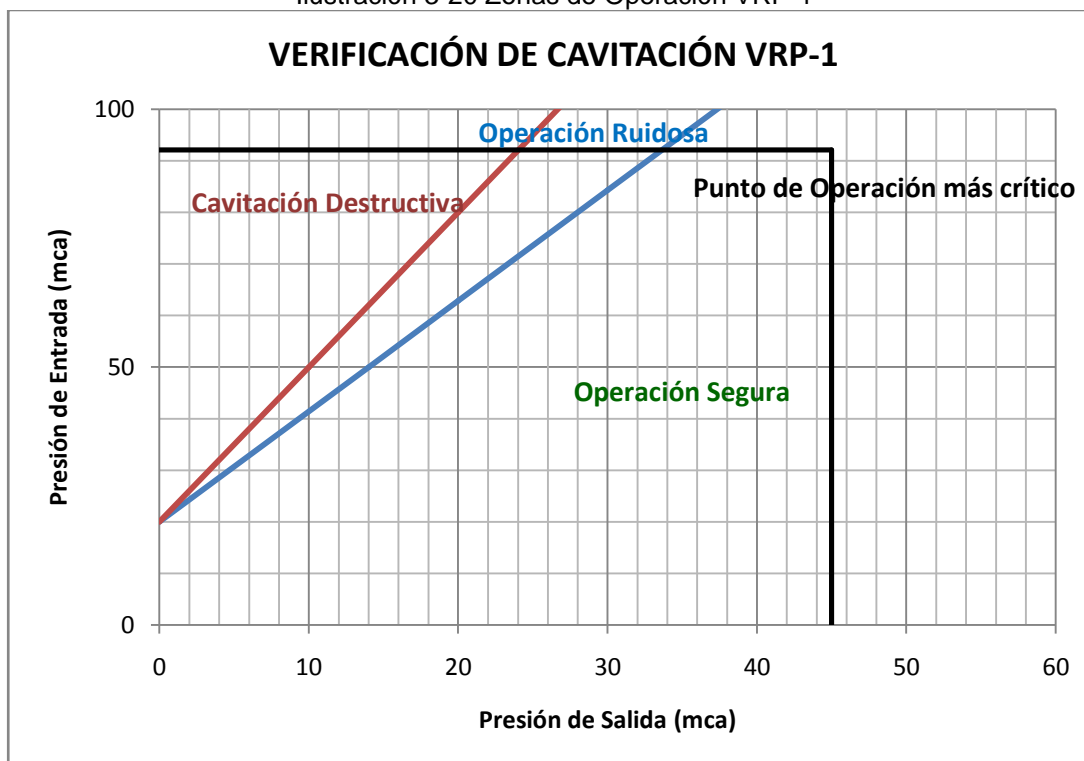
 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 60	

Ilustración 3-20 Zonas de Operación VRP-1



3.1.6 Diseño de Macromedidores

La implementación de Macromedidores permite obtener y analizar los datos operacionales del sistema de acueducto tales como caudales, presiones y niveles de agua en el sistema de abastecimiento. Aunque la instalación de los Macromedidores no garantiza la reducción de las pérdidas en el sistema, sí contribuye en la toma de acciones correctivas en la reducción de las mismas.

Para el diseño de macromedidores se consultó como referencia el catálogo de los medidores de caudal tipo Woltman. Se instalarán dos (2) macromedidores, a la salida de los tanques de almacenamiento, el primero estará ubicado a la salida del tanque principal y el segundo a la salida del modulo que abastece el barrio san Rafael.

Los criterios de dimensionamiento de los medidores son los siguientes:

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 61	

Macromedidor 1

- Se utiliza como caudal de diseño el correspondiente al caudal medio diario qmd del escenario más crítico ($Q_{md2035}=13.04$ l/s (Para sectores 2,3 y 4).
- El medidor debe permitir caudales mínimos entre 0.10 l/s y 5.0 l/s de acuerdo al diámetro seleccionado para cada escenario.
- La pérdida de carga a través del macromedidor no debe ser mayor a 5.0 mca.
- La verificación de la pérdida de carga se realiza con el caudal máximo horario QMH del escenario más crítico ($Q_{MH2035}= 27.11$ l/s (Para sectores 2,3 y 4).

Datos para dimensionamiento:

Caudal Nominal:	13.04 l/s
Caudal Máximo:	27.11 l/s
Caudal Mínimo:	4.69 l/s

Tabla 3-17. Rango de Medición de Macromedidores Tipo Woltman

Ø [mm]	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300
Ø [Pul]	1 1/2	2	2 1/2	3	4	5	6	8	10	12
Qn [l/s]	2.8	4.2	6.9	11.1	16.7	27.8	41.7	69.4	111.1	166.7
Qmáx [l/s]	8.3	8.3	13.9	22.2	33.3	55.6	83.3	138.9	222.2	333.3
Qmín [l/s]	0.1	0.1	0.2	0.3	0.5	0.8	1.3	2.1	3.3	5.0

Tabla 3-18. Diseño de los Medidores Requeridos

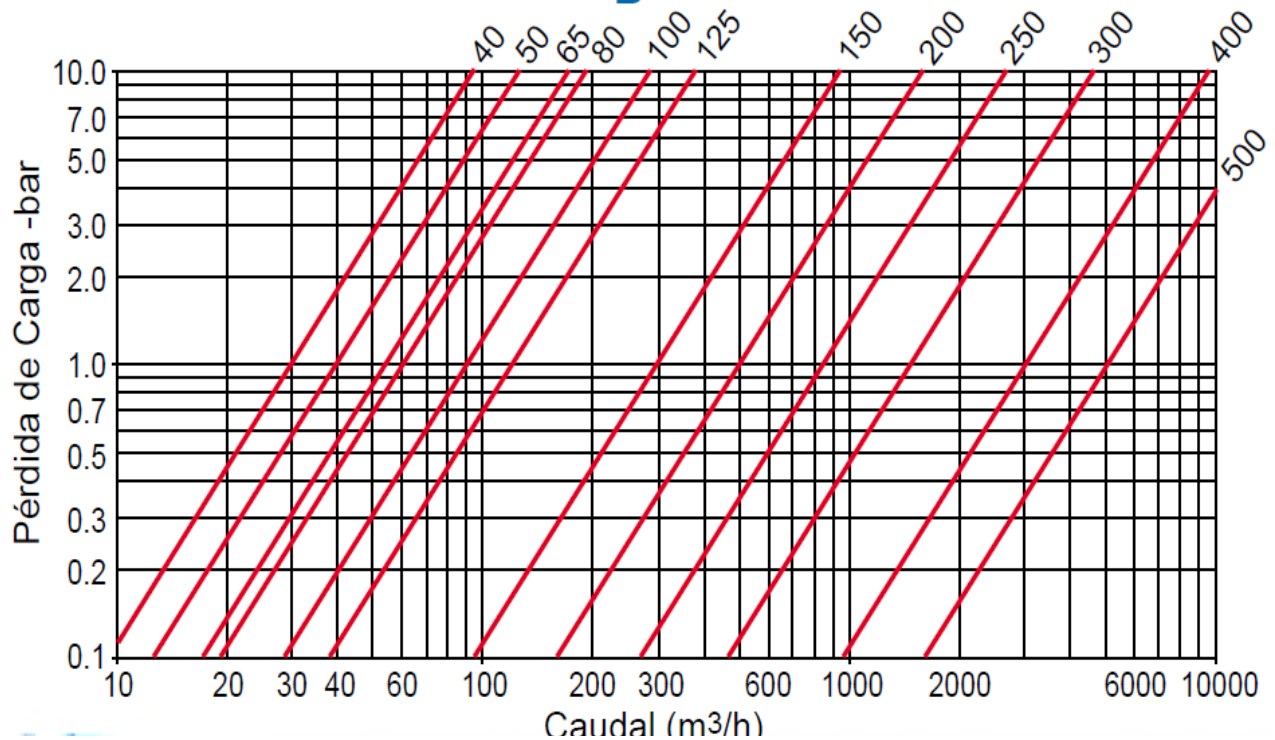
Qn (l/s)	Diámetro seleccionado in (mm)
13.04	4(100)

De acuerdo con los criterios de dimensionamiento expuestos anteriormente, se definió diámetro de Ø4" para al macromedidor de los tanques 2,3 y 4; para instalar en corto plazo.

De otra parte para la estimación de pérdidas a través de la restricción que implica el medidor se utilizó de referencia la gráfica mostrada a continuación.

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 62	

Figura 1 Pérdidas de Carga a Través del Macromedidor



Macromedidor 2

- Se utiliza como caudal de diseño el correspondiente al caudal medio diario qmd del escenario más crítico ($Q_{md_{2035}} = 2.34$ l/s (Para el sector 1).
- El medidor debe permitir caudales mínimos entre 0.10 l/s y 5.0 l/s de acuerdo al diámetro seleccionado para cada escenario.
- La pérdida de carga a través del macromedidor no debe ser mayor a 5.0 mca.
- La verificación de la pérdida de carga se realiza con el caudal máximo horario QMH del escenario más crítico ($Q_{MH_{2035}} = 4.87$ l/s (Para el sector 1).

Datos para dimensionamiento:

Caudal Nominal: 2.34 l/s
 Caudal Máximo: 4.87 l/s
 Caudal Mínimo: 0.93 l/s

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 63	

Tabla 3-19. Rango de Medición de Macromedidores Tipo Woltman

Ø [mm]	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300
Ø [Pul]	1 1/2	2	2 1/2	3	4	5	6	8	10	12
Qn [l/s]	2.8	4.2	6.9	11.1	16.7	27.8	41.7	69.4	111.1	166.7
Qmáx [l/s]	8.3	8.3	13.9	22.2	33.3	55.6	83.3	138.9	222.2	333.3
Qmín [l/s]	0.1	0.1	0.2	0.3	0.5	0.8	1.3	2.1	3.3	5.0

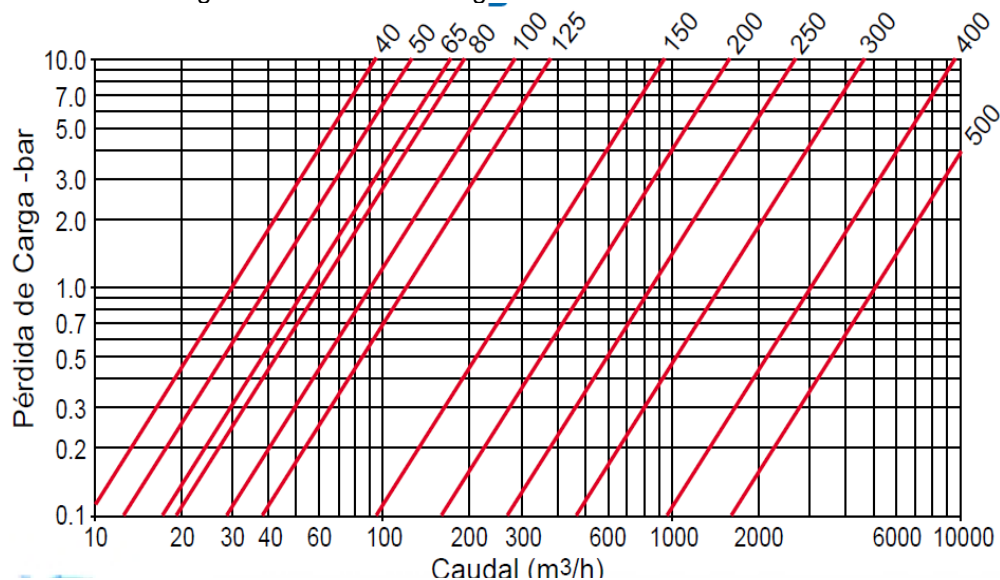
Tabla 3-20. Diseño de los Medidores Requeridos

Qn (l/s)	Diámetro seleccionado in (mm)
2.34	1 1/2(40)

De acuerdo con los criterios de dimensionamiento expuestos anteriormente, se definió diámetro de Ø1 1/2" para el macromedidor del tanque 1 o San Rafael.

De otra parte para la estimación de pérdidas a través de la restricción que implica el medidor se utilizó de referencia la gráfica mostrada a continuación.

Figura 2 Pérdidas de Carga a Través del Macromedidor



 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 64	

3.2 SISTEMA DE ALCANTARILLADO

3.2.1 Caudales de Diseño

Con el propósito de diseñar las redes de alcantarillado sanitario y pluvial se establecieron las áreas de drenaje y los caudales para cada uno de los colectores proyectados, en las tablas 1 y 2 del Anexo 2 se muestra el cálculo de los caudales de aguas residuales y aguas lluvias respectivamente. Una vez establecidos los caudales se realizó la modelación hidráulica de los colectores usando el software SewerGEMS Sanitary V8i con flujo permanente.

3.2.1.1 Caudales de Aguas Residuales

Caudal Medio Diario de Aguas Residuales

El caudal medio diario de aguas residuales para el año 2035, se estableció teniendo en cuenta lo siguiente:

- La población del casco urbano para el año 2035 es de 5799 habitantes.
- La dotación neta residencial más otros usuarios, para el año 2035 es de 157.98 litros/habitante*día.
- La población flotante para el año 2035 es de 580 habitantes.
- La dotación neta para la población flotante en el año 2035 es de 57.50 litros/habitante*día.

Con los datos antes mencionados se calculó una dotación neta proporcional para el año 2035, de la siguiente forma:

$$C_N = \frac{C * P + C_{PF} * PF}{P + PF}$$

Donde:

- C_N Dotación neta proporcional.
 P Población residente para el año 2035.
 PF Población flotante para el año 2035.
 C Dotación neta residencial + dotación neta otros usuarios para el año 2035.
 C_{PF} Dotación neta población flotante para el año 2035.

Por tanto para el casco urbano del municipio de San Francisco se estableció una dotación proporcional para el año 2035 de:

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 65	

$$C_N = \frac{157.98 \frac{Lt}{hab * día} + 5799 hab + 57.50 \frac{Lt}{hab * día} + 580 hab}{(5799 hab + 580 hab)}$$

$$C_N = 148.84 \frac{Lt}{hab * día}$$

Dado que la dotación calculada, considera los aportes de la población residente, la población flotante y los aportes por los usos industrial, comercial e institucional, al aplicar la siguiente ecuación, se determina el caudal medio diario de aguas residuales:

$$Q_{MD} = \frac{C + P + R}{86400}$$

La población P para cada uno de los tramos de la red de alcantarillado se estableció teniendo en cuenta el área de aporte aferente a cada tramo y la densidad D del centro poblado, la densidad poblacional se calculó considerando la población para el 2035 y las áreas de expansión planteadas en el Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio.

Para el año 2035 la densidad poblacional es de:

$$D = \frac{(5799 + 580) Hab}{(85.61) ha} = 71.19 \frac{Hab}{ha}$$


El coeficiente de retorno de aguas servidas domésticas se determinó con base el nivel de complejidad del sistema. Teniendo en cuenta que el nivel de complejidad para el sistema de alcantarillado del Municipio de San Francisco es MEDIO, se asume un coeficiente de retorno de 0.80.

Caudal Máximo Horario

A partir del caudal medio diario se estima el caudal máximo horario, QMH, el cuál es la base para establecer el caudal de evaluación hidráulica de la red de alcantarillado de aguas residuales.

En localidades donde existen registros de caudales picos, el caudal de diseño corresponde al caudal máximo horario del día máximo. Para el caso de análisis no se llevan estos registros, caso en el cual el RAS recomienda se estime el QMH como

$$Q_{MH} = F \cdot Q_{MD}$$

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 66	

Donde F es el factor de mayoración.

Factor de Mayoración

El RAS-2000 recomienda la utilización de los factores de mayoración de Harmon, Babbitt, Flores, Los Ángeles o Tchobanoglous, dentro de un determinado rango de población o de caudal medio diario de aguas residuales; sin embargo, no se establece un criterio de cuál puede ser más acertado.

En las ecuaciones de Babbitt, Harmon y Flores el factor se estima en función del número de habitantes, mientras que en las ecuaciones de Los Ángeles y Tchobanoglous se estima en términos del caudal medio diario.

Considerando que es apropiado estimar el factor en función del número de habitantes, se selecciona la expresión de Flores para establecer el factor de mayoración y determinar los caudales máximos horarios para los diferentes tramos de alcantarillado, a continuación se muestra la ecuación de Flores:

$$F = \frac{3.5}{P^{0.1}}$$

En general el valor de F debe ser mayor o igual a 1,4.



El factor F debe calcularse tramo por tramo de acuerdo con el incremento progresivo de población y caudal.

Aportes por Infiltración

Para estimar el aporte por infiltración se usa el valor unitario de 0.04 m³/mm(diámetro)*km*día, indicado en la Guía para el Diseño Hidráulico de Redes de Alcantarillado de las Empresas Públicas de Medellín EPM. El cálculo del caudal considera el diámetro y la longitud de las redes que pueden estar en contacto con los flujos de agua sub-superficial.

El aporte de caudal por infiltración, en litros por segundo, se determina a partir de la siguiente ecuación:

$$Q_{INF} = 0.04 \frac{m^3}{mm * km * día} * Diámetro(mm) * Longitud(Km) * \frac{1000Lt}{1m^3} * \frac{1día}{86400s} = Q_{INF}(L/s)$$

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 67	

Conexiones Erradas

Como el sistema de alcantarillado es netamente de aguas residuales, se consideró un factor de aporte por conexiones erradas de 0.20 Lt/s*ha de acuerdo a lo establecido por el RAS para el nivel MEDIO de complejidad.

Áreas de Drenaje

Con el catastro de redes y teniendo en cuenta la topografía del casco urbano, se establecieron las áreas de aporte de aguas residuales para cada tramo de la red de alcantarillado proyectada. En el Anexo 1 se adjuntan los planos correspondientes a la distribución de las áreas y el valor respectivo.

Para el cálculo de los caudales al año 2035, se consideran las zonas de expansión establecidas en el Esquema de Ordenamiento Territorial que se encuentra en trámite de aprobación.

Caudal de Evaluación Hidráulica

Para la evaluación hidráulica de las redes existentes con las cargas del año 2035, se considera la suma del caudal máximo horario, el caudal por infiltraciones y el caudal por conexiones erradas, teniendo en cuenta las áreas adicionales de desarrollo. En el Anexo 2 se muestran los resultados del cálculo de los caudales para el diseño del sistema de alcantarillado de aguas residuales.

3.2.1.2 Caudales de Aguas Lluvias

A continuación se presentan el procedimiento de cálculo de los caudales de aguas lluvias para el diseño de los colectores y el canal proyectado, de acuerdo con la metodología establecida en el Título D del Reglamento del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS 2000.

Caudales de diseño

El caudal de aguas lluvias se determina mediante el método racional modificado utilizando el software SEWERGEMS V8i.

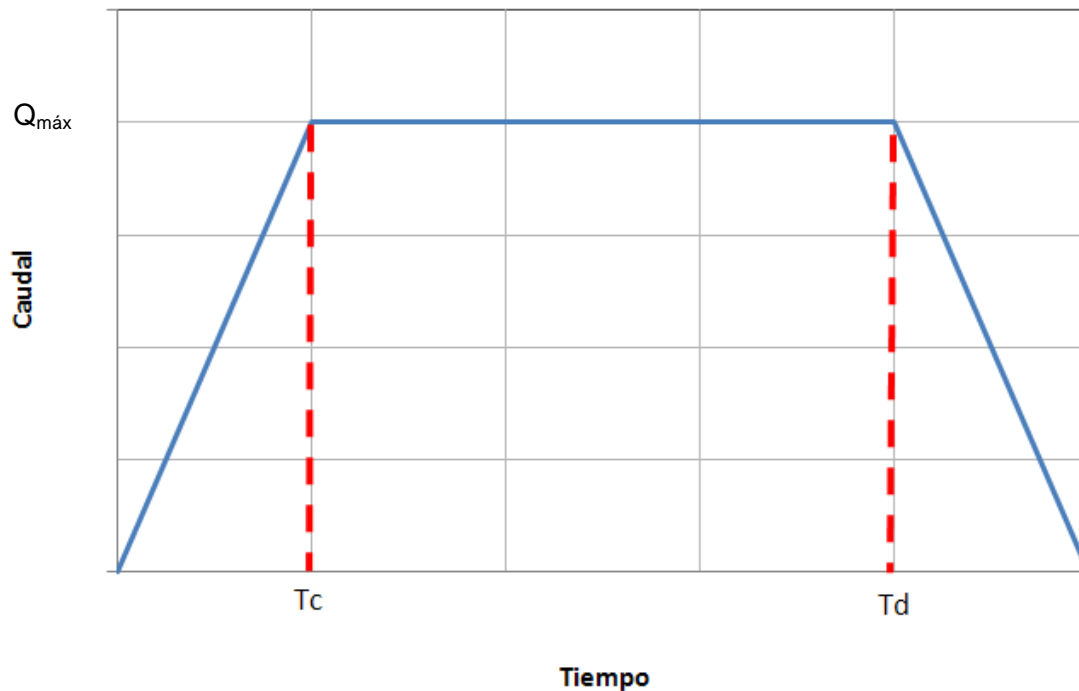
Este método es una extensión del método racional para lluvias con duración mayor que el tiempo de concentración, donde la forma del hidrograma es un trapecio, en la Ilustración 3-21, se muestra un hidrograma de éste tipo para una cuenca de drenaje con un tiempo de concentración T_c , sujeta a una lluvia de duración mayor T_d . El hidrograma aumenta en

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 68	

forma lineal hasta éste caudal en el tiempo de concentración, es constante hasta que la lluvia cesa (tiempo T_d) y luego disminuye linealmente hasta cero.





Los hidrogramas para lluvias de mayor duración tienen unos caudales pico menores, debido a que sus intensidades de lluvia también son menores.

Ilustración 3-21 Hidrograma Tipo del Método Racional Modificado



De conformidad con la Tabla D.4.2 del RAS-2000, con base en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y con el respectivo nivel de complejidad, se deben asumir periodos de retorno de 3, 5 o 10 años dependiendo del área de drenaje respectiva asignada a cada tramo de la red de alcantarillado. Debido a la forma como se realiza la modelación se tiene en cuenta el escenario crítico y por tanto se usa un tiempo de retorno de 5 años para la totalidad del sistema.

Para las áreas de drenaje sobre vías, con recorridos cortos hasta la ubicación del sumidero, se consideró un tiempo de entrada al pozo inicial de 10 minutos. Para las áreas que tienen amplias zonas verdes o recorridos extensos hasta la entrada al sistema, el tiempo de entrada se calculó mediante la ecuación de la FAA siguiendo las recomendaciones del RAS-2000.

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 69	

Curvas IDF

Estas curvas sintetizan las características de los eventos extremos máximos de precipitación de una determinada zona y definen la intensidad media de lluvia para diferentes duraciones de eventos de precipitación con periodos de retorno específicos. Es necesario verificar la existencia de curvas IDF para la localidad. Si existen, éstas deben ser analizadas para establecer su validez y confiabilidad para su aplicación al proyecto. Si no existen, es necesario obtenerlas a partir de información existente de lluvias.

La obtención de las curvas IDF debe realizarse con información pluviográfica de estaciones ubicadas en la localidad, derivando las curvas de frecuencia correspondientes mediante análisis puntuales de frecuencia de eventos extremos máximos. Eventualmente, es posible hacer análisis regionales de frecuencia en caso de disponer de más de una estación pluviográfica.

Si no existe información en la población, debe recurrirse a estaciones localizadas en la zona lo más cercanas a la población. Si esto no permite derivar curvas IDF aceptables para el proyecto, deben ajustarse curvas IDF por métodos sintéticos, preferencialmente derivados con información pluviográfica Colombiana.





De acuerdo con el nivel de complejidad del sistema, la manera mínima permitida de obtención de las curvas IDF se define así:

Tabla 3-21. Curvas IDF (RAS, 2000)

Nivel de Complejidad del sistema	Obtención mínima de curvas IDF
Bajo y medio	Sintética
Medio alto	Información pluviográfica regional
Alto	Información pluviográfica local

(Título D – Numeral D.4.3.3)

En concordancia con el Estudio Hidrológico adelantado por esta Consultoría para el municipio de San Francisco, en la Ilustración 3-22 se muestra la curva IDF utilizada para el cálculo de los caudales.

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 70	

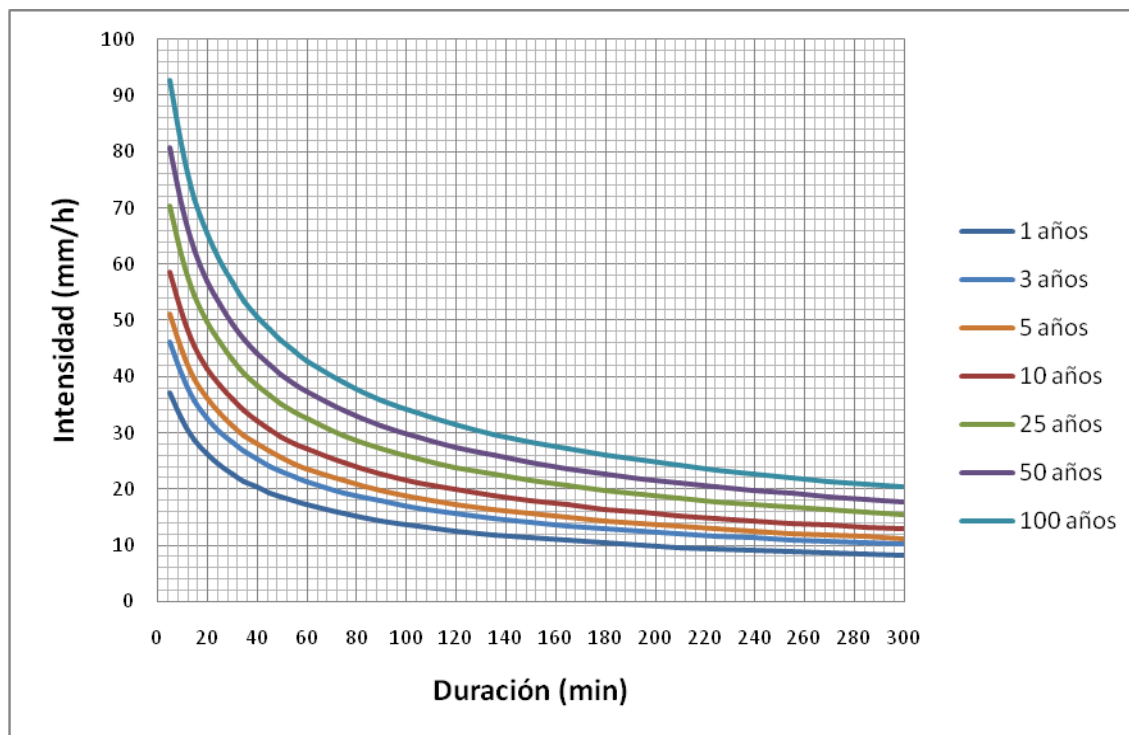


Ilustración 3-22 Curvas IDF del Casco Urbano del Municipio de San Francisco

La ecuación respectiva correspondiente a un periodo de retorno de 5 años es:

$$I = 2198.13(d + 10)^{-0.5}$$

Periodo de retorno de diseño

El periodo de retorno de diseño debe determinarse de acuerdo con la importancia de las áreas y con los daños, perjuicios o molestias que las inundaciones periódicas puedan ocasionar.

Dependiendo del nivel de complejidad del sistema, las autoridades locales deben definir el grado de protección, esto es, mínimo, aceptable o recomendado. En cualquier caso este grado de protección, o periodo de retorno debe ser igual o mayor al presentado a continuación:





 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 71	

Tabla 3-22. Grado de Protección Según Nivel de Complejidad del Sistema (RAS 2000)

Nivel de Complejidad del sistema	Grado de protección igual o mayor al
Bajo	Mínimo
Medio	Mínimo
Medio alto	Aceptable
Alto	Recomendado

(Título D – Numeral D.4.3.4)

Con base en la información anterior y con el respectivo nivel de complejidad, se estableció un grado de protección mínimo. Considerando que los tramos finales de la red de alcantarillado tendrán un área de drenaje mayor a 10 hectáreas, se establece de conformidad con la Tabla D.4.2 del RAS-2000 un periodo de retorno de 5 años para el cálculo de los caudales de aguas lluvias, que corresponde al valor aceptable por el RAS 2000.

Intensidad de Precipitación

La intensidad de precipitación que debe usarse en la estimación del caudal pico de aguas lluvias corresponde a la intensidad media de precipitación dada por las curvas IDF para el periodo de retorno de diseño definido, y una duración equivalente al tiempo de concentración de la escorrentía.

Coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía, C, es función del tipo de suelo, del grado de permeabilidad de la zona, de la pendiente del terreno y otros factores que determinan la fracción de la precipitación que se convierte en escorrentía. En su determinación deben considerarse las pérdidas por infiltración en el suelo y otros efectos retardadores de la escorrentía. De igual manera, debe incluir consideraciones sobre el desarrollo urbano, los planes de ordenamiento territorial y las disposiciones legales locales sobre uso del suelo.

El valor del coeficiente C debe ser estimado tanto para la situación inicial como la futura, al final del periodo de diseño.

Para áreas de drenaje que incluyan sub-áreas con coeficientes de escorrentía diferentes, el valor de C representativo del área debe calcularse como el promedio ponderado con las respectivas áreas.

En la Tabla 3-23 se muestran los valores guía para la selección del coeficiente de escorrentía C.



 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 72	

Tabla 3-23. Coeficientes de Escorrentía o Impermeabilidad

Tipo de Superficie	C
Cubiertas	0.75 - 0.95
Pavimentos asfálticos y superficies de concreto	0.70 - 0.95
Vías adoquinadas	0.70 - 0.85
Zonas comerciales o industriales	0.60 - 0.95
Residencial, con casas contiguas, predominio de zonas duras	0.75
Residencial multifamiliar, con bloques contiguos y zonas duras entre éstos	0.60 - 0.75
Residencial unifamiliar, con casas contiguas y predominio de jardines	0.40 – 0.60
Residencial, con casas rodeadas de jardines o multifamiliares apreciablemente separados	0.45
Residencial, con predominio de zonas verdes y parques-cementerios	0.30
Laderas sin vegetación	0.60
Laderas con vegetación	0.30
Parques recreacionales	0.20 – 0.35

(Título D – Numeral D.4.3.6)

Tiempo de concentración

El tiempo de concentración está compuesto por el tiempo de entrada y el tiempo de recorrido en el colector. El tiempo de entrada corresponde al tiempo requerido para que la escorrentía llegue al sumidero del colector, mientras que el tiempo de recorrido se asocia con el tiempo de viaje o tránsito del agua dentro del colector

Donde:
$$T_c = T_e + T_t$$

T_c : Tiempo de concentración
 T_e : Tiempo de entrada
 T_t : Tiempo de recorrido

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 73	

Existen varias fórmulas para estimar el tiempo de entrada. La ecuación de la FAA de los Estados Unidos se utiliza frecuentemente para la escorrentía superficial en áreas urbanas. Esta ecuación es

$$T_e = \frac{0.707 + (1.1 - C) \cdot L^{1/2}}{S^{1/3}}$$

Donde:

T_e : *Tiempo de entrada*
 C : *Coefficiente de escorrentía*
 S : *Pendiente del tramo*
 L : *Longitud del tramo*

El tiempo de recorrido en un colector se puede calcular como

$$T_t = \frac{L_c}{(60 + V)}$$

Donde:

T_t : *Tiempo de recorrido*
 L_c : *Longitud del tramo*
 V : *Velocidad real*





El tiempo de concentración mínimo en pozos iniciales es 10 minutos y máximo 20 minutos. El tiempo de entrada mínimo es 5 minutos.

Si dos o más colectores confluyen a la misma estructura de conexión, debe considerarse como tiempo de concentración en ese punto el mayor de los tiempos de concentración de los respectivos colectores.

El tiempo de concentración se calcula considerando un tiempo de entrada al pozo inicial de 10 minutos y adicionando, según corresponda, los tiempos de recorrido del agua en los diferentes tramos de la red de alcantarillado.

Áreas de drenaje

El trazado de la red de drenaje de aguas lluvias debe, en general, seguir las calles de la localidad. La extensión y el tipo de áreas tributarias deben determinarse para cada tramo por diseñar. El área aferente debe incluir el área tributaria propia del tramo en consideración. Las áreas de drenaje deben ser determinadas por medición directa en planos, y su delimitación debe ser consistente con las redes de drenaje natural.

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 74	

En los planos del Anexo 1 se adjunta el plano de áreas de drenaje para cada uno de los tramos de los colectores de aguas lluvias proyectados y el área de drenaje para el canal interceptor.

3.2.2 Colectores de Aguas Residuales

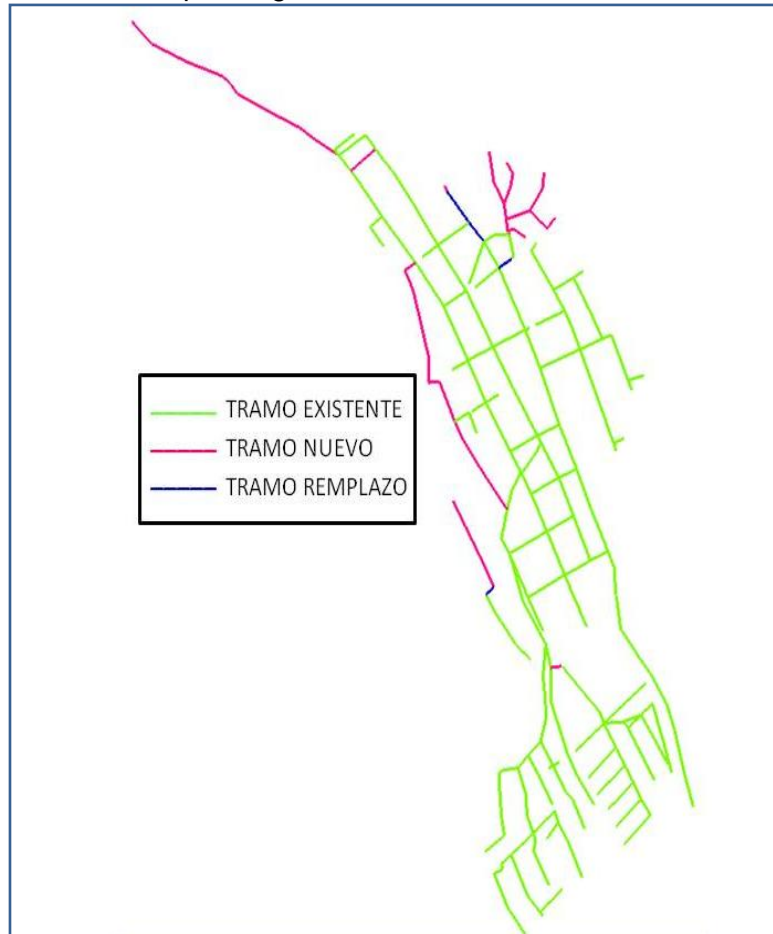
Los colectores proyectados corresponden a los tramos existentes que por condiciones hidráulicas requieren ampliación de capacidad o cambio de pendiente longitudinal, de igual forma se proyectan tramos nuevos requeridos para la reconfiguración de la red y la suspensión de los tres puntos de vertimiento de aguas residuales existente.

Para el diseño y dimensionamiento de las estructuras se utilizaron los parámetros de diseño y caudales establecidos en el numeral 3.2.1 del presente documento. A continuación se presenta un esquema del sistema de alcantarillado proyectado, los tramos presentados en color azul corresponden a tramos proyectados no existentes en el sistema actual, en color verde se presentan los tramos existentes que deben ser modificados por condiciones hidráulicas. En los planos de del Anexo 1 se muestran en detalle las áreas de drenaje de los diferentes tramos de los colectores proyectados y el trazado en planta, mientras que en las Tablas del Anexo 2 se muestran los resultados de la modelación hidráulica de la red.

Los colectores proyectados tienen una longitud total de 2128.6 metros, en tubería de PVC con diámetros comprendidos entre 8" y 16" y una profundidad media de 1.29 metros. Se requiere la construcción de 40 pozos de inspección y el reemplazo de 16 pozos existentes.

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 75	

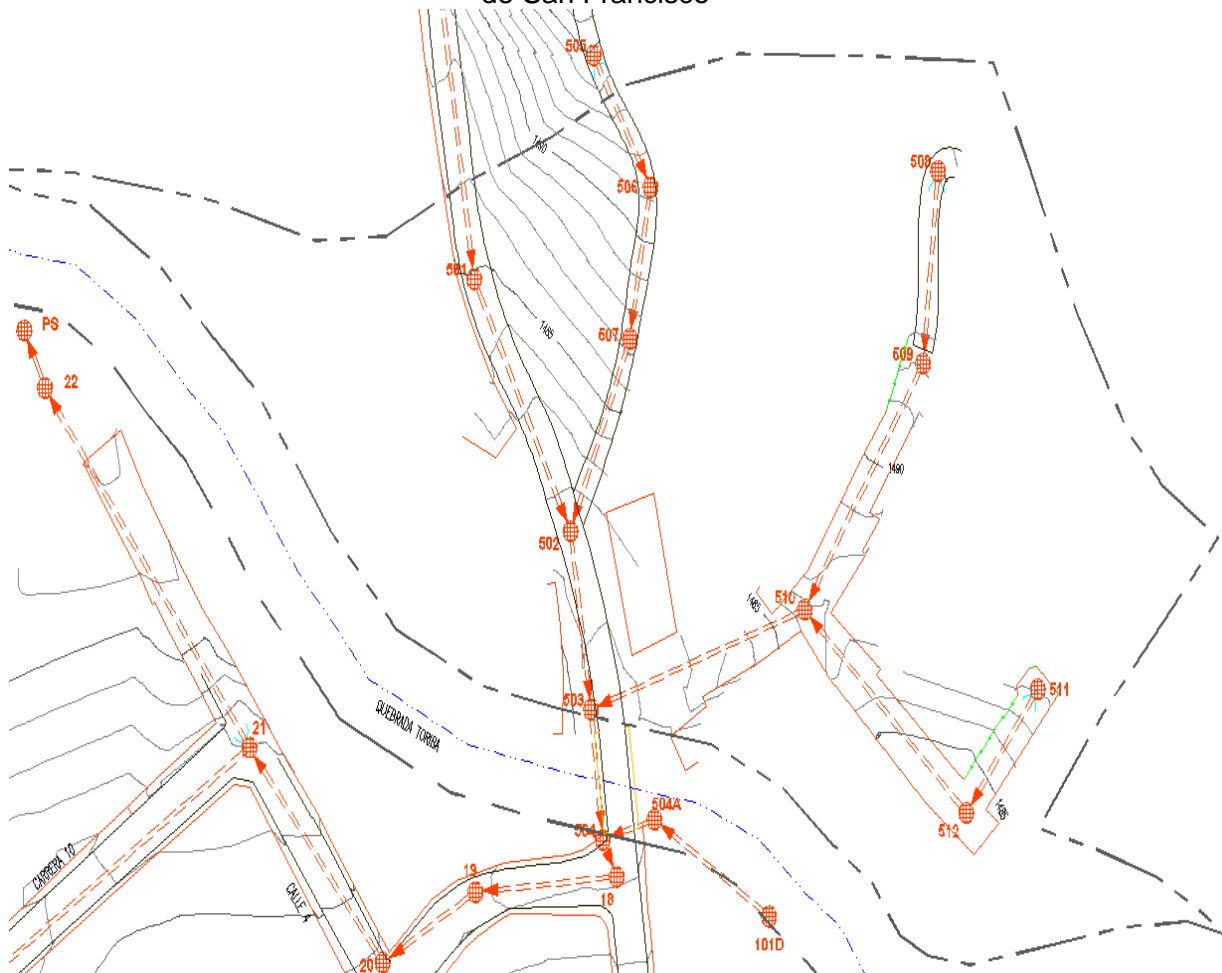
Ilustración 3-23 Esquema general del Sistema de Alcantarillado Sanitario



A continuación en la **Ilustración 3-24** se pueden ver los tramos sanitarios proyectados del sector nororiental del municipio de San Francisco en el costado norte de la Quebrada Toriba entre las carreras 9 y 10, el sector donde se proyectan estos tramos pertenece a parte de la zona de expansión del municipio conectándose al otro lado de la Quebrada en el pozo 18 continuando por la red existente con algunos tramos reemplazados para finalmente descargar en la PTAR.

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 76	

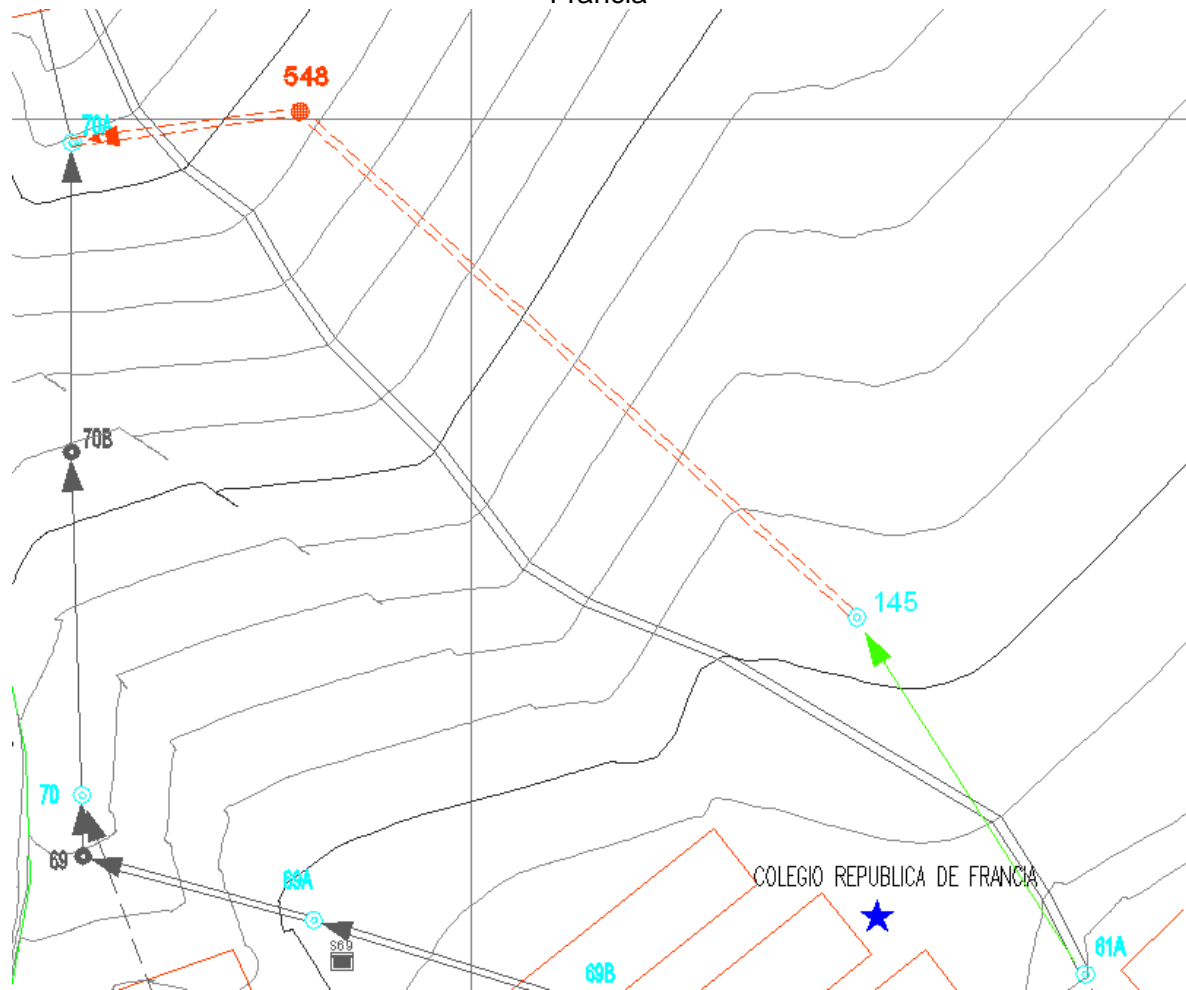
Ilustración 3-24 Esquema tramos sanitarios proyectados sector nororiental del municipio de San Francisco



Otros de los tramos proyectados se pueden ver en la Ilustración 3-35 en el predio donde se ubica el colegio República de Francia, en este punto existe un problema con el pozo 145 ya que las aguas combinadas provenientes de la parte alta del municipio estaban siendo descargas a un pequeño canal que conecta aguas abajo al Cabezal 3 el cual hace parte de la red pluvial; entonces fue necesario crear un pozo que conecte estas tuberías con la red existente sanitaria (pozo 70A) independizando los dos sistemas y solucionando el problema en este punto.

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 77	

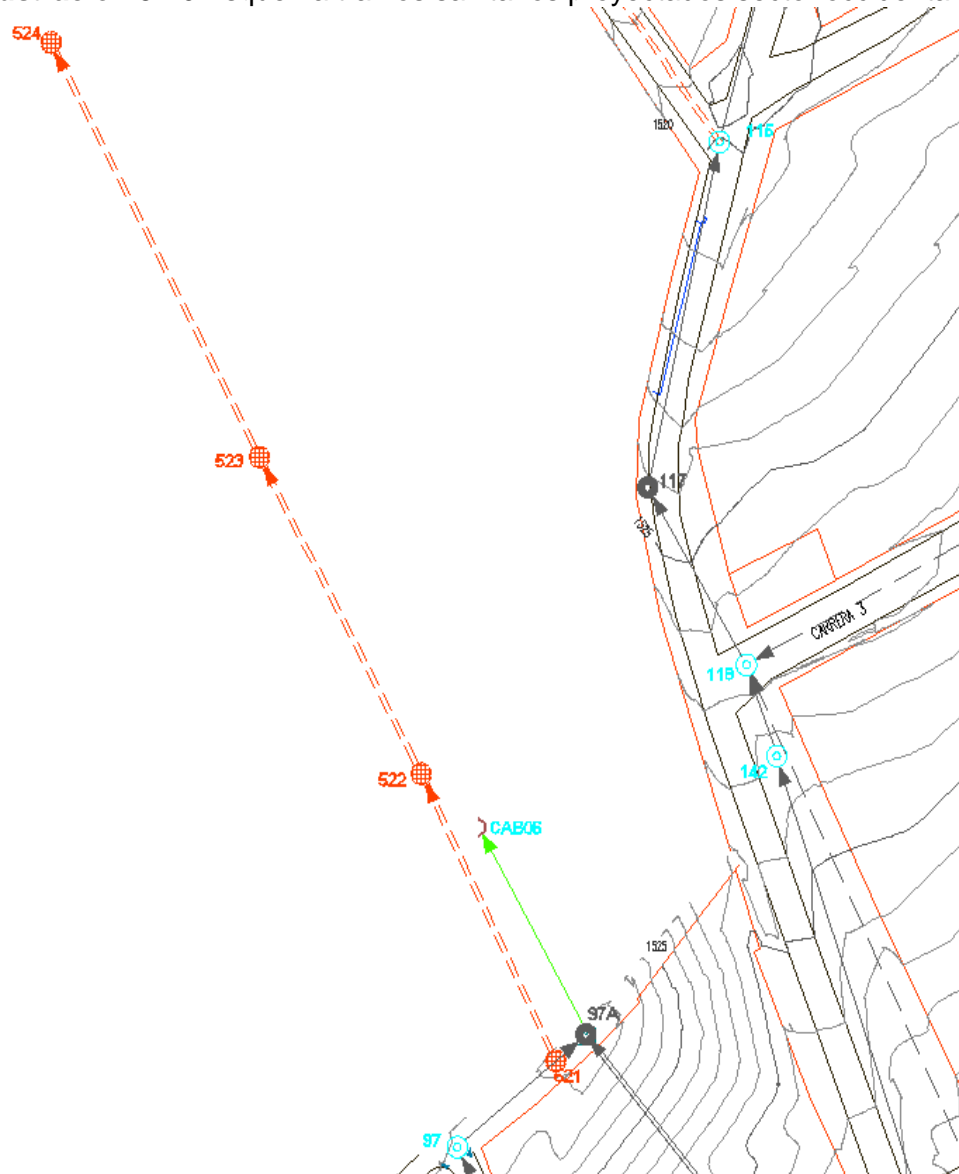
Ilustración 3-25 Esquema tramos sanitarios proyectados sector Colegio República de Francia



A continuación en la Ilustración 3-26 se pueden ver algunos de los tramos proyectados en la zona occidental del municipio, el objetivo de estos es independizar los sistemas pluvial y sanitario provenientes de los pozos 95 a 97 y dejar el cabezal 06 de descarga unicamente para aguas lluvias, para esto se creó un pozo intermedio (521) entre los pozos 97 y 97A y partiendo de estos se pretende construir 3 tramos paralelos al cabezal 06 que conduzcan las aguas negras de la zona a la descarga 524.

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 PLAN DEPARTAMENTAL DE AGUAS CUNDINAMARCA  Empresas Públicas De Cundinamarca	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 78	

Ilustración 3-26 Esquema tramos sanitarios proyectados sector occidental



En la Ilustración 3-27 se pueden observar los otros tramos proyectados en el sector occidental del municipio los cuales ayudan a aliviar el caudal proveniente de los tramos que pasan a lo largo de la vía El Encuentro, distribuyendo este caudal en el pozo 115 a la altura de la carrera 4 e integrándose nuevamente a la red existente en el pozo 24 ubicado en la carrera 10 con calle 2.



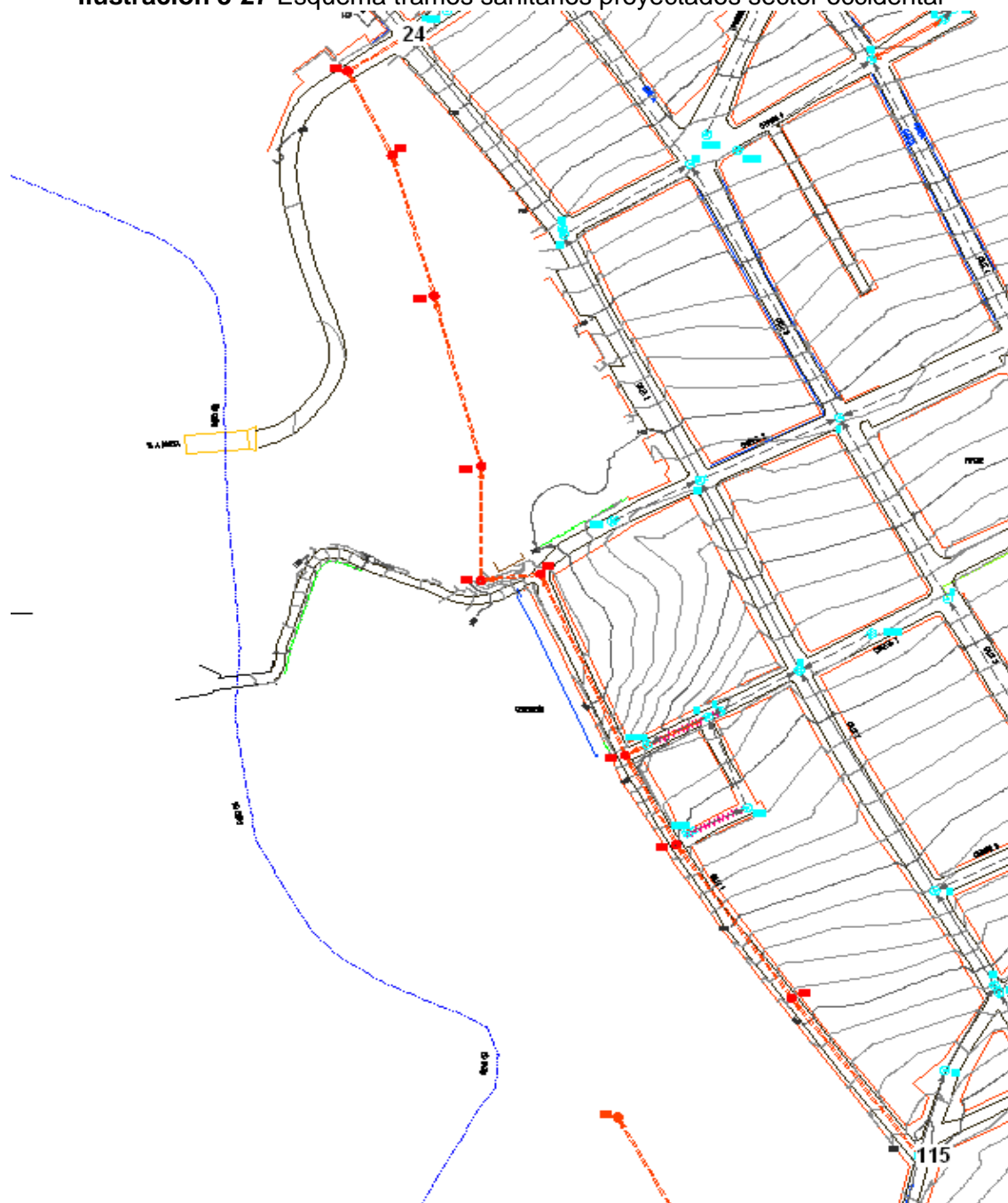
 <p>Consorcio Aguas de Cundinamarca</p>	<p>AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B</p>	 	<p>INTERVENTOR</p>  <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA</p>
<p>VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012</p>	<p>INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1</p>	<p>Página 79</p>	

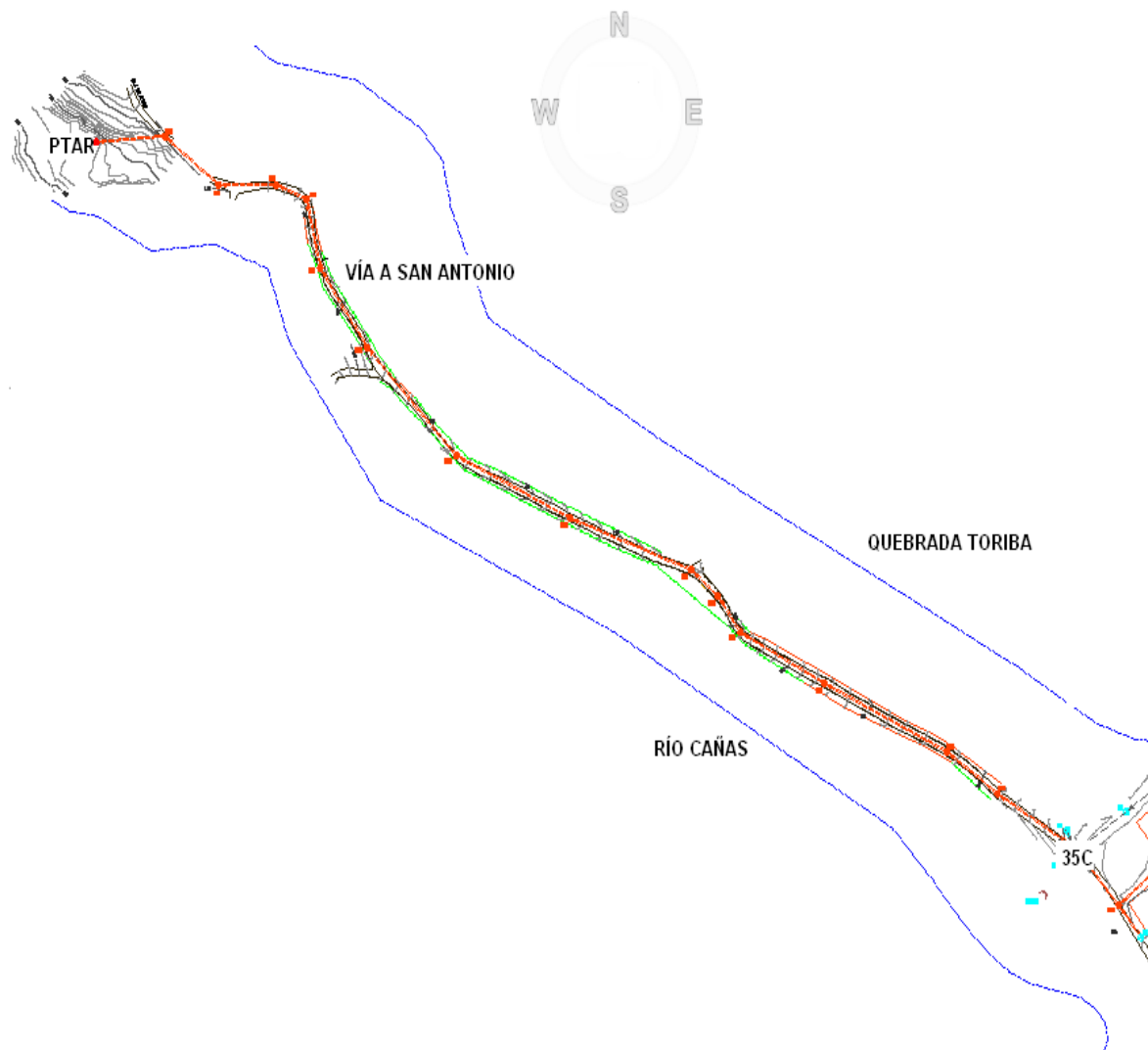
Ilustración 3-27 Esquema tramos sanitarios proyectados sector occidental







 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 80	

La Ilustración 3-28 muestra el colector proyectado en la zona noroccidental del municipio, el cual atravesaría la vía a San Antonio y terminaría en el sector destinado a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales el cual tiene una longitud aproximada de 750 metros y será construido en su totalidad en PVC.

Ilustración 3-28 Esquema tramos sanitarios proyectados sector noroccidental municipio de San Francisco



 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 81	

3.2.3 Alcantarillado Pluvial

Para independizar las redes de alcantarillado sanitario y pluvial en la zona donde se presenta falta de capacidad del sistema, se proyecta la construcción de varios colectores de aguas lluvias.

La proyección de los colectores pluviales evitará la sobrecarga del sistema de alcantarillado sanitario, reduciendo el deterioro de las redes e impidiendo el rebose de las aguas combinadas a través de los pozos de inspección en época de invierno. Por tanto, se disminuirá la proliferación de enfermedades, el deterioro de la infraestructura de servicios públicos, de vías urbanas y de predios privados.

Para lograr un sistema pluvial óptimo para el municipio fue necesaria la proyección de 4295.68 metros de tubería en su totalidad de PVC y de 288 sumideros que capten las aguas lluvias, la mayoría de los sumideros contemplados en este diseño son nuevos debido a que los existentes se encuentran en mal estado y no son suficientes.

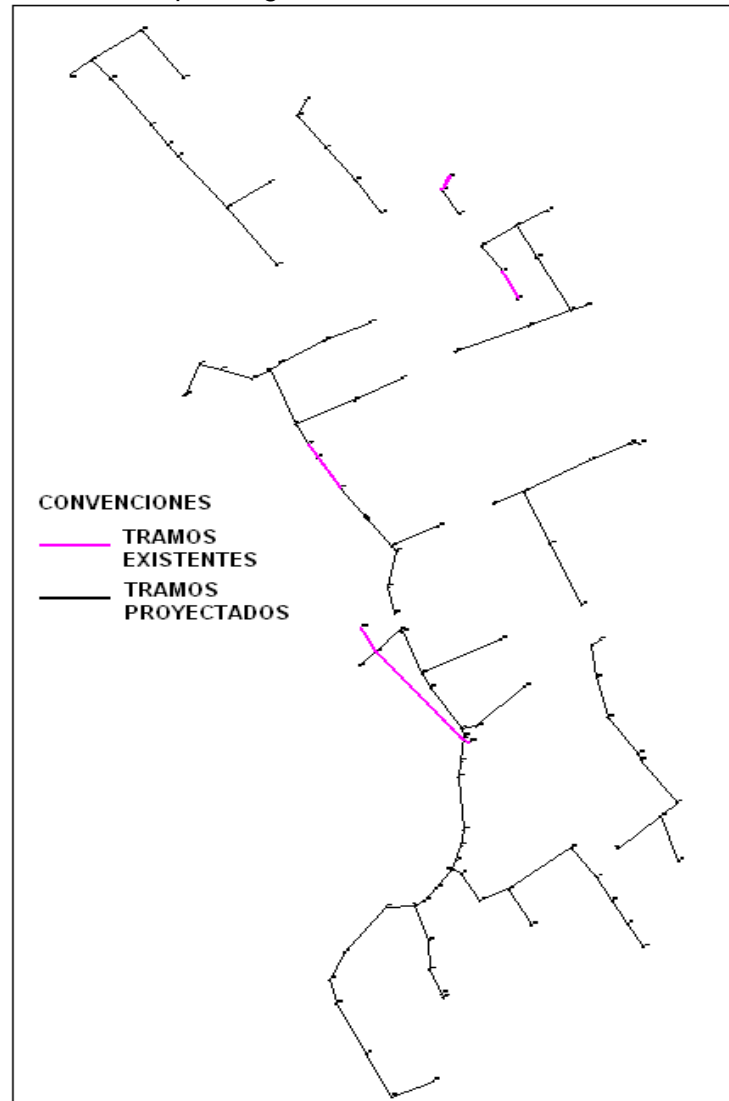
En los planos del Anexo 1 se muestran las áreas de drenaje para cada uno de los tramos de los colectores proyectados y el trazado en planta, mientras que en las Tablas del Anexo 2 se muestran los resultados de la modelación hidráulica.

El diseño de los colectores pluviales proyectados se realizó siguiendo lo expuesto en el numeral 3.2.1.2 del presente documento y de acuerdo con el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2000.

A continuación en la Ilustración 3-29 se puede ver que la mayoría del sistema pluvial es proyectado y que los tramos existentes en buen estado no son suficientes para cubrir la demanda de todo el municipio.

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 82	

Ilustración 3-29 Esquema general del Sistema de Alcantarillado Pluvial



En las ilustraciones **Ilustración 3-30**, **Ilustración 3-31**, **Ilustración 3-32** se pueden ver los esquemas de los tramos pluviales a lo largo de todo el municipio los cuales están en amarillo, se puede observar que la red casi en su totalidad es proyectada ya que la actual es prácticamente inexistente. En los planos anexos se pueden apreciar las áreas que fueron asignadas a cada pozo con sumideros. Con esta alternativa de diseño quedan completamente independizados los sistemas pluvial y sanitario solucionando las fallas de algunos de los tramos determinados en el diagnóstico.





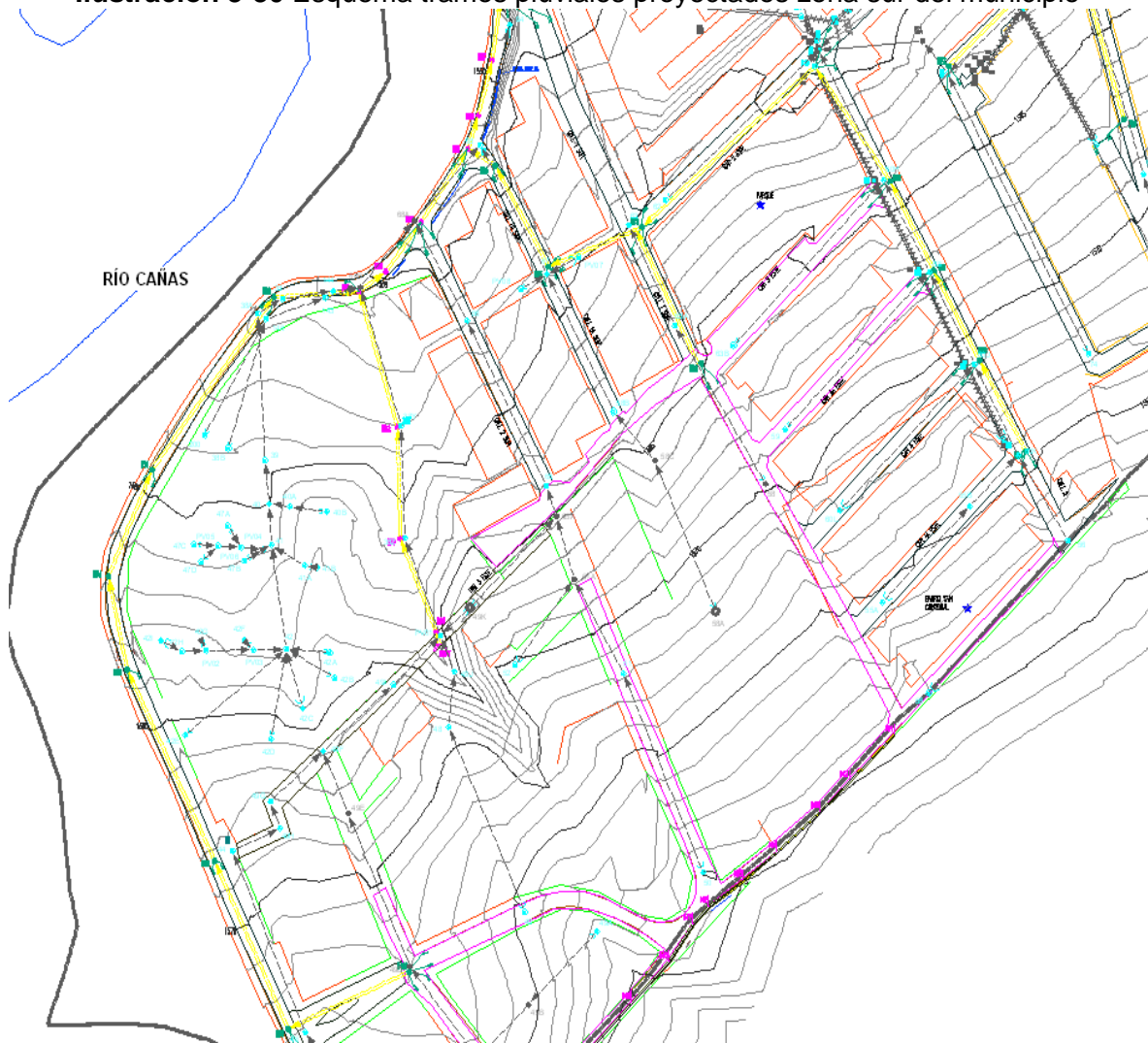
 <p>Consorcio Aguas de Cundinamarca</p>	<p>AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B</p>	 	<p>INTERVENTOR</p>  <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA</p>
<p>VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012</p>	<p>INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1</p>	<p>Página 83</p>	

Ilustración 3-30 Esquema tramos pluviales proyectados zona sur del municipio







 <p>Consorcio Aguas de Cundinamarca</p>	<p>AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B</p>	 	<p>INTERVENTOR</p>  <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA</p>
<p>VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012</p>	<p>INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1</p>	<p>Página 84</p>	

Ilustración 3-31 Esquema tramos pluviales proyectados zona centro del municipio

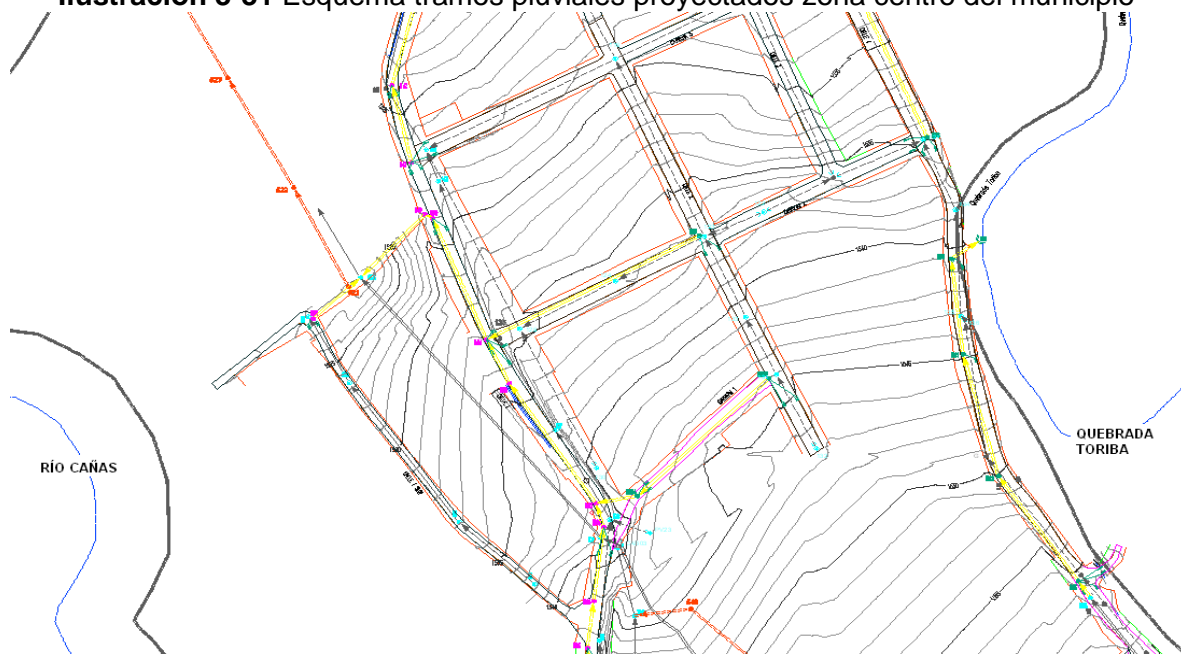
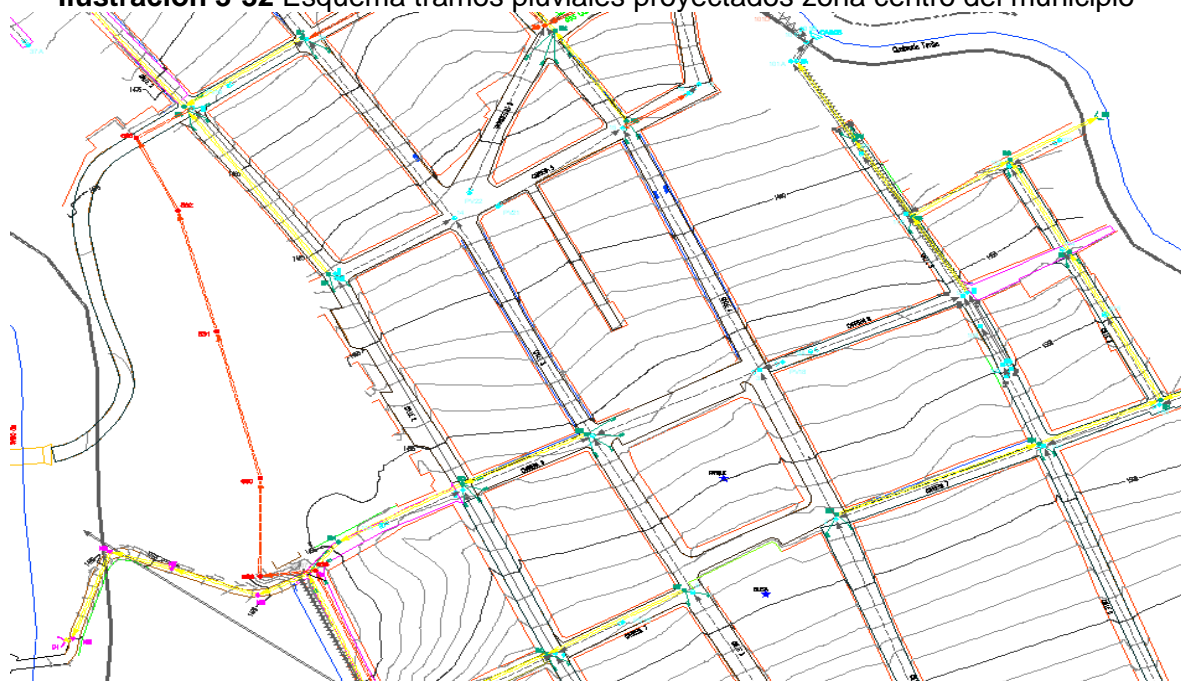






Ilustración 3-32 Esquema tramos pluviales proyectados zona centro del municipio



 <p>Consorcio Aguas de Cundinamarca</p>	<p>AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B</p>	 	<p>INTERVENTOR</p>  <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA</p>
<p>VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012</p>	<p>INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1</p>	<p>Página 85</p>	

3.2.3.1 Canal aguas lluvias

El canal trapezoidal proyectado, tendrá una operación temporal, debido a que actualmente la zona sur concebida como zona de futuro desarrollo, no tiene definido su urbanismo, lo cual significa que a la fecha no se tiene proyectadas vías de acceso, calles y carreras integradas al urbanismo actual; sin embargo el agua lluvia que cae sobre esta zona debe ser captada para evitar la sobrecarga de los colectores proyectados y el deterioro de las vías y predios privados por el transcurrir incontrolado de los flujos de agua.

En los planos del Anexo 1, se presenta la ubicación en planta del canal proyectado, el cual tiene una longitud de 248 metros y sección trapezoidal de base 0.30 metros con taludes 1:2. El canal proyectado debe ser construido en tierra, lo cual significa excavar en la superficie del terreno, hasta la cota indicada en los planos de diseño.

Con el propósito de evaluar la capacidad y el funcionamiento del canal se utilizó el software HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center – River Analysis System) Versión 4. El modelo HEC-2 fue desarrollado en la década de los 60 por el Hydrologic Engineering Center, organismo dependiente del U.S. Army Corps of Engineers. Desde su primera versión en 1964 ha sido mejorado sucesivamente hasta la versión HEC-RAS 4 en la cual se ha basado el cálculo hidráulico desarrollado en este documento.

El modelo simula las condiciones de una corriente a flujo libre, ríos o canales, calculando las variables características del flujo en régimen permanente.

El procedimiento de cálculo se basa en la resolución iterativa de la ecuación unidimensional de la energía mediante el método del paso estándar (Chaudry, 1993).

Las principales hipótesis asumidas por el modelo bajo las condiciones utilizadas para la simulación son:

- ✓ Flujo permanente: no hay variación de la profundidad ni de la velocidad con el tiempo.
- ✓ Flujo gradualmente variado: se asume una distribución hidrostática de presiones.
- ✓ Flujo unidimensional: la única componente de la velocidad es la dirección del flujo.
- ✓ Las pendientes son pequeñas, menores al 10%, por lo que la profundidad es representativa de la altura de presión.

Con estas hipótesis, la ecuación de energía entre dos secciones, S1 y S2 de un flujo unidimensional, es:

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 86	

$$z_1 + y_1 + \alpha_1 \frac{U_1^2}{2g} = z_2 + y_2 + \alpha_2 \frac{U_2^2}{2g} + h_e$$

Ecuación 1

Siendo para la sección transversal 1 ó 2:

z: Elevación del fondo de la sección transversal respecto a un nivel de referencia.

y: Profundidad del agua en la sección transversal.

α : Coeficiente de energía, que tiene en cuenta la distribución no uniforme de velocidades en esa sección.

U: Velocidad media del flujo en la sección.

g: aceleración de la gravedad.

h_e : pérdida de energía entre las secciones 1 y 2.

Esta pérdida de energía, h_e , viene determinada por la expresión:

$$h_e = L \cdot \bar{S}_f + C \left| \alpha_1 \frac{U_1^2}{2g} - \alpha_2 \frac{U_2^2}{2g} \right|$$

Ecuación 2

Donde:

L: longitud del tramo.

\bar{S}_f : pendiente de la línea de energía del tramo.

C: coeficiente de pérdidas por expansión o contracción.

La hipótesis fundamental realizada por el software HEC-RAS es que la pérdida de altura por fricción en una sección es la misma que tendría un flujo uniforme que tuviese la velocidad y radio hidráulico correspondiente a esa sección. Esta consideración permite aplicar la ecuación de Manning de flujo uniforme para evaluar la pendiente de fricción en una sección transversal del cauce, con lo que resulta:

$$Q = K \cdot \bar{S}_f$$

Ecuación 3

Donde:

Q: caudal.

K: capacidad de transporte que responde a la expresión:

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 87	

$$K = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R_h^{2/3}$$

Ecuación 4

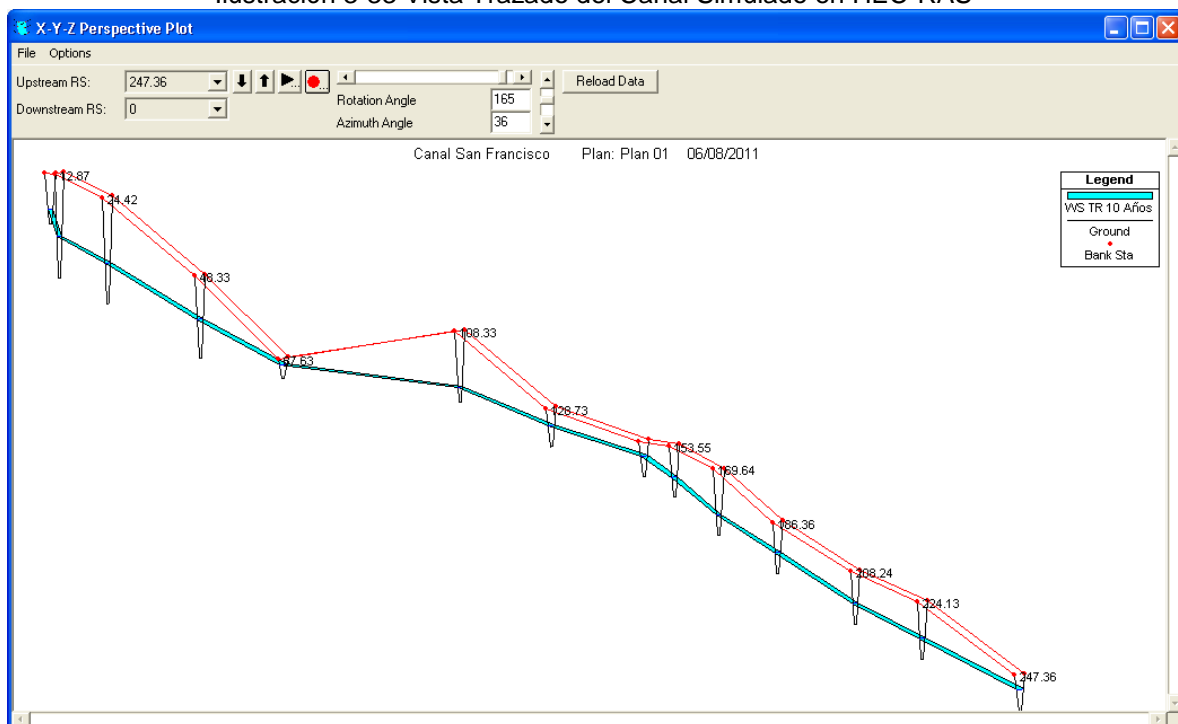
Donde:

n: coeficiente de rugosidad de Manning.

A: área de la sección transversal.





Rh: radio hidráulico.

Ilustración 3-33 Vista Trazado del Canal Simulado en HEC-RAS



Los caudales para la simulación de los canales se establecieron de acuerdo a lo indicado en el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2000, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- El nivel de complejidad del sistema de acuerdo al estudio de población y demanda es MEDIO.
- Para determinar los caudales de diseño se usa el Método Racional

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 88	

- La cuenca que drena tiene abundante vegetación por lo tanto el coeficiente de escorrentía elegido es de 0.40
- El área de drenaje se determinó considerando la topografía de la cuenca y los límites naturales.
- Considerando el estudio hidrológico se usaron las curvas IDF para diferentes tiempos de retorno.
- El tiempo de concentración empleado será de 10 min

Tabla 3-24 Valores Curvas IDF del Casco Urbano del Municipio de San Francisco

TR	Intensidades de aguacero (mm/h)						
	1 años	3 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
Duración (min)	1	3	5	10	25	50	100
0	45.52	56.61	62.66	71.90	86.24	98.96	113.56
5	37.17	46.22	51.16	58.70	70.41	80.80	92.72
10	32.19	40.03	44.30	50.84	60.98	69.97	80.30
15	28.79	35.81	39.63	45.47	54.54	62.59	71.82
20	26.28	32.69	36.17	41.51	49.79	57.13	65.56
25	24.33	30.26	33.49	38.43	46.10	52.90	60.70
30	22.76	28.31	31.33	35.95	43.12	49.48	56.78
35	21.46	26.69	29.54	33.89	40.65	46.65	53.53
40	20.36	25.32	28.02	32.15	38.57	44.26	50.78
45	19.41	24.14	26.72	30.66	36.77	42.20	48.42
50	18.58	23.11	25.58	29.35	35.21	40.40	46.36
55	17.85	22.21	24.58	28.20	33.83	38.82	44.54
60	17.21	21.40	23.68	27.17	32.60	37.40	42.92
75	15.61	19.42	21.49	24.66	29.58	33.94	38.95
90	14.40	17.90	19.81	22.74	27.27	31.29	35.91
105	13.42	16.69	18.48	21.20	25.43	29.18	33.49
120	12.63	15.70	17.38	19.94	23.92	27.45	31.49
135	11.95	14.87	16.45	18.88	22.65	25.99	29.82
150	11.38	14.15	15.66	17.97	21.56	24.74	28.39
165	10.88	13.53	14.98	17.19	20.62	23.66	27.15
180	10.44	12.99	14.37	16.49	19.78	22.70	26.05
195	10.05	12.50	13.84	15.88	19.05	21.86	25.08
210	9.71	12.07	13.36	15.33	18.39	21.10	24.21

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 89	

Intensidades de aguacero (mm/h)							
TR	1 años	3 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
Duración (min)	1	3	5	10	25	50	100
225	9.39	11.68	12.92	14.83	17.79	20.41	23.42
240	9.10	11.32	12.53	14.38	17.25	19.79	22.71
255	8.84	11.00	12.17	13.97	16.75	19.22	22.06
270	8.60	10.70	11.84	13.59	16.30	18.70	21.46
285	8.38	10.42	11.54	13.24	15.88	18.22	20.91
300	8.18	10.17	11.25	12.91	15.49	17.77	20.40

En Tabla 3-25 se muestra el caudal de diseño, considerando un tiempo de retorno de 10 años, de acuerdo con lo requerido por el Reglamento técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS 2000 en la Tabla D.4.2.

Tabla 3-25 Caudal para la Evaluación Canal San Francisco

Canales	Área (ha)	C. Escorrentía	Intensidad (L/s*Ha)	Q Diseño (L/s)
Canal 1	5.484	0.40	141.3	310.03

El criterio para el dimensionamiento del canal se fundamenta en la asignación de una sección trapezoidal tipo, la cual tiene 0,30 metros de base, se calcula la altura de la lámina de agua, a este valor se le incrementa un 25% para tener un borde libre, este valor será la altura del canal.

Como regla fundamental se procurará que el comportamiento del flujo sobre los canales sea siempre sub-crítico.

El periodo de retorno seleccionado para el diseño del canal es de 10 años, periodo adecuado para la proyección de esta obra.





 <p>Consorcio Aguas de Cundinamarca</p>	<p>AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B</p>	 	<p>INTERVENTOR</p>  <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA</p>
<p>VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012</p>	<p>INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1</p>	<p>Página 90</p>	

Ilustración Vista distribución de velocidades canal, Tr=10 años

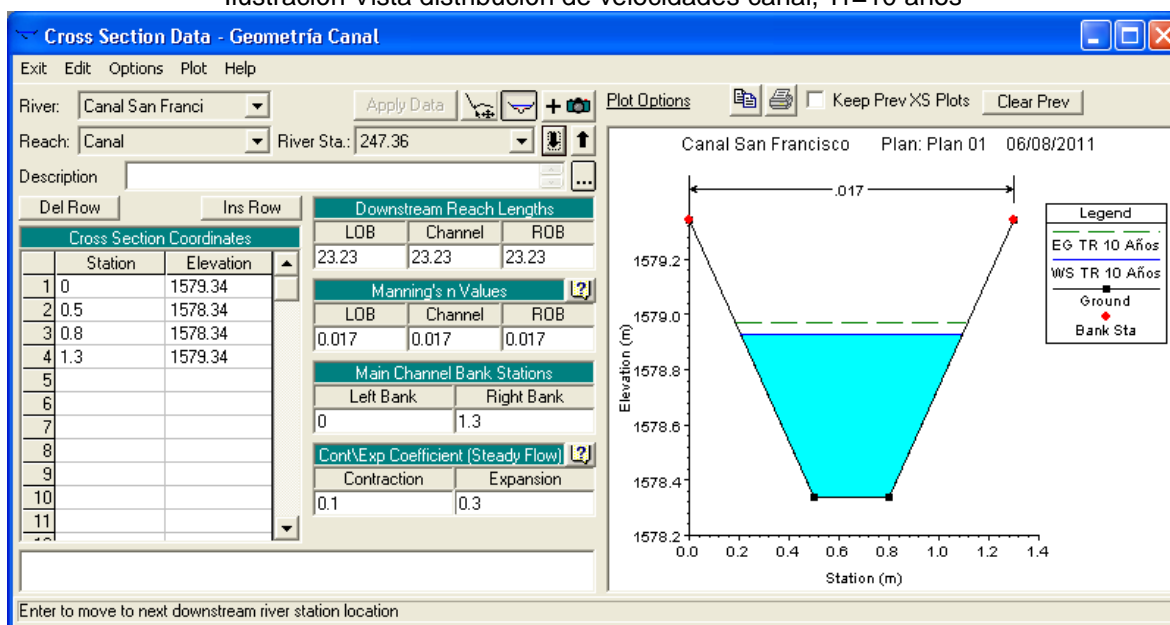


Tabla 3-26 Resultados de la modelación hidráulica Canal

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Canal	247.36	TR 10 Años	0.31	1578.34	1578.93		1578.97	0.001747	0.89	0.35	0.89	0.45
Canal	224.13	TR 10 Años	0.31	1578.27	1578.85		1578.91	0.003414	1.11	0.28	0.66	0.55
Canal	208.24	TR 10 Años	0.31	1578.22	1578.8		1578.86	0.00309	1.08	0.29	0.69	0.53
Canal	186.36	TR 10 Años	0.31	1578.15	1578.74		1578.79	0.002864	1.05	0.3	0.71	0.52
Canal	169.64	TR 10 Años	0.31	1578.1	1578.65		1578.73	0.004711	1.25	0.25	0.6	0.62
Canal	153.55	TR 10 Años	0.31	1578.05	1578.59		1578.66	0.003825	1.17	0.26	0.68	0.6
Canal	144.9	TR 10 Años	0.31	1578.02	1578.58		1578.63	0.002064	0.95	0.33	0.87	0.49
Canal	128.73	TR 10 Años	0.31	1577.97	1578.55		1578.59	0.002047	0.94	0.33	0.84	0.48
Canal	108.33	TR 10 Años	0.31	1577.91	1578.33	1578.33	1578.5	0.012262	1.81	0.17	0.51	1
Canal	67.63	TR 10 Años	0.31	1576	1576.38		1576.46	0.00462	1.29	0.24	0.97	0.83
Canal	48.33	TR 10 Años	0.31	1575.34	1576.4		1576.42	0.000616	0.55	0.57	0.77	0.2
Canal	24.42	TR 10 Años	0.31	1575.27	1576.38		1576.4	0.00073	0.57	0.55	0.68	0.2
Canal	12.87	TR 10 Años	0.31	1575.24	1576.38		1576.39	0.000666	0.55	0.57	0.7	0.19
Canal	0	TR 10 Años	0.31	1575.8	1576.2	1576.2	1576.36	0.010327	1.73	0.18	0.59	1

3.2.3.1 Diseño de Sumideros

El procedimiento de diseño establecido para la captación de la escorrentía superficial en las vías, consiste en determinar el espaciamiento de los sumideros, a partir de una geometría única de los mismos y su capacidad de captación, un caudal de diseño y un ancho de inundación de la vía "T" permisible.

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 91	

En el Anexo 2 se muestran las tablas de cálculo utilizadas para el diseño de los sumideros.

PARÁMETROS DE DISEÑO

El ancho de inundación "T" permisible de la vía (Ilustración 3-34) está en función del tipo de vía, del tráfico vehicular y peatonal esperado tal como se muestra en la Tabla 3-27.

Ilustración 3-34 Ancho de Inundación T (Vista sumidero en planta)

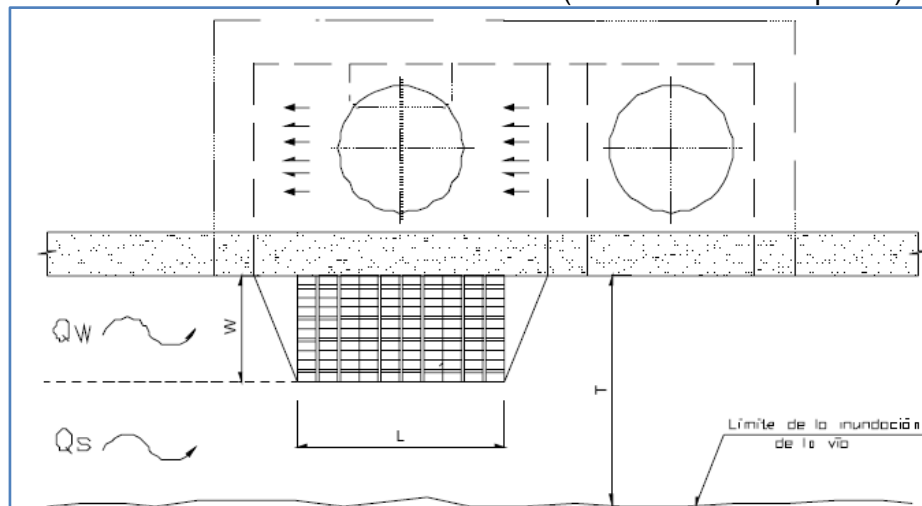


Tabla 3-27 Ancho de Inundación Admisible para Vías

Clasificación de la vía	Ancho de inundación superficial admisible T (m)
Zona Residencial	2.0
Zona Institucional y comercial	1.5
Vías tipo V-0 a V-3	1.5

Adicional al ancho de inundación de la vía, para el diseño de los sumideros se consideran los siguientes parámetros:

- ✓ Pendiente transversal de la vía y la cuneta
- ✓ Pendiente longitudinal de la cuneta y de la vía
- ✓ Rugosidad de la vía
- ✓ Longitud de la rejilla
- ✓ Ancho de la cuneta y la rejilla

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 92	

PROCEDIMIENTO DE DISEÑO SUMIDEROS EN PENDIENTE

A continuación se describe el procedimiento para determinar el espaciamiento entre sumideros en una vía en pendiente, en la que el agua en la vía fluye en el sentido de la pendiente sin represamientos y donde parte del flujo es captado por un sumidero en consideración, continuando el caudal remanente hacia el siguiente sumidero.

En consecuencia, el espaciamiento de los sumideros en una vía en pendiente esta función del flujo no captado por el sumidero anterior aguas arriba (teniendo en cuenta que esta metodología reconoce que en una vía en pendiente, un determinado sumidero no capta el 100% de la escorrentía superficial), el área de drenaje tributaria entre sumideros y la geometría de la vía. Los pasos descritos a continuación se aplican para el cálculo de los sumideros proyectados.

Paso 1

Con base en los planos topográficos de la zona, se definen los límites de la cuenca y se establece la ubicación de los sumideros de acuerdo con los criterios de localización mencionados anteriormente. En los mismos planos se establecen esquemáticamente los patrones de drenaje del flujo en las vías y particularmente en las esquinas. Este aspecto es importante para definir si el flujo que viene por una determinada calle y que no alcanza a ser captado totalmente por él o los sumideros localizados en ella continúan por la misma o se desvía por la calle que cruza, lo cual afecta los caudales que llegan a los sumideros colocados hacia aguas abajo.

Paso 2

En la vía en la que se iniciarán los cálculos, se procede a la numeración y abscisado de los sumideros localizados en uno de los costados y a todo lo largo de la misma, comenzando por el sumidero localizado en el punto más alto de la vía y continuando con los localizados hacia aguas abajo. A partir de la topografía de la vía, se determinan las pendientes longitudinales "SL" y transversal "Sx". Así mismo, con base en el tipo de rejilla preseleccionado se determina el ancho de la cuneta o la rejilla "W".

Paso 3

Se definen las áreas de drenaje de los sumideros. Se calcula el caudal que llega al sumidero inicial, el cual corresponde al área de drenaje tributaria a éste, y otros correspondientes a caudales no captados por sumideros aguas arriba. Se determina el caudal total en la vía en el costado donde se encuentra el sumidero, sumando los caudales mencionados anteriormente.

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 93	

Paso 4

Se determina el ancho de inundación de la vía "T" y la profundidad del flujo "d" junto al sardinel o andén:

El ancho de inundación de la vía se determina mediante la siguiente expresión:

$$T = \left(\frac{Qn}{K_u S_x^{1.67} SL^{0.5}} \right)^{0.375}$$

Donde:

T: Ancho de la inundación de la vía (m)

K_u: 0.376(sistema métrico)

n: Coeficiente de Manning pavimento: 0.016

Q: Caudal de escorrentia (m³/s)

S_x: Pendiente transversal de la vía

S_x: Pendiente longitudinal de la vía

La profundidad del flujo junto al sardinel se calcula con la siguiente expresión:

$$d = T S_x$$

Una vez obtenidos estos valores, se compara el valor de "T" con el ancho de inundación máximo permitido para la vía, y el valor de "d" con la altura del sardinel.

Si estos valores son aceptables, se procede al siguiente paso. Si se exceden estos valores, se debe contraer el área de drenaje disminuyendo la distancia al sumidero y se repiten los pasos anteriores para verificar que los valores de los parámetros mencionados sean satisfactorios.

Paso 5

Se calcula el caudal interceptado "Qi" por el sumidero, según el siguiente procedimiento:

Flujo Interceptado por la Rejilla:

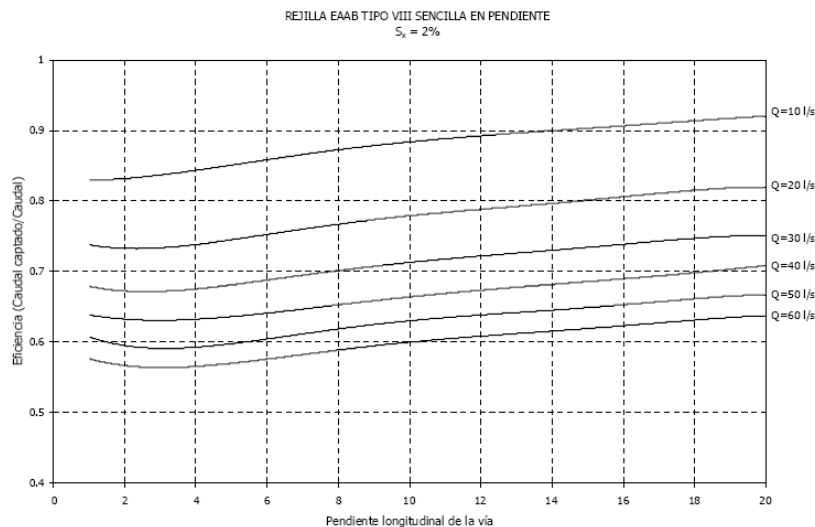
 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 94	

El caudal interceptado por la rejilla Q₁ se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Q_1 = E \cdot Q$$

Siendo E la eficiencia de la rejilla, y Q el caudal por la vía.
La eficiencia de la rejilla E se determina a partir de la Ilustración 3-35.

Ilustración 3-35 Eficiencia de Rejilla Tipo VIII Sencilla en Pendiente Transversal del 2%.



Flujo Captado por la Apertura Lateral:

Para la altura de la apertura lateral del sumidero de 15 cm, el caudal captado se calcula con el siguiente procedimiento:

Se calcula la longitud requerida para captar la totalidad del caudal de escorrentía sobre la vía:

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

Dónde:

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 95	

L_T : Longitud de la apertura para captar el 100% del flujo en la vía.

K_u : 0.817 (sistema métrico)

Se calcula la eficiencia de la captación para la longitud de la apertura establecida para el sumidero:

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

Dónde:

L : 0.85 (longitud de apertura lateral en metros)

Se calcula el caudal captado por la apertura de 0.85 m.

$$Q_2 = E + Q$$

El valor del caudal total interceptado por el sumidero "Qi" equivale a la suma de los caudales captados por la rejilla Q_1 y la apertura lateral Q_2 .

Paso 6

Se determina el caudal no captado por el sumidero, Q_b :

$$Q_b = Q + Q_i$$

Paso 7

Se continúa con el siguiente sumidero localizado aguas abajo, teniendo en cuenta que existe un caudal de sobrepaso o no captado Q_b del sumidero anterior, el cual debe sumarse al caudal tributario al sumidero siguiente para llevar a cabo los pasos anteriores.

PROCEDIMIENTO DE DISEÑO PARA SUMIDEROS EN BATEA

Para el cálculo de sumideros en depresiones, puntos bajos ó bateas, en los cuales las líneas de corriente confluyen desde cualquier dirección hacia el sumidero. Inicialmente se define el área aferente al sumidero con base en la geometría de la vía. Una vez definida el

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 96	

área, se calcula el caudal aferente al sumidero. Se calculan los valores de T y d, de acuerdo con el siguiente procedimiento:

El Ancho de inundación "T" ocupado por la escorrentía en la vía se deduce de la siguiente ecuación:

$$T = \left(\frac{Qn}{K_u S_x^{1.67} S_L^{0.5}} \right)^{0.375}$$

Donde:

T: Ancho de la inundación de la vía (m)

K_u: 0.376(sistema métrico)

n: Coeficiente de Manning pavimento: 0.016

Q: Caudal de escorrentía (m³/s)

S_x: Pendiente transversal de la vía

S_L: Pendiente longitudinal de la vía

Profundidad del flujo en la cuneta "d":

$$d = T + S_x$$





En caso de que los valores de T y d no cumplan con los valores de diseño según el numeral 0, se incrementa el número de sumideros hasta que se satisfagan las condiciones de diseño.

El caudal captado por el sumidero se calcula con las siguientes ecuaciones:

Flujo Captado por la Rejilla:

Donde:

$$Q_i = C_w P d^{1.5}$$

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 97	

P: Perímetro de la rejilla descartando el lado junto al sardinel del andén.

$C_w = 1.66$

d = Profundidad del flujo de la rejilla

Flujo Captado por la Apertura en el Andén:

$$Q_i = C_w(L + 1.8W)d^{1.5}$$

Donde:

$C_w = 1.25$

L = Longitud de la apertura

W = Ancho de la depresión

d = Profundidad junto al sardinel

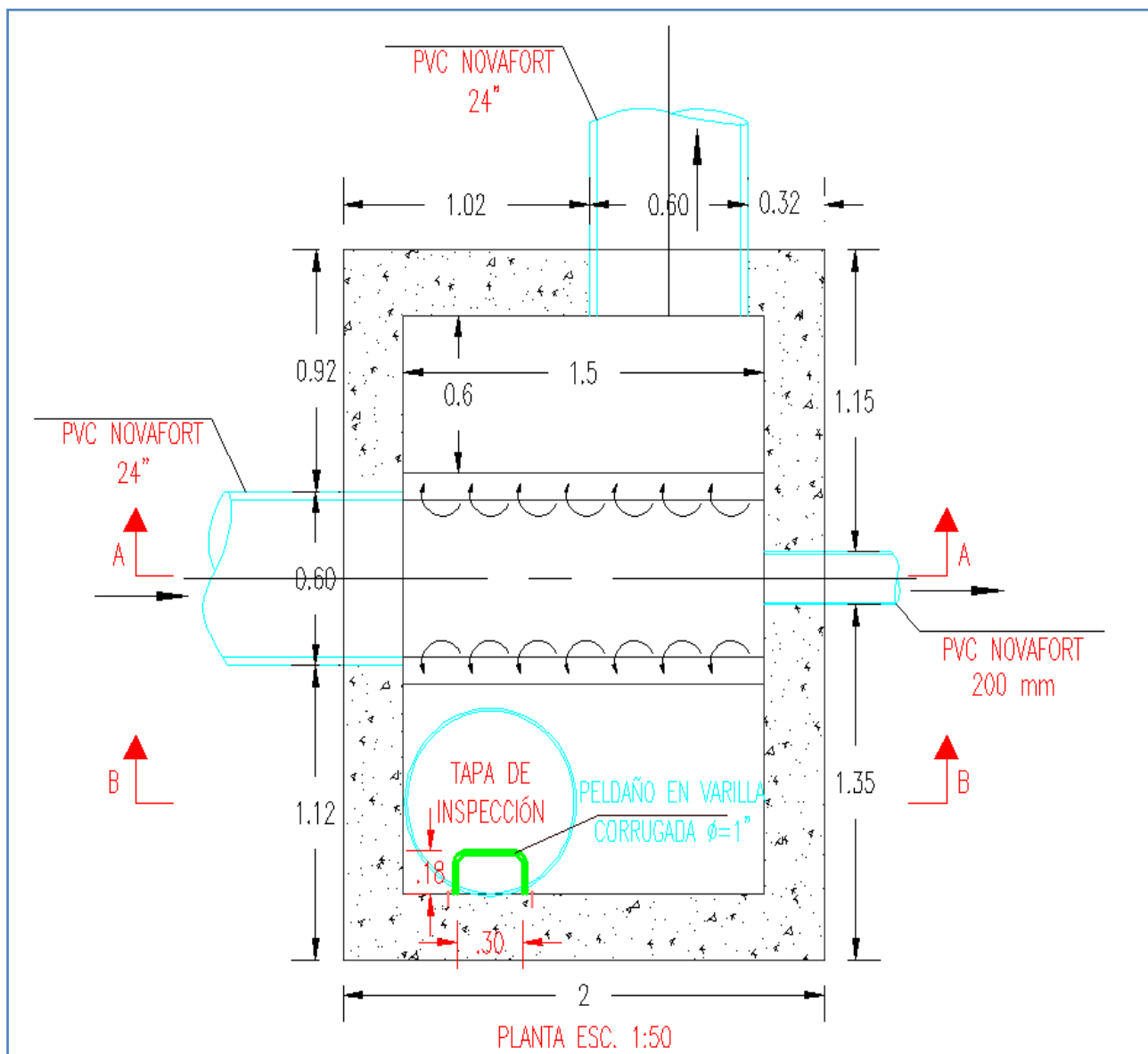
En el Anexo 2 se incluye la tabla con los resultados de la modelación hidráulica de los sumideros y los planos con la ubicación y áreas de drenaje se presentan en el Anexo 1.

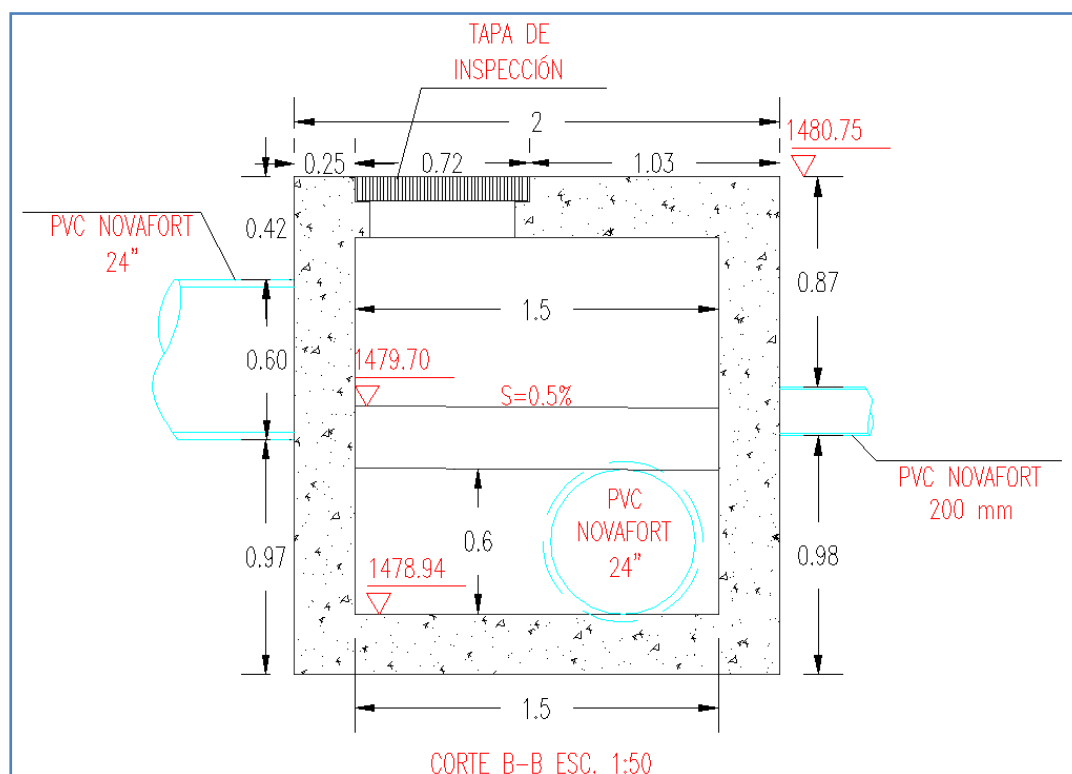
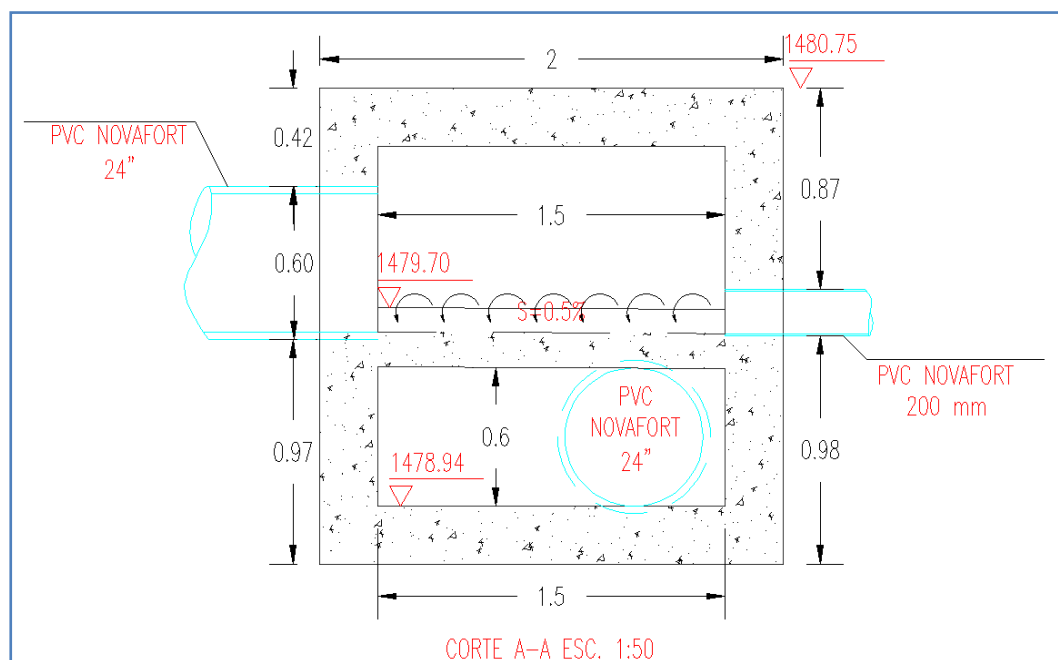
3.2.4 Estructuras especiales

En el Pozo existente 128 se deberá construir una estructura de alivio de caudal que evacue los excesos, pues si la construcción del alcantarillado pluvial no es posible llevarla a cabo es necesario proteger la planta de tratamiento de aguas residuales y fallas en las tuberías aguas abajo en eventos de altas precipitaciones, por lo tanto para su diseño se utilizaron los caudales determinados en el diagnóstico

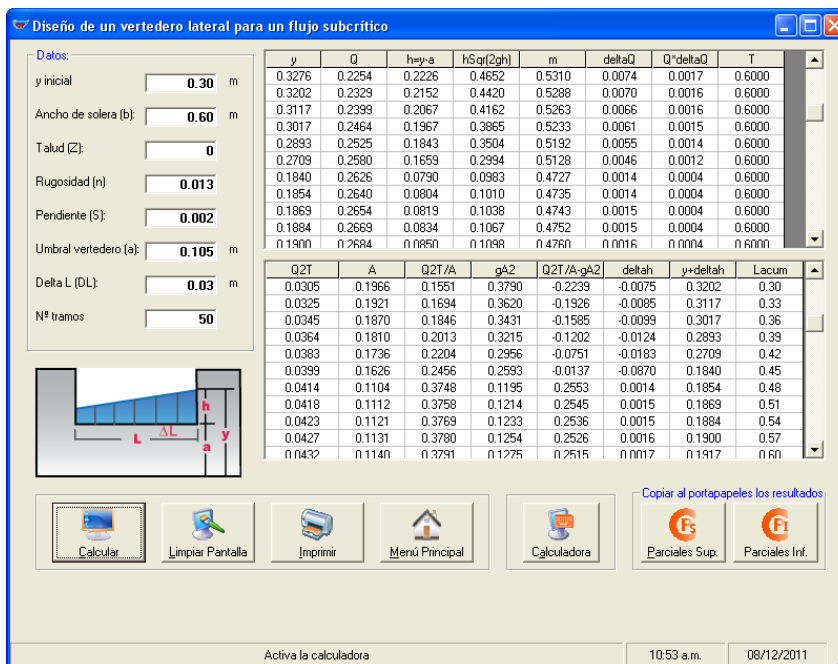
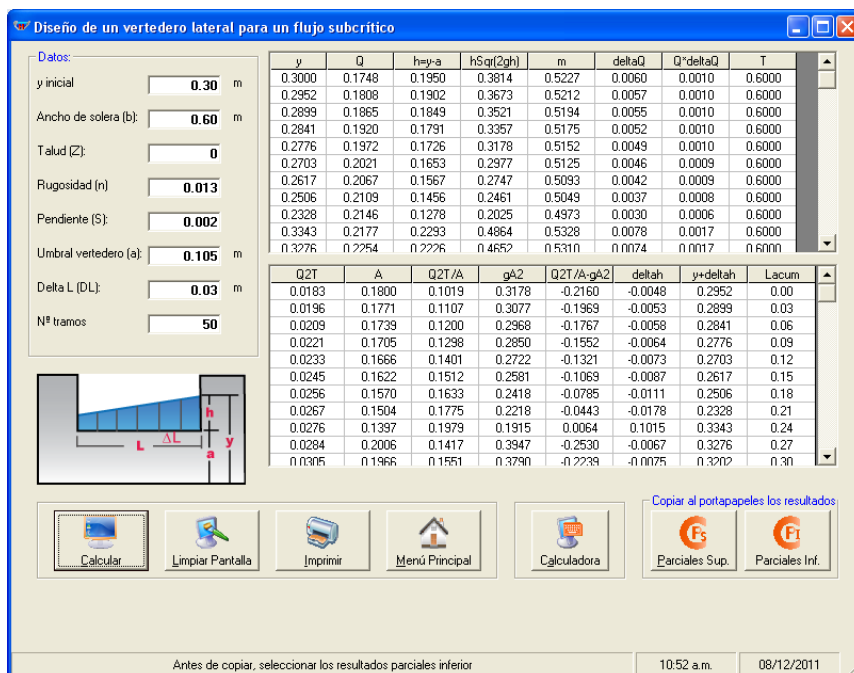
De acuerdo con los análisis hidrológicos y de caudales combinados, el caudal que llegará a ese pozo en caso de no construir la alternativa pluvial planteada será de 581.720 L/s y de acuerdo a la normatividad vigente se deberán aliviar 576.054 L/s.

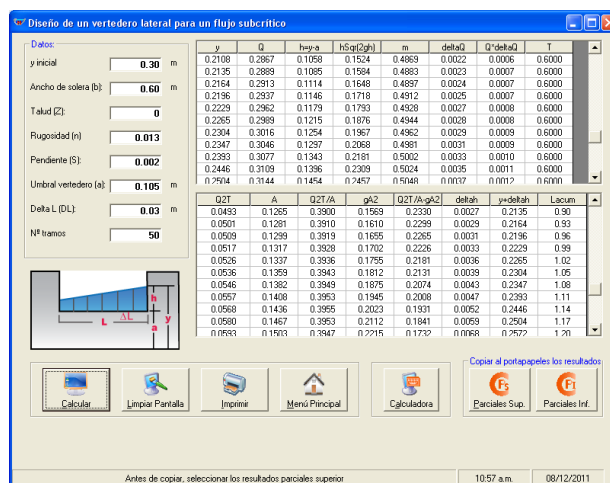
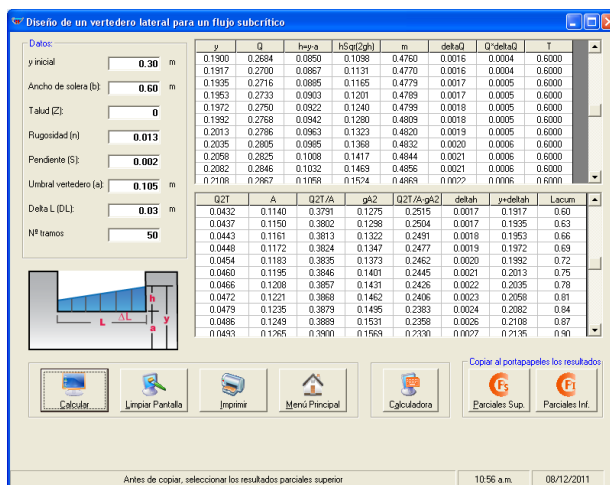
La estructura proyectada se presenta en el Anexo 9:

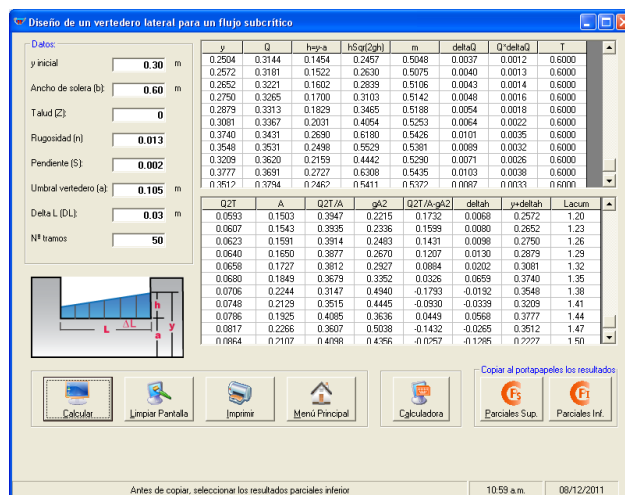




Para la modelación hidráulica de la estructura se usó el programa HCanales 3.0 desarrollado en la Escuela de Ingeniería Agrícola del Instituto Tecnológico de Costa Rica, las consideraciones para la modelación se presentan a continuación:







 <p>Consorcio Aguas de Cundinamarca</p>	<p>AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B</p>	 	<p>INTERVENTOR</p>  <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA</p>
<p>VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012</p>	<p>INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1</p>	<p>Página 103</p>	

4 ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS

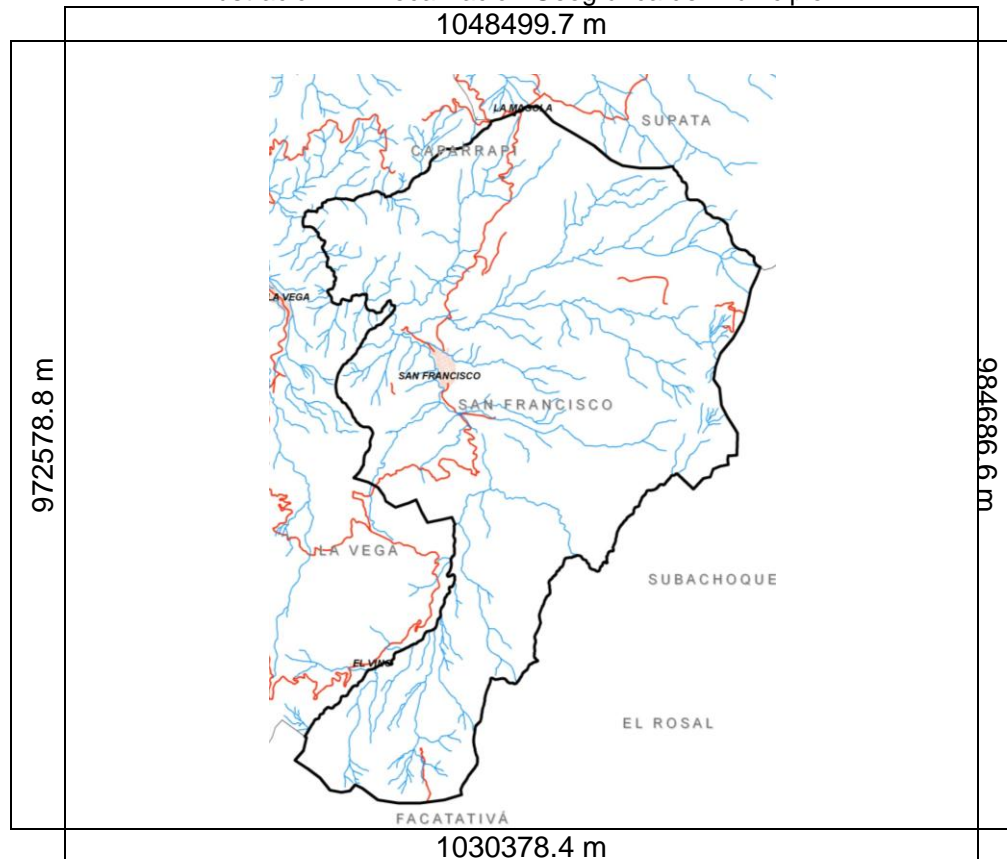
En este capítulo se presentan los estudios técnicos complementarios ejecutados para la realización del estudio de formulación plan maestro de acueducto y alcantarillado del Municipio de San Francisco.

4.1 ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS Y CATASTRO

El municipio de San Francisco está ubicado en la Cordillera Oriental Departamento de Cundinamarca, en la provincia del Gualivá. Sus principales ríos son San Miguel y Cañas.

El municipio de San Francisco limita por el norte con La Vega y Supatá, por oriente con Subachoque y El Rosal, por el occidente con La Vega y por el sur con Facatativá. El municipio, geográficamente está localizado entre las siguientes coordenadas:

Ilustración 4-1 Localización Geográfica del Municipio



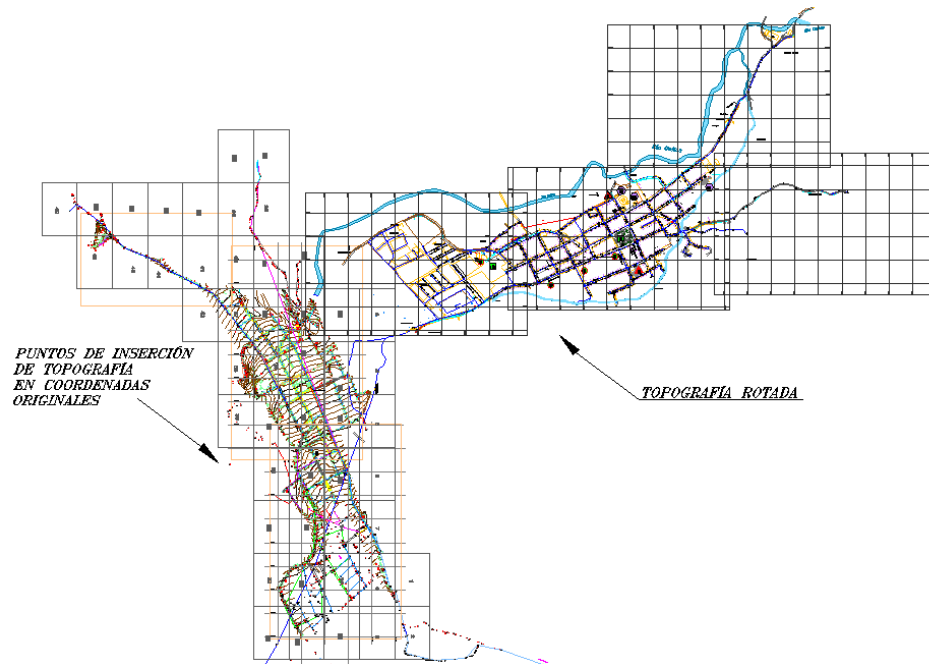
 <p>Consorcio Aguas de Cundinamarca</p>	<p>AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B</p>	 	<p>INTERVENTOR</p>  <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA</p>
<p>VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012</p>	<p>INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1</p>	<p>Página 104</p>	

De acuerdo a las siguientes razones se tomó la decisión de no utilizar la información suministrada por la Empresa de Servicios Públicos del Municipio de San Francisco de Sales, para realizar el Plan Maestro de acueducto y alcantarillado de éste municipio.

Verificación Topografía

Todos los elementos de topografía están rotados de tal forma que ninguno presenta sus coordenadas originales.





Ilustración 4-2 Verificación topografía



Verificación Acueducto

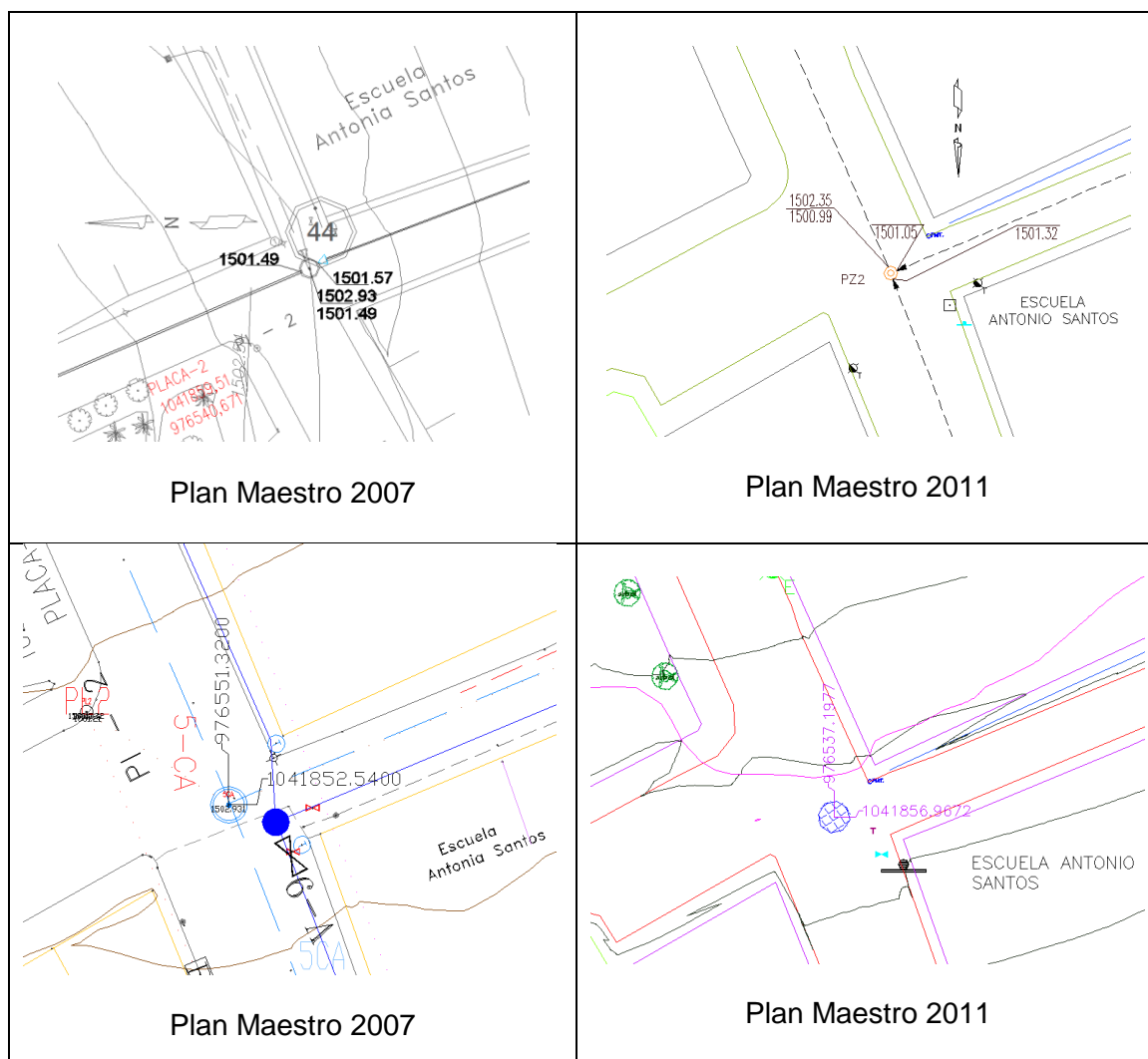
El funcionamiento desde la Bocatoma (Nacimiento Agua Clara) hasta la red de distribución del casco urbano del municipio, no está bien representada en planos.

Por ejemplo, unos pocos metros más hacia el norte de los tanques de almacenamiento, sale una sola tubería de distribución hacia el pueblo, pero según la información levantada en campo, son tres tuberías: una que va desde el tanque de almacenamiento La Esperanza hasta la red de distribución del barrio La Esperanza, otra que sale del primer tanque hasta la red del barrio San Rafael y la última tubería que suministra el centro y la parte más baja del centro urbano del municipio. Adicionalmente, tampoco están representadas las cámaras de quiebre.

 <p>Consorcio Aguas de Cundinamarca</p>	<p>AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B</p>	 	<p>INTERVENTOR</p>  <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA</p>
<p>VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012</p>	<p>INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1</p>	<p>Página 105</p>	





Verificación Alcantarillado

- Los elementos de alcantarillado no contienen punto de inserción ni cotas.
- El material de los colectores no aparece especificado en planos.
- Existen diferencias importantes (más de 0.70m en altimetría y más de 4m en planimetría).



Debido a las diferencias encontradas y considerando que la modelación hidráulica de las redes de acueducto y alcantarillado se puede ver gravemente afectada por la información deficiente disponible en planos, se decide realizar el levantamiento completo de ambas redes.

Estadísticas Acueducto

 <p>Consorcio Aguas de Cundinamarca</p>	<p>AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B</p>	 	<p>INTERVENTOR</p>  <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA</p>
<p>VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012</p>	<p>INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1</p>	<p>Página 106</p>	

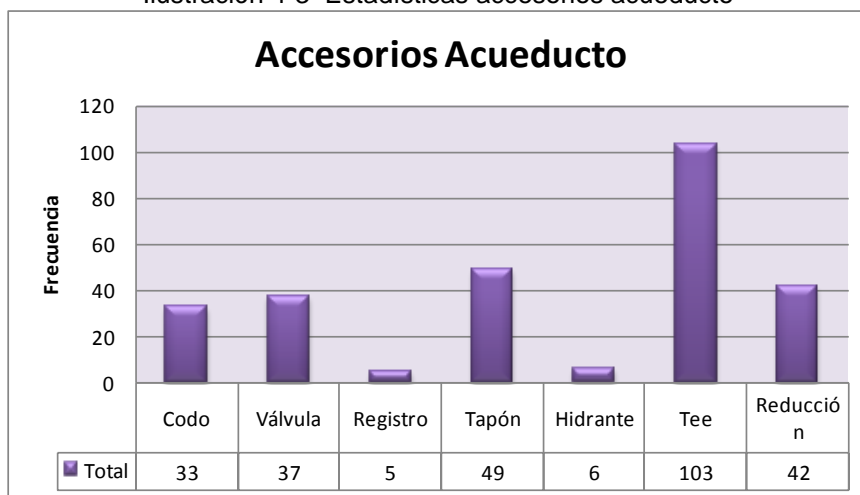
Se realizó la investigación de los accesorios, el tipo de material y diámetro de la tubería que conforman la red de acueducto de La Peña, de acuerdo a la información suministrada por el baquiano o fontanero. Una vez procesada y analizada la topografía y catastro de la red de acueducto, se encontró que sus longitudes se distribuyen de acuerdo a sus diámetros como sigue:

Tabla 4-1 Longitudes por diámetros de acueducto

LONGITUD TOTAL DE TUBERIA DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO (MATERIAL PVC)	
Diámetro (pulgadas)	Longitud (m)
1	1104
2	16267
3	3396
4	5238
6	51
Longitud Total	26055

El número total de accesorios es 275 y se clasifican como sigue:

Ilustración 4-3 Estadísticas accesorios acueducto



Estadísticas Alcantarillado

Se realizó la investigación de 211 pozos y su respectiva descarga, identificando dentro del trabajo el nivel de visibilidad de cada pozo, la profundidad a clave de cada conducto, el tipo de material de la tubería y su diámetro, y aspectos internos de los pozos, tales como: estado y material de la tapa, de los escalones, de la cañuela, del cargue, del cono y del cilindro. Las siguientes son las estadísticas de la red de alcantarillado investigada





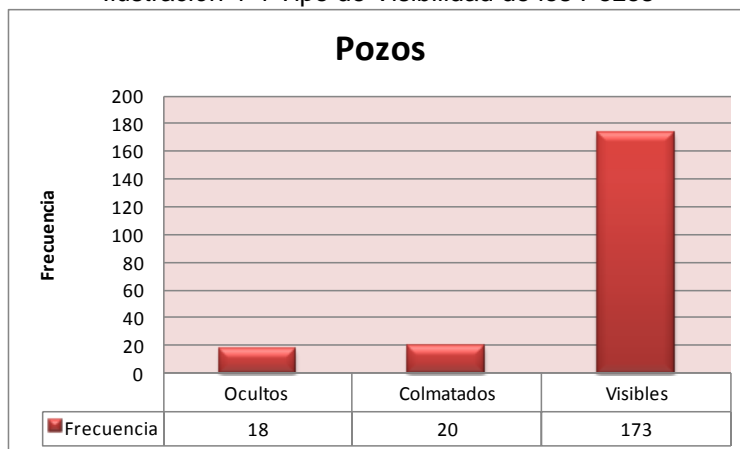




 <p>Consorcio Aguas de Cundinamarca</p>	<p>AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B</p>	 	<p>INTERVENTOR</p>  <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA</p>
<p>VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012</p>	<p>INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1</p>	<p>Página 107</p>	

Ilustración 4-4 Tipo de Visibilidad de los Pozos



Después de realizado el catastro de la red de alcantarillado y los respectivos cálculos en oficina, los resultados de longitudes fueron:

LONGITUDES DE TUBERÍA ALCANTARILLADO		
Φ (PULG)	MATERIAL	LONG (m)
6	CONCRETO	89
6	GRES	114
6	PVC	151
7	CONCRETO	70
7	PVC	151
8	GRES	3,087
8	PVC	261
8	CONCRETO	2,573
9	CONCRETO	11
9	PVC	16
10	CONCRETO	565
10	GRES	289
10	PVC	177
11	CONCRETO	94
12	GRES	440
12	PVC	269
12	CONCRETO	546
14	CONCRETO	541
14	PVC	90
16	CONCRETO	426
16	GRES	58

 <p>Consorcio Aguas de Cundinamarca</p>	<p>AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B</p>	 	<p>INTERVENTOR</p>  <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA</p>
<p>VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012</p>	<p>INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1</p>	<p>Página 108</p>	

Longitud Total

10018

Topografía Específica Para Diseño





En el sistema de acueducto, no se requirió topografía adicional. En el sistema de alcantarillado, se realizó topografía adicional para la proyección de un viaducto sobre la Quebrada Toribia.

4.2 ESTUDIO HIDROLÓGICO

Teniendo en cuenta los objetivos generales y específicos trazados, se realizó el diagnóstico hidrológico y climatológico para la localidad de estudio y se llevaron a cabo los estudios hidrológicos destinados a definir las curvas IDF del municipio y la constancia de los caudales del nacimiento aprovechables, resultado del análisis de la información hidrometeorológica y de las características de las cuencas aferentes a la bocatoma que abastece de agua el sistema de acueducto del Municipio de San Francisco.

A continuación se presentan las curvas de intensidad-duración-frecuencia obtenidas mediante el método de Silva² para la zona del municipio de San Francisco.

² SILVA MEDINA GUSTAVO A. HIDROLOGÍA BÁSICA Página 171. 1ª Ed Bogotá Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ingeniería. 1998.

 <p>Consorcio Aguas de Cundinamarca</p>	<p>AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B</p>	 	<p>INTERVENTOR</p>  <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA</p>
<p>VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012</p>	<p>INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1</p>	<p>Página 109</p>	

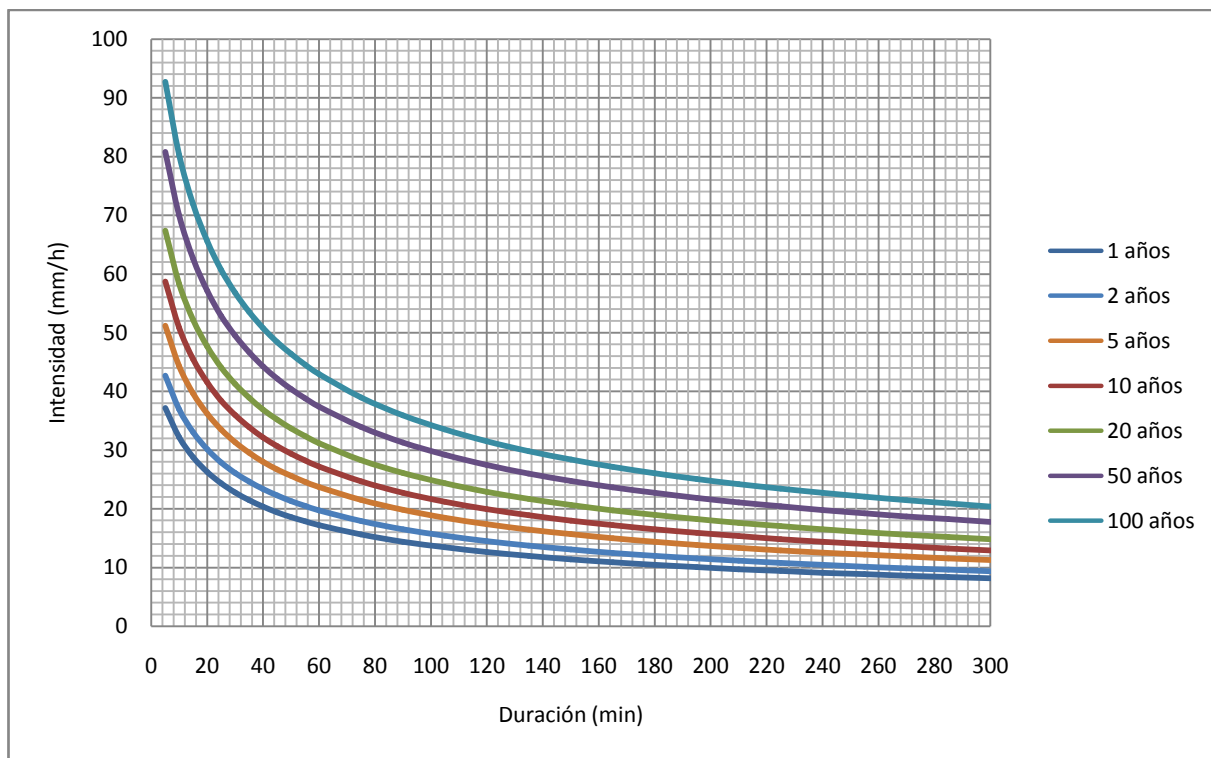






Ilustración 4-5 Curvas IDF obtenidas para la zona de San Francisco.

Por otra parte, la captación de agua cruda para el abastecimiento se obtiene de un embalse creado por el represamiento de una corriente que tiene su nacimiento en un manantial. Mediante un aforo de caudal tanto en el vertedero de excesos como en la línea de aducción, hecho durante la época de caudales relativamente bajos se comprobó que la fuente tiene capacidad suficiente para abastecer el horizonte de diseño. Esto debido a que para las condiciones actuales se tienen unas pérdidas muy altas en el sistema, así como un gran consumo per cápita, que resulta en un caudal superior al caudal de diseño para un periodo de 25 años, debido a que este último contempla las reglamentaciones establecidas por la Resolución 2320.

Lo anterior se corroboró igualmente mediante entrevistas a los habitantes de mayor edad en la localidad quienes, gracias a su conocimiento y tiempo vivido en la zona, coincidieron en que durante los últimos 30 años no ha habido cortes temporales significativos en el suministro del servicio de agua potable.

4.3 ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

 <p>Consorcio Aguas de Cundinamarca</p>	<p>AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B</p>	 	<p>INTERVENTOR</p>  <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA</p>
<p>VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012</p>	<p>INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1</p>	<p>Página 110</p>	

Como parte de la ejecución de los diseños de detalle de las obras para el municipio de San Francisco-Cundinamarca, se presenta el siguiente informe geotécnico para las obras a ejecutar en el proyecto de Obra Prioritaria San Francisco.

En este informe se incluyen las actividades ejecutadas como parte del estudio que en términos generales comprenden lo siguiente:

- Exploración del subsuelo.
- Ensayos de laboratorio.
- Caracterización geotécnica y definición del perfil de suelos en la zona del proyecto.
- Diseños Geotécnicos.

4.3.1 Características Generales del Subsuelo





El municipio de San Francisco se localiza al occidente de Bogotá, fuera de los límites de la Sabana, con su cabecera en la zona la zona baja del sector, en el piedemonte de las montañas de la cordillera oriental a una altitud aproximada de 1500 msnm, con un pequeño valle aluvial limitado por los ríos Cañas y Toriba, con depósitos recientes de espesor aproximado de 1.50 metros y con morfología ondulada y pendiente media. En los alrededores, donde se desarrolla principalmente el proyecto, se encuentran las colinas de pediente media a fuerte y allí la geología del sector es bastante compleja debido a que en el sector hacen presencia abundantes afloramientos de las Formaciones Simijaca (arcillolitas y lodolitas negras a grises oscuras) al Noroccidente y algunos sectores de la cabecera, Conejo (arcillolitas y limolitas calcareas) y del grupo Guadalupe (arenitas y limolitas). En estos últimos sectores, depósitos de suelos residuales son de poco espesor y en general están conformados por arcillas limosas y limos arenosos, de baja plasticidad, con abundantes gravas de areniscas angulosas.

4.3.2 Exploración del Subsuelo

Se llevó a cabo un programa de exploración del subsuelo por medio de la realización de sondeos, recuperación de muestras representativas de los suelos del sector y ensayos de laboratorio. En total se realizaron doce sondeos a lo largo de la red de alcantarillado a cambiar y la proyectada, y en el lote del tanque proyectado para la red de acueducto, los cuales fueron ejecutados con equipo manual alcanzando la profundidad máxima de exploración de 7.0m.

En la exploración se obtuvieron resultados mediante la ejecución de de pruebas in situ de penetración estándar (SPT). Sobre las muestras de suelo recuperadas se ejecutó un programa de ensayos de laboratorio con el fin de realizar la caracterización geotécnica de los suelos del sector.

A continuación se describe con mayor detalle, las actividades de exploración ejecutadas para el presente estudio.

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 111	





4.3.2.1 Sondeos

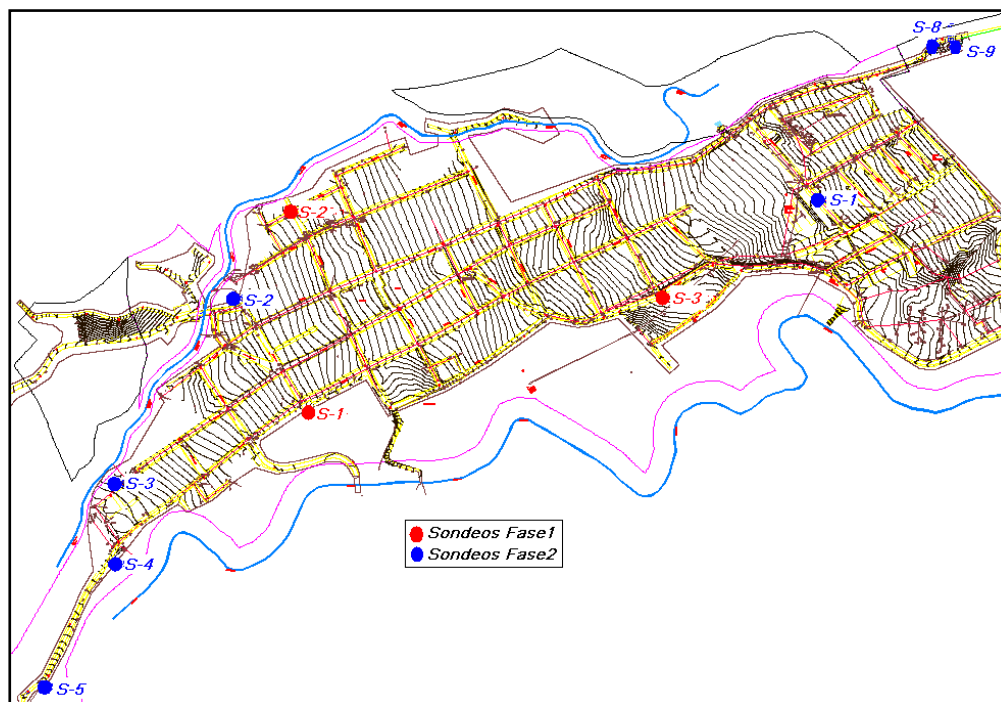
En total se ejecutaron 51.10 metros de perforación, repartida en doce sondeos. En la se encuentran georeferenciados cada uno de los sondeos realizados y en la Figura No.1 se presenta un esquema de su localización. Los registros se presentan en el ANEXO No.5 – Registros de perforación.

Tabla 4-2 Rereferenciación de sondeos ejecutados.

	SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	COORDENADAS PLANAS	
			NORTE	ESTE
FASE 1	1	1,50	1.041.961,36	976.319,43
	2	3,20	1.041.989,07	976.628,84
	3	2,40	1.041.414,73	976.495,87
FASE 2	1	4,00	1.041.175,60	976.646,63
	2	4,00	1.042.077,52	976.494,49
	3	4,00	1.042.260,81	976.209,46
	4	4,00	1.042.259,40	976.085,96
	5	4,00	1.042.368,64	975.896,26
	6	5,00	1.040.262,14	979.733,86
	7	5,00	1.040.257,65	979.739,92
	8	7,0	1.040.990,01	976.885,72
	9	7,0	1.040.969,10	976.890,82

Ilustración 4-6 Localización de sondeos ejecutados

 <p>Consorcio Aguas de Cundinamarca</p>	<p>AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B</p>	 	<p>INTERVENTOR</p>  <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA</p>
<p>VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012</p>	<p>INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1</p>	<p>Página 112</p>	



4.3.3 Diseño de la Cimentación y Entibados en la Red de Alcantarillado

4.3.3.1 Caracterización Geotécnica





Aunque en el sector central del municipio, debido a la topografía del terreno que converge hacia este, existen depósitos de tipo aluvial, los sectores explorados que corresponden a los corredores en los cuales se proyectan las conducciones, los depósitos encontrados corresponden a características diferentes que se describen a continuación.

De acuerdo con los resultados de las exploraciones se presentan los siguientes perfiles estratigráficos

Sondeo 1 en la plaza de mercado.

0-0.80 m Superficialmente, se encuentra un relleno de material granular, con buena gradación limo arenoso con abundante contenido de gravas y material de construcción, en estado suelto.
0.80-1.50 m Material granular, con alta uniformidad de tamaños, abundante grava gruesa de tamaños hasta 11", lo que origina rechazo en el ensayo SPT, en una matriz de arena limosa negra compacidad media. No se encontró el nivel freático

Sondeo 2. Calle 6 Cra 8

	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 113	

0-0.1.10 m Superficialmente, un relleno suelto de limo orgánico negro con gravas arenosas y material de construcción en estado suelto.

1.10-3.00 m Material de piedemonte, limo arcilloso amarillo con gravas angulares de consistencia firme y plasticidad media.

3.00 m - Gravas en matriz de arena arcillosa gris claro con vetas oxidadas, humedad media a alta, baja plasticidad y con presencia de bloques de roca. No se encontró el nivel freático

Sondeo 3. Estación de servicio Biomax

0-0.70 m Limo arenoso con gravas color negro en estado suelto, con baja humedad.

0.70-2.50 m Material granular, con abundantes gravas gruesas angulares en una matriz de arena arcillosa carmelita en estado de compacidad medio. No se encontró el nivel freático.

4.3.3.2 Memorias de Diseño Cimentaciones.

4.3.3.3 Tipos De Instalación

De acuerdo con las características topográficas y de instalación de las tuberías en el proyecto presente se considera para diseño únicamente la instalación en zanja

- La instalación en zanja, entendida cuando la generatriz superior del tubo está situada por debajo de la rasante del terreno primitivo.

4.3.3.4 Cargas De Diseño Y Condiciones De Carga

Cargas consideradas: Peso propio, peso relleno, cargas móviles como vehicular, férreas, aeronaves, compactadores, puntuales, empujes laterales, acciones por hincado.





Para la evaluación de las cargas verticales producidas por el relleno sobre la tubería, se utiliza la teoría propuesta por Martson valida en principio para instalación en zanja, pero que fue ampliada posteriormente por Schilk y Spangler. Estas teorías consideran la compactación del terreno lateral, el peso del relleno de un prisma de suelo actuando directamente sobre la tubería y las fuerzas de rozamiento o cortantes de fricción que se originan en el mismo y que producen aumento o disminución del peso del relleno que gravita directamente sobre el tubo en función del tipo de instalación, zanja o terraplén.

Para la determinación de la carga muerta, se utiliza la ecuación de Marston

$$W_d = C_z \cdot \gamma \cdot H \cdot B_d, \text{ carga muerta sobre la tubería por metro lineal.}$$

Donde:

C_z : Coeficiente adimensional de carga (Marston), el cual es función del tipo de instalación y de la relación H/B_d , y del producto $\lambda \mu'$ en el cual λ es la relación entre las presiones vertical y horizontal del material de relleno, y μ' es el coeficiente de rozamiento del prisma-relleno o prisma-suelo según el caso.

 <p>Consorcio Aguas de Cundinamarca</p>	<p>AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B</p>	 	<p>INTERVENTOR</p>  <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSION ACADÉMICA</p>
<p>VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012</p>	<p>INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1</p>	<p>Página 114</p>	

y es el peso unitario del material
Bd es el ancho de la zanja en la clave de la tubería,

En el cálculo de las presentes tubería hidráulicas no se considera la carga de fluido. Para la determinación de los esfuerzos inducidos por cargas móviles, de tráfico y puntuales, se calcula utilizando la teoría de distribución de esfuerzos de Boussinesq, sobre un medio continuo, homogéneo, isótropo y linealmente elástico, afectado por los factores de impacto recomendados por los fabricantes.

4.3.3.5 Cálculo Mecánico

El cálculo mecánico de una tubería consiste en la determinación de las características mecánicas que es necesario utilizar en función de las cargas actuantes y de las condiciones de ejecución. Las tuberías especificadas por los diseñadores corresponden a las Normas NTC 5070 para diámetros mayores a 20" y norma NTC 3722-1 para tuberías con diámetro hasta 20 ". Para el caso de las tuberías del proyecto se ha tipificado la conducción como tubería flexible, definido como un conducto cuyos cambios por efecto de las cargas externas pueden hacer variar su dimensión vertical u horizontal en más de 3% sin causar en el material grietas o roturas.

Rigidez de la tubería: La rigidez de la tubería se determina a través del producto del modulo elástico del material por la relación de la geometría definida como la inercia sobre el cubo del diámetro. Para facilidad de cálculo se definió en las tuberías plásticas, la variable RDE como la relación diámetro-espesor de la pared del tubo.

Condición límite de trabajo

Se verifica que la deflexión horizontal que ocurre en una sección de la tubería flexible al estar sometida a las cargas consideradas en el diseño deben ser menores que el 7.5%,(ASTM D3034). Para el cálculo de la deflexión a largo plazo se utiliza el factor de retardo de la deflexión DL para incluir el efecto adicional que ocurre a medida que el suelo afectado por las nuevas condiciones de carga se consolida o compacta. Para el caso presente DL,= 1.5, calculando la carga muerta como condición zanja o terraplén según el caso.

4.3.3.6 Diseño De La Cimentación En Zanja





Para el diseño uniforme de la cimentación, se han establecido unas zonas de acuerdo con el trabajo y localización dentro de la construcción:

Cimentación.

La cimentación propiamente dicha definida como el encamado y relleno inicial.

Encamado: conformada por el material de apoyo o encamado el atraque de la tubería, definido como el material a colocar desde el fondo de la excavación hasta la zona media del tubo.

Relleno Inicial: Definido como el material que cubre y protege la tubería iniciando en el encamado y cubriendo la tubería hasta 15 centímetros por encima del la clave del tubo.

 <p>Consorcio Aguas de Cundinamarca</p>	<p>AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B</p>	 	<p>INTERVENTOR</p>  <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA</p>
<p>VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012</p>	<p>INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1</p>	<p>Página 115</p>	

Rellenos.

Materiales colocados sobre la cimentación, requeridos para restablecer las condiciones topográficas y geomecánicas del terreno existentes antes de la colocación de la tubería.

Relleno final: Material común seleccionado proveniente de la excavación, que se coloca sobre la cimentación para reponer el material retirado durante la excavación y puede llegar hasta la rasante del terreno natural si no existen condiciones particulares en la rasante.

Base y Sub-base: Material clasificado y regulado según las especificaciones del Invias para soporte vial.

Ancho de la Cimentación

El ancho de la cimentación máximo para las tuberías en condición de zanja, admitido para considerar efectiva la instalación en esta modalidad, se ha tomado como el recomendado por los fabricantes.





4.3.3.7 Procedimiento De Cálculo

Las tablas de cálculo utilizadas para el diseño de la cimentación excavaciones y entibados se presentan en el **Anexo No7**.

Instalación en zanja

Los diseños para instalación en zanja, se realizaron con la hoja de cálculo recomendada por los fabricantes y a continuación se presentan las variables y el procedimiento de cálculo para este tipo de colocación de tubería. Esta hoja de cálculo está incluida en el anexo 7 y todas las indicaciones siguientes se refieren a ella.

- Tramo y Diámetro: De acuerdo con los cálculos previos hechos por los ingenieros hidráulicos, se tomaron de sus resultados estas dos variables.
- Ancho de la zanja (Bd): Para el material PVC especificado en los diseños hidráulicos, el ancho medio de la zanja recomendado por los fabricantes es el diámetro exterior de la tubería más 0.40m para tuberías hasta de 42". Para tuberías de 45" a 60" es el diámetro exterior de la tubería mas 0.60 m.
- Ancho de la tubería (Bc): Es el diámetro externo de la tubería de acuerdo con los catálogos del fabricante.
- Altura del relleno (H): Se calcula como el promedio del recubrimiento del punto inicial (salida) y final (llegada) del tramo.
- Presión del suelo (P): Se calcula según la teoría de MARSTON descrita anteriormente, como el peso unitario del suelo multiplicado por la altura del relleno afectada por el coeficiente adimensional.

 <p>Consorcio Aguas de Cundinamarca</p>	<p>AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B</p>	 	<p>INTERVENTOR</p>  <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA</p>
<p>VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012</p>	<p>INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1</p>	<p>Página 116</p>	

$$C_z = \frac{1 - e^{-2\lambda\mu \frac{h}{b}}}{2\lambda\mu \frac{h}{b}}$$

Cz: Coeficiente reductor correspondiente al rozamiento del relleno con los parámetros de la zanja.





- Tipo de relleno: Se especifica el material como relleno para zanja.
- Tipo de carga: En esa variable se define el tipo de carga viva que se puede presentar para el caso en estudio (1 ó 2 camiones H20 con carga trasera de 16ton por eje equivalentes 8Ton puntuales en un área de 0.5*0.25 m, similar a la especificada en la Norma técnica del EAAB (NS-0.35), autopista³, vía férrea¹ y aeropuerto¹).
- Coeficiente de carga viva (Cl): calculado para uno y dos camiones H20, según el caso con las fórmulas de UNI-BELL⁴.
- Carga Viva (Wl): Las cargas vivas para camiones cuando existan son calculadas con base en la ecuación de Boussinesq.
Se calcula así:

$$W_L = \frac{C_l P(L_f)}{12}$$

- Presión de la carga viva (Pv): Se calcula como la Carga viva sobre el diámetro exterior.
- Presión Total (Pt): Es la suma de la presión del suelo (carga muerta) y la de la carga viva.
- Presión Total (Pt) Crítica: Es el valor máximo de la presión total Pt entre los extremos del tubo y el valor promedio.
- Factores de deflexión (DL y K): Son constantes empíricas conocidas, para el cálculo de la deflexión. Tomadas de Uni-Bell, K es la constante de encamado (Marston) que en nuestro caso es 0.1 y DL es el factor de deflexión que cuando las cargas se calculan como condición de zanja es igual a 1.5.

³ UNI-BELL PVC PIPE ASSOCIATION, Handbook of PVC pipe, Design and construction, live loads on PVC pipe, Tabla 6.6, 1993.


⁴ UNI-BELL PVC PIPE ASSOCIATION, Handbook of PVC pipe, Design and construction, live loads on PVC pipe, Tabla 6.4 y 6.5, 1993.

 <p>Consorcio Aguas de Cundinamarca</p>	<p>AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B</p>	 	<p>INTERVENTOR</p>  <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA</p>
<p>VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012</p>	<p>INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1</p>	<p>Página 117</p>	

- **Rigidez de la tubería:** Para tuberías del proyecto se manejan la rigidez establecida por los diseñadores hidráulicos de 57 PSI, correspondiente a especificaciones técnicas para tubería Novafort.
- **Módulo de la reacción del suelo (E'):** Es la capacidad del suelo de resistir deflexión y depende del tipo de suelo y del grado de compactación del mismo. Para la selección de esta variable se toman en consideración los resultados de los ensayos directos efectuados en campo, como también los resultados de los ensayos de laboratorio realizados específicamente para cada una de las conducciones y cuyos resultados son consignados en el **Anexo No 6**.
- **Deflexión:** Este dato se calcula a partir de la rigidez (dato de la tubería) y las características del suelo (E'; tipo y grado de compactación). El valor máximo permisible por deflexión de la tubería es de 7.5%. La fórmula para este cálculo es:

$$Deflexión = \frac{DLxKxP + K + W(100)}{0.149xPS + 0.061xE'}$$

- **Donde, DL y K constantes empíricas, P:** Presión de carga muerta, W: Presión de carga Viva; Ps: Rigidez Tubería; E': Módulo de elasticidad.
- **Tipo de material para la cimentación:** Se especifica el material para un material granular arena húmeda compactado. Con grado de compactación mínimo para obtener deflexiones por debajo de la máxima establecida.
- **Cimentación:** Se selecciona una cimentación acorde con el tipo de rasante (pavimento, afirmado, relleno, andén y zona verde) y con las condiciones particulares del proyecto como presencia de niveles freáticos, profundidades de recubrimiento críticas, pendientes de tramo mayores al 15%, suelo circundante, entre otras, para la cual se cumpla con las condiciones límite de trabajo.

 <p>Consorcio Aguas de Cundinamarca</p>	<p>AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B</p>	 	<p>INTERVENTOR</p>  <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA</p>
<p>VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012</p>	<p>INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1</p>	<p>Página 118</p>	

Tipo de Relleno a utilizar:
Material granular, arena húmeda (6)

Material de cimentación:
GW,GP,SW,SP (2)


Tipo de carga de tráfico:
1 Camión H20 (1)
Peatonal (6)

Grado de Compactación:


Suelto	1
<85%	2
85%-95%	3
>95%	4

MEMORIAS DE CALCULO: DISEÑO DE CIMENTACIONES, ENTIBADOS Y EXCAVACIONES ALCANTARILLADO SAN FRANCISCO

Tramo		Diam	Profundidad		Bd m	Altura Rell. H m	Pr. Suelo P kg/m ²	Tipo de Relleno	Peso Unitario kg/m ³	Tipo de carga	CI	WL kg/m	Pv kg/m ²	Pt kg/m ²	Pt Crítico kg/m ²	DL	K	E' PSI	Deflexión %<7,5	Cimentación	
De	A	Nom "	DE	A																Material	Compactación
ALCANTARILLADO SANITARIO																					
MH5	10	8"	1,02	3,50	0,9	1,02 2,26 3,50	1738 3123 3989	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,018	131	655	1.738 3.778 3.989	3.989	1,50	0,10	3000	0,44	2	4
103	102	8"	1,41	1,92	0,6	1,41 1,66 1,92	2054 2278 2471	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,032	235	1.173	2.054 3.451 2.471	3.451	1,50	0,10	3000	0,38	2	4
106B	111	8"	1,30	1,23	0,6	1,30 1,27 1,23	1946 1910 1874	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,054	389	1.947	1.946 3.857 1.874	3.857	1,50	0,10	3000	0,43	2	4
111A	2	8"	1,23	1,59	0,6	1,23 1,41 1,59	1874 2054 2215	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,044	320	1.598	1.874 3.651 2.215	3.651	1,50	0,10	3000	0,41	2	4
						1,16	1799	6	1922					1.799	4.174	1,50	0,10				

 <p>Consorcio Aguas de Cundinamarca</p>	<p>AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B</p>	 	<p>INTERVENTOR</p>  <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA</p>
<p>VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012</p>	<p>INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1</p>	<p>Página 119</p>	


Tramo		Diam	Profundidad		Bd m	Altura	Pr. Suelo	Tipo de Relleno	Peso Unitario kg/m ³	Tipo de carga	CI	WL kg/m	Pv kg/m ²	Pt kg/m ²	Pt Crítico kg/m ²	DL	K	E' PSI	Deflexión %<7,5	Cimentación	
De	A	Nom "	DE	A		Rell. H m	P kg/m ²													Material	Compactación
114A	113	8"	1,16	1,08	0,6	1,12 1,08	1755 1710	6 6	1922 1922	1	0,067	484	2.419	4.174 1.710				3000	0,46	2	4
141	MH3	16"	1,85	1,75	0,9	1,85 1,80 1,75	2828 2775 2721	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,055	402	1.005	2.828 3.780 2.721	3.780	1,50	0,10	3000	0,42	2	4
20	21A	8"	2,67	2,17	0,9	2,67 2,42 2,17	3456 3259 3043	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,016	115	574	3.456 3.833 3.043	3.833	1,50	0,10	2490	0,51	2	4
21A	23	8"	2,27	2,70	0,9	2,27 2,48 2,70	3132 3312 3478	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,015	109	545	3.132 3.857 3.478	3.857	1,50	0,10	2490	0,51	2	4
23	26	12"	2,81	1,48	0,9	2,81 2,14 1,48	3623 3078 2375	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,031	227	722	3.623 3.800 2.375	3.800	1,50	0,10	2555	0,49	2	4
32	35C	16"	2,36	1,99	0,9	2,36 2,18 1,99	3315 3149 2972	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,039	281	701	3.315 3.851 2.972	3.851	1,50	0,10	3000	0,43	2	4
60H	62	16"	1,78	1,60	0,9	1,78 1,69 1,60	2754 2655 2552	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,062	452	1.131	2.754 3.786 2.552	3.786	1,50	0,10	3000	0,42	2	4
62	63	8"	2,50	3,63	0,9	2,50 3,07 3,63	3324 3731 4059	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,010	72	362	3.324 4.092 4.059	4.092	1,50	0,10	3000	0,46	2	4
63	70	8"	3,73	1,20	0,9	3,73 2,47	4110 3296	6 6	1922 1922	1	0,015	111	553	4.110 3.849	4.110	1,50	0,10	3000	0,46	2	4

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 120	

Tramo		Diam	Profundidad		Bd m	Altura	Pr. Suelo	Tipo de Relleno	Peso Unitario kg/m ³	Tipo de carga	CI	WL kg/m	Pv kg/m ²	Pt kg/m ²	Pt Crítico kg/m ²	DL	K	E' PSI	Deflexión %<7,5	Cimentación	
De	A	Nom "	DE	A		Rell. H m	P kg/m ²													Material	Compactación
						1,20	1982	6	1922					1.982							
75	76	8"	2,72	2,84	0,9	2,72 2,78 2,84	3493 3537 3579	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,012	88	438	3.493 3.974 3.579	3.974	1,50	0,10	3000	0,44	2	4
76	79	8"	2,89	3,38	0,9	2,89 3,13 3,38	3614 3775 3922	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,010	69	346	3.614 4.121 3.922	4.121	1,50	0,10	3000	0,46	2	4
8	11B	16"	5,46	1,77	0,9	5,46 3,61 1,77	4866 4173 2743	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,014	104	261	4.866 4.434 2.743	4.866	1,50	0,10	3000	0,54	2	4
9B	8	8"	3,93	5,36	0,9	3,93 4,65 5,36	4206 4495 4715	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,004	32	159	4.206 4.654 4.715	4.715	1,50	0,10	3000	0,53	2	4
10	9B	8"	3,58	3,88	0,9	3,58 3,73 3,88	4032 4110 4182	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,007	49	246	4.032 4.355 4.182	4.355	1,50	0,10	3000	0,49	2	4
PV20	141	16"	1,85	1,75	0,9	1,85 1,80 1,75	2775	6	1922	1	0,055	402	1.005	3.780	3.780	1,50	0,10	3000	0,42	2	4
122C	122A	8"	1,28	1,27	0,6	1,28 1,27 1,27	1926 1921 1916	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,053	384	1.919	1.926 3.840 1.916	3.840	1,50	0,10	2586	0,49	2	4
101D	504A	8"	1,10	1,10	0,6	1,10 1,10 1,10	1732 1732 1732	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,069	499	2.496	1.732 4.229 1.732	4.229	1,50	0,10	3000	0,47	2	4

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 121	


Tramo		Diam	Profundidad		Bd m	Altura Rell. H m	Pr. Suelo P kg/m ²	Tipo de Relleno	Peso Unitario kg/m ³	Tipo de carga	CI	WL kg/m	Pv kg/m ²	Pt kg/m ²	Pt Crítico kg/m ²	DL	K	E' PSI	Deflexión %<7,5	Cimentación	
De	A	Nom "	DE	A																Material	Compactación
101B	101D	8"	3,16	1,07	0,9	3,16	3791	6	1922	1	0,021	149	744	3.791	3.791	1,50	0,10	3000	0,42	2	4
						2,11	2993	6	1922					3.737							
						1,07	1807	6	1922					1.807							
503	504	8"	0,87	0,90	0,6	0,87	1454	6	1922	1	0,100	832	4.159	1.454	5.632	1,50	0,10	3000	0,63	2	4
						0,89	1474	6	1922					5.632							
						0,90	1493	6	1922					1.493							
504	18	8"	0,92	1,26	0,6	0,92	1518	6	1922	1	0,070	507	2.537	1.518	4.258	1,50	0,10	3000	0,47	2	4
						1,09	1721	6	1922					4.258							
						1,26	1905	6	1922					1.905							
504A	504	8"	1,12	0,90	0,6	1,12	1755	6	1922	1	0,080	579	2.895	1.755	4.523	1,50	0,10	3000	0,50	2	4
						1,01	1628	6	1922					4.523							
						0,90	1493	6	1922					1.493							
547	PTAR	16"	2,15	1,75	0,9	2,15	3126	6	1922	1	0,048	346	864	3.126	3.795	1,50	0,10	3421	0,37	2	4
						1,95	2931	6	1922					3.795							
						1,75	2721	6	1922					2.721							
546	547	16"	1,85	2,05	0,9	1,85	2828	6	1922	1	0,048	346	864	2.828	3.795	1,50	0,10	3421	0,37	2	4
						1,95	2931	6	1922					3.795							
						2,05	3031	6	1922					3.031							
545	546	16"	1,85	1,75	0,9	1,85	2828	6	1922	1	0,055	402	1.005	2.828	3.780	1,50	0,10	3421	0,37	2	4
						1,80	2775	6	1922					3.780							
						1,75	2721	6	1922					2.721							
544	545	16"	1,96	1,75	0,9	1,96	2942	6	1922	1	0,052	380	949	2.942	3.783	1,50	0,10	3421	0,37	2	4
						1,86	2834	6	1922					3.783							
						1,75	2721	6	1922					2.721							

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 122	


Tramo		Diam	Profundidad		Bd m	Altura	Pr. Suelo	Tipo de Relleno	Peso Unitario kg/m ³	Tipo de carga	CI	WL kg/m	Pv kg/m ²	Pt kg/m ²	Pt Crítico kg/m ²	DL	K	E' PSI	Deflexión %<7,5	Cimentación	
De	A	Nom "	DE	A		Rell. H m	P kg/m ²													Material	Compactación
543	544	16"	2,05	1,75	0,9	2,05 1,90 1,75	3031 2880 2721	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,050	363	907	3.031 3.788 2.721	3.788	1,50	0,10	3421	0,37	2	4
542	543	16"	1,85	1,95	0,9	1,85 1,90 1,95	2828 2880 2931	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,050	363	907	2.828 3.788 2.931	3.788	1,50	0,10	3421	0,37	2	4
541	542	16"	1,85	1,75	0,9	1,85 1,80 1,75	2828 2775 2721	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,055	402	1.005	2.828 3.780 2.721	3.780	1,50	0,10	3421	0,37	2	4
540	541	16"	1,85	1,75	0,9	1,85 1,80 1,75	2828 2775 2721	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,055	402	1.005	2.828 3.780 2.721	3.780	1,50	0,10	3421	0,37	2	4
539	540	16"	1,85	1,75	0,9	1,85 1,80 1,75	2828 2775 2721	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,055	402	1.005	2.828 3.780 2.721	3.780	1,50	0,10	3421	0,37	2	4
538	539	16"	1,85	1,75	0,9	1,85 1,80 1,75	2828 2775 2721	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,055	402	1.005	2.828 3.780 2.721	3.780	1,50	0,10	3421	0,37	2	4
537	538	16"	2,12	1,75	0,9	2,12 1,93 1,75	3098 2916 2721	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,048	351	877	3.098 3.793 2.721	3.793	1,50	0,10	3421	0,37	2	4
536	537	16"	2,05	1,75	0,9	2,05 1,90 1,75	3031 2880 2721	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,050	363	907	3.031 3.788 2.721	3.788	1,50	0,10	3421	0,37	2	4

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 123	

Tramo		Diam	Profundidad		Bd m	Altura Rell. H m	Pr. Suelo P kg/m ²	Tipo de Relleno	Peso Unitario kg/m ³	Tipo de carga	CI	WL kg/m	Pv kg/m ²	Pt kg/m ²	Pt Crítico kg/m ²	DL	K	E' PSI	Deflexión %<7,5	Cimentación	
De	A	Nom "	DE	A																Material	Compactación
535	536	16"	1,85	1,85	0,9	1,85 1,85 1,85	2828 2828 2828	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,053	382	954	2.828 3.783 2.828	3.783	1,50	0,10	3421	0,37	2	4
MH3	535	16"	1,85	1,65	0,9	1,85 1,75 1,65	2828 2721 2610	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,058	424	1.059	2.828 3.780 2.610	3.780	1,50	0,10	3000	0,42	2	4
35C	PV20	16"	1,99	1,75	0,9	1,99 1,87 1,75	2972 2849 2721	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,052	374	935	2.972 3.784 2.721	3.784	1,50	0,10	3000	0,42	2	4
81	MH4	8"	1,55	1,91	0,6	1,55 1,73 1,91	2181 2330 2464	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,030	218	1.091	2.181 3.421 2.464	3.421	1,50	0,10	3000	0,38	2	4
MH4	62	8"	1,97	2,50	0,9	1,97 2,23 2,50	2855 3101 3324	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,018	134	669	2.855 3.770 3.324	3.770	1,50	0,10	3000	0,42	2	4
79	MH6	16"	3,43	3,32	0,9	3,43 3,37 3,32	4071 4040 4007	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,016	119	299	4.071 4.338 4.007	4.338	1,50	0,10	3000	0,48	2	4
MH6	MH7	16"	3,37	1,04	0,9	3,37 2,21 1,04	4037 3177 1830	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,038	273	683	4.037 3.860 1.830	4.037	1,50	0,10	3000	0,45	2	4
MH7	81	16"	1,09	1,49	0,8	1,09 1,29 1,49	1878 2137 2374	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,102	741	1.853	1.878 3.989 2.374	3.989	1,50	0,10	3000	0,44	2	4

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 124	

Tramo		Diam	Profundidad		Bd m	Altura Rell. H m	Pr. Suelo P kg/m ²	Tipo de Relleno	Peso Unitario kg/m ³	Tipo de carga	CI	WL kg/m	Pv kg/m ²	Pt kg/m ²	Pt Crítico kg/m ²	DL	K	E' PSI	Deflexión %<7,5	Cimentación	
De	A	Nom "	DE	A																Material	Compactación
MH-115	MH-9	8"	1,55	1,55	0,6	1,55 1,55 1,55	2181 2181 2181	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,037	268	1.341	2.181 3.522 2.181	3.522	1,50	0,10	3000	0,39	2	4
MH-9	MH-10	8"	1,60	1,55	0,6	1,60 1,58 1,55	2224 2202 2181	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,036	260	1.302	2.224 3.504 2.181	3.504	1,50	0,10	3000	0,39	2	4
MH-10	MH-12	8"	1,60	1,19	0,6	1,60 1,39 1,19	2224 2039 1832	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,045	326	1.629	2.224 3.669 1.832	3.669	1,50	0,10	3000	0,41	2	4
MH-12	PV17	12"	1,25	1,15	0,75	1,25 1,20 1,15	2032 1971 1908	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,092	669	2.123	2.032 4.094 1.908	4.094	1,50	0,10	3000	0,46	2	4
ALCANTARILLADO PLUVIAL																					
98A	CAB8	24"	1,95	2,24	1,06	1,95 2,10 2,24	3155 3319 3475	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,068	491	744	3.155 4.063 3.475	4.063	1,50	0,10	1246	1,08	2	4
SS33	CAB4	14"	1,90	1,71	0,755	1,90 1,80 1,71	2730 2642 2550	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,049	357	1.007	2.730 3.649 2.550	3.649	1,50	0,10	1461	0,80	2	4
SS34	SS33	14"	1,80	1,71	0,755	1,80 1,76 1,71	2646 2599 2550	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,052	375	1.056	2.646 3.655 2.550	3.655	1,50	0,10	1461	0,80	2	4
PN3	PN4	10"	1,60	1,70	0,65	1,60 1,65 1,70	2303 2348 2392	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,041	298	1.191	2.303 3.539 2.392	3.539	1,50	0,10	2496	0,47	2	4

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 125	



Tramo		Diam	Profundidad		Bd m	Altura Rell. H m	Pr. Suelo P kg/m ²	Tipo de Relleno	Peso Unitario kg/m ³	Tipo de carga	CI	WL kg/m	Pv kg/m ²	Pt kg/m ²	Pt Crítico kg/m ²	DL	K	E' PSI	Deflexión %<7,5	Cimentación	
De	A	Nom "	DE	A																Material	Compactación
PN4	PN5	14"	1,77	1,76	0,755	1,77	2613	6	1922	1	0,051	371	1.045	2.613	3.653	1,50	0,10	2374	0,51	2	4
						1,76	2608	6	1922					3.653							
						1,76	2604	6	1922					2.604							
PN5	PN6	18"	1,91	1,80	0,85	1,91	2878	6	1922	1	0,059	426	947	2.878	3.769	1,50	0,10	3000	0,42	2	4
						1,86	2822	6	1922					3.769							
						1,80	2766	6	1922					2.766							
PN6	OF-11	18"	2,10	1,80	0,85	2,10	3059	6	1922	1	0,053	388	862	3.059	3.779	1,50	0,10	3000	0,42	2	4
						1,95	2917	6	1922					3.779							
						1,80	2766	6	1922					2.766							
PN7	SS34	10"	1,60	1,70	0,65	1,60	2303	6	1922	1	0,041	298	1.191	2.303	3.539	1,50	0,10	1659	0,69	2	4
						1,65	2348	6	1922					3.539							
						1,70	2392	6	1922					2.392							
PN8	OF-12	10"	1,60	2,58	0,65	1,60	2303	6	1922	1	0,026	190	760	2.303	3.457	1,50	0,10	3000	0,39	2	4
						2,09	2697	6	1922					3.457							
						2,58	2999	6	1922					2.999							
PN9	PN10	18"	3,67	3,36	0,85	3,67	4121	6	1922	1	0,017	124	275	4.121	4.320	1,50	0,10	3000	0,48	2	4
						3,52	4045	6	1922					4.320							
						3,36	3963	6	1922					3.963							
PN10	PN11	24"	3,88	1,98	1,06	3,88	4802	6	1922	1	0,036	258	391	4.802	4.802	1,50	0,10	3000	0,55	2	4
						2,93	4122	6	1922					4.514							
						1,98	3189	6	1922					3.189							
PN11	PN12	24"	2,71	1,98	1,06	2,71	3932	6	1922	1	0,055	396	601	3.932	4.184	1,50	0,10	3000	0,48	2	4
						2,35	3583	6	1922					4.184							
						1,98	3189	6	1922					3.189							

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 126	

Tramo		Diam	Profundidad		Bd m	Altura	Pr. Suelo	Tipo de Relleno	Peso Unitario kg/m ³	Tipo de carga	CI	WL kg/m	Pv kg/m ²	Pt kg/m ²	Pt Crítico kg/m ²	DL	K	E' PSI	Deflexión %<7,5	Cimentación	
De	A	Nom "	DE	A		Rell. H m	P kg/m ²													Material	Compactación
PN12	CAB7	24"	3,78	1,98	1,06	3,78 2,88 1,98	4741 4080 3189	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,037	267	405	4.741 4.485 3.189	4.741	1,50	0,10	3000	0,54	2	4
PN13	PN14	10"	1,60	1,60	0,65	1,60 1,60 1,60	2303 2303 2303	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,043	315	1.262	2.303 3.564 2.303	3.564	1,50	0,10	3000	0,40	2	4
PN14	PN15	10"	1,76	1,60	0,65	1,76 1,68 1,60	2443 2374 2303	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,040	288	1.151	2.443 3.526 2.303	3.526	1,50	0,10	3000	0,39	2	4
PN15	PN16	14"	1,71	1,67	0,755	1,71 1,69 1,67	2550 2530 2510	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,056	405	1.140	2.550 3.670 2.510	3.670	1,50	0,10	3000	0,41	2	4
PN16	PN17	14"	1,77	1,67	0,755	1,77 1,72 1,67	2608 2560 2510	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,054	391	1.103	2.608 3.663 2.510	3.663	1,50	0,10	3000	0,41	2	4
PN17	OF-13	14"	1,73	2,25	0,755	1,73 1,99 2,25	2575 2814 3025	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,041	296	833	2.575 3.646 3.025	3.646	1,50	0,10	3000	0,41	2	4
PN18	OF-14	14"	1,71	1,77	0,755	1,71 1,74 1,77	2550 2579 2608	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,053	383	1.079	2.550 3.659 2.608	3.659	1,50	0,10	1461	0,80	2	4
PN19	PN18	10"	1,66	1,65	0,65	1,66 1,66 1,65	2357 2352 2348	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,041	296	1.184	2.357 3.537 2.348	3.537	1,50	0,10	1659	0,69	2	4
						1,84	2509	6	1922					2.509	3.511	1,50	0,10				

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 127	



Tramo		Diam	Profundidad		Bd m	Altura	Pr. Suelo	Tipo de Relleno	Peso Unitario kg/m ³	Tipo de carga	CI	WL kg/m	Pv kg/m ²	Pt kg/m ²	Pt Crítico kg/m ²	DL	K	E' PSI	Deflexión %<7,5	Cimentación	
De	A	Nom "	DE	A		Rell. H m	P kg/m ²													Material	Compactación
PN21	PN22	10"	1,84	1,60	0,65	1,72 1,60	2409 2303	6 6	1922 1922	1	0,038	275	1.102	3.511 2.303				3000	0,39	2	4
PN22	98	14"	1,71	1,84	0,755	1,71 1,78 1,84	2550 2618 2684	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,051	367	1.034	2.550 3.652 2.684	3.652	1,50	0,10	3000	0,41	2	4
CAB01	PN10	24"	2,08	3,28	1,06	2,08 2,68 3,28	3302 3905 4398	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,042	307	465	3.302 4.370 4.398	4.398	1,50	0,10	3000	0,50	2	4
PN23	PN24	14"	1,67	1,93	0,755	1,67 1,80 1,93	2510 2637 2756	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,050	359	1.012	2.510 3.649 2.756	3.649	1,50	0,10	3000	0,41	2	4
PN24	PN36	14"	2,03	1,67	0,755	2,03 1,85 1,67	2844 2684 2510	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,047	341	961	2.844 3.645 2.510	3.645	1,50	0,10	3000	0,41	2	4
PN27	PN28	10"	1,60	1,70	0,65	1,60 1,65 1,70	2303 2348 2392	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,041	298	1.191	2.303 3.539 2.392	3.539	1,50	0,10	2496	0,47	2	4
PN28	PN5	10"	1,80	1,79	0,65	1,80 1,80 1,79	2476 2472 2468	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,035	254	1.016	2.476 3.488 2.468	3.488	1,50	0,10	2496	0,46	2	4
98	PN25	14"	2,01	1,71	0,755	2,01 1,86 1,71	2831 2698 2555	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,046	336	946	2.831 3.644 2.555	3.644	1,50	0,10	1461	0,80	2	4
						2,70	3337	6	1922					3.337	3.685	1,50	0,10				

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 128	

Tramo		Diam	Profundidad		Bd m	Altura Rell. H m	Pr. Suelo P kg/m ²	Tipo de Relleno	Peso Unitario kg/m ³	Tipo de carga	CI	WL kg/m	Pv kg/m ²	Pt kg/m ²	Pt Crítico kg/m ²	DL	K	E' PSI	Deflexión %<7,5	Cimentación	
De	A	Nom "	DE	A																Material	Compactación
PN25	PN26	14"	2,70	1,81	0,755	2,25 1,81	3029 2651	6 6	1922 1922	1	0,032	233	655	3.685 2.651				1461	0,81	2	4
PN26	98A	16"	2,80	1,88	0,8	2,80 2,34 1,88	3506 3180 2781	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,034	244	609	3.506 3.790 2.781	3.790	1,50	0,10	1408	0,86	2	4
PN29	PN9	18"	2,42	3,57	0,85	2,42 3,00 3,57	3335 3748 4072	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,023	170	377	3.335 4.125 4.072	4.125	1,50	0,10	3000	0,46	2	4
PN30	SS67	14"	1,71	1,18	0,755	1,71 1,44 1,18	2555 2277 1964	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,074	538	1.515	2.555 3.792 1.964	3.792	1,50	0,10	3000	0,42	2	4
PN32	PN31	10"	1,60	1,94	0,65	1,60 1,77 1,94	2303 2451 2587	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,036	261	1.044	2.303 3.495 2.587	3.495	1,50	0,10	3000	0,39	2	4
PN34	PN35	18"	2,19	2,31	0,85	2,19 2,25 2,31	3141 3193 3245	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,041	295	656	3.141 3.849 3.245	3.849	1,50	0,10	3000	0,43	2	4
PN35	PN36	24"	2,86	2,24	1,06	2,86 2,55 2,24	4063 3784 3475	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,047	338	512	4.063 4.296 3.475	4.296	1,50	0,10	3000	0,49	2	4
PN36	PN37	20"	2,43	2,07	0,9	2,43 2,25 2,07	3430 3272 3101	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,045	327	655	3.430 3.926 3.101	3.926	1,50	0,10	3000	0,44	2	4
						2,47	3464	6	1922					3.464	3.934	1,50	0,10				

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 129	


Tramo		Diam	Profundidad		Bd m	Altura	Pr. Suelo	Tipo de Relleno	Peso Unitario kg/m ³	Tipo de carga	CI	WL kg/m	Pv kg/m ²	Pt kg/m ²	Pt Crítico kg/m ²	DL	K	E' PSI	Deflexión %<7,5	Cimentación	
De	A	Nom "	DE	A		Rell. H m	P kg/m ²													Material	Compactación
PN37	PN38	20"	2,47	2,07	0,9	2,27 2,07	3290 3101	6 6	1922 1922	1	0,044	322	644	3.934 3.101				3000	0,44	2	4
PN38	140	24"	2,43	1,08	1,06	2,43 1,76 1,08	3668 2922 1991	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,094	683	1.035	3.668 3.957 1.991	3.957	1,50	0,10	3000	0,45	2	4
PN44	PN43	10"	1,60	1,79	0,65	1,60 1,70 1,79	2303 2388 2468	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,039	283	1.132	2.303 3.520 2.468	3.520	1,50	0,10	3000	0,39	2	4
PN43	PN42	10"	1,89	3,05	0,65	1,89 2,47 3,05	2548 2938 3222	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,019	138	551	2.548 3.489 3.222	3.489	1,50	0,10	3000	0,39	2	4
PN39	PN40	14"	1,95	1,71	0,755	1,95 1,83 1,71	2774 2665 2550	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,048	348	981	2.774 3.646 2.550	3.646	1,50	0,10	3000	0,41	2	4
PN40	PN41	16"	2,07	1,75	0,8	2,07 1,91 1,75	2956 2810 2653	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,050	359	898	2.956 3.708 2.653	3.708	1,50	0,10	3000	0,41	2	4
PN41	PN34	16"	1,98	1,75	0,8	1,98 1,87 1,75	2875 2767 2653	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,052	376	940	2.875 3.706 2.653	3.706	1,50	0,10	3000	0,41	2	4
PN42	PN45	10"	3,15	1,60	0,65	3,15 2,38 1,60	3263 2882 2303	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,020	149	594	3.263 3.477 2.303	3.477	1,50	0,10	3000	0,39	2	4
						1,91	2564	6	1922					2.564	3.499	1,50	0,10				

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 130	

Tramo		Diam	Profundidad		Bd m	Altura Rell. H m	Pr. Suelo P kg/m ²	Tipo de Relleno	Peso Unitario kg/m ³	Tipo de carga	CI	WL kg/m	Pv kg/m ²	Pt kg/m ²	Pt Crítico kg/m ²	DL	K	E' PSI	Deflexión %<7,5	Cimentación	
De	A	Nom "	DE	A																Material	Compactación
PN45	PN39	10"	1,91	1,60	0,65	1,76 1,60	2439 2303	6 6	1922 1922	1	0,037	265	1.060	3.499 2.303				3000	0,39	2	4
PN33	21	10"	2,45	1,44	0,65	2,45 1,94 1,44	2926 2591 2150	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,030	218	873	2.926 3.463 2.150	3.463	1,50	0,10	1659	0,67	2	4
S1	PN23	8"	1,35	1,45	0,6	1,35 1,40 1,45	1996 2044 2091	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,045	324	1.619	1.996 3.663 2.091	3.663	1,50	0,10	3000	0,41	2	4
S2	PN23	8"	1,36	1,35	0,6	1,36 1,36 1,35	2006 2001 1996	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,047	344	1.719	2.006 3.719 1.996	3.719	1,50	0,10	3000	0,41	2	4
S3	PN37	8"	1,35	1,35	0,6	1,35 1,35 1,35	1996 1996 1996	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,048	346	1.730	1.996 3.726 1.996	3.726	1,50	0,10	3000	0,42	2	4
S5	PN37	8"	1,35	1,99	0,6	1,35 1,67 1,99	1996 2282 2520	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,032	233	1.166	1.996 3.448 2.520	3.448	1,50	0,10	3000	0,38	2	4
S4	PN37	8"	1,35	1,99	0,6	1,35 1,67 1,99	1996 2282 2520	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,032	233	1.166	1.996 3.448 2.520	3.448	1,50	0,10	3000	0,38	2	4
S6	140	8"	1,14	1,02	0,6	1,14 1,08 1,02 1,02	1777 1710 1640 1640	6 6 6 6	1922 1922 1922 1922	1	0,071	516	2.578	1.777 4.287 1.640 1.640	4.287	1,50	0,10	3000	0,48	2	4
						1,02	1640	6	1922					1.640	4.486	1,50	0,10				

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 131	


Tramo		Diam	Profundidad		Bd m	Altura Rell. H m	Pr. Suelo P kg/m ²	Tipo de Relleno	Peso Unitario kg/m ³	Tipo de carga	CI	WL kg/m	Pv kg/m ²	Pt kg/m ²	Pt Crítico kg/m ²	DL	K	E' PSI	Deflexión %<7,5	Cimentación	
De	A	Nom "	DE	A																Material	Compactación
S7	140	8"	1,02	1,02	0,6	1,02 1,02	1640 1640	6 6	1922 1922	1	0,078	569	2.846	4.486 1.640				3000	0,50	2	4
S8	7E	8"	1,39	1,20	0,6	1,39 1,29 1,20	2035 1941 1842	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,051	373	1.866	2.035 3.807 1.842	3.807	1,50	0,10	3000	0,42	2	4
S9	7E	8"	1,19	1,20	0,6	1,19 1,19 1,20	1832 1837 1842	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,059	431	2.156	1.832 3.993 1.842	3.993	1,50	0,10	3000	0,44	2	4
S10	CAB01	8"	2,00	1,35	0,6	2,00 1,68 1,35	2527 2286 1996	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,032	232	1.160	2.527 3.446 1.996	3.446	1,50	0,10	3000	0,38	2	4
S11	CAB01	8"	2,24	1,35	0,6	2,24 1,80 1,35	2677 2380 1996	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,028	204	1.018	2.677 3.398 1.996	3.398	1,50	0,10	3000	0,38	2	4
S12	CAB01	8"	2,00	1,35	0,6	2,00 1,68 1,35	2527 2286 1996	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,032	232	1.160	2.527 3.446 1.996	3.446	1,50	0,10	3000	0,38	2	4
S13	PN29	8"	1,35	1,35	0,6	1,35 1,35 1,35	1996 1996 1996	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,048	346	1.730	1.996 3.726 1.996	3.726	1,50	0,10	3000	0,42	2	4
S14	PN29	8"	1,35	1,35	0,6	1,35 1,35 1,35	1996 1996 1996	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,048	346	1.730	1.996 3.726 1.996	3.726	1,50	0,10	3000	0,42	2	4
						1,34	1986	6	1922					1.986	3.398	1,50	0,10				

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 PLAN DEPARTAMENTAL DE AGUAS CUNDINAMARCA  Empresas Públicas de Cundinamarca	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 132	

Tramo		Diam	Profundidad		Bd m	Altura Rell. H m	Pr. Suelo P kg/m ²	Tipo de Relleno	Peso Unitario kg/m ³	Tipo de carga	CI	WL kg/m	Pv kg/m ²	Pt kg/m ²	Pt Crítico kg/m ²	DL	K	E' PSI	Deflexión %<7,5	Cimentación	
De	A	Nom "	DE	A																Material	Compactación
S15	PN29	8"	1,34	2,25	0,6	1,80 2,25	2380 2683	6 6	1922 1922	1	0,028	204	1.018	3.398 2.683				3000	0,38	2	4
S16	PN9	8"	1,35	1,35	0,6	1,35 1,35 1,35	1996 1996 1996	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,048	346	1.730	1.996 3.726 1.996	3.726	1,50	0,10	3000	0,42	2	4
S17	PN9	8"	1,35	1,35	0,6	1,35 1,35 1,35	1996 1996 1996	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,048	346	1.730	1.996 3.726 1.996	3.726	1,50	0,10	3000	0,42	2	4
S18	PN10	8"	1,35	1,90	0,6	1,35 1,63 1,90	1996 2245 2457	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,034	246	1.228	1.996 3.473 2.457	3.473	1,50	0,10	3000	0,39	2	4
S19	PN10	8"	1,35	1,35	0,6	1,35 1,35 1,35	1996 1996 1996	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,048	346	1.730	1.996 3.726 1.996	3.726	1,50	0,10	3000	0,42	2	4
S20	PN36	8"	1,35	1,35	0,6	1,35 1,35 1,35	1996 1996 1996	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,048	346	1.730	1.996 3.726 1.996	3.726	1,50	0,10	3000	0,42	2	4
S21	PN36	8"	1,37	1,35	0,6	1,37 1,36 1,35	2015 2006 1996	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,047	341	1.707	2.015 3.713 1.996	3.713	1,50	0,10	3000	0,41	2	4
S22	PN36	8"	1,35	1,35	0,6	1,35 1,35 1,35	1996 1996 1996	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,048	346	1.730	1.996 3.726 1.996	3.726	1,50	0,10	3000	0,42	2	4
						1,35	1996	6	1922					1.996	3.589	1,50	0,10				

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 133	

Tramo		Diam	Profundidad		Bd m	Altura Rell. H m	Pr. Suelo P kg/m ²	Tipo de Relleno	Peso Unitario kg/m ³	Tipo de carga	CI	WL kg/m	Pv kg/m ²	Pt kg/m ²	Pt Crítico kg/m ²	DL	K	E' PSI	Deflexión %<7,5	Cimentación	
De	A	Nom "	DE	A																Material	Compactación
S23	68A	8"	1,35	1,59	0,6	1,47 1,59	2109 2215	6 6	1922 1922	1	0,041	296	1.480	3.589 2.215				3000	0,40	2	4
S24	68A	8"	1,35	1,75	0,6	1,35 1,55 1,75	1996 2181 2346	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,037	268	1.341	1.996 3.522 2.346	3.522	1,50	0,10	3000	0,39	2	4
S25	68A	8"	1,35	1,80	0,6	1,35 1,58 1,80	1996 2202 2384	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,036	260	1.302	1.996 3.504 2.384	3.504	1,50	0,10	3000	0,39	2	4
S26	PN45	8"	1,54	1,35	0,6	1,54 1,45 1,35	2172 2086 1996	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,042	305	1.527	2.172 3.614 1.996	3.614	1,50	0,10	3000	0,40	2	4
S27	PN45	8"	1,35	1,35	0,6	1,35 1,35 1,35	1996 1996 1996	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,048	346	1.730	1.996 3.726 1.996	3.726	1,50	0,10	3000	0,42	2	4
S28	PN39	8"	1,35	1,55	0,6	1,35 1,45 1,55	1996 2091 2181	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,042	304	1.518	1.996 3.609 2.181	3.609	1,50	0,10	3000	0,40	2	4
S29	PN34	8"	1,35	1,35	0,6	1,35 1,35 1,35	1996 1996 1996	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,048	346	1.730	1.996 3.726 1.996	3.726	1,50	0,10	3000	0,42	2	4
S30	PN34	8"	1,35	1,35	0,6	1,35 1,35 1,35	1996 1996 1996	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,048	346	1.730	1.996 3.726 1.996	3.726	1,50	0,10	3000	0,42	2	4
						1,35	1996	6	1922					1.996	3.726	1,50	0,10				



 <p>Consorcio Aguas de Cundinamarca</p>	<p>AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B</p>	 	<p>INTERVENTOR</p>  <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA</p>
<p>VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012</p>	<p>INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1</p>	<p>Página 134</p>	

Tramo		Diam	Profundidad		Bd m	Altura Rell. H m	Pr. Suelo P kg/m ²	Tipo de Relleno	Peso Unitario kg/m ³	Tipo de carga	CI	WL kg/m	Pv kg/m ²	Pt kg/m ²	Pt Crítico kg/m ²	DL	K	E' PSI	Deflexión %<7,5	Cimentación	
De	A	Nom "	DE	A																Material	Compactación
S31	PN27	8"	1,35	1,35	0,6	1,35 1,35	1996 1996	6 6	1922 1922	1	0,048	346	1.730	3.726 1.996				2586	0,48	2	4


Tramo		Diam	Profundidad		Bd m	Altura Rell. H m	Pr. Suelo P kg/m ²	Tipo de Relleno	Peso Unitario kg/m ³	Tipo de carga	CI	WL kg/m	Pv kg/m ²	Pt kg/m ²	Pt Crítico kg/m ²	DL	K	E' PSI	Deflexión %<7,5	Cimentación	
De	A	Nom "	DE	A																Material	Compactación
S32	PN27	8"	1,88	1,35	0,6	1,88 1,62 1,35	2443 2237 1996	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,034	248	1.242	2.443 3.478 1.996	3.478	1,50	0,10	2586	0,45	2	4
S33	PN28	8"	1,35	1,65	0,6	1,35 1,50 1,65	1996 2137 2266	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,039	285	1.425	1.996 3.562 2.266	3.562	1,50	0,10	2586	0,46	2	4
S34	PN28	8"	1,35	1,65	0,6	1,35 1,50 1,65	1996 2137 2266	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,039	285	1.425	1.996 3.562 2.266	3.562	1,50	0,10	2586	0,46	2	4
S35	PN5	8"	1,35	1,35	0,6	1,35 1,35 1,35	1996 1996 1996	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,048	346	1.730	1.996 3.726 1.996	3.726	1,50	0,10	3000	0,42	2	4
S36	PN5	8"	1,35	1,74	0,6	1,35 1,55 1,74	1996 2176 2338	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,037	270	1.349	1.996 3.526 2.338	3.526	1,50	0,10	3000	0,39	2	4

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 135	


Tramo		Diam	Profundidad		Bd	Altura Rell. H	Pr. Suelo P	Tipo de Relleno	Peso Unitario kg/m ³	Tipo de carga	CI	WL	Pv	Pt	Pt Crítico	DL	K	E' PSI	Deflexión %<7,5	Cimentación	
De	A		DE	A																Material	Compactación
S37	PN6	8"	1,35	1,88	0,6	1,35 1,62 1,88	1996 2237 2443	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,034	248	1.242	1.996 3.478 2.443	3.478	1,50	0,10	3000	0,39	2	4
S38	PN6	8"	1,35	1,35	0,6	1,35 1,35 1,35	1996 1996 1996	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,048	346	1.730	1.996 3.726 1.996	3.726	1,50	0,10	3000	0,42	2	4
S39	PN4	8"	1,35	1,65	0,6	1,35 1,50 1,65	1996 2137 2266	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,039	285	1.425	1.996 3.562 2.266	3.562	1,50	0,10	2586	0,46	2	4
S40	PN4	8"	1,35	1,35	0,6	1,35 1,35 1,35	1996 1996 1996	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,048	346	1.730	1.996 3.726 1.996	3.726	1,50	0,10	2586	0,48	2	4
S41	PN3	8"	1,37	1,35	0,6	1,37 1,36 1,35	2015 2006 1996	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,047	341	1.707	2.015 3.713 1.996	3.713	1,50	0,10	2586	0,48	2	4
S42	PN3	8"	1,35	1,45	0,6	1,35 1,40 1,45	1996 2044 2091	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,045	324	1.619	1.996 3.663 2.091	3.663	1,50	0,10	2586	0,47	2	4
S43	PN21	8"	1,35	1,35	0,6	1,35 1,35 1,35	1996 1996 1996	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,048	346	1.730	1.996 3.726 1.996	3.726	1,50	0,10	2586	0,48	2	4
						1,35	1996	6	1922					1.996	3.571	1,50	0,10				

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 136	


Tramo		Diam	Profundidad		Bd	Altura Rell. H	Pr. Suelo P	Tipo de Relleno	Peso Unitario kg/m ³	Tipo de carga	CI	WL	Pv	Pt	Pt Crítico	DL	K	E' PSI	Deflexión %<7,5	Cimentación	
De	A		DE	A																Material	Compactación
S44	PN21	8"	1,35	1,63	0,6	1,49 1,63	2128 2249	6 6	1922 1922	1	0,040	289	1.443	3.571 2.249				3000	0,40	2	4
S45	PN21	8"	1,35	1,63	0,6	1,35 1,49 1,63	1996 2128 2249	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,040	289	1.443	1.996 3.571 2.249	3.571	1,50	0,10	3000	0,40	2	4
S46	PN22	8"	1,35	1,55	0,6	1,35 1,45 1,55	1996 2091 2181	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,042	304	1.518	1.996 3.609 2.181	3.609	1,50	0,10	3000	0,40	2	4
S47	PN22	8"	1,35	1,55	0,6	1,35 1,45 1,55	1996 2091 2181	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,042	304	1.518	1.996 3.609 2.181	3.609	1,50	0,10	3000	0,40	2	4
S48	98	8"	1,35	1,79	0,6	1,35 1,57 1,79	1996 2198 2376	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,036	262	1.309	1.996 3.508 2.376	3.508	1,50	0,10	3000	0,39	2	4
S49	98	8"	1,35	1,35	0,6	1,35 1,35 1,35	1996 1996 1996	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,048	346	1.730	1.996 3.726 1.996	3.726	1,50	0,10	3000	0,42	2	4
S50	PN26	8"	1,35	2,64	0,9	1,35 2,00 2,64	2172 2879 3433	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,023	166	832	2.172 3.711 3.433	3.711	1,50	0,10	2490	0,49	2	4
S51	PN26	8"	1,35	2,64	0,9	1,35 2,00 2,64	2879	6	1922	1	0,023	166	832	3.711	3.711	1,50	0,10	2490	0,49	2	4

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 137	


Tramo		Diam	Profundidad		Bd	Altura Rell. H	Pr. Suelo P	Tipo de Relleno	Peso Unitario kg/m ³	Tipo de carga	CI	WL	Pv	Pt	Pt Crítico	DL	K	E' PSI	Deflexión %<7,5	Cimentación	
De	A		DE	A																Material	Compactación
S52	PN7	8"	1,35	1,35	0,6	1,35 1,35 1,35	1996 1996 1996	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,048	346	1.730	1.996 3.726 1.996	3.726	1,50	0,10	1830	0,66	2	4
S53	PN7	8"	1,35	1,45	0,6	1,35 1,40 1,45	1996 2044 2091	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,045	324	1.619	1.996 3.663 2.091	3.663	1,50	0,10	1830	0,65	2	4
S54	PN19	8"	1,35	1,51	0,6	1,35 1,43 1,51	1996 2072 2146	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,043	311	1.557	1.996 3.629 2.146	3.629	1,50	0,10	1830	0,64	2	4
S55	PN19	8"	1,35	1,51	0,6	1,35 1,43 1,51	1996 2072 2146	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,043	311	1.557	1.996 3.629 2.146	3.629	1,50	0,10	1830	0,64	2	4
S56	PN18	8"	1,47	1,35	0,6	1,47 1,41 1,35	2109 2054 1996	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,044	320	1.598	2.109 3.651 1.996	3.651	1,50	0,10	1830	0,65	2	4
S57	PN18	8"	1,42	1,35	0,6	1,42 1,39 1,35	2063 2030 1996	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,046	330	1.651	2.063 3.681 1.996	3.681	1,50	0,10	1830	0,65	2	4
S59	SS34	8"	1,35	1,65	0,6	1,35 1,50 1,65	1996 2137 2266	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,039	285	1.425	1.996 3.562 2.266	3.562	1,50	0,10	1830	0,63	2	4
S61	SS34	8"	1,35	1,35	0,6	1,35 1,35 1,35	1996 1996 1996	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,048	346	1.730	1.996 3.726 1.996	3.726	1,50	0,10	1830	0,66	2	4

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 138	

Tramo		Diam	Profundidad		Bd	Altura Rell. H	Pr. Suelo P	Tipo de Relleno	Peso Unitario kg/m ³	Tipo de carga	CI	WL	Pv	Pt	Pt Crítico	DL	K	E' PSI	Deflexión %<7,5	Cimentación	
De	A		DE	A																Material	Compactación
S62	SS34	8"	1,35	1,35	0,6	1,35 1,35 1,35	1996 1996 1996	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,048	346	1.730	1.996 3.726 1.996	3.726	1,50	0,10	1830	0,66	2	4
S63	93	8"	1,35	1,38	0,6	1,35 1,37 1,38	1996 2010 2025	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,047	339	1.696	1.996 3.706 2.025	3.706	1,50	0,10	3000	0,41	2	4
S64	PN21	8"	1,35	1,63	0,6	1,35 1,49 1,63	1996 2128 2249	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,040	289	1.443	1.996 3.571 2.249	3.571	1,50	0,10	3000	0,40	2	4
S65	110	8"	1,32	1,18	0,6	1,32 1,25 1,18	1966 1895 1821	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,055	398	1.989	1.966 3.884 1.821	3.884	1,50	0,10	3000	0,43	2	4
S66	110	8"	1,35	1,18	0,6	1,35 1,27 1,18	1996 1910 1821	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,054	389	1.947	1.996 3.857 1.821	3.857	1,50	0,10	3000	0,43	2	4
S67	98	8"	1,35	1,35	0,6	1,35 1,35 1,35	1996 1996 1996	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,048	346	1.730	1.996 3.726 1.996	3.726	1,50	0,10	3000	0,42	2	4
S68	PN29	8"	1,34	1,41	0,6	1,34 1,38 1,41	1986 2020 2054	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,046	335	1.673	1.986 3.693 2.054	3.693	1,50	0,10	3000	0,41	2	4
S69	PN18	8"	1,35	1,35	0,6	1,35 1,35	1996 1996	6 6	1922 1922	1	0,048	346	1.730	1.996 3.726	3.726	1,50	0,10	1830	0,66	2	4

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 139	


Tramo		Diam	Profundidad		Bd	Altura Rell. H	Pr. Suelo P	Tipo de Relleno	Peso Unitario kg/m ³	Tipo de carga	CI	WL	Pv	Pt	Pt Crítico	DL	K	E' PSI	Deflexión %<7,5	Cimentación	
De	A		DE	A																Material	Compactación
						1,35	1996	6	1922					1.996							
S70	80A	8"	1,30	0,52	0,6	1,30 0,91 0,52	1946 1505 954	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,095	794	3.971	1.946 5.476 954	5.476	1,50	0,10	3000	0,61	2	4
S71	80A	8"	0,54	0,52	0,6	0,54 0,53 0,52	985 970 954	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,215	2.107	10.537	985 11.507 954	11.507	1,50	0,10	3000	1,28	2	4
S72	PN30	8"	1,35	1,35	0,6	1,35 1,35 1,35	1996 1996 1996	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,048	346	1.730	1.996 3.726 1.996	3.726	1,50	0,10	3000	0,42	2	4
S73	PN30	8"	1,35	1,35	0,6	1,35 1,35 1,35	1996 1996 1996	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,048	346	1.730	1.996 3.726 1.996	3.726	1,50	0,10	3000	0,42	2	4
S74	PN27	8"	1,77	1,35	0,6	1,77 1,56 1,35	2361 2190 1996	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,037	265	1.325	2.361 3.515 1.996	3.515	1,50	0,10	2586	0,45	2	4
S75	PN5	8"	1,35	1,35	0,6	1,35 1,35 1,35	1996 1996 1996	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,048	346	1.730	1.996 3.726 1.996	3.726	1,50	0,10	3000	0,42	2	4
S76	PN5	8"	1,34	1,74	0,6	1,34 1,54 1,74	1986 2172 2338	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,037	271	1.357	1.986 3.529 2.338	3.529	1,50	0,10	3000	0,39	2	4
S77	PN29	8"	1,35	2,25	0,6	1,35 1,80	1996 2384	6 6	1922 1922	1	0,028	202	1.012	1.996 3.396	3.396	1,50	0,10	3000	0,38	2	4

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 140	





Tramo		Diam	Profundidad		Bd	Altura Rell. H	Pr. Suelo P	Tipo de Relleno	Peso Unitario kg/m ³	Tipo de carga	CI	WL	Pv	Pt	Pt Crítico	DL	K	E' PSI	Deflexión %<7,5	Cimentación	
De	A		DE	A																Material	Compactación
						2,25	2683	6	1922					2.683							
S78	PN29	8"	1,34	1,41	0,6	1,34 1,38 1,41	1986 2020 2054	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,046	335	1.673	1.986 3.693 2.054	3.693	1,50	0,10	3000	0,41	2	4
S79	PN28	8"	1,35	1,35	0,6	1,35 1,35 1,35	1996 1996 1996	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,048	346	1.730	1.996 3.726 1.996	3.726	1,50	0,10	2586	0,48	2	4
S80	PN28	8"	1,35	1,35	0,6	1,35 1,35 1,35	1996 1996 1996	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,048	346	1.730	1.996 3.726 1.996	3.726	1,50	0,10	2586	0,48	2	4
S81	PN8	8"	1,35	1,45	0,6	1,35 1,40 1,45	1996 2044 2091	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,045	324	1.619	1.996 3.663 2.091	3.663	1,50	0,10	2586	0,47	2	4
S82	PN8	8"	1,41	1,35	0,6	1,41 1,38 1,35	2054 2025 1996	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,046	332	1.662	2.054 3.687 1.996	3.687	1,50	0,10	2586	0,47	2	4
S83	PN27	8"	1,62	1,35	0,6	1,62 1,49 1,35	2241 2123 1996	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,040	290	1.452	2.241 3.575 1.996	3.575	1,50	0,10	3000	0,40	2	4
PN31	CAB01	10"	2,17	1,40	0,9	2,17 1,78 1,40	3068 2690 2253	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,035	257	1.027	3.068 3.717 2.253	3.717	1,50	0,10	3000	0,41	2	4
S84	PN32	8"	1,35	1,38	0,6	1,35 1,37	1996 2010	6 6	1922 1922	1	0,047	339	1.696	1.996 3.706	3.706	1,50	0,10	3000	0,41	2	4

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 141	

Tramo		Diam	Profundidad		Bd	Altura Rell. H	Pr. Suelo P	Tipo de Relleno	Peso Unitario kg/m ³	Tipo de carga	CI	WL	Pv	Pt	Pt Crítico	DL	K	E' PSI	Deflexión %<7,5	Cimentación	
De	A		DE	A																Material	Compactación
						1,38	2025	6	1922					2.025							
S85	PN32	8"	1,35	1,38	0,6	1,35 1,37 1,38	1996 2010 2025	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,047	339	1.696	1.996 3.706 2.025	3.706	1,50	0,10	3000	0,41	2	4
S99	PN44	8"	1,26	1,26	0,6	1,26 1,26 1,26	1905 1905 1905	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,054	392	1.961	1.905 3.866 1.905	3.866	1,50	0,10	3000	0,43	2	4
S100	PN44	8"	1,88	1,26	0,6	1,88 1,57 1,26	2443 2198 1905	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,036	262	1.309	2.443 3.508 1.905	3.508	1,50	0,10	3000	0,39	2	4
S101	PN44	8"	1,51	1,26	0,6	1,51 1,39 1,26	2146 2030 1905	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,046	330	1.651	2.146 3.681 1.905	3.681	1,50	0,10	3000	0,41	2	4
S102	PN44	8"	1,74	1,26	0,6	1,74 1,50 1,26	2338 2137 1905	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,039	285	1.425	2.338 3.562 1.905	3.562	1,50	0,10	3000	0,40	2	4
S103	PN43	8"	1,30	1,26	0,6	1,30 1,28 1,26	1946 1926 1905	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,053	381	1.906	1.946 3.832 1.905	3.832	1,50	0,10	3000	0,43	2	4
S104	PN43	8"	1,26	1,36	0,6	1,26 1,31 1,36	1905 1956 2006	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,050	366	1.828	1.905 3.784 2.006	3.784	1,50	0,10	3000	0,42	2	4
S105	PN42	8"	1,26	1,33	0,6	1,26 1,30	1905 1941	6 6	1922 1922	1	0,051	373	1.866	1.905 3.807	3.807	1,50	0,10	3000	0,42	2	4

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 142	

Tramo		Diam	Profundidad		Bd m	Altura Rell. H m	Pr. Suelo P kg/m ²	Tipo de Relleno	Peso Unitario kg/m ³	Tipo de carga	CI	WL kg/m	Pv kg/m ²	Pt kg/m ²	Pt Crítico kg/m ²	DL	K	E' PSI	Deflexión %<7,5	Cimentación	
De	A	Nom "	DE	A																Material	Compactación
						1,33	1976	6	1922					1.976							
S106	PN42	8"	1,34	1,26	0,6	1,34 1,30 1,26	1986 1946 1905	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,051	371	1.853	1.986 3.799 1.905	3.799	1,50	0,10	3000	0,42	2	4
S107	PN42	8"	1,26	1,26	0,6	1,26 1,26 1,26	1905 1905 1905	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,054	392	1.961	1.905 3.866 1.905	3.866	1,50	0,10	3000	0,43	2	4
PN46	PN39	10"	1,60	1,60	0,65	1,60 1,60 1,60	2303 2303 2303	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,043	315	1.262	2.303 3.564 2.303	3.564	1,50	0,10	3000	0,40	2	4
110	98	12"	1,31	1,57	0,75	1,31 1,44 1,57	2103 2251 2390	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,066	481	1.528	2.103 3.779 2.390	3.779	1,50	0,10	3000	0,42	2	4
PN8	CAB12	10"	1,40	2,50	0,9	1,40 1,95 2,50	2253 2859 3351	6 6 6	1922 1922 1922	1	0,030	217	868	2.253 3.727 3.351	3.727	1,50	0,10	2705	0,46	2	4

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 143	

4.3.4 Memorias de diseño de excavaciones y entibados:

El proyecto de redes tiene como característica general, que se trata de una obra lineal que abarca largos corredores a través de diferentes tipos de material, y con la instalación de tuberías a variadas profundidades. Por lo tanto, la norma Ras 2000 recomienda la zonificación por zonas homogéneas de condiciones de excavación y entibados.

Tipo de suelo: La clasificación de los tipos de suelos presentes en la conducción, obtenida con base en la exploración de campo, se realiza de acuerdo al numeral G.2.3.1.1 Clasificación por tipo de suelo, de norma Ras 2000 la cual toma en consideración para el suelo el tamaño del grano, la cementación o no del material, la consistencia de los materiales cohesivos, la alteración y fisuración de material rocoso, la pendiente del terreno y el nivel del agua.

Soporte en función de Profundidad de la excavación: La profundidad de la excavación se obtiene de los perfiles de proyecto. Se ha clasificado el soporte de las excavaciones del proyecto con base en la profundidad en cuatro grupos tomando en consideración los siguientes aspectos:

Bajo: Excavaciones menores de 1.50 m. Son excavaciones superficiales en las cuales la estabilidad de la excavación, manejo del agua, afectaciones por el entorno y condiciones de trabajo de la instalación son bastante favorables.





Medio: Excavaciones menores de 2.50 m. Son excavaciones en las cuales es necesario garantizar la estabilidad de la excavación mediante estructuras de contención en madera (puntal y codal).

Alto 1: Excavaciones mayores de 2.5 y menores de 4 metros. Son excavaciones en las cuales es imprescindible garantizar la estabilidad de la excavación mediante estructuras de contención (puntales y codales) y con elementos metálicos en perfilera W8"-17".

Alto 2: Excavaciones mayores de 4 metros y menores de 6 metros. Son excavaciones en las cuales es imprescindible garantizar la estabilidad de la excavación mediante estructuras de contención (puntales y codales) con elementos metálicos en perfilera W10"-25".

Soporte en función del material a contener: Variable cualitativa para cuantificar el grado de soporte que es necesario aportar a las paredes de la excavación considerando la cohesión y cementación del suelo, las condiciones hidrodinámicas, tamaño del grano, para garantizar la estabilidad de las mismas y del fondo de la excavación. Esta variable se cuantifica de acuerdo a la pertenencia de a alguno de los siguientes grupos:

Bajo: materiales tipo 1,9 Ras 2000.

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 144	

Medio: Materiales tipo 2, 6,8 Ras 2000.

Alto: Materiales Tipo 3, 4, 5,7 Ras 2000.

en función de las sobrecargas o influencia de estructuras aledañas: El presente diseño no considera cargas sobre el entibado provenientes de materiales maquinarias o equipos colocados en la zona de influencia. Por tanto deberán seguirse las recomendaciones sobre disposición de materiales, o colocación de equipos en dichas zonas. Cuando existan situaciones particulares en relación con estructuras aledañas que requieran un diseño específico del entibado, no se seguirá el método aquí presentado, sino que se realizara un diseño independiente.

Bajo: Cuando no existan sobrecargas ni pendientes en el terreno mayores del 10%.

Medio: Cuando existan cargas puntuales o de cimentaciones aledañas de edificaciones menores de tres pisos a una distancia mayor a la profundidad de excavación o pendientes transversales entre 10% y 15%.





Alto: Cuando existan cargas de tráfico o de cimentaciones de aledañas de edificaciones de tres y cuatro pisos a una distancia mayor a la profundidad de excavación o pendientes transversales mayores al 15%.

Soporte: El tipo de soporte se selecciona asignando en mayor valor obtenido de consultar las dos variables anteriores.





Cubrimiento: Variable cualitativa que nos permite establecer el grado de cubrimiento que es necesario para prevenir la caída incontrolada de material dentro de la excavación, tales como bloques, material suelto, con flujo de agua hacia la excavación y que puedan causar lesiones al personal durante la instalación o perjudicar la correcta ejecución de los trabajos de instalación de la tubería.

Selección del entibado: La selección del entibado apropiado, se asigna considerando el entibado que cumpla con los requerimientos tanto de soporte como de cubrimiento.





Grado de dificultad de la excavación: Se determina el grado de dificultad de la excavación, mediante la correlación entre el tipo de suelo y la profundidad de acuerdo al numeral G.2.3.1.2 de la norma Ras 2000.A continuación se presenta la sectorización final de entibados y excavaciones:

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 145	





SECTORIZACIÓN DE ENTIBADOS Y EXCAVACIONES										
POZO		PROFUNDIDAD DE EXCAVACION (m)			ENTIBADO			CIMENTACIÓN	TIPO DE SUELO SEGUN RAS-2000	DIFICULTAD DE EXCAVACIÓN
De	A			Distancia	Longitud	Bd	Tipo	Compactación		
		De	A	(m)	(m)			(%)		
ALCANTARILLADO SANITARIO										
MH5	10	1,02	3,50	25,30	25,30	0,90	4	>95%	6	MEDIO
103	102	1,41	1,92	23,50	23,50	0,60	2	>95%	6	MEDIO
106B	111	1,30	1,23	50,60	50,60	0,60	2	>95%	6	MEDIO
111A	2	1,23	1,59	90,20	90,20	0,60	2	>95%	6	MEDIO
114A	113	1,16	1,08	40,20	40,20	0,60	NO	>95%	6	MEDIO
141	MH3	1,85	1,75	14,60	14,60	0,90	2	>95%	8	BAJO
20	21A	2,67	2,17	46,30	9,00 37,30	0,90	5 2	>95%	2	MEDIO BAJO
21A	23	2,27	2,70	77,40	77,40	0,90	2 5	>95%	2	BAJO MEDIO
23	26	2,81	1,48	89,30	6,00 83,30	0,90	5 2	>95%	1	MEDIO BAJO
32	35C	2,36	1,99	4,30	4,30	0,90	2	>95%	8	BAJO
60H	62	1,78	1,60	49,40	49,40	0,90	2	>95%	6	MEDIO
62	63	2,50	3,63	94,50	94,50	0,90	4	>95%	6	MEDIO
63	70	3,73	1,20	105,50	37,00 68,50	0,90	4 2	>95%	6	MEDIO
75	76	2,72	2,84	36,30	36,30	0,90	4	>95%	6	MEDIO

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 146	





SECTORIZACIÓN DE ENTIBADOS Y EXCAVACIONES										
POZO		PROFUNDIDAD DE EXCAVACION (m)			ENTIBADO			CIMENTACIÓN	TIPO DE SUELO SEGUN RAS-2000	DIFICULTAD DE EXCAVACIÓN
De	A			Distancia	Longitud	Bd	Tipo	Compactación		
		(m)	(m)	(%)						
76	79	2,89	3,38	31,70	31,70	0,90	4	>95%	6	MEDIO
8	11B	5,46	1,77	86,60	32,50 54,10	0,90	4 2	>95%	6	MEDIO
9B	8	3,93	5,36	33,50	33,50	0,90	4	>95%	6	MEDIO
10	9B	3,58	3,88	5,50	5,50	0,90	4	>95%	6	MEDIO
PV20	141	1,85	1,75	14,00	14,00	0,90	2	>95%	8	BAJO
122C	122A	1,28	1,27	32,60	32,60	0,60	1	>95%	1	BAJO
101D	504A	1,10	1,10	30,20	30,20	0,60	NO	>95%	6	MEDIO
101B	101D	3,16	1,07	23,80	6,50 17,30	0,90	4 2	>95%	6	MEDIO
503	504	0,87	0,90	21,60	21,60	0,60	NO	>95%	6	MEDIO
504	18	0,92	1,26	6,70	6,70	0,60	NO	>95%	6	MEDIO
504A	504	1,12	0,90	12,20	12,20	0,60	NO	>95%	6	MEDIO
547	PTAR	2,15	1,75	43,00	43,00	0,90	2	>95%	6	MEDIO
546	547	1,85	2,05	42,10	42,10	0,90	2	>95%	6	MEDIO
545	546	1,85	1,75	36,00	36,00	0,90	2	>95%	6	MEDIO
544	545	1,96	1,75	20,40	20,40	0,90	2	>95%	6	MEDIO

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 147	





SECTORIZACIÓN DE ENTIBADOS Y EXCAVACIONES										
POZO		PROFUNDIDAD DE EXCAVACION (m)			ENTIBADO			CIMENTACIÓN	TIPO DE SUELO SEGUN RAS-2000	DIFICULTAD DE EXCAVACIÓN
De	A			Distancia	Longitud	Bd	Tipo	Compactación		
		(m)	(m)	(%)						
543	544	2,05	1,75	37,20	37,20	0,90	2	>95%	6	MEDIO
542	543	1,85	1,95	51,20	51,20	0,90	2	>95%	6	MEDIO
541	542	1,85	1,75	79,60	79,60	0,90	2	>95%	6	MEDIO
540	541	1,85	1,75	78,30	78,30	0,90	2	>95%	6	MEDIO
539	540	1,85	1,75	80,50	80,50	0,90	2	>95%	6	MEDIO
538	539	1,85	1,75	21,30	21,30	0,90	2	>95%	6	MEDIO
537	538	2,12	1,75	23,80	23,80	0,90	2	>95%	6	MEDIO
536	537	2,05	1,75	58,50	58,50	0,90	2	>95%	6	MEDIO
535	536	1,85	1,85	84,70	84,70	0,90	2	>95%	6	MEDIO
MH3	535	1,85	1,65	52,70	52,70	0,90	2	>95%	8	BAJO
35C	PV20	1,99	1,75	11,60	11,60	0,90	2	>95%	8	BAJO
81	MH4	1,55	1,91	107,90	107,90	0,60	2	>95%	6	MEDIO
MH4	62	1,97	2,50	6,40	6,40	0,90	2	>95%	6	MEDIO
79	MH6	3,43	3,32	29,60	29,60	0,90	4	>95%	6	MEDIO
MH6	MH7	3,37	1,04	36,00	36,00	0,90	4	>95%	6	MEDIO

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 148	





SECTORIZACIÓN DE ENTIBADOS Y EXCAVACIONES										
POZO		PROFUNDIDAD DE EXCAVACION (m)			ENTIBADO			CIMENTACIÓN	TIPO DE SUELO SEGUN RAS-2000	DIFICULTAD DE EXCAVACIÓN
De	A			Distancia	Longitud	Bd	Tipo	Compactación		
		(m)	(m)	(%)						
MH7	81	1,09	1,49	18,60	18,60	0,80	NO	>95%	6	MEDIO
MH-115	MH-9	1,55	1,55	38,40	38,40	0,60	2	>95%	6	MEDIO
MH-9	MH-10	1,60	1,55	79,90	79,90	0,60	2	>95%	6	MEDIO
MH-10	MH-12	1,60	1,19	38,40	38,40	0,60	2	>95%	6	MEDIO
MH-12	PV17	1,25	1,15	6,70	6,70	0,75	2	>95%	6	MEDIO
ALCANTARILLADO PLUVIAL										
98A	CAB8	1,95	2,24	14,65	14,65	1,06	2	>95%	2	BAJO
SS33	CAB4	1,90	1,71	30,41	30,41	0,76	2	>95%	2	BAJO
SS34	SS33	1,80	1,71	16,74	16,74	0,76	2	>95%	2	BAJO
PN3	PN4	1,60	1,70	69,41	69,41	0,65	2	>95%	1	BAJO
PN4	PN5	1,77	1,76	33,56	33,56	0,76	2	>95%	1	BAJO
PN5	PN6	1,91	1,80	95,98	95,98	0,85	2	>95%	6	MEDIO
PN6	OF-11	2,10	1,80	75,97	75,97	0,85	2	>95%	6	MEDIO
PN7	SS34	1,60	1,70	86,46	86,46	0,65	2	>95%	2	BAJO
PN8	OF-12	1,60	2,58	48,07	48,07	0,65	2	>95%	6	MEDIO

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 149	





SECTORIZACIÓN DE ENTIBADOS Y EXCAVACIONES										
POZO		PROFUNDIDAD DE EXCAVACION (m)		ENTIBADO				CIMENTACIÓN	TIPO DE SUELO SEGUN RAS-2000	DIFICULTAD DE EXCAVACIÓN
De	A	De	A	Distancia (m)	Longitud (m)	Bd	Tipo	Compactación (%)		
PN9	PN10	3,67	3,36	69,80	69,80	0,85	4	>95%	6	MEDIO
PN10	PN11	3,88	1,98	26,47	20,00 6,47	1,06	4 2	>95%	6	MEDIO
PN11	PN12	2,71	1,98	54,27	54,27	1,06	2	>95%	6	MEDIO
PN12	CAB7	3,78	1,98	22,22	17,50 4,72	1,06	4 2	>95%	6	MEDIO
PN13	PN14	1,60	1,60	39,48	39,48	0,65	2	>95%	6	MEDIO
PN14	PN15	1,76	1,60	44,91	44,91	0,65	2	>95%	6	MEDIO
PN15	PN16	1,71	1,67	52,59	52,59	0,76	2	>95%	6	MEDIO
PN16	PN17	1,77	1,67	45,03	45,03	0,76	2	>95%	6	MEDIO
PN17	OF-13	1,73	2,25	20,88	20,88	0,76	2	>95%	6	MEDIO
PN18	OF-14	1,71	1,77	8,55	8,55	0,76	2	>95%	2	BAJO
PN19	PN18	1,66	1,65	74,84	74,84	0,65	2	>95%	2	BAJO
PN21	PN22	1,84	1,60	70,40	70,40	0,65	2	>95%	6	MEDIO
PN22	98	1,71	1,84	94,08	94,08	0,76	2	>95%	6	MEDIO
CAB01	PN10	2,08	3,28	69,29	24,50 44,79	1,06	2 4	>95%	6	MEDIO
PN23	PN24	1,67	1,93	92,46	92,46	0,76	2	>95%	6	MEDIO

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 150	





SECTORIZACIÓN DE ENTIBADOS Y EXCAVACIONES										
POZO		PROFUNDIDAD DE EXCAVACION (m)			ENTIBADO			CIMENTACIÓN	TIPO DE SUELO SEGUN RAS-2000	DIFICULTAD DE EXCAVACIÓN
De	A			Distancia	Longitud	Bd	Tipo	Compactación		
		(m)	(m)	(%)						
PN24	PN36	2,03	1,67	11,81	11,81	0,76	2	>95%	6	MEDIO
PN27	PN28	1,60	1,70	82,25	82,25	0,65	2	>95%	1	BAJO
PN28	PN5	1,80	1,79	77,11	77,11	0,65	2	>95%	1	BAJO
98	PN25	2,01	1,71	42,77	42,77	0,76	2	>95%	2	BAJO
PN25	PN26	2,70	1,81	42,27	42,27	0,76	2	>95%	2	BAJO
PN26	98A	2,80	1,88	45,13	45,13	0,80	2	>95%	2	BAJO
PN29	PN9	2,42	3,57	61,35	61,35	0,85	2	>95%	6	MEDIO
PN30	SS67	1,71	1,18	118,35	118,35	0,76	2	>95%	6	MEDIO
PN32	PN31	1,60	1,94	77,21	77,21	0,65	2	>95%	6	MEDIO
PN34	PN35	2,19	2,31	11,59	11,59	0,85	2	>95%	6	MEDIO
PN35	PN36	2,86	2,24	97,82	60,00 37,82	1,06	4 2	>95%	6	MEDIO
PN36	PN37	2,43	2,07	88,78	88,78	0,90	2	>95%	6	MEDIO
PN37	PN38	2,47	2,07	31,05	31,05	0,90	2	>95%	6	MEDIO
PN38	140	2,43	1,08	48,03	48,03	1,06	2	>95%	6	MEDIO
PN44	PN43	1,60	1,79	31,90	31,90	0,65	2	>95%	6	MEDIO

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 151	





SECTORIZACIÓN DE ENTIBADOS Y EXCAVACIONES										
POZO		PROFUNDIDAD DE EXCAVACION (m)		ENTIBADO				CIMENTACIÓN	TIPO DE SUELO SEGUN RAS-2000	DIFICULTAD DE EXCAVACIÓN
De	A	De	A	Distancia (m)	Longitud (m)	Bd	Tipo	Compactación (%)		
PN43	PN42	1,89	3,05	62,81	62,81	0,65	2	>95%	6	MEDIO
PN39	PN40	1,95	1,71	39,30	39,30	0,76	2	>95%	6	MEDIO
PN40	PN41	2,07	1,75	79,82	79,82	0,80	2	>95%	6	MEDIO
PN41	PN34	1,98	1,75	45,31	45,31	0,80	2	>95%	6	MEDIO
PN42	PN45	3,15	1,60	45,35	18,50 26,85	0,65	4 2	>95%	6	MEDIO
PN45	PN39	1,91	1,60	9,95	9,95	0,65	2	>95%	6	MEDIO
PN33	21	2,45	1,44	46,29	46,29	0,65	2	>95%	2	BAJO
S1	PN23	1,35	1,45	6,76	6,76	0,60	2	>95%	6	MEDIO
S2	PN23	1,36	1,35	3,07	3,07	0,60	2	>95%	6	MEDIO
S3	PN37	1,35	1,35	5,82	5,82	0,60	2	>95%	6	MEDIO
S5	PN37	1,35	1,99	9,93	9,93	0,60	2	>95%	6	MEDIO
S4	PN37	1,35	1,99	6,56	6,56	0,60	2	>95%	6	MEDIO
S6	140	1,14	1,02	12,16	12,16	0,60	2	>95%	6	MEDIO
S7	140	1,02	1,02	8,09	8,09	0,60	2	>95%	6	MEDIO

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 152	





SECTORIZACIÓN DE ENTIBADOS Y EXCAVACIONES										
POZO		PROFUNDIDAD DE EXCAVACION (m)			ENTIBADO			CIMENTACIÓN	TIPO DE SUELO SEGUN RAS-2000	DIFICULTAD DE EXCAVACIÓN
De	A			Distancia	Longitud	Bd	Tipo	Compactación		
		(m)	(m)	(%)						
S8	7E	1,39	1,20	3,03	3,03	0,60	2	>95%	6	MEDIO
S9	7E	1,19	1,20	5,02	5,02	0,60	2	>95%	6	MEDIO
S10	CAB01	2,00	1,35	10,69	10,69	0,60	2	>95%	6	MEDIO
S11	CAB01	2,24	1,35	14,98	14,98	0,60	2	>95%	6	MEDIO
S12	CAB01	2,00	1,35	12,17	12,17	0,60	2	>95%	6	MEDIO
S13	PN29	1,35	1,35	6,29	6,29	0,60	2	>95%	6	MEDIO
S14	PN29	1,35	1,35	5,25	5,25	0,60	2	>95%	6	MEDIO
S15	PN29	1,34	2,25	7,37	7,37	0,60	2	>95%	6	MEDIO
S16	PN9	1,35	1,35	4,36	4,36	0,60	2	>95%	6	MEDIO
S17	PN9	1,35	1,35	7,38	7,38	0,60	2	>95%	6	MEDIO
S18	PN10	1,35	1,90	6,11	6,11	0,60	2	>95%	6	MEDIO
S19	PN10	1,35	1,35	6,19	6,19	0,60	2	>95%	6	MEDIO
S20	PN36	1,35	1,35	4,20	4,20	0,60	2	>95%	6	MEDIO
S21	PN36	1,37	1,35	8,80	8,80	0,60	2	>95%	6	MEDIO
S22	PN36	1,35	1,35	5,98	5,98	0,60	2	>95%	6	MEDIO

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 153	





SECTORIZACIÓN DE ENTIBADOS Y EXCAVACIONES										
POZO		PROFUNDIDAD DE EXCAVACION (m)			ENTIBADO			CIMENTACIÓN	TIPO DE SUELO SEGUN RAS-2000	DIFICULTAD DE EXCAVACIÓN
De	A			Distancia	Longitud	Bd	Tipo	Compactación		
		De	A	(m)				(m)		
S23	68A	1,35	1,59	1,97	1,97	0,60	2	>95%	6	MEDIO
S24	68A	1,35	1,75	9,07	9,07	0,60	2	>95%	6	MEDIO
S25	68A	1,35	1,80	7,19	7,19	0,60	2	>95%	6	MEDIO
S26	PN45	1,54	1,35	1,19	1,19	0,60	2	>95%	6	MEDIO
S27	PN45	1,35	1,35	3,74	3,74	0,60	2	>95%	6	MEDIO
S28	PN39	1,35	1,55	6,22	6,22	0,60	2	>95%	6	MEDIO
S29	PN34	1,35	1,35	2,63	2,63	0,60	2	>95%	6	MEDIO
S30	PN34	1,35	1,35	6,36	6,36	0,60	2	>95%	6	MEDIO
S31	PN27	1,35	1,35	8,23	8,23	0,60	2	>95%	1	BAJO
S32	PN27	1,88	1,35	9,84	9,84	0,60	1	>95%	1	BAJO
S33	PN28	1,35	1,65	8,52	8,52	0,60	2	>95%	1	BAJO
S34	PN28	1,35	1,65	9,23	9,23	0,60	1	>95%	1	BAJO
S35	PN5	1,35	1,35	7,21	7,21	0,60	2	>95%	6	MEDIO
S36	PN5	1,35	1,74	8,84	8,84	0,60	2	>95%	6	MEDIO

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 154	





SECTORIZACIÓN DE ENTIBADOS Y EXCAVACIONES										
POZO		PROFUNDIDAD DE EXCAVACION (m)		ENTIBADO				CIMENTACIÓN	TIPO DE SUELO SEGUN RAS-2000	DIFICULTAD DE EXCAVACIÓN
De	A	De	A	Distancia (m)	Longitud (m)	Bd	Tipo	Compactación (%)		
S37	PN6	1,35	1,88	6,57	6,57	0,60	2	>95%	6	MEDIO
S38	PN6	1,35	1,35	7,69	7,69	0,60	2	>95%	6	MEDIO
S39	PN4	1,35	1,65	7,10	7,10	0,60	2	>95%	1	BAJO
S40	PN4	1,35	1,35	4,19	4,19	0,60	1	>95%	1	BAJO
S41	PN3	1,37	1,35	3,33	3,33	0,60	1	>95%	1	BAJO
S42	PN3	1,35	1,45	5,03	5,03	0,60	1	>95%	1	BAJO
S43	PN21	1,35	1,35	8,59	8,59	0,60	1	>95%	1	BAJO
S44	PN21	1,35	1,63	11,15	11,15	0,60	2	>95%	6	MEDIO
S45	PN21	1,35	1,63	7,75	7,75	0,60	2	>95%	6	MEDIO
S46	PN22	1,35	1,55	5,86	5,86	0,60	2	>95%	6	MEDIO
S47	PN22	1,35	1,55	7,57	7,57	0,60	2	>95%	6	MEDIO

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 155	





SECTORIZACIÓN DE ENTIBADOS Y EXCAVACIONES										
POZO		PROFUNDIDAD DE EXCAVACION (m)		ENTIBADO				CIMENTACIÓN	TIPO DE SUELO SEGUN RAS-2000	DIFICULTAD DE EXCAVACIÓN
De	A	De	A	Distancia (m)	Longitud (m)	Bd	Tipo	Compactación (%)		
S48	98	1,35	1,79	8,43	8,43	0,60	2	>95%	6	MEDIO
S49	98	1,35	1,35	6,31	6,31	0,60	2	>95%	6	MEDIO
S50	PN26	1,35	2,64	8,30	8,30	0,90	5	>95%	2	BAJO MEDIO
S51	PN26	1,35	2,64	8,09	8,09	0,90	5	>95%	2	BAJO MEDIO
S52	PN7	1,35	1,35	16,33	16,33	0,60	1	>95%	2	BAJO
S53	PN7	1,35	1,45	19,34	19,34	0,60	1	>95%	2	BAJO
S54	PN19	1,35	1,51	11,05	11,05	0,60	1	>95%	2	BAJO
S55	PN19	1,35	1,51	6,85	6,85	0,60	1	>95%	2	BAJO
S56	PN18	1,47	1,35	9,29	9,29	0,60	1	>95%	2	BAJO
S57	PN18	1,42	1,35	5,89	5,89	0,60	1	>95%	2	BAJO
S59	SS34	1,35	1,65	8,00	8,00	0,60	1	>95%	2	BAJO

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 156	




SECTORIZACIÓN DE ENTIBADOS Y EXCAVACIONES										
POZO		PROFUNDIDAD DE EXCAVACION (m)			ENTIBADO			CIMENTACIÓN	TIPO DE SUELO SEGUN RAS-2000	DIFICULTAD DE EXCAVACIÓN
De	A			Distancia	Longitud	Bd	Tipo	Compactación		
		(m)	(m)	(%)						
S61	SS34	1,35	1,35	13,73	13,73	0,60	1	>95%	2	BAJO
S62	SS34	1,35	1,35	8,38	8,38	0,60	1	>95%	2	BAJO
S63	93	1,35	1,38	6,07	6,07	0,60	2	>95%	6	MEDIO
S64	PN21	1,35	1,63	6,97	6,97	0,60	2	>95%	6	MEDIO
S65	110	1,32	1,18	7,24	7,24	0,60	2	>95%	6	MEDIO
S66	110	1,35	1,18	6,26	6,26	0,60	2	>95%	6	MEDIO
S67	98	1,35	1,35	6,26	6,26	0,60	2	>95%	6	MEDIO
S68	PN29	1,34	1,41	9,67	9,67	0,60	2	>95%	6	MEDIO
S69	PN18	1,35	1,35	6,43	6,43	0,60	1	>95%	2	BAJO
S70	80A	1,30	0,52	6,93	6,93	0,60	NO	>95%	6	MEDIO
S71	80A	0,54	0,52	6,97	6,97	0,60	NO	>95%	6	MEDIO
S72	PN30	1,35	1,35	6,58	6,58	0,60	2	>95%	6	MEDIO

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 157	

SECTORIZACIÓN DE ENTIBADOS Y EXCAVACIONES										
POZO		PROFUNDIDAD DE EXCAVACION (m)			ENTIBADO			CIMENTACIÓN	TIPO DE SUELO SEGUN RAS-2000	DIFICULTAD DE EXCAVACIÓN
De	A			Distancia	Longitud	Bd	Tipo	Compactación		
		(m)	(m)	(%)						
S73	PN30	1,35	1,35	8,57	8,57	0,60	2	>95%	6	MEDIO
S74	PN27	1,77	1,35	16,46	16,46	0,60	2	>95%	1	BAJO
S75	PN5	1,35	1,35	5,18	5,18	0,60	2	>95%	6	MEDIO
S76	PN5	1,34	1,74	4,37	4,37	0,60	2	>95%	6	MEDIO
S77	PN29	1,35	2,25	8,76	8,76	0,60	2	>95%	6	MEDIO
S78	PN29	1,34	1,41	8,92	8,92	0,60	2	>95%	6	MEDIO
S79	PN28	1,35	1,35	5,93	5,93	0,60	1	>95%	1	BAJO
S80	PN28	1,35	1,35	10,52	10,52	0,60	1	>95%	1	BAJO
S81	PN8	1,35	1,45	6,19	6,19	0,60	1	>95%	1	BAJO
S82	PN8	1,41	1,35	7,03	7,03	0,60	1	>95%	1	BAJO
S83	PN27	1,62	1,35	18,96	18,96	0,60	2	>95%	6	MEDIO

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 158	

SECTORIZACIÓN DE ENTIBADOS Y EXCAVACIONES										
POZO		PROFUNDIDAD DE EXCAVACION (m)		ENTIBADO				CIMENTACIÓN	TIPO DE SUELO SEGUN RAS-2000	DIFICULTAD DE EXCAVACIÓN
De	A	De	A	Distancia (m)	Longitud (m)	Bd	Tipo	Compactación (%)		
PN31	CAB01	2,17	1,40	11,58	11,58	0,90	2	>95%	6	MEDIO
S84	PN32	1,35	1,38	10,77	10,77	0,60	2	>95%	6	MEDIO
S85	PN32	1,35	1,38	8,40	8,40	0,60	2	>95%	6	MEDIO
S99	PN44	1,26	1,26	9,18	9,18	0,60	2	>95%	6	MEDIO
S100	PN44	1,88	1,26	10,20	10,20	0,60	2	>95%	6	MEDIO
S101	PN44	1,51	1,26	5,65	5,65	0,60	2	>95%	6	MEDIO
S102	PN44	1,74	1,26	10,49	10,49	0,60	2	>95%	6	MEDIO
S103	PN43	1,30	1,26	2,73	2,73	0,60	2	>95%	6	MEDIO
S104	PN43	1,26	1,36	3,83	3,83	0,60	2	>95%	6	MEDIO
S105	PN42	1,26	1,33	3,13	3,13	0,60	2	>95%	6	MEDIO
S106	PN42	1,34	1,26	5,93	5,93	0,60	2	>95%	6	MEDIO

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B		INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 159	

SECTORIZACIÓN DE ENTIBADOS Y EXCAVACIONES										
POZO		PROFUNDIDAD DE EXCAVACION (m)			ENTIBADO			CIMENTACIÓN	TIPO DE SUELO SEGUN RAS-2000	DIFICULTAD DE EXCAVACIÓN
De	A			Distancia	Longitud	Bd	Tipo	Compactación		
		De	A	(m)	(m)					(%)
S107	PN42	1,26	1,26	8,93	8,93	0,60	2	>95%	6	MEDIO
PN46	PN39	1,60	1,60	40,16	40,16	0,65	2	>95%	6	MEDIO
110	98	1,31	1,57	40,52	40,52	0,75	2	>95%	6	MEDIO
					43,00		1			
PN8	CAB12	1,40	2,50	48,07	5,07	0,90	2	>95%	1	BAJO

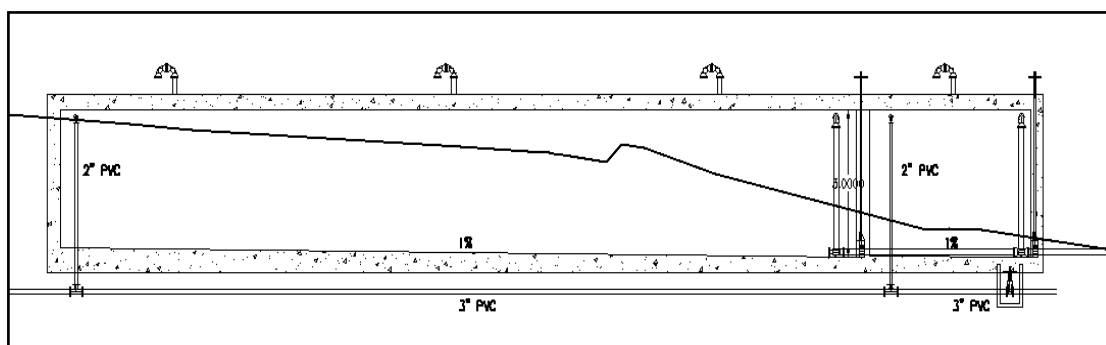
4.3.5 Diseño de la cimentación y excavaciones en el sistema de acueducto





4.3.5.1 Tanque de Almacenamiento

Descripción: En el sitio de proyecto, existen tres tanques que por su deterioro y capacidad de almacenamiento, requieren ser reemplazados por el proyectado del que se ocupa el presente diseño.

El nuevo tanque se localizará en el mismo lugar de los existentes. Las dimensiones de la nueva estructura son de 22 por 9.50 metros, con el lado largo orientado en el sentido de la pendiente. La altura total de la estructura es de 3,50 metros, pero el nivel de desplante varía entre tres metros en la zona alta y 70 centímetros en la zona baja del tanque.

En la figura siguiente se presenta el esquema de la estructura.



 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 160	

Cargas:

Las cargas aportadas a la fundación por la nueva estructura, son del orden de 4 ton/m², y son de magnitud similar a las que actualmente aportan los tanques existentes, es decir que en la historia de esfuerzos del subsuelo de soporte, las cargas del proyecto no modifican las condiciones actuales, esperándose muy bajas deformaciones.

Niveles relevantes:

Tabla 4-3 Niveles de proyecto

Nivel Terreno	Fondo Estructura	Profundidad ciment. (m)
1588.5-1584.5	1585,20	3.30-0.70

Dimensiones Estructuras Básicas:

ANCHO	LARGO	ALTO
9.50	22.0	3,5

4.3.5.2 Caracterización Geotécnica





En el predio, se realizaron seis exploraciones, cubriendo el sector a construir, para determinar la conformación del subsuelo, encontrando superficialmente una capa vegetal gruesa, con espesor entre medio y un metro, de limo orgánico negro, no apta para la fundación ni para fines de ingeniería, bajo el cual se encuentra un delgado estrato de suelos residuales de arenas con gravas angulares de areniscas, densas a muy densas, con material fino arcilloso de baja plasticidad y bajo contenido de humedad, con espesor no mayor a un metro y bajo el cual se encuentra la roca de areniscas que conforma el macizo rocoso. Este perfil de suelo corresponde a un material rígido de poca deformabilidad, muy estable y de excelente calidad como fundación de la estructura.

Presiones y empujes sobre la estructura:

Esta estructura quedará enterrada después del primer metro en material firme y roca cuyas características de resistencia al corte por cohesión, en teoría permiten establecer que no existirían a corto plazo cargas por efecto de empujes laterales.

Sin embargo a largo plazo es necesario prever que puede existir la modificación de estas características por lo que se recomienda considerar lo siguiente:

$\Phi = 30^\circ$
 $\gamma = 1.9 \text{ TON/M}^3$.
 $K_a = 0.33$
 $K_p = 3$

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 161	

Ko= 0.50

Empujes por sismo:

Para incluir la carga sísmica generada por el material terreo sobre la estructura, se sugiere incluir un empuje adicional aplicado a 0.6 veces la altura del terreno por encima de la base del muro cuyo valor se determina por la ecuación:

$$Es = 3/8 \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot Kh$$

Donde:

γ = Peso unitario del suelo,

H= Altura por encima de la base del muro.





Kh= Factor de aceleración en términos de la gravedad.

Revisión por capacidad portante:

Para la evaluación de la capacidad portante de la fundación, se considera importante que la historia de esfuerzos del material soporte, registra cargas similares a las de proyecto. La pendiente del predio es del orden de 7°, siendo posible no considerar este factor. El nivel freático, no se encontró y de existir se presenta en una pequeña lamina. Finalmente, la fundación se apoyará sobre material rígido.

Tabla 4-4 Cálculo de Capacidad de Carga.

Tabla 4-4 Cálculo de Capacidad de Carga.								
Terzaghi	Falla corte general	Consistencia = 1						
suelo	Friccionante							
	Friccionante							
	$Q=\alpha\gamma D_f \cdot N'_q + \alpha' \gamma_1 \cdot B \cdot N'_\gamma$;							
	Profundidad	0,60	m					
	ciment.critica							
	D/B=	0,063157895						
ton/m2	°	ton/m3	ton/m3	ton/m3	ton/m3			
C	$\Phi=$	fundación	γ' fundación	γ Sobrecarga	γ' Sobrecarga			
0	32	2,1	1,1	2,1	2,1			
			(m)	(m)	ton/m2	(ton/m2)		
Cimiento	α	α'	B	L	γD_f	N_q	N_γ	Q friccionante
rectangular	1,13	0,46	9,5	22	1,26	30	30	185,91
Fs	q adm(ton/m2)	factor corrección(D r. i lc)	Qa (ton/m2)					
3	60,3	1	60,3					

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 162	

4.4 ESTUDIOS ESTRUCTURALES

4.4.1 Tanque de Almacenamiento

La estructura denominada tanque de almacenamiento consiste en una estructura tipo Box enterrada compuesta de dos compartimentos divididos por un tabique, la estructura cuenta con unos muros en concreto reforzado apoyados en una placa base, adicional a esto se encuentra una placa superior, las dimensiones internas en planta del tanque son de 22.90m X 9.50m y una profundidad libre máxima de 3.00m.

4.4.1.1 Especificaciones

La elaboración de los diseños de la estructura se basó en las siguientes especificaciones técnicas de diseño:

- Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10

4.4.1.2 Materiales

Los materiales utilizados para el diseño y análisis de la estructura tienen las siguientes especificaciones:

Concreto reforzado

$$f'_c = 28\text{MPa} (280\text{kg/cm}^2)$$

$$E_c = 4700 \cdot (28)^{0.5} = 24870\text{MPa}$$

$$\mu = 0.20$$

$$\gamma = 2400 \text{ Kg/m}^3$$

Acero de refuerzo





$$F_y = 420\text{MPa} (4200\text{kg/cm}^2)$$

$$E_s = 200\text{GPa}$$

4.4.1.3 Cimentación

Según el estudio de suelos, para la estructura diseñada, se tienen los siguientes parámetros:

- Capacidad Portante Admisible = 60.30 Ton/m².
- Peso específico suelo = 1.90 Ton/m³
- Coeficiente de presión en activo = $k_a = 0.33$
- Coeficiente de presión en reposo = $k_o = 0.50$
- Ángulo de fricción interna = 30°
- Módulo de reacción del suelo = 8150 kN/m³

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 163	

4.4.1.4 Parámetros sísmicos

Los parámetros utilizados para el análisis sísmico de acuerdo a la información geotécnica y lo especificado en el capítulo A.2 de la NSR-10 son:

- Perfil de Suelo= C
- Aa = 0.15
- Av = 0.20
- I = 1.50

4.4.1.5 Combinaciones de análisis y diseño

Las combinaciones utilizadas para el análisis y diseño de este tipo de estructuras y sus condiciones de carga según el título B de la NSR-10 son:

	Muerta	Viva	Empujes	Sismo
COMBO1	1.40			
COMBO2	1.20	1.60	1.60	
COMBO3	0.90		1.60	1.00

Combinaciones usadas en análisis y diseño

	Empujes	Estructura ambiental
CORTE	1.6	
FLEXIÓN	1.6	Sd

Coeficientes de mayoración para estructuras ambientales

Por ser una estructura de ingeniería ambiental de concreto, las solicitaciones encontradas se deben multiplicar por un coeficiente de durabilidad ambiental Sd el cual se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$Sd = \frac{\phi f_y}{\gamma f_s} \geq 1.0$$

$$Sd = \frac{0.9 * 420}{1.6 * 140} = 1.69$$

Dónde:

ϕ = 0.9.

f_y = esfuerzo del acero.





γ = Carga mayorada/ Carga no mayorada.

f_s = esfuerzo permisible de tracción en el refuerzo

f_s = (140Mpa) Según C.23-C.9.2.6.2. (Para zonas de exposición normal)

4.4.1.6 Consideraciones de diseño

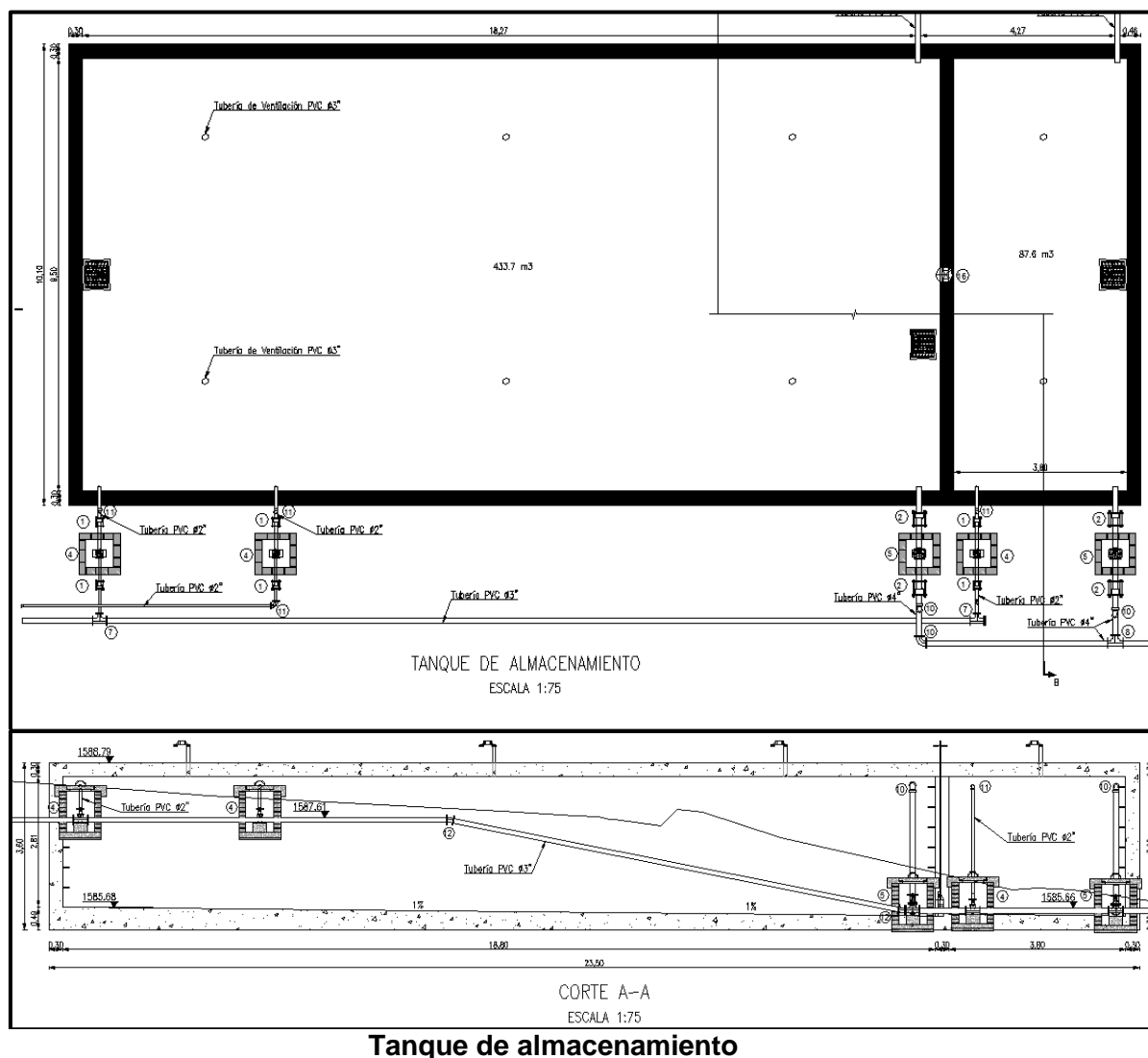
Debido a su localización, este tanque se encuentra semienterrado, por lo que los muros se encuentran sometidos a los empujes generados internamente por el agua que este contiene y externamente por el suelo de relleno, una sobrecarga probable y un empuje generado por los movimientos sísmicos y la placa superior se analiza con las cargas gravitacionales probables en este elemento.

 <p>Consorcio Aguas de Cundinamarca</p>	<p>AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B</p>	 	<p>INTERVENTOR</p>  <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA</p>
<p>VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012</p>	<p>INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1</p>	<p>Página 164</p>	

4.4.1.7 Programa utilizado





Para el análisis de este tanque se utilizó el programa SAP2000 V14.

4.4.1.8 Tanque de Almacenamiento



4.4.1.8.1 Muros principales

Como se ven en la figura anterior la estructura funciona para el manejo del agua, y de acuerdo a su geometría, los muros son de 30cm de espesor, el tabique interior de

 Consortio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 165	

30cm, una placa apoyo del mismo espesor y una placa superior de 20cm. Para realizar un análisis estructural de los muros se hizo un modelo en el software SAP2000 V.14.

Análisis de carga.

Las cargas que se involucran en el análisis del muro son:

	$\gamma[\text{m}^3]$	$h[\text{m}]$	CARGA [Ton/m²]/[Ton/m]
AGUA	1.0	3.00	3.00
SUELO $k_o=0.50$	1.90	3.00	2.85
SABRECARGA $W = 250\text{kg/m}^2$	-	-	0.13
SISMO	-	-	0.69

*Se consideró una sobrecarga de 250kg/m^2 , debido a una posible aglomeración o colocación de un equipo o vehículo cerca a los muros del tanque

Cargas para el diseño del muro

El cálculo de la carga sísmica por el procedimiento de Mononobe-Okabe se presenta a continuación

PROPIEDADES DEL SUELO

$\gamma[\text{Ton/m}^3]$	1.9
K_o	0.5
$\phi[^\circ]$	30
$h[\text{m}]$	3.30
$Kh(Aa)$	0.15

α	0
β	90
θ'	8.53
δ	0

PRESIÓN DEL SUELO





Presion [Ton/m]	3.14
Pa [Ton]	5.17
z [m]	1.10

SISMO

Kae	0.433
kv	0.00
Pae [Ton]	4.48

ΔPae [Ton]	0.69
--------------------------------------	------

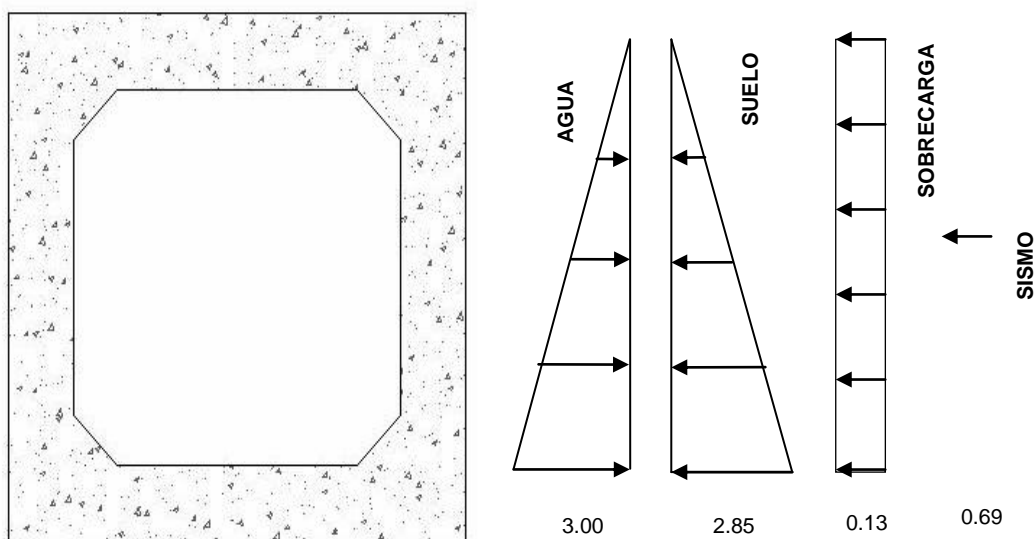
Ubicada al 60% de la altura total del muro

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 166	

Para efecto de análisis de los muros se consideran las siguientes condiciones de carga:

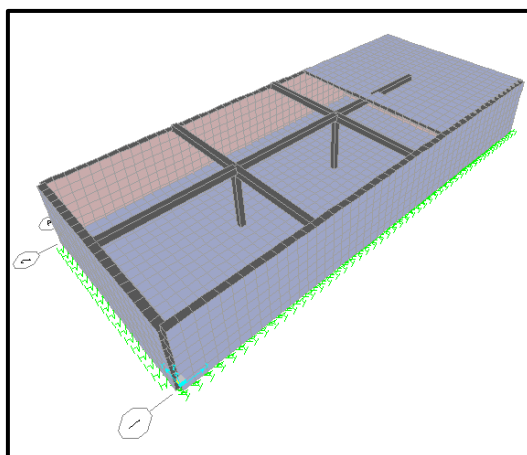
- **CASO 1** = Tanque lleno de agua
- **CASO 2** = Tanque vacío sometido a Todos los empujes externos más sismo.





Condiciones de carga.



**ESTAS CARGAS SON APLICADAS
SIMULTANEAMENTE EN LOS
MUROS PRINCIPALES**

Esquema del modelo



 Consortio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 167	

Modelo del tanque de almacenamiento

Análisis y diseño a Corte.

A continuación se presentan los diagramas para corte de los muros principales del tanque.

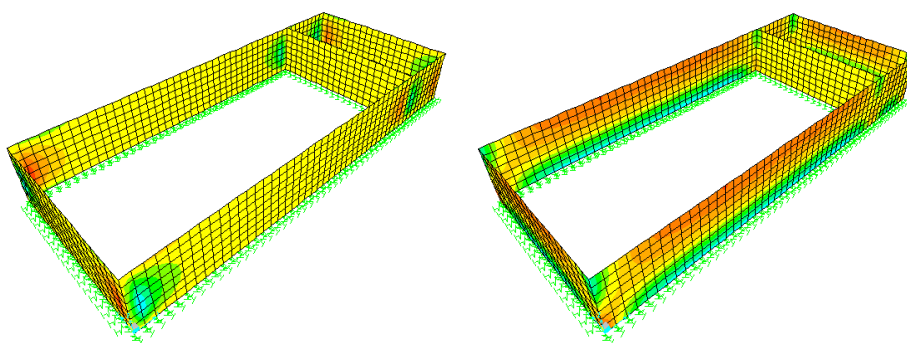


Diagrama de corte 1-3, 2-3 para los muros principales para caso 1

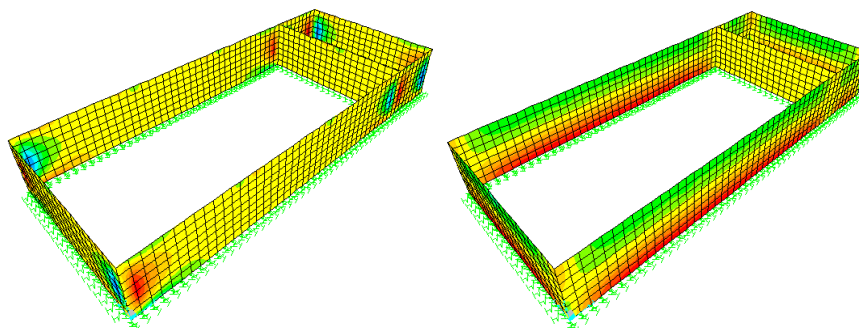
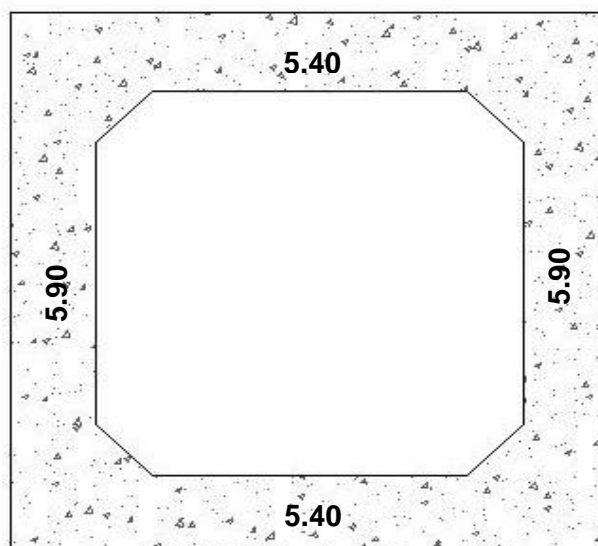





Diagrama de corte 1-3, 2-3 para los muros principales para caso 2



 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B		INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 168	

Valores máximos para fuerza cortante [ton/m] en las caras de los muros, para la condición más crítica entre los casos de carga 1 y 2

$$t = 0.35 \text{ m}$$

$$V_{u \text{ MAX}} = 5.90 \text{ Ton/m}$$

La Resistencia a la fuerza cortante aportada por el concreto se calcula por medio de la siguiente expresión

$$\phi V_c = \phi \cdot \frac{\sqrt{f'c}}{6} \cdot 1.0m \cdot d$$

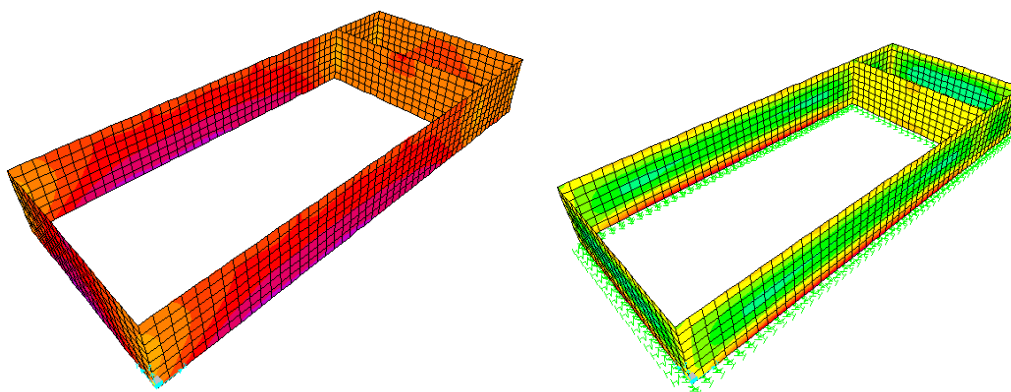
$$\phi V_c = 0.75 \cdot \frac{\sqrt{28Mpa}}{6} \cdot 1m \cdot 0.30m \cdot 100$$

$$\phi V_c = 19.80 \text{ Ton/m}$$

$$V_u = 5.90 \text{ Ton/m} < \phi V_c = 19.80 \text{ Ton/m} \text{ OK!!!}$$

Análisis y diseño a Flexión

A continuación se presentan los diagramas por flexión de los muros principales del tanque.







 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 169	

Diagrama de flexión 2-2 para los muros principales para caso 1 y 2 respectivamente

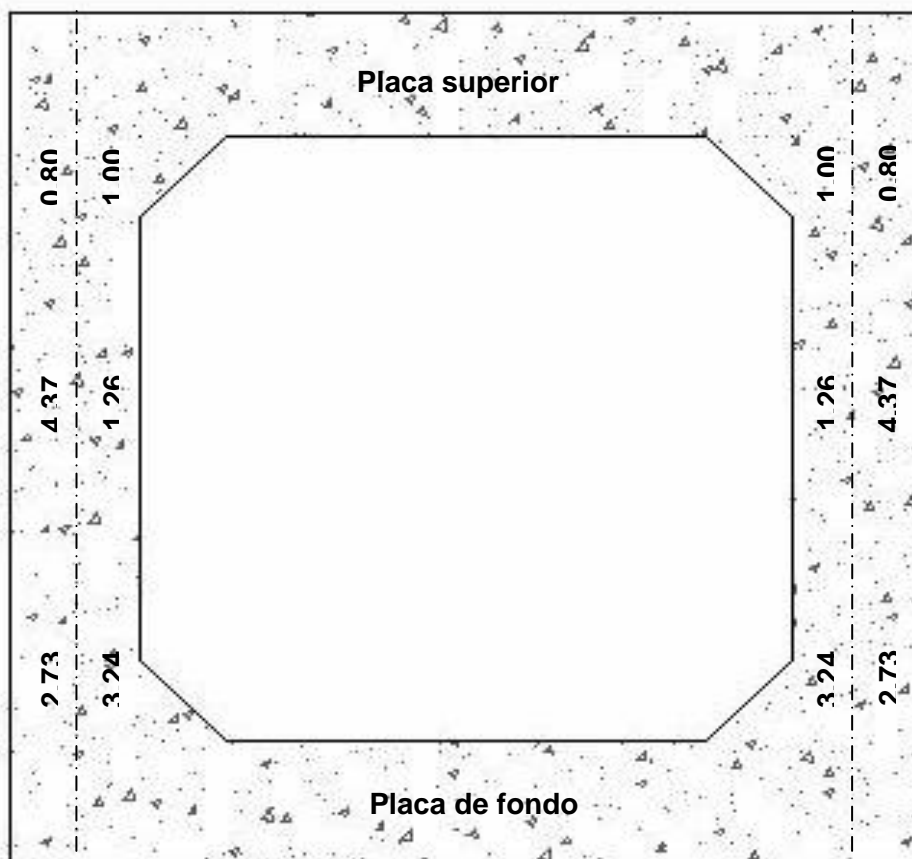
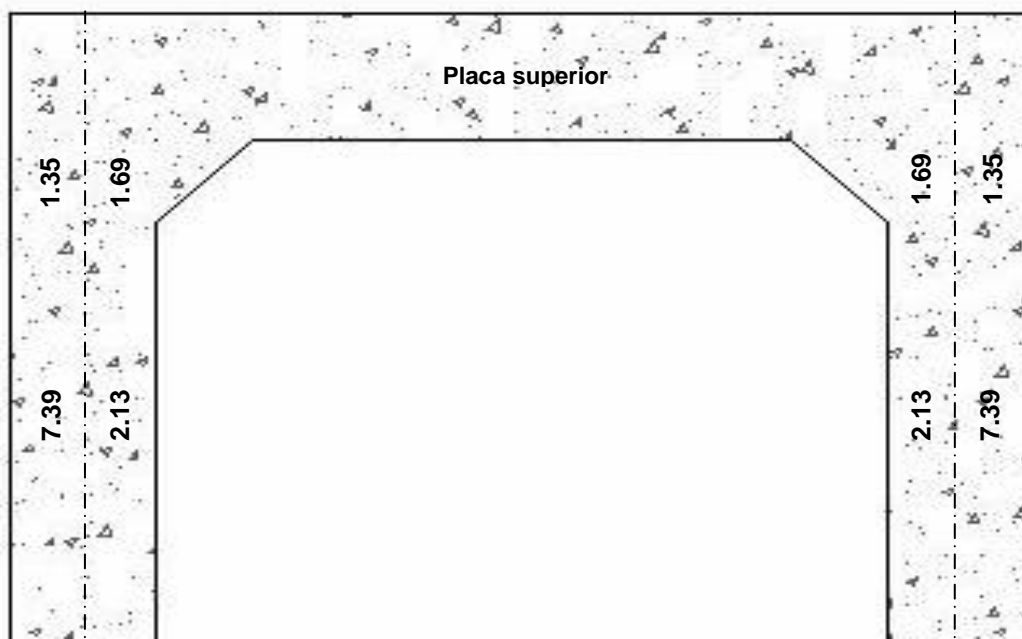


Figura 6. Momentos máximos generados por flexión para los muros sentido vertical






 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B		INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 170	

Figura 7. Momentos últimos máximos generados por flexión para los muros aumentados por Sd.

$$A_{s \text{ MIN}} = 0.0040 \times 1000 \times (350/2) = 700 \text{ mm}^2/\text{m}; \text{ USAR } \#4 \text{ c}/0.15\text{m}$$

Con base en lo anterior se muestran a continuación los momentos resistentes para cada una de las disposiciones de refuerzo que se colocarán en los muros principales.

CARA INTERNA





Refuerzo	#4C/0.15m
$A_s [\text{mm}^2]$	860
$f'c [\text{Mpa}]$	28
$F_y [\text{Mpa}]$	420
$b [\text{m}]$	1
$d [\text{m}]$	0.30
$\Phi M_n [\text{Ton-m/m}]$	9.51

> $M_u = 5.48 \text{ Ton-m/m}$ Ok!!

CARA EXTERNA

Refuerzo	#4C/0.15m
$A_s [\text{mm}^2]$	860
$f'c [\text{Mpa}]$	28
$F_y [\text{Mpa}]$	420
$b [\text{m}]$	1
$d [\text{m}]$	0.30
$\Phi M_n [\text{Ton-m/m}]$	9.51

> $M_u = 7.39 \text{ Ton-m/m}$ Ok!!

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 171	

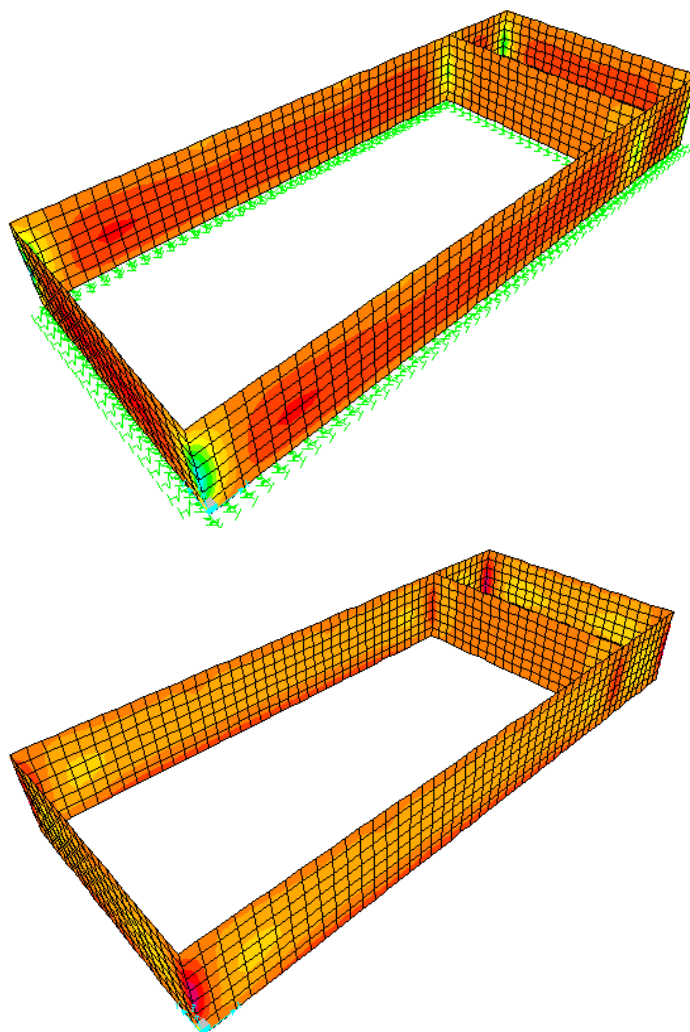
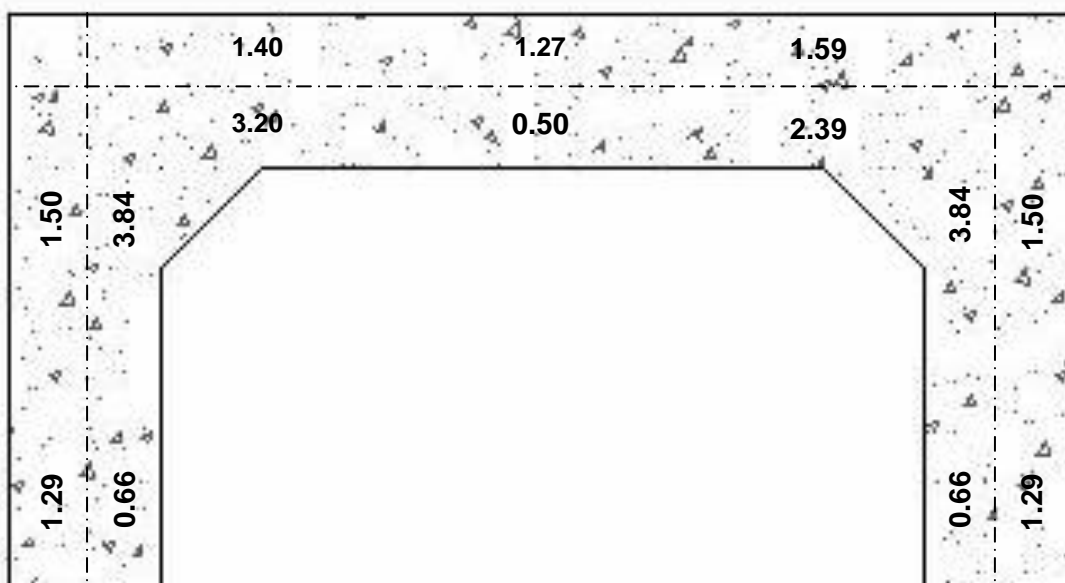





Diagrama de flexión 1-1 para los muros principales para caso 1 y 2 respectivamente



 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B		INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 172	

Figura 8. Momentos máximos generados por flexión para los muros sentido horizontal

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B		INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 173	

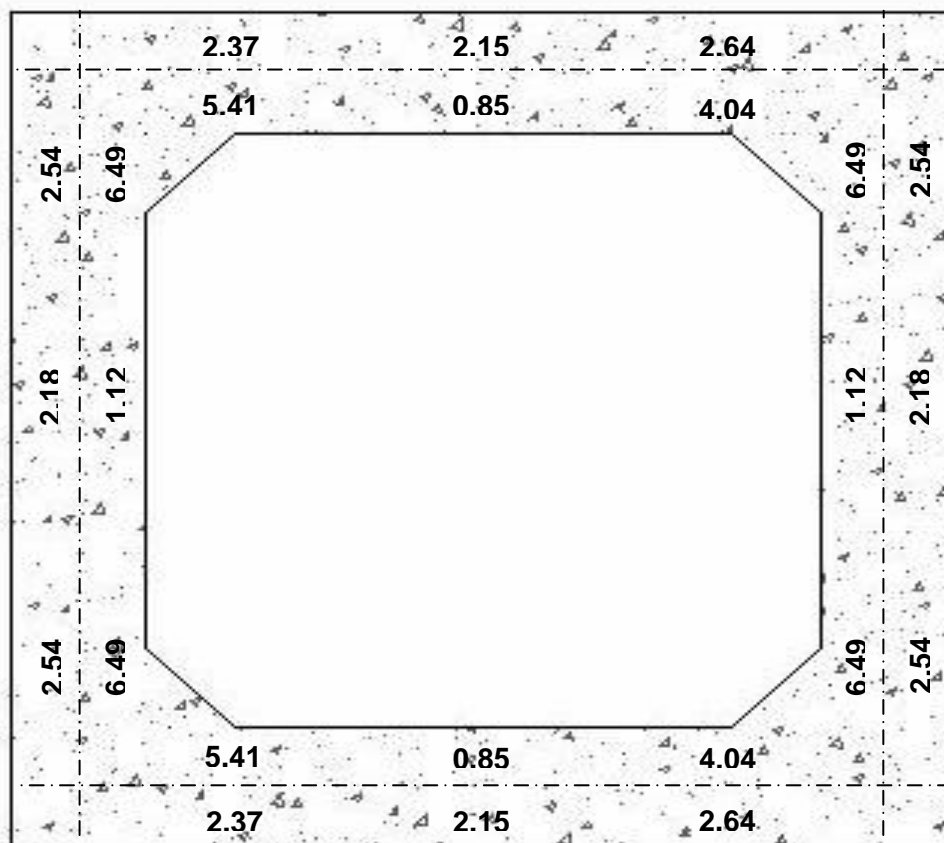


Figura 9. Momentos máximos generados por flexión para los muros aumentados por Sd.

$$A_{s \text{ MIN}} = 0.0040 \times 1000 \times (350/2) = 700 \text{ mm}^2/\text{m}; \text{ USAR } \#4 \text{ c}/0.15\text{m}$$




Con base en lo anterior se muestran a continuación los momentos resistentes para cada una de las disposiciones de refuerzo que se colocarán en los muros principales.

CARA INTERNA

Refuerzo	#4C/0.15m
As [mm ²]	860
f'c [Mpa]	28
Fy [Mpa]	420
b [m]	1
d [m]	0.30
ΦMn [Ton-m/m]	9.51

> Mu=6.49 Ton-m/m Ok!!

CARA EXTERNA

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B		INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 174	

Refuerzo	#4C/0.15m
As [mm ²]	860
f'c [Mpa]	28
Fy [Mpa]	420
b [m]	1
d [m]	0.30
ΦMn [Ton-m/m]	9.51

> Mu=2.54 Ton-m/m Ok!!

USAR:

#4 C/0.15 como refuerzo vertical en ambas caras del muro y #4 C/0.15 como refuerzo horizontal en ambas caras de los muros.

4.4.1.8.2 Placa Superior

La placa superior es una losa maciza en concreto reforzado de 20cm de espesor apoyada directamente en los muros perimetrales del tanque y las vigas descolgadas unas vigas internas de sección 30x35cm, la placa se analizó con el modelo en computador, colocando una carga permanente y viva adicional Máxima para efectos de diseño, para este caso se utiliza la combinación 1.2D + 1.6L, como la condición más crítica.

Avalúo de cargas.

Las cargas que intervienen para el análisis de la placa superior son la siguiente:

	CARGA [Ton/m ²]/[Ton/m]
PESO PROPIO	CALCULADA
AFINADO t=0.05m	0.110
VIVA*	0.250

*De acuerdo al capítulo B.4 de la NSR-10 se consideró una carga viva de parqueaderos de 250kg/m², por una posible aglomeración de vehículos sobre el tanque.

Cargas para el diseño de la placa superior

Análisis y diseño a Corte.

A continuación se presentan los diagramas para corte en la placa superior para el caso crítico:

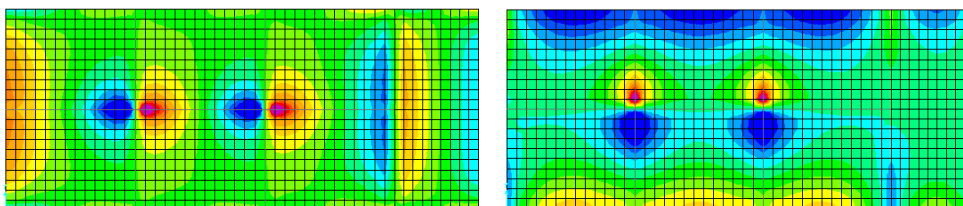





Diagrama de corte 1-3 y 2-3 para la placa superior en 1.2D+1.6L

t = 0.20 m

	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B		INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 175	

$$V_{u \text{ MAX}} = 2.60 \text{ Ton/m}$$

La Resistencia a la fuerza cortante aportada por el concreto se calcula por medio de la siguiente expresión

$$\phi V_c = \phi \cdot \frac{\sqrt{f'c}}{6} \cdot 1.0m \cdot d$$

$$\phi V_c = 0.75 \cdot \frac{\sqrt{28 \text{ Mpa}}}{6} \cdot 1m \cdot 0.15m \cdot 100$$

$$\phi V_c = 9.90 \text{ Ton/m}$$

$$V_u = 2.60 \text{ Ton/m} < \phi V_c = 9.90 \text{ Ton/m} \text{ OK!!!}$$

Análisis y diseño a Flexión

A continuación se presentan los diagramas por flexión para la placa de superior para la condición más crítica.

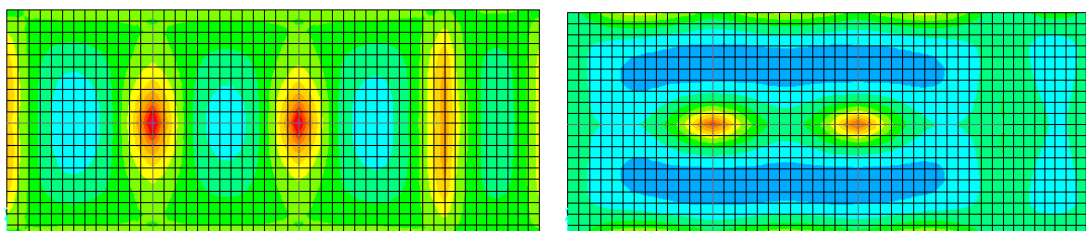


Diagrama de flexión 1-1 y 2-2 para la placa superior en 1.2D+1.6L

Sentido largo

$$M_{U \text{ CARA SUPERIOR}} = 2.00 \times 1.69 = 3.38 \text{ Ton-m/m.}$$

$$M_{U \text{ CASO INFERIOR}} = 1.55 \times 1.69 = 2.62 \text{ Ton-m/m.}$$

Sentido corto





$$M_{U \text{ CARA SUPERIOR}} = 3.20 \times 1.69 = 5.41 \text{ Ton-m/m.}$$

$$M_{U \text{ CASO INFERIOR}} = 1.08 \times 1.69 = 1.83 \text{ Ton-m/m.}$$

$$A_{s \text{ MIN}} = 0.0040 \times 1000 \times (200/2) = 400 \text{ mm}^2/\text{m}; \text{ USAR \#4 c/0.30m}$$

Con base en lo anterior se muestran a continuación los momentos resistentes para cada una de las disposiciones de refuerzo que se colocarán en la placa superior.

CARA SUPERIOR (SENTIDO LARGO)

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 176	

Refuerzo	#4C/0.15m	> Mu=3.38 Ton-m/m Ok!!
As [mm ²]	860	
f'c [Mpa]	28	
Fy [Mpa]	420	
b [m]	1	
d [m]	0.15	
ΦMn [Ton-m/m]	4.42	

CARA INFERIOR (SENTIDO LARGO)

Refuerzo	#4C/0.30m	> Mu=2.62 Ton-m/m Ok!!
As [mm ²]	430	
f'c [Mpa]	28	
Fy [Mpa]	420	
b [m]	1	
d [m]	0.15	
ΦMn [Ton-m/m]	2.27	

CARA SUPERIOR (SENTIDO CORTO)

Refuerzo	#4C/0.10m	> Mu=5.41 Ton-m/m Ok!!
As [mm ²]	1290	
f'c [Mpa]	28	
Fy [Mpa]	420	
b [m]	1	
d [m]	0.15	
ΦMn [Ton-m/m]	6.45	

CARA INFERIOR (SENTIDO CORTO)




Refuerzo	#4C/0.30m	> Mu=1.82 Ton-m/m Ok!!
As [mm ²]	430	
f'c [Mpa]	28	
Fy [Mpa]	420	
b [m]	1	
d [m]	0.15	
ΦMn [Ton-m/m]	2.27	

USAR:

En el sentido largo de la placa superior #4 C/0.15 como refuerzo en la cara superior y #4 C/0.30 en la cara inferior, y en el sentido corto usar #4 C/0.10 en la cara superior y #4C/0.30 en la cara inferior.

4.4.1.8.3 Vigas aéreas placa Superior (30X35)

Las vigas aéreas de sección 30x35 se diseñan para resistir las solicitaciones de carga vertical sobreimpuesta en la placa superior, bajo la combinación 1.2D+1.6L. Se aclara

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B		INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 177	

que debido a que la estructura está compuesta de muros en concreto reforzado, los efectos sísmicos son absorbidos por los muros y diseño de las viga son gobernadas por el diseño de carga vertical

Análisis y diseño a Corte.

A continuación se presentan los diagramas para corte en las vigas del tanque:

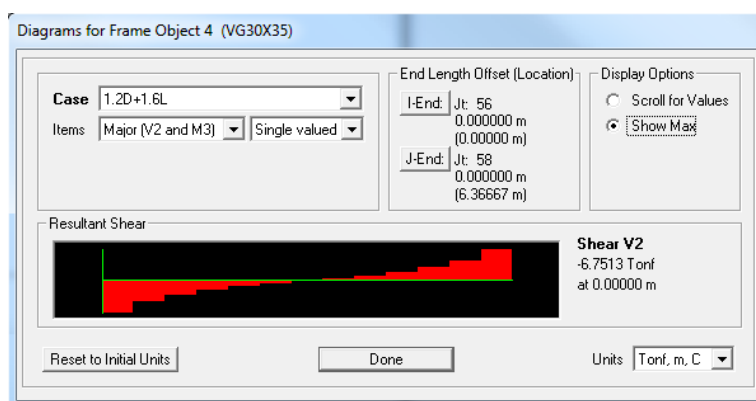


Diagrama de corte para viga con solicitud mas alta

$$V_{u_{\text{Max}}} = 6.75 \text{ Ton}$$

La Resistencia a la fuerza cortante aportada por el concreto se calcula por medio de la siguiente expresión

$$b = 0.30 \text{ m}$$

$$h = 0.35 \text{ m}$$

$$d = 0.30 \text{ m}$$

$$\phi V_c = \phi \cdot \frac{\sqrt{f'_c}}{6} \cdot 1.0m \cdot d$$

$$\phi V_c = 0.75 \cdot \frac{\sqrt{28 \text{ Mpa}}}{6} \cdot 0.30m \cdot 0.30m \cdot 100$$





$$\phi V_c = 5.94 \text{ Ton/m}$$

La resistencia a la fuerza cortante aportada por el refuerzo se calcula por medio de la siguiente expresión

$$\text{Numero de ramas} = 2$$

$$\text{Diámetro refuerzo flejes} = \#3$$

$$\text{Separación máxima} = 0.15$$

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 178	

$$\phi V_s = \frac{0.75 \cdot 2 \cdot 71 \cdot 420 \cdot 350}{150}$$

$$\phi V_s = 104370N = 10.4Ton$$

$$\phi V_n = \phi V_c + \phi V_s = 5.94 + 10.40 = 16.34 >> 6.75 \text{ Ton/m OK!!!}$$

Análisis y diseño a Flexión

A continuación se presenta el diagrama de flexión más crítico entre todas las vigas. Se aclara que los planos presentan el despiece con las solicitaciones reales para cada luz de las vigas, a continuación se presenta el cálculo para la condición más crítica.

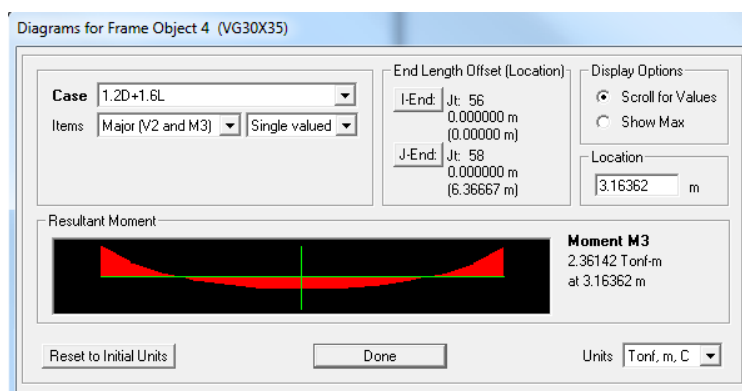
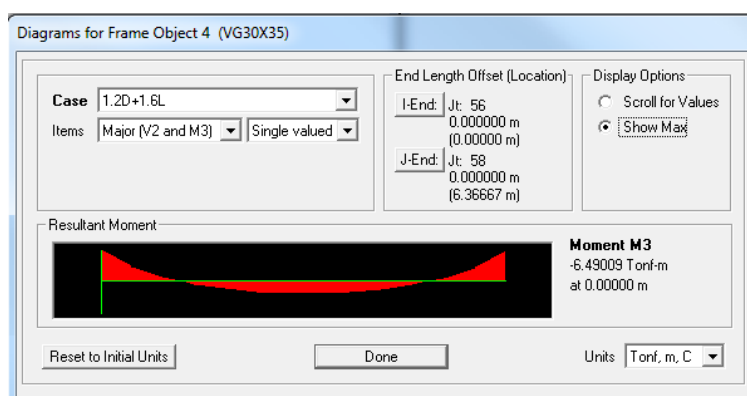






Diagrama de flexión negativa y positiva más crítica para la combinación 1.2D+1.6L

Sentido largo

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 179	

$$M_{U(-)} = 6.49 \text{ Ton-m/m.}$$

$$M_{U(+)} = 2.36 \text{ Ton-m/m.}$$

$$A_{s \text{ MIN}} = 0.0033 \times 300 \times (350) = 346.5 \text{ mm}^2; \text{ USAR } 3\#4 \text{ As} = 387 \text{ mm}^2$$

Con base en lo anterior se muestran a continuación los momentos resistentes para cada una de las disposiciones de refuerzo que se colocarán en las vigas.

Momento negativo

Refuerzo	2#5+1#6
As [mm ²]	684
f'c [Mpa]	28
Fy [Mpa]	420
b [m]	0.30
d [m]	0.30
ΦM_n [Ton-m/m]	7.24

> Mu=6.49 Ton-m/m Ok!!

Momento positivo

Refuerzo	3#4
As [mm ²]	387
f'c [Mpa]	28
Fy [Mpa]	420
b [m]	0.30
d [m]	0.30
ΦM_n [Ton-m/m]	4.22

> Mu=2.36 Ton-m/m Ok!!

USAR:

Viga de 30cm x 35cm con refuerzo longitudinal máximo de 2#5+1#6 superior y 3#4 inferior. Además usar flejes #3 de dos ramas con separación de 15cm en los centros y 7.5cm en los apoyos como refuerzo de confinamiento





4.4.1.8.4 Placa Base

La placa base o de fondo, es una losa maciza en concreto reforzado de 35cm de espesor apoyada directamente en el suelo, la placa de fondo se analizó con el modelo en computador, colocando unos resortes que representan el módulo de reacción del suelo y analizando el efecto que tienen para los casos 1,2 y 1.2D+1.6L mencionados anteriormente.

Calculo del k del resorte.

El k del resorte se calcula multiplicando el módulo de reacción del suelo por la aferencia de las áreas a las que se dividió la placa base para el análisis.

$$K_{\text{RESORTE}} = 8150 * 0.50 * 0.50 = 2037.5 \text{ kN/m} = 203.75 \text{ Ton/m}$$

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 180	

*0.50 y 0.50 es la aferencia para cada resorte

Análisis y diseño a Corte.

A continuación se presentan los diagramas para corte en la placa de fondo del tanque para el caso crítico:

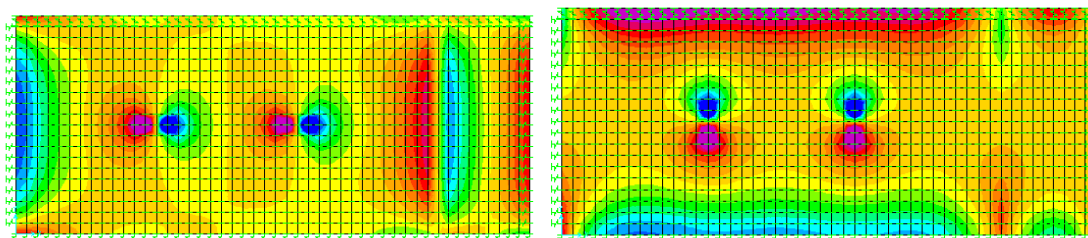


Diagrama de corte 1-3 Y 2-3 para la placa de fondo para caso 1.2D+1.6L (Caso crítico)

$$t = 0.35 \text{ m}$$

$$V_{u \text{ MAX}} = 6.50 \text{ Ton/m}$$

La Resistencia a la fuerza cortante aportada por el concreto se calcula por medio de la siguiente expresión

$$\phi V_c = \phi \cdot \frac{\sqrt{f'c}}{6} \cdot 1.0m \cdot d$$





$$\phi V_c = 0.75 \cdot \frac{\sqrt{28 \text{ Mpa}}}{6} \cdot 1m \cdot 0.30m \cdot 100$$

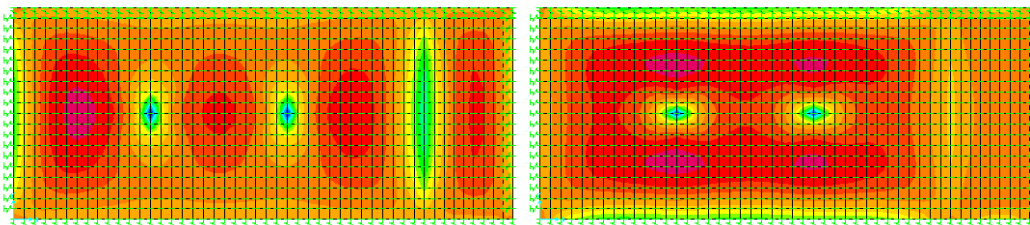
$$\phi V_c = 19.80 \text{ Ton/m}$$

$$\underline{V_u = 6.50 \text{ Ton/m} < \phi V_c = 19.80 \text{ Ton/m} \text{ OK!!!}}$$

Análisis y diseño a Flexión

A continuación se presentan los diagramas por flexión para la placa de fondo para los dos casos de carga mencionados anteriormente.

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 181	



**Diagrama de flexión 1-1 y 2-2 para la placa superior en caso 1.2D+1.6L
(Caso crítico)**

Sentido largo

$$M_{U \text{ CARA SUPERIOR}} = 3.57 \times 1.69 = 6.03 \text{ Ton-m/m.}$$

$$M_{U \text{ CASO INFERIOR}} = 6.30 \times 1.69 = 10.65 \text{ Ton-m/m.}$$

Sentido Corto

$$M_{U \text{ CARA SUPERIOR}} = 3.30 \times 1.69 = 5.58 \text{ Ton-m/m.}$$

$$M_{U \text{ CASO INFERIOR}} = 4.10 \times 1.69 = 6.93 \text{ Ton-m/m.}$$

$$A_{s \text{ MIN}} = 0.0040 \times 1000 \times (350/2) = 700 \text{ mm}^2/\text{m}; \text{ USAR } \#4 \text{ c}/0.15\text{m}$$

Con base en lo anterior se muestran a continuación los momentos resistentes para cada una de las disposiciones de refuerzo que se colocarán en la placa de fondo. Se aclara que el refuerzo colocado en la placa de fondo será similar al refuerzo vertical de los muros para transferir de forma eficiente los momentos generados por los empujes laterales.

CARA SUPERIOR (SENTIDO LARGO)





Refuerzo	#4C/0.15m
$A_s \text{ [mm}^2\text{]}$	860
$f'_c \text{ [Mpa]}$	28
$F_y \text{ [Mpa]}$	420
$b \text{ [m]}$	1
$d \text{ [m]}$	0.30
$\Phi M_n \text{ [Ton-m/m]}$	9.51

> $M_u = 6.03 \text{ Ton-m/m}$ Ok!!

CARA INFERIOR (SENTIDO LARGO)

Refuerzo	#4C/0.10m
$A_s \text{ [mm}^2\text{]}$	1290
$f'_c \text{ [Mpa]}$	28
$F_y \text{ [Mpa]}$	420
$b \text{ [m]}$	1
$d \text{ [m]}$	0.30
$\Phi M_n \text{ [Ton-m/m]}$	14.07

> $M_u = 10.65 \text{ Ton-m/m}$ Ok!!

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 182	

CARA SUPERIOR (SENTIDO CORTO)

Refuerzo	#4C/0.10m
As [mm ²]	860
f'c [Mpa]	28
Fy [Mpa]	420
b [m]	1
d [m]	0.30
ΦMn [Ton-m/m]	9.51

> Mu=5.58 Ton-m/m Ok!!

CARA INFERIOR (SENTIDO CORTO)

Refuerzo	#4C/0.10m
As [mm ²]	860
f'c [Mpa]	28
Fy [Mpa]	420
b [m]	1
d [m]	0.30
ΦMn [Ton-m/m]	9.51

> Mu=6.93 Ton-m/m Ok!!

USAR:

#4 C/0.15 como refuerzo superior en el sentido largo de la placa, #4 C/0.10 como refuerzo inferior en el sentido largo de la placa y #4 C/0.15 en el sentido corto para ambas caras de la placa de fondo.

4.4.1.8.5 Columnas (30x30)





Las columnas de sección 30x30 se diseñan para resistir las solicitaciones de carga vertical sobrepuesta en la placa superior, bajo la combinación 1.2D+1.6L, y además las combinaciones que involucran los empujes sísmicos generados en los muros, lo cual puede generar desplazamientos entre apoyos de columnas con las placas.

L [m]	0.3
B [m]	0.3
Fy [Mpa]	420
f'c [Mpa]	28
Refuerzo	8#4
As [cm ²]	10.32
ρ	1.15%

Geometría, materiales y refuerzo columna

Análisis y diseño a Corte.

A continuación se presentan los diagramas para corte en las vigas del tanque:

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 183	

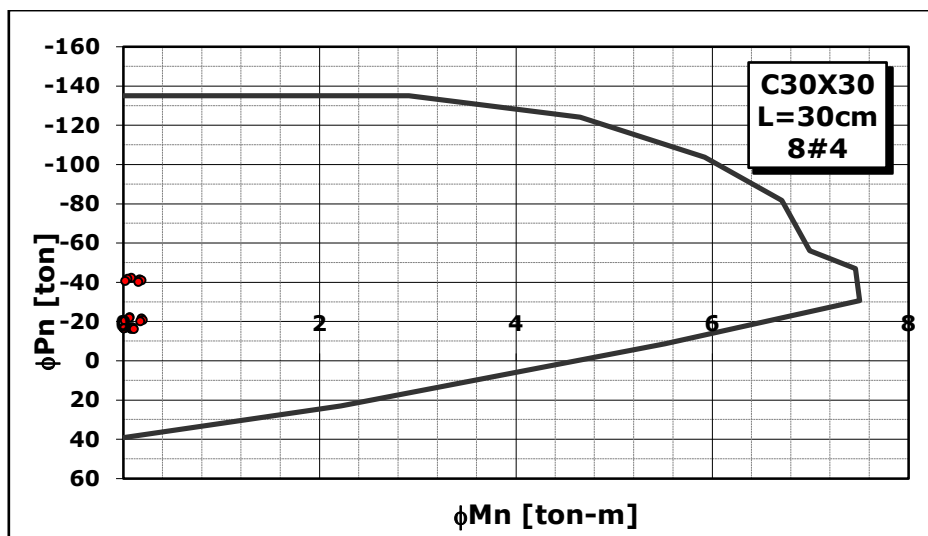
Cortante

L = 30		L = 30	
$V_{MAX\ C.21.3.3.2-a}$ [ton]	4.57	$V_{MAX\ C.21.3.3.2-a}$ [ton]	4.57
$V_{MAX\ C.21.3.3.2-b}$ [ton]	0.23	$V_{MAX\ C.21.3.3.2-b}$ [ton]	0.08
$V_{U_{MAX}}$ [ton]	0.23	$V_{U_{MAX}}$ [ton]	0.08
ϕV_c [ton]	4.96	ϕV_c [ton]	4.96
$S\#3/8$ [m]	0.10	$S\#3/8$ [m]	0.10
# de Ramas [m]	2.00	# de Ramas [m]	2.00
ϕV_s [ton]	6.99	ϕV_s [ton]	6.99
ϕV_n [ton]	11.95	ϕV_n [ton]	11.95
Indice de Sobre-esfuerzo	0.02	Indice de Sobre-esfuerzo	0.01

Diagrama de corte para columna

Análisis y diseño a Flexo-compresión y flexo-tensión





A continuación se presenta el diseño y revisión a flexo compresión/tension para la sección de la columna.



A continuación se presentan las solicitaciones para el diseño a solicitaciones por flexo compresión y flexo tensión.

Solicitaciones

Columna	Load	Loc	P [ton]	V30[ton]	V30[ton]	M30[ton]	M30[ton]
1	COMB1	0	-22.2175	0.151	1.844E-13	1.525E-13	0.06396
1	COMB1	1.65	-21.8963	0.151	1.844E-13	3.843E-16	0.06069
1	COMB1	3.3	-21.5752	0.151	1.844E-13	1.517E-13	0.18534

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 184	

Solicitaciones

Columna	Load	Loc	P [ton]	V30[ton]	V30[ton]	M30[ton]	M30[ton]
1	COMB2	0	-16.9029	0.091	9.394E-14	6.764E-14	0.07587
1	COMB2	1.65	-16.5818	0.091	9.394E-14	9.863E-15	0.00087
1	COMB2	3.3	-16.2607	0.091	9.394E-14	8.736E-14	0.07414
1	COMB3	0	-16.8557	0.0906	0.076	0.074	0.07113
1	COMB3	1.65	-16.5346	0.0906	0.076	0.01138	0.00369
1	COMB3	3.3	-16.2134	0.0906	0.076	0.05125	0.07851
1	COMB4	0	-42.2172	0.15	3.208E-13	9.113E-14	0.08133
1	COMB4	1.65	-41.789	0.15	3.208E-13	1.735E-13	0.04246
1	COMB4	3.3	-41.3608	0.15	3.208E-13	4.382E-13	0.16625
2	COMB1	0	-20.6586	0.2252	5.122E-13	2.111E-13	0.19923
2	COMB1	1.65	-20.3375	0.2252	5.122E-13	2.115E-13	0.01336
2	COMB1	3.3	-20.0164	0.2252	5.122E-13	6.342E-13	0.17251
2	COMB2	0	-16.904	0.117	2.506E-13	1.293E-13	0.09229
2	COMB2	1.65	-16.5829	0.117	2.506E-13	7.744E-14	0.00426
2	COMB2	3.3	-16.2618	0.117	2.506E-13	2.842E-13	0.10081
2	COMB3	0	-16.7696	0.1234	0.073	0.0715	0.09732
2	COMB3	1.65	-16.4485	0.1234	0.073	0.01129	0.00453
2	COMB3	3.3	-16.1273	0.1234	0.073	0.04893	0.10638
2	COMB4	0	-40.9461	0.2056	6.522E-13	2.313E-13	0.18678
2	COMB4	1.65	-40.5179	0.2056	6.522E-13	3.067E-13	0.0172
2	COMB4	3.3	-40.0897	0.2056	6.522E-13	8.448E-13	0.15238

Curva de interacción para la columna 30x30 con solicitudes





USAR:

Columna de sección 30x30 con refuerzo longitudinal 8#4 y flejes #3 C/0.10 corridos a los largo de la altura.

4.4.1.8.6 Verificación capacidad portante

El análisis global para la revisión de capacidad portante del tanque de almacenamiento, se hace verificando que la presión ejercida por las cargas verticales (Agua + Pesos propio + Carga viva) sobre el área del tanque sean inferiores a la capacidad que el suelo (Ver numeral 1.1.1.3 de este documento) tiene para soportar estas cargas.

	Carga [Ton]
Peso Propio	522.01
Afinado	25.00
Agua	682.08

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 185	

Carga viva	56.84
	1285.93

Verificación máxima carga vertical en el tanque

Debido a que el área de contacto es de $23.60\text{m} \times 10.20\text{m} = 240.72 \text{ m}^2$

$$\sigma = 1285.93\text{Ton} / 240.72\text{m}^2 = 5.34 \text{ Ton/m}^2 \ll 60.30 \text{ Ton/m}^2 \text{ OK!!}$$





4.4.1.8.7 Recomendaciones constructivas

A continuación se describe la información necesaria para la construcción de este proyecto:

- Para el procedimiento de excavación para el tanque se deben seguir todas las recomendaciones dadas por el reporte geotécnico, en cuanto a estabilidad del terreno, rellenos y procesos constructivos de los mismos.
- Antes de comenzar a armar el refuerzo para la placa base del tanque, se debe dejar una superficie de 5cm de concreto tipo F o concreto pobre, por debajo de la superficie excavada.
- Se deben asegurar que los recubrimientos del refuerzo en los elementos en concreto reforzado deben estar de acuerdo a los detalles mostrados en planos estructurales para asegurar la resistencia de los mismo.
- El concreto utilizado en la estructura del tanque debe tener una resistencia a la compresión a los 28 días de mínimo 28Mpa con un módulo de elasticidad de 24.90 GPa, los cuales se realizan de acuerdo a lo especificado en el capítulo C.5.6 de la NSR-10 y las norma técnica NTC 550 (ASTM C31M).
- El proceso constructivo es el siguiente:
 - Excavación del terreno en la zona donde ira ubicado el tanque.
 - Adecuación del terreno y construcción de la placa base para el Tanque.
 - Construcción de los muros del Tanque y columnas internas
 - Construcción de refuerzo vigas y fundición parcial vigas (hasta nivel inferior de placa superior).
 - Construcción de la palca superior del Tanque.
 - Colocación del material que servirá como relleno para los muros laterales del tanque.

Este procedimiento es opcional, aun así el método y proceso constructivo está definido por el constructor del proyecto dependiendo de varios factores y aspectos logísticos, los cuales deberán ser aprobados por Interventoría.

4.4.2 Bocatoma

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 186	

La estructura de la bocatoma consiste en un cajón llamado lechos filtrantes compuesto de muros de 20cm y 25cm de espesor apoyados en una placa de fondo.

4.4.2.1 Especificaciones.

La elaboración de los diseños de la estructura se basó en las siguientes especificaciones técnicas de diseño:

- Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10.

4.4.2.2 Materiales

Los materiales utilizados para el diseño y análisis de la estructura tienen las siguientes especificaciones:

Concreto Reforzado.

$$f'c = 28\text{MPa (280kg/cm}^2\text{)}$$

$$Ec = 4700 \cdot (28)^{0.5} = 24870\text{MPa}$$

$$\mu = 0.20$$

$$\gamma = 2400 \text{ Kg/m}^3$$

Acero de Refuerzo.

$$Fy = 420\text{MPa (4200kg/cm}^2\text{)}$$





$$Es = 200\text{GPa}$$

4.4.2.3 Cimentación.

Según el estudio de suelos, para la estructura diseñada, se tienen los siguientes parámetros:

Bocatoma

- Capacidad Portante Admisible Máxima: 10.0 Ton/m².
- Coeficiente de presión activa del suelo: $k_a = 0.25$
- Coeficiente de presión pasiva del suelo: $k_p = 4.00$.
- Coeficiente de empuje en reposo: $k_o = 0.33$.
- Peso unitario saturado: 2.10 Ton/m³.
- Módulo de reacción del suelo: $k_s = 4000 \text{ kN/m}^3$

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 187	

Se aclara, debido a que los muros de la estructura para la bocatoma no se encuentran conteniendo terreno o relleno, los parámetros mostrados anteriormente son los únicos que aplican en su análisis y diseño.

4.4.2.4 Combinaciones De Análisis Y Diseño

Las combinaciones utilizadas para el análisis y diseño de este tipo de estructuras y sus condiciones de carga según el título B de la NSR-10 son:

Tabla 4-5 Combinaciones para análisis y diseño de estructuras

	Muerta	Viva	Empujes	Sismo
COMBO1	1.40			
COMBO2	1.20	1.60	1.60	
COMBO3	0.90		1.60	1.00

Tabla 4-6 Factores de mayoración para estructuras ambientales

	Empujes	Estructura ambiental
CORTE	1.6	
FLEXIÓN	1.6	Sd

Por ser una estructura de ingeniería ambiental de concreto, las solicitaciones encontradas se deben multiplicar por un coeficiente de durabilidad ambiental Sd el cual se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$Sd = \frac{\phi f_y}{\gamma f_s} \geq 1.0$$

Dónde:

$\phi = 0.9$.

f_y = esfuerzo del acero.

γ = Carga mayorada/ Carga no mayorada.




f_s = esfuerzo permisible de tracción en el refuerzo

$f_s = (140 \text{ Mpa})$ Según C.23-C.9.2.6.2. (Para zonas de exposición normal)

$$Sd = \frac{0.9 * 420}{1.6 * 140} = 1.69$$

4.4.2.5 Lechos filtrantes

Los filtros filtrantes cuentan con unos muros perimetrales de 20cm de espesor y 1.00m de altura libre.

	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B		INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 189	

4.4.2.6 Muros

Como se ve en la figura anterior, los muros se analizan como elementos en voladizo empotrados en la placa de fondo, sometidos al empuje del agua que los rodea, y el material filtrante interno al tanque ($h=0.50\text{m}$).

Análisis de carga.

Las cargas que se involucran en el análisis del muro son:

	$\gamma[\text{m}^3]$	$h[\text{m}]$	CARGA $[\text{Ton}/\text{m}^2]$
AGUA	1.00	1.00	1.00
MATERIAL FILTRANTE* $k_o=0.33$	2.10	0.50	0.35

* De forma conservadora se le asignan los parámetros del suelo de relleno al material filtrante

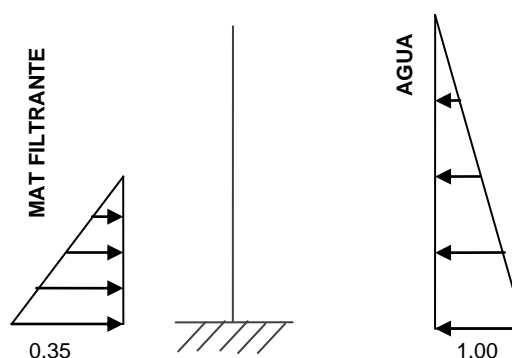
Casos de carga.

Debido a la condición de servicio de la estructura, los casos de carga para analizar la estructura son los siguientes:

CASO 1 = Tanque vacío sin material filtrante y sin agua interna (Casa No probable)

CASO 2 = Tanque vacío con material filtrante + agua.

Condiciones de carga.







**ESTAS CARGAS SON APLICADAS
SIMULTANEAMENTE EN EL
MUROS**

Análisis y diseño a Corte.

$$t = 0.20 \text{ m}$$

$$V_{\text{Filtro}} = (0.35 \times 0.50) \times (1/2) = 0.09 \text{ Ton/m}$$

$$V_{\text{Agua}} = (1.00 \times 1.00) \times (1/2) = 0.50 \text{ Ton/m}$$

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 190	

$$V_u = 1.6 \times (0.50) = 0.80 \text{ Ton/m}$$

La Resistencia a la fuerza cortante aportada por el concreto se calcula por medio de la siguiente expresión

$$\phi V_c = \phi \cdot \frac{\sqrt{f'_c}}{6} \cdot 1.0m \cdot d$$

$$\phi V_c = 0.75 \cdot \frac{\sqrt{28 \text{ Mpa}}}{6} \cdot 1m \cdot 0.15m \cdot 100$$

$$\phi V_c = 9.90 \text{ Ton/m}$$

$$V_u = 0.80 \text{ Ton/m} << \phi V_c = 9.90 \text{ Ton/m} \text{ OK!!!}$$

Análisis y diseño a Flexión.

$$M_{\text{Filtro}} = 0.09 \times 0.50 / 3 = 0.015 \text{ Ton-m/m.}$$

$$M_{\text{Suelo}} = 0.50 \times 1.00 / 3 = 0.17 \text{ Ton-m/m.}$$

$$M_{u \text{ cara exterior}} = 1.69 \times (1.6 \times (0.015)) = 0.04 \text{ Ton-m/m.}$$

$$M_{u \text{ cara interior}} = 1.69 \times (1.6 \times (0.17)) = 0.46 \text{ Ton-m/m.}$$

$$A_{s \text{ MIN}} = 0.0030 \times 1000 \times (200/2) = 300 \text{ mm}^2/\text{m}; \text{ USAR } \#4 \text{ c}/0.30\text{m}$$

Con base en lo anterior se muestran a continuación los momentos resistentes para cada una de las disposiciones de refuerzo que se colocarán en el muro

Cara exterior





Refuerzo	#4C/0.30m
As [mm ²]	430
f'c [Mpa]	28
Fy [Mpa]	420
b [m]	1
d [m]	0.15
ΦMn [Ton-m/m]	2.38

> Mu=0.04 Ton-m/m Ok!!

Cara interior

Refuerzo	#4C/0.30m
As [mm ²]	430
f'c [Mpa]	28
Fy [Mpa]	420
b [m]	1
d [m]	0.15
ΦMn [Ton-m/m]	2.38

> Mu=0.46 Ton-m/m Ok!!

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 191	

USAR:

#4 C/0.30 como refuerzo vertical y horizontal para ambas caras de los muros de los lechos de filtros.

4.4.2.7 Placa de fondo

De acuerdo a la información geotécnica la placa de fondo se está construyendo sobre un Suelo Aluvial mejorado con cemento, por lo que el efecto que tendrá la placa de fondo no genera momentos ni cortantes suficientes en este elemento. Por lo que su dimensionamiento y refuerzo se determina para transferir de forma eficiente los momentos generados por los empujes en los muros.

USAR:

Placa de fondo de 20cm de espesor con refuerzo #4 C/0.30 en ambas direcciones para ambas caras

4.4.2.8 Recomendaciones constructivas




Antes de describir las recomendaciones constructivas se aclara:

- Los detalles de anclaje, procedimientos de anclajes, aditivos y epoxicos deberán ser revisados por el fabricante de los mismos.

A continuación se describe la información necesaria para la construcción de este proyecto:

- La estabilización de suelos de fundación, procesos constructivos de los mismos serán definidos por el ingeniero geotecnista.
- Para la colocación de varillas en todos los elementos en concreto se deben respetar los recubrimientos, longitudes y despieces encontrados en planos estructurales.
- El concreto utilizado en la estructura deben tener una resistencia a la compresión a los 28 días de mínimo 28Mpa con un módulo de elasticidad de 24.90 GPa, los cuales se realizan de acuerdo a lo especificado en el capítulo C.5.6 de la NSR-10 y las norma técnica NTC 550 (ASTM C31M).
- El proceso constructivo es el siguiente:
 - Anclaje del refuerzo y construcción de la placa de fondo
 - Anclaje del refuerzo y construcción de los muros externos e internos.

El proceso constructivo es definido por el constructor del proyecto dependiendo de varios factores y aspectos logísticos, los cuales deberán ser aprobados por interventoría.

	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B		INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 192	

- Se deben seguir cada una de las notas, esquemas y especificaciones encontradas en planos.

CABEZALES

Se presenta el diseño general enfocado a todo el departamento de Cundinamarca teniendo en cuenta que las estructuras se presentan por rango de altura y por rango de tubería.

4.4.3 CABEZAL DE DESCARGA D2 Y D3 (2.00m)

El cabezal de descarga D2 Y D3 consiste en un muro tipo contención en concreto reforzado el cual cuenta con un espesor de 25cm y tiene una altura variable entre 0.5m y 2.00m el cual se encuentra apoyado sobre una zarpa que tiene un espesor de 30cm, adicionalmente el cabezal varía con respecto a las tuberías que van a pasar por él.

i. Especificaciones

La elaboración de los diseños de la estructura se basó en las siguientes especificaciones técnicas de diseño:

- Reglamento colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10.

ii. Materiales

Los materiales utilizados para se tienen con las siguientes especificaciones:

Concreto reforzado

$$f'c = 28\text{MPa } (280\text{kg/cm}^2)$$





$$Ec = 4700 \times (28)^{0.5} = 24870\text{MPa}$$

$$\mu = 0.20 \quad \gamma = 2400 \text{ Kg/m}^3$$

Acero de refuerzo

$$Fy = 420\text{MPa } (4200\text{kg/cm}^2)$$

$$Es = 200\text{GPa}$$

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 193	

4.5 ESTUDIOS AMBIENTALES

En el informe de estudios ambientales se describirá el desarrollo de las obras de acueducto y alcantarillado del municipio de San Francisco, el cual fue adelantado de acuerdo al alcance contractual del proyecto y tiene como objetivo identificar los principales impactos ambientales generados durante el desarrollo de las obras proyectadas; plantear actividades de mitigación, compensación y prevención asociadas a dichos impactos y determinar el grado de afectación de las actividades sobre los factores ambientales involucrados en el proyecto (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Así mismo, estimar el costo dichas actividades y/o medidas para la elaboración del presupuesto ambiental de las obras.

La evaluación de impactos ambientales se realiza con el fin de:





- Planificar el manejo ambiental del proyecto.
- Identificar, definir y cuantificar las principales afectaciones sobre el ambiente y la comunidad durante la ejecución y desarrollo del proyecto; con el fin de planificar acciones correctivas, de mitigación y compensación que permitan corregir los efectos ambientales negativos causados durante el desarrollo del proyecto.
- Optimizar y racionalizar los recursos del proyecto.
- Garantizar el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente, salud ocupacional y seguridad industrial.
- Servir de enlace entre el marco ambiental natural sobre el cual se realizarán las actividades de construcción y las medidas o recomendaciones que se proponen en el presente documento de estudios ambientales.

Para la evaluación de los potenciales impactos ambientales que se generarán en el área de influencia, se desarrolló una matriz de impactos ambientales, en la cual se relacionaran las actividades necesarias para la realización del proyecto, los potenciales impactos ambientales y la relevancia de estos.

El alcance del estudio ambiental es determinar las medidas de impacto ambiental y de seguridad industrial y ocupacional que se deben ejecutar durante la etapa de construcción de la optimización del acueducto y alcantarillado del municipio de San Francisco, de acuerdo a los lineamientos del componente ambiental (Título I) Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS).

4.5.1 Aspectos Legales

Por la naturaleza del proyecto, y de acuerdo con el decreto 2820 de 2010, este tipo de proyectos no requieren de Licencia Ambiental. No obstante, en el presente capítulo se

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 194	

presenta una evaluación de los posibles impactos ambientales a considerar, con el fin de determinar de una forma más precisa los costos ambientales asociados al proyecto a razón de supervisión, mitigación y control de las actividades que durante la construcción o la operación del sistema ocurran.

Respecto a los permisos que se encuentran vigentes o en trámite ante la autoridad competente, ver numeral 4.5.4 PERMISOS Y/O AUTORIZACIONES REQUERIDOS.

4.5.2 Estudio de Impacto Ambiental





El estudio de impacto ambiental que a continuación se presenta es una forma resumida y completa de identificar y cuantificar la afectación (positiva y negativa) de las obras a desarrollar en la búsqueda de la mejora del sistema de alcantarillado para el municipio.

Para cuantificar los impactos ambientales generados durante el desarrollo de las obras proyectadas, es necesario relacionar e indicar los factores ambientales afectados durante cada una de las actividades requeridas para la ejecución de dichas obras.

Con base en la caracterización realizada para el área de influencia del proyecto se procede a identificar los factores ambientales susceptibles a ser impactados durante su realización y se relacionaron los componentes de cada uno de estos factores que pudieran sufrir algún tipo de afectación por alguna de las actividades a realizar (Tabla 4-7 Componentes ambientales afectados durante el desarrollo del proyecto).

Tabla 4-7 Componentes ambientales afectados durante el desarrollo del proyecto

FACTOR AMBIENTAL		COMPONENTE
Medio Físico	Aire	Contaminación al Aire por Material Particulado y gases
		Contaminación Acústica
	Agua	Afectación de la dinámica de las aguas superficiales
		Contaminación del agua
	Suelo	Erosión del suelo
		Cambio en el uso del suelo
		Contaminación del suelo
		Afectación de las condiciones naturales del Suelo
Medio biótico	Flora y fauna	Disminución de la cantidad y calidad de flora
		Destrucción de Hábitats
		Disminución de Recursos Naturales
		Mantenimiento de hábitats
Socio-económicos	Socio-económico	Generación de Empleo
		Generación de Expectativas
		Molestias e incomodidades para la comunidad
		Valorización de la tierra
		Calidad de vida de la comunidad
		Afectación de Infraestructura Pública y Privada
		Interferencia con servicios públicos existentes
		Afectación de vías secundarias
		Aumento en la cobertura, calidad y/o permanencia del servicio

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 195	

De igual manera, se procede a identificar las acciones y/o actividades que el proyecto requiere para su ejecución y que pudiesen generar impactos negativos sobre los factores ambientales (Tabla 4-8).

Tabla 4-8 Listado de las acciones realizadas durante la ejecución del proyecto

ACCIÓN DEL PROYECTO
Localización y replanteo
Socialización del proyecto
Desmonte y Limpieza
Localización y Replanteo
Instalación de campamentos y adecuación de sitios de acopio.
Excavaciones
Movilización y transporte de materiales
Rellenos
Ejecución de Obras en Concreto
Movilización e Instalación de Equipos
Re vegetación

Una vez indicados los factores ambientales y las acciones y/o actividades relacionadas a cada uno de estos, se procede a determinar criterios de evaluación para cuantificar la importancia de cada impacto; identificando de este modo las actividades a las cuales se les deberán tener un mayor control y seguimiento ya que su grado de afectación es alto. Para este caso en particular, la identificación de impactos por cada etapa del proyecto se presenta en la Tabla 4-14.




4.5.2.1 Descripción de área de influencia y Obras a Desarrollar

4.5.2.1.1 Área de Influencia

De acuerdo a la información presentada en la página web de Parques Nacionales Naturales de Colombia, en el link del Sistema Nacional de Áreas Protegidas SINAP (www.parquesnacionales.gov.co); no existen zonas de reservas de la sociedad civil ni áreas de zonas sensibles desde el punto de vista ambiental en el Municipio de San Francisco. Adicionalmente no existen registros de comunidades indígenas y afrocolombianas en el área del proyecto.

En el Esquema de Ordenamiento del Municipio (EOT) de San Francisco del año de 1999, se considera suelos de protección los de la cuchilla el Tablazo, Cerro Camacho, Cerro Cuadrado, Cerro del Consumo, Cordillera de la Laja, Cerro Buenavista, que se encuentran dentro del territorio municipal. Igualmente aquellas zonas de bosques protectores que aun conservan la vegetación nativa, nacimientos de agua y márgenes hídricas (Ilustración 4-7).

En cuanto a las áreas con régimen territorial especial, se encuentran zonas de nacimientos y conservación de recursos hídricos, especialmente en los centros

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B		INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 196	

poblados Sabaneta, La Laja, El Peñón, San Miguel, Pueblo Viejo y Tóriba, la zona de protección será de 100 metros a la redonda.

Sobre el área de influencia del proyecto, estas abarcan tanto al sistema de acueducto como al sistema de alcantarillado.

En términos generales el sistema de acueducto del municipio se encuentra conformado por una captación tipo dique construida aguas abajo de un nacimiento de montaña, se cuenta con (1) aducción, (1) desarenador, (2) cámaras de quiebre de presión, (4) tanques de almacenamiento y (1) una red de distribución conformada exclusivamente por tubería PVC con diámetros entre 1" y 4". En la Ilustración 4-10 se presenta el esquema operativo del sistema de acueducto.

El municipio cuenta con una PTAP convencional denominada el Socorro puesta en operación en el año 2006 con una capacidad de diseño de 17 l/s⁵, y que actualmente opera con un QMD entre 17 l/s – 22 l/s de acuerdo a los datos de las planillas de operación de la planta (lecturas en el macro-medidor volumétrico a la salida).

La PTAP se encuentra a 810 m de la bocatoma y a 2.4 Km del casco urbano del municipio, se encuentra ubicada dentro de un lote con cerramiento y cuenta con una caseta de operación con laboratorio y un depósito de químicos tipo cabaña de madera.

⁵ De acuerdo a información reportada por ACUASAFRA, ya que no tienen memorias de cálculo de la PTAP.





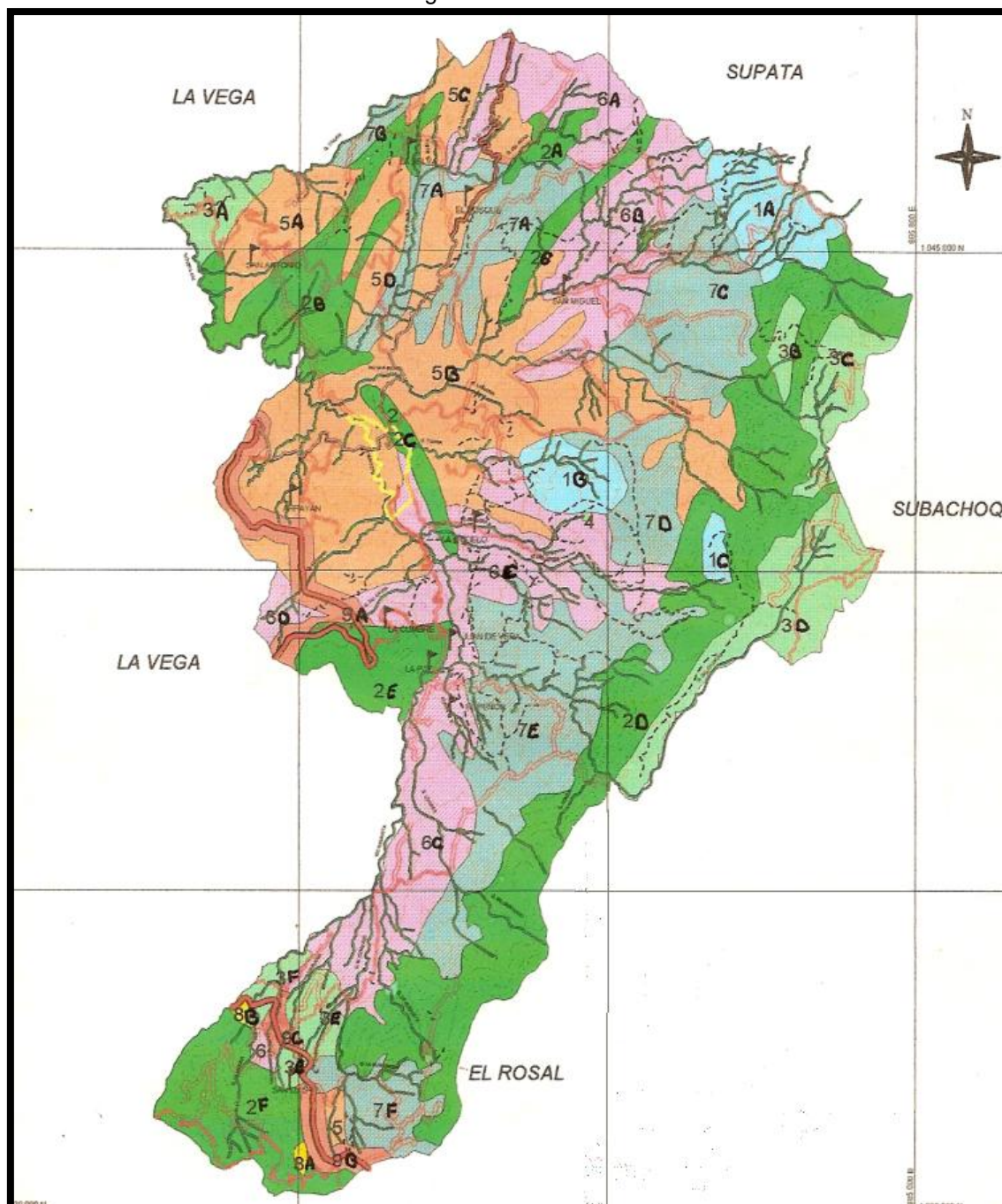




 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 197	

Ilustración 4-7 Reglamento del Uso del Suelo Rural



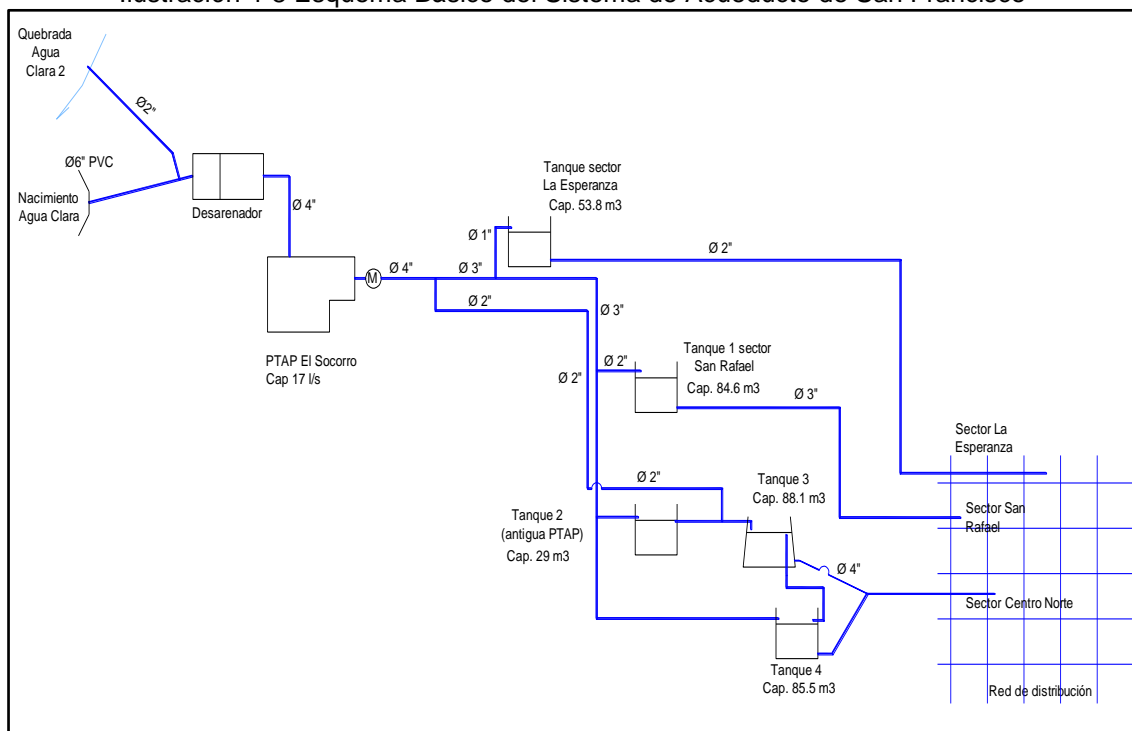
Fuente: EOT San Francisco

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 198	







Fuente: EOT San Francisco

Ilustración 4-8 Esquema Básico del Sistema de Acueducto de San Francisco



Fuente: El Consultor

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 199	

El municipio de San Francisco tiene un alcantarillado del tipo combinado con siete (7) puntos de descarga, el sistema no cuenta con Planta de Tratamiento de Aguas Residuales. En ciertos sectores del casco urbano, existen colectores pluviales (pero con baja cobertura) conectados entre sumideros y en algunos casos con pozos, los cuales conducen las aguas lluvias hacia los cauces más cercanos.

Las redes del alcantarillado combinado están construida en materiales de concreto, gres y PVC en diámetros comprendidos entre 6" y 16" pulgadas. Las redes de aguas lluvias están construidas en tuberías de concreto, gres y PVC en diámetro comprendidos entre 8" y 30" pulgadas. Dado que el sistema pluvial no recoge la totalidad de las aguas lluvias del casco urbano, las aguas que no son captadas, recorren las vías del casco urbano hasta ser finalmente recogida por sumideros laterales ó transversales los cuales están conectados al sistema de alcantarillado sanitario ocasionando consecuentemente rebose de aguas combinadas, deterioro de las tuberías, de las vías y la posterior proliferación de enfermedades.





Posteriormente, las aguas lluvias son conducidas hacia la quebrada Toriba y el río Cañas, cauces que limitan el casco urbano por el costado occidental y oriental respectivamente.

4.5.2.1.2 Obras a Desarrollar

Las obras que se proyectarán para las redes de los sistemas de acueducto y alcantarillado del municipio de San Francisco, implicarán la intervención de áreas rurales y urbanas, las cuales se describen a continuación:

- **Sistema de Acueducto**

Las obras proyectadas para el sistema de acueducto del municipio, no generará impactos considerables en las áreas intervenidas, debido a que las mismas se presentarán en la mayoría de los casos en el área urbana. Sólo a la bocatoma y al tanque de almacenamiento actuales se les harán modificaciones, las cuales producirán efectos mínimos, no obstante como se va a hacer una modificación a la estructura existente de la bocatoma, se requerirá un Permiso de Ocupación de Cauce (Ver numeral 4.5.4 PERMISOS Y/O AUTORIZACIONES REQUERIDOS). En la Tabla 4-9 se exponen los problemas y las soluciones escogidas por el Consultor para la optimización de la red.

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 200	

Fotografía 4-1 Área de Intervención Bocatoma Agua Clara



Fuente: El Consultor





Fotografía 4-2 Tanques de Almacenamiento



Fuente: El Consultor

Tabla 4-9 Problemas y Soluciones al Sistema de Acueducto

COMPONENTE	PROBLEMAS	SOLUCIONES
BOCATOMA 1	Debe ser optimizada su infraestructura, le hace falta una válvula para permitir el cierre total del sistema ante una emergencia.	<ul style="list-style-type: none"> Se proyectara la alternativa de construir un lecho filtrante para remplazar el desarenador existente. Optimizar la bocatoma, instalando la válvula faltante.
DESARENADOR 1	No cumple con los parámetros de diseño.	<ul style="list-style-type: none"> Se construirá un lecho filtrante en la bocatoma para remplazar en desarenador.
ADUCCIÓN 2	Requiere más purgas y ventosas.	<ul style="list-style-type: none"> Instalar purgas y ventosas donde se requiera.

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 201	





COMPONENTE	PROBLEMAS	SOLUCIONES
CONDUCCIÓN 1	Requiere más purgas y ventosas.	<ul style="list-style-type: none"> Instalar purgas y ventosas donde se requiera.
CONDUCCIÓN 2	Requiere más purgas y ventosas.	<ul style="list-style-type: none"> Instalar purgas y ventosas donde se requiera.
TANQUES DE ALMACENAMIENTO	No cuentan con la capacidad de almacenamiento suficiente según los parámetros de diseño. Adicionalmente se encuentran en mal estado estructural.	<ul style="list-style-type: none"> Construir un tanque grande que cuente con la capacidad suficiente de almacenamiento para todo el municipio y reparar el tanque la esperanza.
REDES DE DISTRIBUCIÓN	En las horas de máximo consumo algunos sectores del municipio tienen presiones muy bajas, y en horas de bajo consumo se presentan sobrepresiones en la red de distribución.	<ul style="list-style-type: none"> Mejorar la configuración de la red, ampliando la red matriz de distribución del municipio.

- Sistema de Alcantarillado**





Para el sistema de Alcantarillado del municipio, las obras se centrarán en el casco urbano del mismo. Las obras proyectadas se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 4-10 Soluciones Problemas de Alcantarillado

COMPONENTE	PROBLEMAS	SOLUCIONES
Redes de Alcantarillado	Algunos pozos de inspección presentan problemas cañuelas sedimentadas ó en mal estado, igualmente con escalones incompletos o ausencia de ellos.	Reparación de cañuelas, mantenimiento y limpieza de pozos, instalación de escalones.
	El alcantarillado es de tipo sanitario con algunas conexiones de sumideros que recogen las aguas lluvias, sobre todo en la parte norte del municipio en la zona aledaña a la alcaldía y al parque principal. Algunos tramos del sistema no tienen la capacidad para el manejo de los caudales y en varias zonas no se captan las aguas lluvias las cuales generan inconvenientes.	Independizar los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial.
	El alcantarillado pluvial tiene muy baja cobertura del municipio y varias de las tuberías fallan por capacidad. En varias zonas (por la iglesia y cercanías al parque central) no se captan las aguas lluvias las cuales generan inconvenientes como inundaciones en ciertos sectores del municipio.	Se proyecta un colector pluvial que parte de la carrera 3 Este, siguiendo aguas abajo por la vía al encuentro (Calle 1) hasta encontrar el pozo existente 97A antes de llegar a la carrera 3 y descargando al río Cañas. Este colector recibiría el caudal de aguas lluvias proveniente

 <p>Consorcio Aguas de Cundinamarca</p>	<p>AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B</p>	 	<p>INTERVENTOR</p>  <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA</p>
<p>VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012</p>	<p>INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1</p>	<p>Página 202</p>	

COMPONENTE	PROBLEMAS	SOLUCIONES
		del colegio República de Francia
		El segundo colector proyectado parte de la carrera 3 con Calle 1 justo al lado donde se ubica el pozo 117 (actualmente combinado) siguiendo aguas abajo por esta calle y conectando con el pozo 140, utilizando la red existente hasta llegar al CAB01 el cual será remplazado por un pozo nuevo y una serie de tramos adicionales que descarguen al Río Cañas.
		Se plantea la ampliación de la red pluvial con la construcción de tramos por la carrera 7 entre calles 3 y 6 que se integren al sistema pluvial existente de la Calle 5, conectando al pozo 98 y descargando en la quebrada Toriba
		Otro colector proyectado parte de la carrera 9 con calle 4, bajando hasta la carrera 11 el cual captará las aguas lluvias provenientes del parque y descargando también en la quebrada Toriba
	No existen suficientes sumideros que cubran el 100% de las aguas lluvias	Se plantea la proyección de 180 sumideros conectados a la red pluvial propuesta.
Interceptores y Emisarios Finales	Algunos tramos del sistema no cumplen con los requerimientos mínimos de recubrimiento de la Norma RAS 2000.	Se mantiene la red existente.
	No existe colector de las aguas lluvias de la parte alta del casco urbano, generando inundaciones y deterioro de las estructuras de algunas vías	Construcción de canal en tierra en el límite del área urbana actual que intercepte estas aguas provenientes del área de expansión y futuro desarrollo.
	La red de alcantarillado que se encuentra en funcionamiento, tiene varios emisarios finales debido a los múltiples vertimientos a los dos cuerpos de agua ubicados al oriente y al occidente del casco urbano.	Suspender los vertimientos y redireccionar el flujo de acuerdo a la ubicación del predio previsto para la PTAR
Sistema de	El municipio no tiene un sistema de	Localizar el punto de descarga

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 203	

COMPONENTE	PROBLEMAS	SOLUCIONES
Tratamiento	tratamiento de aguas residuales	de tal manera.
Descargas	Existen 6 puntos de descarga de las aguas residuales sin ningún tipo de tratamiento.	Para la descarga ubicada aguas abajo del pozo 22 se plantean dos alternativas, la primera es la construcción de un pozo séptico y la segunda la extensión de la red hacia la zona baja del municipio hasta conectar al pozo 517.

Tabla 4-11 Soluciones a Largo Plazo

COMPONENTE	PROBLEMAS	SOLUCIONES
Redes de Alcantarillado	Algunos tramos del sistema no cumplen con los requerimientos mínimos de recubrimiento de la Norma RAS 2000.	Profundizar las redes para dar cumplimiento a la normatividad.

Alcantarillado Sanitario

Los colectores proyectados corresponden a los tramos existentes que por condiciones hidráulicas requieren ampliación de capacidad o cambio de pendiente longitudinal, de igual forma se proyectan tramos nuevos requeridos para la reconfiguración de la red y la suspensión de los tres puntos de vertimiento de aguas residuales existente.

En la Ilustración 4-9 se presenta un esquema del sistema de alcantarillado proyectado, los tramos presentados en color azul corresponden a tramos proyectados no existentes en el sistema actual, en color verde se presentan los tramos existentes que deben ser modificados por condiciones hidráulicas.

Los colectores proyectados tienen una longitud total de 2128.6 metros, en tubería de PVC con diámetros comprendidos entre 8" y 16" y una profundidad media de 1.29 metros. Se requiere la construcción de 40 pozos de inspección y el reemplazo de 16 pozos existentes.




	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B		INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 204	

Ilustración 4-9 Esquema del Sistema de Alcantarillado Sanitario



Fuente: El Consultor

Alcantarillado Pluvial

Para independizar las redes de alcantarillado sanitario y pluvial en la zona donde se presenta falta de capacidad del sistema, se proyecta la construcción de varios colectores de aguas lluvias.

La proyección de los colectores pluviales evitará la sobrecarga del sistema de alcantarillado sanitario, reduciendo el deterioro de las redes e impidiendo el rebose de las aguas combinadas a través de los pozos de inspección en época de invierno. Por tanto, se disminuirá la proliferación de enfermedades, el deterioro de la infraestructura de servicios públicos, de vías urbanas y de predios privados (Ilustración 4-10).




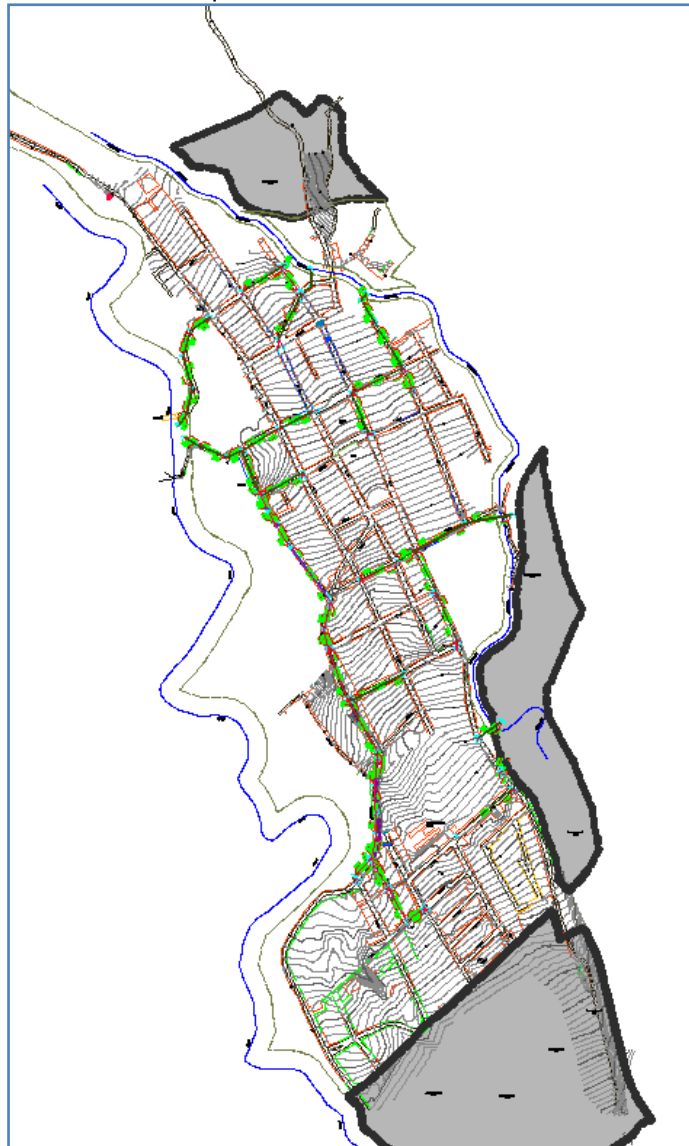
 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B		INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 205	





Ilustración 4-10 Esquema del Sistema de Alcantarillado Pluvial



Fuente: El Consultor

4.5.2.2 Criterios y metodologías de evaluación

Los métodos más utilizados para la evaluación de impactos ambientales, nos permiten analizar la interacción entre las acciones realizadas por el hombre y los sistemas naturales presentes, determinado de este modo la afectación del medio provocada por la obra o actividad a desarrollarse.





 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 206	

Para determinar y cuantificar la importancia del impacto ambiental generado por el desarrollo del proyecto fueron establecidos y determinados ciertos criterios⁶ de sensibilidad y evaluación (Tabla 4-12). Estos son establecidos con el fin de calificar la importancia que tiene determinada actividad sobre los factores ambientales y socioeconómicos.

Tabla 4-12 Criterios de evaluación

CRITERIOS DE EVALUACIÓN			
CRITERIO DE CALIFICACIÓN AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN	VALORACIÓN CUALITATIVA	VALORACIÓN CUANTITATIVA
CARÁCTER DEL IMPACTO (Ca)	La actividad genera un cambio que puede considerarse benéfico o perjudicial.	Positivo o favorece al ambiente	+
		Negativo o deteriora el ambiente	-
GRADO DE SEVERIDAD SI LLEGARA OCURRIR EL ASPECTO AMBIENTAL (Mg)	Intensidad o grado de incidencia o de cambio que una acción produce sobre un factor ambiental considerado.	Muy alta	8
		Media	4
		Moderada	2
		Baja	1
ALCANCE DEL IMPACTO (Ai)	Tiene en cuenta la superficie espacial afectada por una acción determinada Se refiere al área de influencia teórica del efecto, en relación con el entorno del proyecto.	Regional	8
		Local	2
		Puntual	1
PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL ASPECTO AMBIENTAL (Po)	Se refiere a la posibilidad de que el impacto se presente.	Cierto	4
		Frecuente	2
		Remoto	1
POSIBILIDAD DE RECONSTRUCCIÓN DEL COMPONENTE AFECTADO (Rc)	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción parcial o total del factor afectado como consecuencia de la acción del proyecto considerada, mediante la introducción de medidas de manejo.	Irrecuperable	8
		Mitigable	4
		Mediano plazo	2
		Inmediata	1
MANERA COMO SE MANIFIESTA EL IMPACTO (Tp)	Se refiere a la relación causa efecto o a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción.	Directo	4
		Indirecto	1
DURACIÓN DEL EFECTO O IMPACTO (Dr)	Hace referencia al tiempo que permanezca el efecto desde su aparición y a partir del cual el factor afectado comienza su retorno al estado inicial con o sin medidas correctivas.	Permanente	4
		Temporal	2
		Fugaz	1

⁶ Conesa Fernández Vicente. (2000). *Guía Metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. Barcelona: ediciones Mundi-Prensa)

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 207	

CRITERIOS DE EVALUACIÓN			
CRITERIO DE CALIFICACIÓN AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN	VALORACIÓN CUALITATIVA	VALORACIÓN CUANTITATIVA
TENDENCIA O ACUMULACIÓN (Td)	Hace referencia al incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada y reiterada la acción que lo genera. También puede entenderse como el efecto que se presenta como resultado de nuevas actividades en un sitio en el cual han existido procesos anteriores.	Acumulativo	4
		Simple	1
REVERSIBILIDAD DEL EFECTO O IMPACTO (Rv)	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto o de retornar a las condiciones iniciales por medios naturales una vez desaparece la acción.	Irreversible	4
		Mediano plazo	2
		Corto plazo	1
SINERGÍA (Si)	Se refiere al complemento de dos o más efectos simples, es decir la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan paralelamente, es superior al que resultaría cuando las acciones actúan de manera no simultánea.	Muy sinérgico	4
		Sinérgico	2
		Sin sinergismo	1
PLAZO DE MANIFESTACIÓN (Pm)	Hace referencia al tiempo que transcurre entre la ejecución de cierta acción y la aparición del impacto, sobre el factor ambiental.	Inmediato	4
		Mediano plazo	2
		Largo plazo	1
IMPORTANCIA (I)	Hace referencia a la importancia del efecto de una acción sobre un factor ambiental. Está representada por un valor que se deduce en función de los valores asignados a los parámetros de evaluación y sensibilidad.	$I = (Ca) * (3 * Mg + 2 * Ai + Po + Rc + Tp + Dr + Td + Rv + Si + Pm)$	





Fuente: Guía Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental (Conesa, Vicente)

Durante cada etapa del proyecto, son calificados los impactos de acuerdo a la valoración cualitativa y cuantitativa descrita en la tabla anterior.

La escala de valoración cuantitativa, muestra la importancia de un impacto cualquiera que sea; esta puede tomar valores entre de -76 a +76. Consecuentemente, fueron establecidos rangos de calificación de la importancia del impacto (Tabla 4-13).

Tabla 4-13 Rango de calificación de los impactos ambientales

IMPORTANCIA	RANGO DE CALIFICACIÓN
-------------	-----------------------

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 208	

IMPORTANCIA	RANGO DE CALIFICACIÓN
Menos de -55	CRITICO
Entre -40 a -54	SEVERO
Entre -25 a -39	MODERADO
Entre -1 a -24	IRREVELANTE
Mayores de 0	POSITIVO

Fuente: Guía Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental (Conesa, Vicente)

A partir de la calificación obtenida, se pueden priorizar los impactos para tomar medidas correctivas y/o preventivas, con el fin de mitigar los impactos ocasionados. Estas medidas se encuentran consignadas en las fichas de manejo ambiental (Anexo 4), las cuales son desarrolladas con el objetivo de proponer acciones preventivas y correctivas, establecer cronograma de actividades y cuantificar los costos ambientales asociados necesarios para el desarrollo actividades a implementar.

Para el presente estudio se utilizó la matriz de Leopold modificada y ajustada a las características especiales del proyecto; esta nos permite identificar las interacciones más importantes entre el medio ambiente y el proyecto. El análisis de la matriz nos permitirá definir la dirección y/o comportamiento de los impactos que se ocasionarían por las obras proyectadas para el municipio de San Francisco. La matriz que identifica los impactos ambientales generados con su respectiva severidad durante cada etapa del proyecto es presentada en el Anexo 4.




4.5.2.3 Impactos Ambientales Significativos y Matriz de Impacto Ambiental

En el presente capítulo se describirán, cuantificarán y evaluarán los impactos sobre los factores ambientales y socioeconómicos que se presentarán durante el desarrollo de las obras proyectadas para el municipio de San Francisco

La evaluación de impactos es una herramienta analítica, mediante la cual, son determinadas las alteraciones o impactos ambientales que pueden presentar sobre el medio ambiente, como resultado de las acciones o actividades del proyecto. Un impacto ambiental lo definiremos como la diferencia entre la situación de las condiciones ambientales resultantes después y durante el desarrollo del proyecto, y la situación del ambiente futuro, tal y como habría evolucionado sin tal situación.

De acuerdo al reconocimiento realizado en campo en el municipio de San Francisco y las actividades necesarias para la ejecución de las obras, fueron determinados los impactos ambientales significativos y las áreas afectadas por la futura ejecución de obras de alcantarillado.

Los lugares de acopio serán los establecidos por el contratista de obra garantizando que estos materiales siempre estén cubiertos con un plástico para minimizar las emisiones atmosféricas y protegerlo de la lluvia o materiales contaminantes.

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 1B		INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 1 FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.1	Página 209	

Estas obras de alcantarillado serán realizadas principalmente en zonas residenciales pavimentadas; por lo cual los principales impactos ambientales significativos serán: la contaminación por ruido, levantamiento de material particulado, molestias generadas a la comunidad por la interrupción del servicio y el cierre de las vías.

De acuerdo a las características establecidas anteriormente fue elaborada la matriz de Leopold ajustada. En las columnas de la matriz son presentados los componentes afectados durante cada etapa del proyecto y las filas corresponden a los criterios de evaluación establecidos para determinar la importancia de los impactos (Tabla 4-12). La suma de las filas de las matrices representa la importancia del impacto por componente y la suma total de los mismos representa la afectación total de cada actividad.

En el Anexo 4 se presenta la matriz de evaluación y calificación de impactos ambientales para el desarrollo de las obras de alcantarillado proyectadas; esta fue elaborada siguiendo los criterios y rangos establecidos en el capítulo 4.5.2.2. A continuación se realizará la evaluación de los impactos más importantes que genera el proyecto. Así mismo, se realizó un análisis de las afectaciones y un resumen de los impactos ambientales obtenidos por actividad Tabla 4-14.








	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 4A	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 0 FECHA: ABRIL DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.0	Página 210	

Tabla 4-14 Resumen impactos ambientales generados durante el desarrollo de las obras proyectadas

			CONSTRUCCIÓN										
	ASPECTOS AMBIENTALES		Licencias y permisos	Socialización del proyecto	Desmonte y Limpieza	Localización y Replanteo	Instalación de campamentos y adecuación de sitios de acopio.	Excavaciones	Movilización y transporte de materiales	Rellenos	Ejecución de Obras en Concreto	Movilización e Instalación de Equipos	Revegetación
	Licencias y permisos	Licencias y permisos	19										
Medio Físico	Aire	Contaminación al Aire por Material Particulado y gases					-23	-25	-23	-25	-23	-24	
		Contaminación Acústica						-23	-19	-24	-24	-25	
	Agua	Afectación de la dinámica de las aguas superficiales					-25						
		Contaminación del agua			-19		-20	-25		-21	-31	-19	
	Suelo	Erosión del suelo						-21					
		Cambio en el uso del suelo					-19						
		Contaminación del suelo			-25		-20	-28		-22	-28	-22	
Medio biótico	Flora y fauna	Afectación de las condiciones naturales del Suelo			-22		-34			-31			
		Disminución de la cantidad y calidad de flora			-20		-20	-24			-20		
		Destrucción de Hábitats			-23		-21	-24			-25		
		Disminución de Recursos Naturales					-20						
Socio-económicos	Socio-económico	Mantenimiento de hábitats											51
		Generación de Empleo			28	28	48	42	46	27	46	46	21
		Generación de Expectativas			26	20	21	29	18	18	31	20	31
		Molestias e incomodidades para la comunidad			-17		-16	-25	-18	-18	-21	-16	
		Valorización de la tierra			-24								
		Calidad de vida de la comunidad			32								
		Afectación de Infraestructura Pública y Privada						-20			-22	-25	
		Interferencia con servicios públicos existentes							-25				
	Afectación de vías secundarias							-21					
	Aumento en la cobertura, calidad y/o permanencia del servicio										56		

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 4A		INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 0 FECHA: ABRIL DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.0	Página 211	

- ***Afectaciones Medio Físico***

Las mayores afectaciones sobre el medio físico durante la construcción de obras de alcantarillado se presentarán durante la etapa de Excavación y Ejecución de Obras de Concreto, todas de impacto moderado. El recurso que se verá impactado por estas obras, es el suelo, el cual puede se puede presentar contaminación y afectación de sus condiciones naturales. Otro de los recursos impactados será el agua, debido a las excavaciones, especialmente en la bocatoma donde se ampliará la estructura de captación. Para este caso se prevé Contaminación del Agua. El desarrollo de estas actividades genera una afectación negativa moderada, con mediana probabilidad de ocurrencia, en el área puntual y directa del proyecto.

- ***Afectaciones Medio Biótico***

Las afectaciones críticas sobre el medio biótico serán pocas dado que la mayoría de las obras se desarrollarán en el área urbana. Solamente las obras de acueducto se realizarán en el área rural, pero no generarán un impacto fuerte sobre la vegetación nativa de la zona, además de que se realizará un programa de revegetación a las áreas vegetales intervenidas. Se presenta un impacto moderado-bajo sobre el hábitat y los recursos naturales existentes.

- ***Afectaciones socioeconómicas***





Sobre el medio socioeconómico el desarrollo de las obras puede generar afectaciones de carácter desfavorable o benéfico. Por el lado desfavorable, se pueden presentar molestias e incomodidades para la comunidad, generadas por el ruido, la suspensión de los servicios públicos existentes y el cerramiento de las vías. El carácter positivo se presenta gracias a la generación de empleo, aumento de la cobertura y permanencia del servicio.

4.5.2.4 Plan de Seguimiento y Monitoreo

El plan de seguimiento y monitoreo tiene como finalidad asegurar la efectividad de las medidas preventivas y de compensación propuestas. Este plan busca ajustar estas medidas a las nuevas condiciones que se puedan presentar durante la construcción de las obras, para alcanzar los objetivos planteados en las fichas de manejo ambiental. Las actividades de seguimiento y monitoreo se llevarán a cabo lo propuesto en las correspondientes fichas de manejo ambiental.

Durante la etapa de construcción, el constructor será responsable de monitorear la efectividad de las medidas de mitigación establecidas con el fin de controlar los aspectos ambientales o sociales afectados por ejecución de las obras proyectadas.





Como instrumento esencial para implementar de forma apropiada las medidas de manejo ambiental, se requiere contar con el seguimiento constante de Interventoría para

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 4A	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 0 FECHA: ABRIL DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.0	Página 212	

garantizar el cumplimiento de las medidas de manejo ambiental propuestas en las fichas. Para tal fin, se recomienda el uso de indicadores de desempeño ambiental, que permitirán monitorear y evaluar las acciones planteadas en las fichas de manejo ambiental (Anexo 4). Algunos indicadores sugeridos para este proyecto se presentan a continuación en la Tabla 4-15.

Tabla 4-15 Indicadores de Desempeño ambiental

Indicadores de Desempeño	Periodicidad de evaluación	Formula/Expresión	Ficha
Porcentaje de objetivos cumplidos	Mensual	(Objetivos cumplidos/Objetivos totales)*100	General
Número o grado de incumplimiento con regulaciones	Semanal	Cumple o incumple	A-2
Número de sanciones, quejas y multas recibidas	Mensual	Cantidad de quejas o multas/Mes	A-1
Número de plantas sembradas en total	Al finalizar el proyecto	Cantidad total de plantas sembradas	B-7
Cantidad de accidentes y/o incidentes presentes durante el desarrollo de las obras	Mensual	Cantidad de accidentes y/o incidentes /Mes	C-1 y C-2
Porcentaje de empleados afiliados al sistema de salud	Mensual	(Cantidad de empleados afiliados al sistemas/ Cantidad total de empleado)*100	
Cantidad de residuos sólidos generados contra precio de disposición final	Mensual	Residuos generados (Kg)/ Precio de disposición (pesos)	B-5 y B-8
Accidentes ocasionados por mala señalización de las obras	Mensual	(Núm. accidentes asociados a la obra/ Núm. accidentes totales)*100	B-3
Costo de implementación de las actividades contra el costo de implementación estipulado	Mensual	(Costo estimado-Costo Real/ Costo estimado)*100	General
Porcentaje de asistentes	Después de cada reunión	(Núm. de asistentes)/(Población total)*100	A-1
Porcentaje de volantes entregados	Después de cada reunión	(Núm. de volantes entregados)/(Volantes totales impresos)*100	
Cantidad de interrupciones en servicios públicos ocasionado por las obras proyectadas	Mensual	Núm. de veces que se suspendió determinado servicio/Mes	B-4 y B-6
Porcentaje o cantidad de material reutilizado como relleno	Mensual	(Volumen de relleno utilizado(m ³ / Volumen de	B-5

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 4A	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 0 FECHA: ABRIL DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.0	Página 213	

Indicadores de Desempeño	Periodicidad de evaluación	Formula/Expresión	Ficha
		material sobrante dispuesto(m ³)*100	
Verificación de la zona de trabajo una vez finalizadas las obras	Al finalizar el proyecto	Volumen de residuos (escombros) no recogidos (m ³)	B-6 y B-8
Grado de reutilización de residuos generados	Mensual	Ingresos generados por el material reciclado vs precio de disposición final de los desechos	B-8
Cantidad de personas capacitadas contra emergencias	Mensual	Núm. total de personas que asistieron a las capacitaciones vs Núm. total de empleados en la obra	C-2
Verificar la existencia de brigadistas dentro de la obra	Mensual	Verificar si existen mínimo cuatro brigadistas en total	

El proyecto podrá contar en caso de que sea necesario y la magnitud de las obras lo amerite con una interventoría ambiental desde su inicio hasta su puesta en marcha. Dicha interventoría estará encargada de establecer un seguimiento detallado a cada una de las actividades establecidas en las medidas ambientales, el cumplimiento de la legislación ambiental vigente y exigirá al constructor todos los permisos y licencias de carácter ambiental requeridos.




4.5.3 PLAN DE CONTINGENCIAS

Este plan tiene como objetivo la prevención y control de las posibles riesgos y emergencias, a la que serán expuestas los trabajadores y el medio ambiente durante la realización del proyecto. Este tipo de riesgos y emergencias pueden ser de tipo natural, operativo o antrópicos.

Para tal fin, fueron establecidas medidas de control para mantener las condiciones favorables de seguridad, salud y trabajo seguro (Ficha ambiental C-1). En cuanto a las emergencias de tipo natural y otros riesgos, fueron identificadas medidas de control consignadas en la ficha ambiental C-2, donde se describen y establecen medidas generales para actuar ante emergencias potenciales.

4.5.4 PERMISOS Y/O AUTORIZACIONES REQUERIDOS

Como se mencionó en el capítulo 4.5.1, el presente proyecto no requiere de licencia ambiental para su ejecución (Decreto 2820 de 2010). Otros permisos que se deban

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 4A		INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 0 FECHA: ABRIL DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.0	Página 214	



gestionar en el momento de la construcción (generados por algún cambio en las condiciones iniciales del proyecto) estarán a cargo del contratista constructor y se referirán por ejemplo: permisos para la disposición final de escombros, lugares autorizados para el préstamo de materiales de construcción, licencia de intervención y ocupación del espacio público y consumo de agua, entre otros. Dichos permisos son tramitados ante la corporación autónoma administradora del recurso, en este caso la oficina provincial de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca en Gualivá, que se encuentra ubicada en Carrera 8 No 10A-41 Barrio El Recreo - Villeta Cundinamarca.

Permiso de Ocupación de Cauces

Uno de los permisos que se deberá tramitar es el de ocupación de cauce, el cual deberá adelantarlos ante la Oficina Provincial de la CAR. Este permiso permite regular las intervenciones sobre los cauces, las cuales pueden generar riesgos, procesos erosivos y deterioro de la calidad ambiental de las cuencas. Debido a que se va a hacer una modificación a la estructura existente en la bocatoma de la fuente de Agua Clara, es importante que el municipio realice la debida gestión ante la CAR. Los documentos necesarios para tramitar el permiso ante la CAR son los siguientes:

Persona Natural y Jurídica

- Solicitud de autorización para la construcción de obras de ocupación de cauces y obras hidráulicas de rectificación de cauces y/o defensa de los taludes marginales. (Original).
- Fotocopia simple de un documento legal que contenga el número de la cédula catastral del predio si corresponde a solicitud individual (Recibo de impuesto predial o paz y salvo Tesorería municipal). (Fotocopia)
- Certificado de existencia y representación legal expedido dentro del mes inmediatamente anterior a la presentación de la solicitud, cuando se trata de persona jurídica. (Fotocopia)
- Poder debidamente otorgado, cuando se actúe mediante apoderado (Original)
- Certificado de Libertad y Tradición expedido dentro del mes inmediatamente anterior a la presentación de la solicitud. (Fotocopia)
- Planos generales de localización (escalas 1:10.000 a 1:25.000), planos planta perfil (escalas: horizontal 1:1.000 a 1:5.000, vertical 1:50 a 1:200). Planos obras civiles (escala 1:25 a 1:100) y plano detalles (escala 1:10 a 1:50). (Fotocopia).

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 4A		INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 0 FECHA: ABRIL DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.0	Página 215	

- Descripción explicativa de la obra o, que incluya por lo menos su localización, dimensión, memorias técnicas y descriptivas, especificaciones técnicas, plan de operación y costo estimado (Original)
- Autorización del propietario o poseedor cuando el solicitante sea el tenedor. (Original)

Información adicional sobre esta solicitud, el Municipio puede consultar la página web de la Corporación Autónoma Regional (CAR) (www.car.gov.co) o la de Gobierno en Línea (<http://www.gobiernoenlinea.gov.co>).

Concesión de Aguas

El Municipio de San Francisco mediante Resolución 149 del 12 de abril de 2000, obtuvo la Concesión de Aguas para las fuentes Nacimiento Agua Clara y Quebrada Sin Nombre por un término de diez (10) años. La vigencia expiró, por lo que el municipio ya inició el trámite de renovación ante la CAR. No obstante, la Asociación de Usuarios de San Francisco pidió la renovación del permiso para un periodo igual de vigencia.





Acorde al informe de hidrología, la fuente de suministro del casco urbano del municipio de San Francisco tiene la suficiente capacidad hídrica para abastecer el casco urbano del municipio y a sus usuarios rurales. El caudal de diseño proyectado es de 21,5 l/s, el cual es considerablemente mayor al caudal previamente concesionado (11.74 l/s). En el Anexo 4, se presenta la documentación necesaria para la ampliación de la solicitud.

Aprovechamiento Forestal

La intervención de las comunidades vegetales presentes (ver capítulo 4.5.2.1) requiere de un permiso de aprovechamiento forestal. Según el decreto 1791 de 1996, este tipo de aprovechamiento forestal corresponde a tipo único en el cuál se cambia el uso del suelo cuando existen razones de utilidad pública o interés social. El decreto exige que el área afectada deba ser compensada por otra de igual cobertura y extensión, en el lugar que determine la entidad administradora del recurso. Por lo tanto en la ficha de manejo ambiental de revegetación B-7 (Anexo 4), se presenta las acciones encaminadas a realizar un aprovechamiento sostenible de esta área. En el capítulo IV del decreto 1791 de 1996 se presenta el procedimiento y los requisitos indispensable para que el contratista constructor realice la solicitud de los aprovechamiento forestales únicos.

Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos

Para las obras de alcantarillado, el municipio de San Francisco tiene actualmente en trámite el permiso de vertimientos en este caso, del Plan de Saneamiento y Manejo de

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 4A	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 0 FECHA: ABRIL DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.0	Página 216	

Vertimientos (PSMV). En el Anexo No. 4 se presenta la carta de radicación ante la Corporación Autónoma Regional (CAR).

4.5.5 PRESUPUESTO AMBIENTAL

La Tabla 4-16 resume a continuación los costos ambientales globales para la etapa de construcción.

Tabla 4-16 Presupuesto Total Ambiental

Ficha	Nombre/descripción	Valor
A1	Socialización del proyecto	\$ 1,500,000
B1	Adecuación de Sitios de Acopio	\$ 8,020,000
B2	Excavaciones	\$ 112,500
B3	Movilización y transporte de equipos y materiales	\$ 150,000
B8	Revegetación	\$ 185,500
C1	Seguridad industrial	\$ 980,000
C2	Control de contingencias	\$ 300,000
Costo Ambiental Total		\$ 11,248,000

El presupuesto anterior es global y se encuentra incluido dentro de los costos totales de la obra.





El equipo de trabajo requerido, para el desarrollo de los objetivos propuestos se presenta en la Tabla 4-17. El ingeniero Ambiental será el responsable en realizar el seguimiento por parte del contratista encargado de ejecutar las obras, este deberá llevar los reportes de cumplimiento y cuantificar los indicadores para calificar y controlar el desempeño ambiental de la obra en cada una de sus etapas.

Tabla 4-17 Mano de Obra Requerida

Profesional Requerido	Ficha Referente
Trabajador social	Ficha A-1
Ingeniero Ambiental	Ficha B-1
Jardinero	Ficha B-7

4.5.6 CRONOGRAMA


El cronograma para la implementación de las medidas ambientales, está limitado por la fecha de inicio de las obras proyectadas; las cuales deben coincidir y ajustarse al cronograma de actividades establecidos por el municipio para la ejecución de las obras. No obstante, las medidas de manejo ambiental deberán ser aplicadas constantemente durante la ejecución de cada una de las actividades proyectadas.

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 4A	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 0 FECHA: ABRIL DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.0	Página 217	

El cronograma se presenta a continuación (Tabla 4-18), muestra el cronograma propuesto para la implementación de las medidas de manejo ambiental. Se puede observar que existen algunas medidas deberán ser ejecutadas antes del inicio de las obras, ya que estas son determinantes para garantizar el mantenimiento y futuro éxito del proyecto. Dichas actividades están enfocadas a brindar información a la comunidad sobre el proyecto (tiempos de duración y tipos de obra a ejecutar), difundir los diferentes mecanismos de participación ciudadana y contratación de mano de obra requerida para el desarrollo del proyecto, determinar posibles emergencias y entrenar al personal de la obra para que actúe adecuadamente ante estos riesgos y solicitar en caso que sea necesario los permisos y/o licencias necesarias para dar inicio a las obras.

Tabla 4-18 Cronograma propuesto para la implementación de las medidas ambientales.

Etapa	Actividad	Ficha No	Meses											
			-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Preliminares -A	Socialización del proyecto	A-1												
	Licencias y Permisos	A-2												
Construcción - B	Instalación de campamentos y adecuación de sitios de acopio	B-1												
	Excavaciones	B-2												
	Movilización y transporte de equipos y materiales	B-3												
	Instalación y mantenimiento de tuberías	B-4												
	Rellenos	B-5												
	Ejecución de obras en concreto	B-6												
	Revegetación	B-7												
	Manejo de Residuos Sólidos	B-8												
Contingencias - C	Seguridad industrial	C -1												
	Control de contingencias	C -2												

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 4A		INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 0 FECHA: ABRIL DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.0	Página 218	

5 COMPONENTE FINANCIERO





El plan financiero o de inversión para las obras de acueducto del casco urbano de San Francisco deberán ser ejecutadas en los plazos descritos en la tabla siguiente, para todas las obras se hace necesario una inversión a corto plazo, pues estas hacen parte de las necesidades actuales del municipio en cuanto al consumo actual de agua.

Es importante aclarar que estas obras deberán llevarse a cabo en un periodo no mayor a cinco años debido a que en la actualidad se consume un caudal mayor que el permitido pues se cuenta con índice de agua no contabilizada bastante alto.

Debido a la sobre demanda de agua actual, los consumos del municipio deberán ser reducidos en los próximos cinco años para de esta forma lograr cumplir con los consumos mínimos permitidos y las capacidades de las estructuras que se diseñan en el presente informe.

Las obras descritas en el plan de inversión suman un total de \$ 801,892,348 pesos, que deberán ser invertidos en los próximos cinco años.

El costo total de las obras proyectadas a corto plazo para el sistema de alcantarillado sanitario es de \$1.749.936.075,00 y \$1.397.277.123,00 para alcantarillado pluvial, estos valores corresponden a los componentes de localización, replanteos, redes de colectores, pozos, cajas de inspección, rellenos, reposiciones, pasos elevados, sumideros, cimentación y anclajes de tuberías, excavaciones, predios y obras especiales requeridas para los sistemas de alcantarillado proyectado.

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 4A	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 0 FECHA: ABRIL DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.0	Página 219	

6 PRESENTACIÓN Y VIABILIZACIÓN EN VENTANILLA ÚNICA MAVDT





El proceso de presentación y viabilización del proyecto ante la Ventanilla Única del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, inició en el mes de Agosto de 2011, y se efectuó de acuerdo a los lineamientos establecidos en reuniones con la Interventoría del Contrato y delegados de la Dirección de Inversiones Estratégicas del MAVDT.

ESTADO DE GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN




Teniendo en cuenta el alcance contractual del proyecto “Revisión y Ajuste Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado del Casco Urbano”, hasta el mes de Noviembre de 2011, el Consorcio Aguas de Cundinamarca, ha organizado en archivos físicos y magnéticos, la información gestionada ante la Alcaldía y Entidades del municipio de San Francisco y que aplica para efectos de su viabilización en la Ventanilla Única del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial; la cual se presenta a continuación:

Tabla 6-1 Control de Documentación para Viabilización ante Ventanilla Única del MAVDT

DOCUMENTOS REQUERIDOS OK <input type="checkbox"/> : Documento entregado NA : No Aplica	MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO
Certificados de disponibilidad presupuestal de contrapartidas asignadas por la entidad territorial y otras entidades financiadoras.	
Certificado de inclusión del Proyecto en el Plan de Desarrollo (detallar número y fecha del documento legal mediante el cual se aprobó).	
Certificado de inclusión del Proyecto en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT, PBOT, EOT).	
Certificación de la inscripción del proyecto en el Banco de Proyecto de Inversión del Municipio o departamento.	
Certificación de propiedad de los terrenos o de autorización de servidumbres (Certificado de libertad y tradición del terreno a nombre del municipio o de la ESP. En caso de servidumbre se requiere que esté incluida en las anotaciones del certificado de libertad y tradición).	
Licencia ambiental (en los casos que aplique de acuerdo a lo dispuesto en el Decreto 1220 de 2005), aval ambiental del proyecto, concesión de aguas o permiso de vertimientos, expedida por la autoridad ambiental competente.	N.A.
Copia del acto administrativo por el cual se otorga la concesión de aguas expedido por la respectiva AAC o copia de que está en trámite.	OK

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 4A	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 0 FECHA: ABRIL DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.0	Página 220	



DOCUMENTOS REQUERIDOS OK <input type="checkbox"/> : Documento entregado NA : No Aplica	MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO
Para el caso de proyectos de alcantarillado o sistemas de tratamiento de aguas residuales, debe incluir el permiso de vertimientos expedido por la AAC	
Copia del acto administrativo por el cual se adopta el PGIRS por parte del municipio.	
Formato diligenciado con la información de la entidad encargada de la administración, operación y mantenimiento de los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo.	
Certificación sobre la capacidad total o residual disponible por el municipio para la inversión en el sector de agua potable y saneamiento básico con los recursos de la Ley 1176 de 2007 con los respectivos soportes.	
Certificación suscrita por el Alcalde o Gobernador, con el aval del secretario de Hacienda o quien haga sus veces, en la que se dé constancia que la entidad ha cumplido con la normatividad establecida por la Ley 617 de 2000.	
Certificación del Alcalde sobre incorporación en el presupuesto de la vigencia fiscal de las partidas asignadas al Fondo de Solidaridad y Redistribución de Ingresos - FSRI, para financiar el monto total de los subsidios otorgados por el Concejo Municipal a los usuarios subsidiables de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo en los presupuestos anuales del municipio, con el aval del Secretario de Hacienda o quien haga sus veces y señalando que estos recursos están siendo girados a las empresas prestadoras de dichos servicios públicos.	
Certificación del Gerente de la empresa prestadora de los servicios de acueducto, alcantarillado y/o aseo en la localidad, donde conste que ha recibido los recursos del SGP para cubrir el valor de los subsidios otorgados por el Concejo Municipal y que se cumple con el equilibrio entre subsidios y contribuciones en los servicios, en cumplimiento del Decreto 1013 de 2005.	
Las entidades territoriales y sus entidades adscritas y vinculadas deberán presentar los respectivos paz y salvos de los pagos por servicios públicos domiciliarios y alumbrado público. Dichos paz y salvos o certificaciones deberán tener una vigencia.	
Que el municipio este dentro del Plan Departamental de Agua y Saneamiento.	

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 4A		INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 0 FECHA: ABRIL DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.0	Página 221	

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES





7.1 Sistema de Acueducto

- Los proyectos que requiere el sistema deben desarrollarse en el corto plazo, dado que de ello depende un servicio fundamental para todo el casco urbano del municipio.
- Se deberá construir un lecho filtrante en el nacimiento agua clara, esto permitirá el filtrado necesario para controlar el ingreso de sedimentos al sistema, no se hace necesario ampliar el desarenador ya que el lecho filtrante hará a la vez de método de desarenación.
- Se deberán instalar válvulas de purga y ventosa a lo largo del sistema de aducción y conducción ya que actualmente ingresa gran cantidad de aire al sistema, especialmente en la planta de tratamiento.
- Se deberá ampliar el tanque de almacenamiento, ya que la capacidad actual es insuficiente para el periodo de diseño, se contempla la construcción de un tanque de almacenamiento con dos módulos que permita alimentar independientemente los sectores de San Rafael y 2 3 y 4.
- El tanque de almacenamiento tendrá a la salida de cada módulo un macromedidor que permitirá medir el consumo en el casco urbano e independientemente del sector de San Rafael.
- Se ampliará un tramo de tubería de la denominada red matriz de distribución que actualmente es en 4" a 6".
- San francisco actualmente cuenta con 4 sectores hidráulicos controlados por válvulas de cierre en la red menor de distribución.
- Para disminuir presiones en la zona baja del casco urbano se deberá instalar una válvula reductora de presión, esta deberá estar en la ubicación indicada en los planos de diseño. Adicionalmente el correcto funcionamiento de la válvula dependerá del cierre permanente de dos válvulas de corte aledañas indicadas en los planos de diseño.




 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 4A		INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 0 FECHA: ABRIL DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.0	Página 222	

7.2 Sistema de Alcantarillado

- La red de alcantarillado del casco urbano del municipio de San Francisco fue diseñada como sanitaria, pero actualmente funciona como un sistema combinado debido a las conexiones de sumideros y rejillas de recolección de aguas lluvias.
- Con la evaluación hidráulica del sistema, se estableció que las redes existentes presentan fallas por capacidad cuando deben conducir las aguas combinadas, pero tiene un buen comportamiento hidráulico cuando se conducen solo las aguas residuales. Por tanto, de acuerdo con el diagnóstico del sistema de alcantarillado, se requiere independizar las redes del alcantarillado de aguas residuales y aguas lluvias con el propósito de garantizar el adecuado drenaje de las aguas residuales e implementar un sistema de tratamiento.
- Las obras planteadas permitirán en primer lugar, resolver el problema de rebose de las aguas combinadas y garantizar la conducción independiente de las aguas residuales, y en segundo lugar realizar el manejo adecuado de las aguas lluvias en zonas críticas del casco urbano que se han visto afectadas por el flujo incontrolado de las aguas, que han causado el deterioro de las vías, los taludes de las mismas y la socavación de viviendas y predios privados.
- Las entidades municipales y el Constructor deberán realizar la socialización del proyecto y adelantar todas las labores de sensibilización de la comunidad en la fase previa al desarrollo de la obra. De esta campaña depende la funcionalidad de las obras que se proyectan, el adecuado manejo de los recursos, el máximo aprovechamiento de la inversión y la adecuada utilización de la infraestructura construida.
- La construcción del colector de agua residuales, los colectores de aguas lluvias y el canal interceptor y demás obras requeridas, se deben realizar siguiendo las Especificaciones Técnicas de Construcción del Anexo 6, de igual forma el Constructor seguirá cuidadosamente las recomendaciones del Estudio Ambiental para disminuir los impactos negativos para el casco urbano y sus pobladores.
- En la etapa de construcción el Contratista deberá subir o bajar las tapas de los pozos existentes para que queden en el mismo nivel de la rasante final.
- Antes de comenzar las obras, el contratista debe hacer un replanteo de los colectores sanitarios y pluviales existentes y de las redes proyectadas con el fin de determinar las interferencias que se pueden presentar con otras redes.

 Consortio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 4A	 	INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 0 FECHA: ABRIL DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.0	Página 223	

- Previo a la iniciación de las obras, el constructor deberá solicitar a la empresa de acueducto y alcantarillado encargada de la operación, la limpieza de los sistemas de alcantarillado pluvial y sanitario existentes en la zona del proyecto.

 Consorcio Aguas de Cundinamarca	AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 4A		INTERVENTOR  UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE ARTES CENTRO DE EXTENSIÓN ACADÉMICA
VERSIÓN 0 FECHA: ABRIL DE 2012	INFORME DE DISEÑO CASCO URBANO DE SAN FRANCISCO ED-C264-FRA-IT-06. V.0	Página 224	

8 ANEXOS

ANEXO 1 - PLANOS DE DISEÑO

ANEXO 2 - MEMORIAS DE CALCULO

ANEXO 3 - PRESUPUESTO

ANEXO 4 - COMPONENTE AMBIENTAL

ANEXO 5 – REGISTROS DE SONDEOS GEOTÉCNICOS

ANEXO 6 – RESULTADOS DE LABORATORIO GEOTÉCNICO

ANEXO 7 – MEMORIAS DE CALCULO GEOTÉCNICAS

ANEXO 8 – MODELACIÓN HIDRÁULICA

ANEXO 9 – CÁLCULO ESTRUCTURA DE ALIVIO