

PROVINCIA DEL CHACO



CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES



“PROYECTO DE DESAGÜES PLUVIALES DE LA CUENCA DE LA AVENIDA FRANCISCO CANTEROS”

CIUDAD DE PRESIDENCIA ROQUE SÁENZ PEÑA

INFORME FINAL

TOMO I

JULIO 2006

Ingeniero Hidráulico Luis Héctor Martínez

ÍNDICE

TOMO I

I. ESTUDIOS PRELIMINARES.....	3
I.1. RECOPIACIÓN DE ANTECEDENTES.	3
I.2. RECONOCIMIENTOS VISUALES DEL ÁREA EN ESTUDIO.	8
I.3. EVALUACIÓN, CLASIFICACIÓN Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN RECOPIADA.	10
I.4. INFORME DEL ESTUDIO PRELIMINAR- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	14
II. DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL	15
II.1. DIAGNÓSTICO A ESCALA PERIURBANA, URBANA Y DEL PROYECTO.....	15
<i>Escala Periurbana.....</i>	<i>15</i>
<i>Escala Urbana.....</i>	<i>18</i>
<i>Escala Área del Proyecto</i>	<i>18</i>
II.2. DELIMITACIÓN DE LA CUENCA DE LA AVENIDA FRANCISCO CANTEROS.	21
II.3. ANÁLISIS DEL GRADO DE OCUPACIÓN Y USO DEL SUELO ACTUAL	23
II.4. CONCLUSIONES FINALES	24
III. ESTUDIOS BÁSICOS.	25
III.1. TOPOGRAFÍA.	25
III.2. HIDROLOGÍA.	29
III.3. ESTUDIOS GEOTÉCNICOS.	32
<i>Objetivo</i>	<i>32</i>
<i>Metodología de Estudio Empleada.....</i>	<i>33</i>
<i>Descripción de los Ensayos y Estudios Realizados.....</i>	<i>34</i>
<i>Conclusiones y Recomendaciones</i>	<i>35</i>
III.4. REDES PLUVIALES EXISTENTES.	36
III.5. ANÁLISIS DEL GRADO DE OCUPACIÓN Y USO DEL SUELO ACTUAL.....	43
IV. ANÁLISIS DE LA OFERTA Y LA DEMANDA.....	52
IV.1. OBJETIVO.....	52
IV.2. OFERTA ACTUAL Y FUTURA.	52
<i>Área servida y población beneficiada.</i>	<i>52</i>
<i>Características y estado de las redes de desagües pluviales.....</i>	<i>54</i>
<i>Oferta Actual</i>	<i>55</i>
<i>Oferta Futura</i>	<i>56</i>
IV.3. DEMANDA ACTUAL Y FUTURA.	56
<i>Forma de determinar la demanda actual y futura.....</i>	<i>56</i>
<i>Modelo AR-HYMO:</i>	<i>57</i>
<i>Datos para el cálculo de Caudales.....</i>	<i>59</i>
<i>Demanda Actual.</i>	<i>62</i>
<i>Proyección de la demanda.</i>	<i>64</i>
<i>Demanda Futura</i>	<i>66</i>
IV.4. PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN	66
<i>Evolución Histórica.....</i>	<i>66</i>
<i>Proyección Demográfica.....</i>	<i>68</i>
<i>Normas Urbanísticas.....</i>	<i>73</i>
IV.5. CÁLCULO DE LOS CAUDALES A EVACUAR, ACTUALES Y FUTUROS.	75
V. PLANTEO DE ALTERNATIVAS DE OBRAS	76
V.1. DELIMITACIÓN DE CUENCAS.	76
<i>Planimetría general.....</i>	<i>76</i>
<i>Cuencas y sentido de escurrimiento.</i>	<i>76</i>
<i>Planimetría de redes pluviales existentes.....</i>	<i>77</i>
<i>Determinación de subcuencas.....</i>	<i>77</i>
V.2. CARACTERIZACIÓN DE SITUACIÓN ACTUAL POR CUENCA.	77
V.3. PLANTEO DE ALTERNATIVAS EN EL ÁREA EN ESTUDIO.	77

<i>Generalidades.</i>	77
<i>Recurrencia de diseño.</i>	80
<i>Estudio de Alternativas.</i>	80
<i>Inicio del sistema de conductos.</i>	90
<i>Ubicación de sumideros.</i>	91
<i>Consideración de interferencias.</i>	91
<i>Planteo de las Alternativas.</i>	92
V.4. PREFECTABILIDAD. PREDIMENSIONADO DE OBRAS.	93
<i>Dimensionamiento Hidráulico.</i>	93
<i>Diseño Estructural.</i>	95
<i>Cómputos métricos.</i>	96
<i>Análisis de precios.</i>	98
<i>Presupuesto.</i>	102
VI. COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS Y SELECCIÓN DE LA MÁS CONVENIENTE	103
VI.1. EVALUACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y AMBIENTAL DE ALTERNATIVAS.	103
<i>Evaluación Técnica.</i>	103
<i>Evaluación Económica.</i>	104
<i>Evaluación Ambiental.</i>	104
VI.2. DEFINICIÓN DEL PROYECTO EJECUTIVO	106
VII. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA.	107
VII.1. MEMORIA TÉCNICA DESCRIPTIVA DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA.	107
VII.2. MEMORIA DE CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO.	109
<i>VII.2.1. Adecuación de la cuenca de aporte.</i>	109
<i>VII.2.2. Bocas de Tormenta y Conductos de Vinculación.</i>	109
<i>VII.2.3. Conductos Secundarios y Principales.</i>	112
<i>VII.2.3.1. Generalidades.</i>	112
<i>VII.2.3.2. Cálculos Estructurales.</i>	114
<i>VII.2.4. Alcantarilla Ferroviaria.</i>	154
<i>VII.2.4.1. Generalidades.</i>	154
<i>VII.2.4.2. Calculo Estructural</i>	155
<i>VII.2.5. Canales de Descarga.</i>	173
VII.3. CÓMPUTOS MÉTRICOS.	174
VII.4. PRESUPUESTOS.	175
VII.5. PLANOS.	175
VII.6. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES Y PARTICULARES.	175
VIII. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE DESAGÜES PLUVIALES.	176
VIII.1. OPERACIÓN.	176
VIII.2. MANTENIMIENTO.	176
VIII.3. COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.	178
IX. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.	179
IX.1. DETERMINACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.	179
IX.2. ANÁLISIS DEL MARCO LEGAL VIGENTE.	179
IX.3. DIAGNOSTICO AMBIENTAL.	182
<i>Antecedentes y consideraciones generales.</i>	182
<i>Designación de las calles de la ciudad.</i>	183
<i>Datos de población y producción.</i>	184
<i>Estructura urbana.</i>	185
IX.4. DIAGNÓSTICO DEL MEDIO NATURAL.	186
IX.5. DIAGNÓSTICO DEL MEDIO ANTRÓPICO.	191
<i>Perfil urbano.</i>	191
<i>Espacios verdes y/o recreativos.</i>	191
<i>Degradación de la imagen urbana.</i>	192
<i>Calidad de vida.</i>	192
<i>Desarrollo socio – económico y cultural:</i>	193
<i>Densidad edilicia.</i>	193
<i>Circulación y transporte.</i>	194

<i>Estado de conservación de las construcciones existentes.</i>	195
<i>Valor y usos del suelo.</i>	195
<i>Alteración de las condiciones de saneamiento básico.</i>	196
<i>Estado y afectación de la infraestructura.</i>	196
<i>Estado del equipamiento urbano existente.</i>	197
<i>Conservación del patrimonio cultural, del patrimonio modesto y/o sitios significativos.</i>	198
IX.6. IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.	199
IX.6.1. Etapa de Estudios	199
IX.6.2. Etapa de Construcción.	199
IX.6.3. Etapa de Operación.	200
IX.7. MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS	201
IX.7.1. Identificación de impactos	201
IX.7.2. Cuantificación de impactos.	201
IX.7.3. Matriz.	202
IX.7.4. Conclusiones	202
IX.8. PLAN DE MITIGACIÓN, MONITOREO Y CONTROL	203
Objetivos	203
Diseño y organización del plan.	203
IX.8.1. Etapa de Construcción.	204
Medidas de mitigación	204
Monitoreo y control.	206
IX.8.2. Etapa de Operación.	209
Medidas de mitigación	209
Monitoreo y control.	210

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Fotografía del área de estudio destacándose la traza de la avenida.	9
Figura 2: Ubicación de los límites del ejido municipal de la localidad de Presidencia Roque Sáenz Peña (línea roja), con identificación de canales urbanos y rurales principales y rutas principales. El área sombreada en verde pertenece a la cuenca del Río Tapanagá.	16
Figura 3: Distribución de las líneas de isohietas medias anuales (serie 1956/2001) en el ámbito de las cuencas Alta, Media y Baja del Río Tapanagá, con la distribución de las estaciones pluviométricas de la red Policial – Administración Provincial del Agua con influencia en la cuenca del río Tapanagá.	17
Figura 4: Mosaico aerofotográfico del área de influencia del proyecto en la ciudad de Presidencia Roque Sáenz Peña con identificación de calles y zona de estudio (Fotos año 1998). Escala = 1:7.500	20
Figura 5: Ejemplificación del escurrimiento del agua en el área interna a las manzanas.	21
Figura 6: Detalle del relevamiento topográfico realizado, esquina de calles de tierra.	28
Figura 7: Curvas de Intensidad, Duración y Frecuencia para Presidencia Roque Sáenz Peña, según TR.	31
Figura 8: Vista general de la estación ubicada a 5 kilómetros del centro de la ciudad y de los Pluviógrafos en funcionamiento.	32
Figura 9: Equipo de Suelos trabajando en la extracción de muestras, en orden sobre el cruce ferroviario y sobre avenida Canteros posible futura traza de los conductos.	36
Figura 10: Perfil Longitudinal de los canales de descarga de la cuenca de la avenida Francisco Canteros (304).	40
Figura 11: Perfil Longitudinal del canal de la avenida Francisco Canteros (304), desde las vías del FFCC hasta la calle Superiora Palmira (317) o Acceso al Barrio J. B. Alberdi.	41
Figura 12: Perfil Transversal canal de Descarga en avenida Canteros y evaluación de su capacidad de transporte.	42
Figura 13: Perfil Transversal canal Principal de la Cuenca Canteros y evaluación de su capacidad de transporte.	42
Figura 14: Perfil Transversal canal Aliviador de la Cuenca Canteros y evaluación de su capacidad de transporte.	42
Figura 15: Cuenca y subcuencas de la avenida Francisco Canteros (304), montadas sobre el mosaico aerofotográfico del área de estudio.	44
Figura 16: Uso del suelo de la subcuenca Chacabuco Este.	45
Figura 17: Uso del suelo de la subcuenca Cooperativa.	46
Figura 18: Uso del suelo de la subcuenca Estados Unidos.	46
Figura 19: Uso del suelo de la subcuenca G. García.	46

Figura 20: Uso del suelo de la subcuenca Itatí.....	47
Figura 21: Uso del suelo de la subcuenca Laprida Este.....	47
Figura 22: Uso del suelo de la subcuenca Luis Barco.....	47
Figura 23: Uso del suelo de la subcuenca B. Mitre Este I.....	48
Figura 24: Uso del suelo de la subcuenca B. Mitre Este II.....	48
Figura 25: Uso del suelo de la subcuenca Carlos Pellegrini Este I.....	48
Figura 26: Uso del suelo de la subcuenca Carlos Pellegrini Este II.....	49
Figura 27: Uso del suelo de la subcuenca C. Saavedra Este.....	49
Figura 28: Uso del suelo de la subcuenca Puerto Rico.....	49
Figura 29: Uso del suelo de la subcuenca Sin Nombre.....	50
Figura 30: Uso del suelo de la subcuenca Terminal.....	50
Figura 31: Uso del suelo de la subcuenca Triangulo.....	50
Figura 32: Esquema de subcuencas de la avenida Francisco Canteros (304).....	53
Figura 33: Evolución demográfica histórica de la ciudad de Presidencia Roque Sáenz Peña.....	68
Figura 34: Proyección demográfica por tasa geométrica decreciente para la ciudad de Presidencia Roque Sáenz Peña.....	69
Figura 35: Porcentaje de viviendas por tipo dentro de la cuenca de la avenida Francisco Canteros.....	72
Figura 36: Condición edilicias de las viviendas en la cuenca de la avenida Francisco Canteros.....	73
Figura 37: Perfil transversal de una calle típica, y los niveles de agua fijados como máximo alcance o afectación máxima tolerada por el sistema mayor para la tormenta de diseño cuyo TR es de 5 años.....	79
Figura 38: Perfil longitudinal del canal y conducto principal de la Alternativa I.....	82
Figura 39: Perfil longitudinal del conducto secundario de la calle 303 para la Alternativa I.....	82
Figura 40: Perfil longitudinal del conducto secundario de la calle 307 para la Alternativa I.....	83
Figura 41: Perfil longitudinal del conducto secundario de la calle 311 para la Alternativa I.....	83
Figura 42: Perfil longitudinal del conducto secundario de la calle 315 para la Alternativa I.....	84
Figura 43: Perfil longitudinal del canal y conducto principal por calle 311 de la Alternativa II.....	85
Figura 44: Perfil longitudinal del canal y conducto principal por calle 307 de la Alternativa II.....	86
Figura 45: Perfil longitudinal del conducto secundario de la calle 311 para la Alternativa II.....	86
Figura 46: Perfil longitudinal del conducto secundario de la calle 315 para la Alternativa II.....	87
Figura 47: Ubicación de los límites del ejido municipal de la localidad de Presidencia Roque Sáenz Peña (línea roja), con identificación de canales urbanos y rurales principales y rutas principales. El área sombreada en verde pertenece a la cuenca del Río Tapenagá.....	187
Figura 48: Distribución de las líneas de isohietas medias anuales (serie 1956/2001) en el ámbito de las cuencas Alta, Media y Baja del Río Tapenagá, con la distribución de las estaciones pluviométricas de la red Policial – Administración Provincial del Agua con incidencia en la cuenca.....	188
Figura 49: Calle San Martín o calle 12, principal arteria de la ciudad, esencialmente comercial.....	191
Figura 50: Mosaico aerofotográfico del área de influencia del proyecto en la ciudad de Presidencia Roque Sáenz Peña (Foto año 1998).....	193
Figura 51: Marcas testigos del nivel alcanzado por el agua en períodos de anegamiento y protección de puertas e ingresos.....	195
Figura 52: Acumulación de basura sobre calles y canales.....	196
Figura 53: Canal calle Luis A. Barco (311). Cruces peatonales y vehiculares.....	197
Figura 54: Basura en el fondo de los canales y pastos crecidos.....	197
Figura 55: A la izquierda estación de trenes, y Museo de la Ciudad a la derecha conforman el entorno ferroviario.....	198
Figura 56: Matriz de evaluación de Impacto. Etapas de Proyecto, Construcción y Operación.....	202

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Ordenamiento y Clasificación de la información recopilada.....	12
---	----

Tabla 2: Ordenamiento y Clasificación de información recopilada - Continuación	14
Tabla 3: Régimen de temperaturas medias mensuales para la región de Presidencia Roque Sáenz Peña.....	17
Tabla 4: Cotas de Puntos fijos de la Poligonal General. (IGM).....	26
Tabla 5: Cotas de los Puntos Fijos de la Poligonal de Cierre. (IGM)	27
Tabla 6: Parámetros A, B y C de la Curva de Intensidad, Duración y Frecuencia según el Tiempo de recurrencia, para ciudad de Presidencia Roque Sáenz Peña.....	30
Tabla 7: Evaluación de la capacidad de conducción de los canales de la cuenca de la avenida Canteros.	41
Tabla 8: Usos del suelo urbano de la cuenca de la avenida Francisco Canteros, expresados en Hectáreas y en porcentajes de la superficie total de la cuenca.....	51
Tabla 9: Superficies de las subcuencas y cuenca de la avenida Francisco canteros (304).....	53
Tabla 10: Oferta actual de conducción de los canales de la cuenca Francisco Canteros.....	55
Tabla 11: Superficies de la cuenca y subcuencas de la avenida Francisco Canteros	60
Tabla 12: Distribución de las áreas permeables e impermeables en la cuenca canteros en la situación actual.	61
Tabla 13: Caudales generados por la cuenca de la avenida Francisco Canteros para tormentas de 5 años y 10 años de TR, según la demanda actual del sistema	63
Tabla 14: Distribución de las áreas permeables e impermeables en la cuenca canteros en la situación Futura.	65
Tabla 15: Caudales generados por la cuenca de la avenida Francisco Canteros para tormentas de 5 años y 10 años de TR, según la demanda Futura del sistema.	66
Tabla 16: Crecimiento Intercensal y Tasa media anual de crecimiento poblacional de Presidencia Roque Sáenz Peña.....	67
Tabla 17: Proyección del crecimiento poblacional de la ciudad de Presidencia Roque Sáenz Peña, para los años de interés del proyecto.	69
Tabla 18: Afectación superficial y porcentual de las Fracciones censales en el área de proyecto.	70
Tabla 19: Crecimiento poblacional en el área de proyecto y su distribución de densidad.	70
Tabla 20: Comparación de rendimiento hidráulico de conductos alternativos, según las condiciones de la cuenca.	89
Tabla 21: Cómputo métrico de la Alternativa I.....	97
Tabla 22: Cómputo métrico de la Alternativa II.	98
Tabla 23: Análisis de Precio de la Excavación no clasificada.	99
Tabla 24: Análisis de Precio del relleno de Suelo.	100
Tabla 25: Análisis de Precio de Conducto bajo calzada de 1.30 x 1.50 metros.	100
Tabla 26: Análisis de Precio de Sumidero de calles con Pavimento.....	101
Tabla 27: Análisis de Precio de Relocalización de cañerías de agua de 400mm de diámetro.	101
Tabla 28: Presupuesto Alternativa I.	102
Tabla 29: Presupuesto Alternativa II.....	102
Tabla 30: Las dimensiones de los conductos de vinculación y de los sumideros.	111
Tabla 31: Resumen de dimensiones y longitudes de conductos.....	113
Tabla 32: Resumen de hierros para conductos Bajo Parterre de 2.00, 2.40 y 3.25 metros de ancho.	126
Tabla 33: Resumen de hierros para conductos Bajo Calzada de 1.30, 1.50 y 1.60 metros de ancho.	149
Tabla 34: Resumen de hierros para conductos Bajo Calzada de 2.00, 2.40, 2.80 y 3.25 metros de ancho.	150
Tabla 35: Resumen de hierros para conductos Bajo Calzada de 2 luces de 2.60 metros de ancho	151
Tabla 36: Resumen de Armaduras en estructura de Hormigón en Alcantarilla ferroviaria.....	169
Tabla 37: Resumen de Perfiles de Hierro en Estructura Metálica de Alcantarilla Ferroviaria.....	170
Tabla 38: Cómputos métricos de la Alternativa seleccionada.....	174
Tabla 39: Presupuesto Total de Obra.	175
Tabla 40: Análisis de Precio del Mantenimiento de la Obra.....	178
Tabla 41: Temperaturas medias mensuales y evapotranspiración potencial (Thornthwaite) para la estación de Presidencia Roque Sáenz Peña, según año hidrológico.	188
Tabla 42: Clases de Suelo por Capacidades de uso en hectáreas. Fuente: Dirección de Suelos y Agua Rural del Ministerio de la Producción.2.005	190

ÍNDICE

TOMO II

ANEXO FOTOGRAFÍAS	1
ANEXO NOTAS	4
ANEXO PLANILLAS	6
ANEXO GRÁFICOS	25
ANEXO CORRIDAS	36
CORRIDA DEL MODELO AR-HYMO PARA TR 5 AÑOS	36
CORRIDA DEL MODELO AR-HYMO PARA TR 10 AÑOS.....	64
ANEXO ESPECIFICACIÓN TÉCNICAS GENERALES Y PARTICULARES.....	92
ARTÍCULO 1: GENERALES.....	92
ARTÍCULO 2: CONDICIONES Y MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO	95
ARTÍCULO 3: ADECUACIÓN DE PLANTELES DE INFRAESTRUCTURAS DE SERVICIOS EXISTENTES....	97
ARTÍCULO 4: EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA	98
ARTÍCULO 5: RELLENO DE SUELO PARA CONDUCTO.....	102
ARTÍCULO 6: CONDUCTOS DE HORMIGÓN ARMADO Y CÁMARA.....	102
ARTÍCULO 7: CONDUCTOS DE VINCULACIÓN.....	104
ARTÍCULO 8: SUMIDEROS.....	105
ARTÍCULO 9: ALCANTARILLA TIPO A-2.....	107
ARTÍCULO 10: ALCANTARILLA PARA FERROCARRIL.....	108
ARTÍCULO 11: RETIRO DE ALCANTARILLAS.....	111
ARTÍCULO 12: DEMOLICION DE PAVIMENTO.....	112
ARTÍCULO 13: REPARACIÓN DE PAVIMENTO.....	114
ARTÍCULO 14: ROTURA Y REPARACIÓN DE VEREDAS.....	114
ARTÍCULO 15: RECONEXIÓN DOMICILIARIA DE CAÑERÍAS DE AGUA POTABLE.....	116
ARTÍCULO 16: RELOCALIZACIÓN DE CAÑERÍAS DE AGUA POTABLE DE □ 400, 300, 200, 110 Y 75MM.	116
ARTÍCULO 17: RELOCALIZACIÓN DE CAÑERÍAS DE CLOACA.....	118
ARTÍCULO 18: SECCIÓN F.I. BARANDA METÁLICA CINCADA PARA DEFENSA	119

ÍNDICE

TOMO III

Plano N° 1:	Ubicación General de Presidencia Roque Sáenz Peña en el Chaco.	
Plano N° 2:	Sistema de Drenaje Peri urbano y Zona de Estudio.	
Plano N° 3:	Zonas de Relevamiento Topográfico.	
Plano N° 4:	Red General de Nivelación y Puntos Fijos.	
Plano N° 5:	Relevamiento Topográfico y de Umbrales.	Lámina 01/02.
Plano N° 5:	Relevamiento Topográfico y de Umbrales.	Lámina 02/02.
Plano N° 6:	Líneas de Escurrimiento y Cotas de Pavimento.	Lámina 01/02.
Plano N° 6:	Líneas de Escurrimiento y Cotas de Pavimento.	Lámina 02/02.
Plano N° 7:	Curvas de Nivel en la “Cuenca de Avenida Francisco Canteros”.	
Plano N° 8:	Carta Topográfica IGM “Sáenz Peña”.	
Plano N° 9:	Localización de Sondeos de Suelo.	
Plano N° 10:	Red de Desagües Pluviales Existentes.	
Plano N° 11:	Cuencas y Subcuencas.	
Plano N° 12:	Zonas de Insuficiencia de Drenaje y Anegamiento.	
Plano N° 13:	Radios y Fracciones Censales en el Área de la Cuenca.	
Plano N° 14:	Traza de los Desagües. Alternativa I	
Plano N° 15:	Traza de los Desagües. Alternativa II	
Plano N° 16:	Referencias Urbanas.	
Plano N° 17:	Red Eléctrica en el Área de la Cuenca.	
Plano N° 18:	Red Telefónica en el Área de la Cuenca.	
Plano N° 19:	Red de Agua Potable en el Área de la Cuenca.	
Plano N° 20:	Red Cloacal en el Área de la Cuenca.	
Plano N° 21:	Plano tipo de sumidero para calles con pavimento.	
Plano N° 22:	Plano tipo de sumidero para calles de tierra.	

Plano N° 23:	Plano Tipo de Alcantarilla A2.	Lamina 01/02
Plano N° 23:	Plano Tipo de Alcantarilla A2.	Lamina 02/02
Plano N° 24:	Alcantarilla a Modificar sobre Ruta Nacional N° 95.	
Plano N° 25:	Puente Ferroviario Calle 306 y Calle 305.	
Plano N° 26:	Alcantarilla Ferroviaria Avenida 304.	
Plano N° 27:	Perfiles tipos de canales.	Lámina 01/02
Plano N° 27:	Defensa Metálica para canales.	Lámina 01/02
Plano N° 28:	Conductos de Hormigón. Secciones tipo.	Lámina 01/03
Plano N° 28:	Conductos de Hormigón. Armaduras.	Lámina 02/03
Plano N° 28:	Conductos de Hormigón. Detalles.	Lámina 03/03
Plano N° 29:	Planialtimetría "Canal Sur" Progresivas 0.00 a 1800.00	
Plano N° 30:	Planialtimetría "Canal Sur" Progresivas 1800.00 a 2864.50	
Plano N° 31:	Planialtimetría "Canal Norte" Progresivas 0.00 a 1800.00	
Plano N° 32:	Planialtimetría "Canal Norte" Progresivas 1800.00 a 3358.93	
Plano N° 33:	Planialtimetría "Conducto 303" Progresivas 0.00 a 205.76	
Plano N° 34:	Planialtimetría "Conducto 303" Progresivas 205.76 a 548.60	
Plano N° 35:	Planialtimetría "Conducto 307" Progresivas 0.00 a 208.31	
Plano N° 36:	Planialtimetría "Conducto 307" Progresivas 208.31 a 323.92	
Plano N° 37:	Planialtimetría "Conducto 307" Progresivas 323.92 a 666.00	
Plano N° 38:	Planialtimetría "Conducto 311" Progresivas 0.00 a 300.00	
Plano N° 39:	Planialtimetría "Conducto 311" Progresivas 300.00 a 550.00	
Plano N° 40:	Planialtimetría "Conducto 315" Progresivas 0.00 a 241.27	
Plano N° 41:	Planialtimetría "Conducto 315" Progresivas 241.27 a 461.80	

INTRODUCCIÓN.

El informe que se presenta, corresponde al Informe Final del Proyecto de Desagües Pluviales de la cuenca de la avenida Francisco Canteros (304) de la ciudad de Presidencia Roque Sáenz Peña, cabecera del Departamento Comandante Fernández y segunda ciudad de la Provincia del Chaco.

El trabajo se ha desarrollado en cumplimiento del Contrato de Obra celebrado entre el Consejo Federal de Inversiones y el Ingeniero Luis Héctor Martínez, originado por iniciativa del municipio de la ciudad de Presidencia Roque Sáenz Peña.

El ámbito geográfico de aplicación está limitado a la cuenca de aporte de la avenida Francisco Canteros (304) comprendida entre las calles Superiora Palmira (17) al Norte, San Martín (12) al Oeste, avenida F. Sarmiento (1) al Sur y la calle G. García (306) al Este, cubriendo una superficie de 123.01 hectáreas.

Este trabajo, es considerado por el municipio como la primera etapa del desarrollo de la infraestructura del área, para incrementar posteriormente la infraestructura de pavimento.

Las recurrentes inundaciones del área y la inminente pavimentación de la avenida, movilizaron a las autoridades municipales a solucionar los problemas de anegamiento en la cuenca, pues en forma frecuente y ante eventos de escasa magnitud, un importante número de arterias de la misma reciben anegamientos de importancia, con consecuencias sobre la circulación vehicular, peatonal y lo que es más grave sobre las viviendas del área, llegando a durar este anegamiento de 48 a 72 horas, tiempos que no son compatible con el drenaje urbano.

En este informe, se ha realizado el planteo de dos alternativas para la solución del problema de anegamiento. Para lograr este objetivo, se necesitó de los caudales generados por la cuenca para las tormentas de diseño y verificación. Esta tarea, fue realizada aplicado el modelo de transformación lluvia caudal “AR-HYMO”, el que permitió obtener los datos necesarios para el planteo de las opciones.

Entre las consideraciones más importantes que posee éste sistema pluvial, se encuentra el medio físico, el cual posee reducidos espacios en planimetría para el desarrollo del mismo con una pendiente longitudinal de 0.30m/km, que sumados a una cuenca con un importante nivel de desarrollo y ocupación del suelo, obligan a proponer obras de gran envergadura.

Cada una de las alternativas planteadas, han recibido una discusión crítica desde el aspecto técnico, económico y ambiental. La misma, se ha llevado a cabo recorriendo la zona de la cuenca con los principales actores. Sumando a estas consideraciones la decisión política del gabinete municipal de construir algo definitivo que permita el desarrollo del área.

Esto, permitió al profesional a cargo del proyecto, evaluar y concluir que la mejor solución para la cuenca y el desarrollo del área en concordancia con la planificación municipal, la alternativa

seleccionada fue la denominada Alternativa II, que considera las dimensiones de los conductos y canales para una tormenta de diseño de 5 años de tiempo de recurrencia, con un monto de obra estimado a julio de 2006 en la suma de pesos nueve millones seiscientos sesenta mil ochocientos cincuenta y cuatro con cincuenta y nueve centavos (\$9.660.854,59).

Este total se divide en cuatro rubros principales a saber: Movimientos de suelo, con un presupuesto de \$ 1.099.222,22, la construcción de los conductos de hormigón armado con un total de \$ 6.125.604,30, obras complementarias por valor de \$ 2.176.274,36, y adecuación de la infraestructura existente por valor de \$ 259.753,71.

El trabajo comprendió las etapas de estudios hidrológicos, anteproyecto y proyecto ejecutivo de la obra de desagües pluviales de esta cuenca, para lo cual fue necesario de la colaboración de un importante cantidad de personas que facilitaron información y por lo tanto merece destacarse la colaboración recibida por todos los organismos consultados y fundamentalmente por los funcionarios y técnicos municipales que aportaron valiosa información para esta etapa del proyecto.

I. ESTUDIOS PRELIMINARES

I.1. Recopilación de Antecedentes.

Documentación disponible

Tal como se menciona en los términos de referencia se solicitó y buscó información referente al presente trabajo en los distintos organismos públicos, provinciales y municipales con ingerencia en el área, aquella que pudo obtenerse se describe en los párrafos siguientes.

El municipio, principal actor de este proyecto fue el primer organismo consultado, para ello se visitaron las distintas oficinas y archivos con vinculación al tema, la información encontrada y disponible es de variada calidad pero por lo general se caracteriza por no estar actualizada. Además se realizaron consultas a las personas responsables de las áreas técnicas directamente vinculadas a la problemática de los desagües. Para ello, se optó por convocar a reuniones, siendo la primera de carácter general en la que participaron, el señor Intendente Dr. Carim Peche y los Secretarios de Economía C.P. Raúl Brollo, de Obras y Servicios Públicos T.N.C. Miguel A. Rossi Grosio, los Subsecretarios de Obras Arq. Morales y de Servicios Públicos el Señor Lasalvia, así como los responsables de oficinas dependientes de estas secretarías y subsecretarías. Esta reunión sirvió para informar sobre el inicio del Proyecto y además expresar las necesidades de contar con el mayor nivel de información posible, a fin de ajustar el proyecto a las demandas actuales del municipio.

Con posterioridad se realizaron consultas puntuales, trabajando por secretarías y cuyos resultados se comentan en el desarrollo de los temas específicos en los puntos siguientes.

Otros organismos consultados fueron las empresas del estado Provincial encargadas de la distribución del Agua y de la Luz (SAMEEP, SECHEEP), se acompañan en el anexo de este informe copia de las notas remitidas.

En el caso de la Administración Provincial del Agua (APA) – organismo del gobierno provincial con ingerencia en los temas hídricos –, no realiza trabajos dentro de los ejidos municipales bajo el concepto de desagües urbanos, salvo acuerdos particulares o puntuales. Este organismo, sí tiene a su cargo la construcción del sistema de evacuación mayor o principal, que en el caso de Sáenz Peña este sistema, lo compone el canal de Saneamiento rural denominado Línea Tapenagá que tiene una estrecha vinculación con este proyecto.

La Dirección Provincial de Vialidad (DPV), ha realizado en el marco de acuerdos con el municipio algunos proyectos de pavimentos como los de las Avenidas 28, 33 y 000 o Francisco Canteros, este último aporta información al proyecto de desagües que nos ocupa dado que es específico de la avenida objeto de este trabajo, pero se debe aclarar que la información generada es solo sobre la traza de la avenida no disponiendo ninguna referencia topográfica de las calles circundantes, con lo cual se dificulta el trabajo en el aspecto hidráulico.

En trabajos anteriores, realizados por este consultor, se ha determinado las curvas denominadas IDF Intensidad Duración y Frecuencia de las lluvias para esta ciudad, partiendo de información provista en forma desinteresada por la Estación Experimental del INTA Sáenz Peña y el Departamento de Hidráulica de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE).

La investigación realizada en los archivos de los organismos que se consideraron con competencia en los temas que se deben abordar en este proyecto, tanto los de carácter público como los privados sobre la disponibilidad de información de base para el desarrollo del estudio en cuestión, permitió obtener el siguiente resumen de información, la que se organizó en los temas que se listan a continuación:

a) Topografía, cartografía y aerofotogrametría

Topografía.

En la zona de trabajo se cuenta con topografía generada por la Dirección de Catastro y Agrimensura del municipio cuyo responsable es el Agrimensor Jorge E. Leoni, la misma está disponible en planos de escalas variadas, con cotas referidas al plano comparativo del antiguo Ministerio de Obras Públicas (MOP).

Existe un plano en escala 1:7500 de todo el ejido municipal donde se marca con diferentes trazos y colores las áreas donde existe relevamiento topográfico realizado por el municipio, el mismo lleva por Título: “Relevamiento de Puntos Fijos de la Planta Urbana y Suburbana, cotas de final de pavimento y ejes de calles”. En él se observa la ubicación de la red de puntos fijos que posee el municipio que totalizan treinta y cuatro (34) puntos, de los cuales solo tres (3) están dentro de la cuenca y otros seis (6) próximos a ella; El arranque de nivelación de esta malla de puntos fijos es el N° 896 de cota 91.716 MOP, ubicado en la Estación de Ferrocarril de la ciudad. Se realizó una comparación de las cotas de esta red municipal con la que se generó para el presente trabajo, partiendo del Punto Fijo que el IGM identifica como Nodal 197 de cota 91,502, ubicado en la Plaza central de la ciudad entre las calles 3, 5, 10 y 12.

Los planos de topografía que el municipio posee por zonas no cuentan con datos de cotas de cordón cuneta de las calles con pavimento, solo las ubicadas en las puntas de pavimento es decir en la última cuadra. En las calles de tierra se tienen tres (3) perfiles por cuadra con cotas de fondo de cuneta y eje de calle, así como algunos umbrales.

Debido a los varios perfilados de calles y limpiezas de cunetas realizados desde que se realizó la nivelación (1993), estas cotas son de utilidad relativa en este proyecto, y es por ello que se concretó un nuevo y completo relevamiento topográfico de la zona de estudio.

Cartografía.

Existen en el municipio así como en otros organismos provinciales planos de la planta urbana de Presidencia Roque Sáenz Peña pero se debe aclarar que los mismos no son precisos. En

tal sentido se solicitó a la Dirección de Catastro y Agrimensura Municipal los planos de Mensuras para realizar el levantamiento correcto de esta información. En los mismos puede apreciarse con claridad las dimensiones de las manzanas y los anchos de calles, pudiendo de esta forma dibujar el plano base de la cuenca con el que se logrará un mejor ajuste para el correcto desarrollo del proyecto.

Aerofotogrametría.

Se obtuvo información sobre dos levantamientos aerofotogramétricos en el ámbito urbano de Sáenz Peña, el primero data del año 1973 disponible en la Dirección de Suelos del Ministerio de la Producción de la Provincia, el mismo está en escala 1:75000 y las fotos son en blanco y negro. El segundo corresponde a un trabajo realizado por el Instituto Provincial de Desarrollo Urbano y Vivienda de la Provincia (IPDUV) en el año 1998, la escala del relevamiento es 1:5000 y las fotos son en colores. Por su actualidad y escala, se utilizó este último.

b) Hidrometeorología.

Para la obtención de la tormenta de diseño se aplicarán en este proyecto las curvas de Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF) ya generadas para el área, y mencionadas en párrafos anteriores.

No hay disponibles datos hidrométricos de la cuenca urbana en la que se está trabajando, en ninguno de los organismos consultados, los registros más próximos son los que se ubican en el Canal SADE o Bajo Hondo II a la altura de las Rutas Nacionales N° 16 y N° 95 a unos 5 kilómetros y 12 kilómetros aguas debajo de la descarga de la cuenca en estudio, los registros son del período 1980 a 1996. A este punto aporta todo el sector noreste de la ciudad que descarga a través del canal de las calles 71 y el canal rural que defiende la ciudad. Ver Plano N° 2.

c) Geotecnia (incluye capas freáticas, aspectos geológicos, geomorfológicos, vegetación y suelos).

Los estudios de suelos que pudieron recopilarse pertenecen al proyecto de pavimento de 35 cuadras que el municipio está realizando en el marco del Programa PRODISM del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), en la cuenca contigua a la de estudio, los mismos constan de sondeos en las bocas calles con profundidades de hasta dos (2) metros dado el uso de dichos estudios, este documento conteniendo la totalidad de la información se encuentra en la Unidad Ejecutora de Proyectos Municipal a cargo del Secretario de Economía de la misma. Además, para el proyecto de los desagües de la cuenca de la calle 20 se realizaron 10 perforaciones en la traza del conducto principal, sobre la calle 22 distante aproximadamente a 2000 metros del proyecto que nos ocupa. En el municipio no existen otros registros de estudios de suelos disponibles de carácter estructural que se hayan realizado en la planta urbana, si se conocen de algunos particulares como edificios en construcción.

En los casos de los proyectos de pavimentos realizados por la DVP, los estudios de suelos se preveían que sean realizados en la etapa constructiva, la cual no ha comenzado aún.

Respecto de los niveles freáticos, los únicos que se realizan en forma sistemática son los registrados en la Estación INTA Sáenz Peña, los cuales están sintetizados en planilla electrónica para el período 1956 – 1999, disponiéndose del resto de la información hasta la fecha pero sin procesar.

Los aspectos geológicos y geomorfológicos, se han abordados en un importante número de documentos entre los años 1977 y 1988, dado que la ciudad de Sáenz Peña se encuentra dentro de la cuenca del río Tapenagá, cuenca que fuera estudiada en profundidad en el marco del Convenio Bilateral Provincia del Chaco – Consejo Federal de Inversiones entre los años 1977 y 1996, Para el Proyecto de Bajos Submeridionales, además, este tema es descripto en el Plan Director de la Cuenca del Río Tapenagá en 1995.

d) Sistemas para el manejo de excedentes pluviales existentes y proyectados

Las obras de desagües existentes en la planta urbana datan de la década del '80, donde existían en la provincia al menos cuatro organismos con ingerencia en el manejo del agua, los cuales en el año 1995 se aglutinan y se transforman en lo que hoy es la Administración Provincial del Agua (APA) a partir de la Ley Provincial N° 4255, debido a estos cambios no solo de nombres sino de ámbitos físicos, mucha de la información generada en aquella época fue extraviada, contándose hoy día con algunas pocas copias de planos, los cuales no informan sobre si corresponden a proyecto o son los conformes a obra ejecutada, dado que los mismos se encuentran sueltos y separados de los informes técnicos correspondientes.

Debido a esto la confiabilidad de la información es relativa y por ello se realizará en el marco del presente trabajo un relevamiento actualizado de la red de desagüe disponible en la cuenca, identificando las dimensiones, su traza y todos los elementos que comprenden el desagüe pluvial. En el punto “*III.4. Redes pluviales existentes.*” se describirán en profundidad estos elementos.

En cuanto a las redes de desagües proyectadas por el municipio éstas han sido revisadas y evaluadas, correspondiendo a otras cuencas.

e) Infraestructura existente y proyectada o planificada.

Con el fin de posibilitar la identificación de interferencias se estudió la información existente sobre infraestructura de agua potable, desagües cloacales y pluviales, telefonía, pavimentos, ductos subterráneos de energía eléctrica y todo elemento soterrado en los espacios públicos.

Para ello se remitieron notas a los organismos que administran los servicios, solicitando se especifique las características y sus trazados en la cuenca bajo estudio; se adjunta copia de las notas remitidas en el Anexo Notas del presente informe.

En los casos de las empresas del estado provincial, los técnicos consultados han aportado la información necesaria para el desarrollo del proyecto, restando la formalización oficial de la misma.

La provincia del Chaco no cuenta con red de gas natural, abasteciéndose por medio de redes individuales a nivel domiciliario con garrafas de 10 kilos o tubos de 45 kilogramos, en la ciudad de Sáenz Peña y el área de estudio en particular la situación no es distinta.

Los relevamientos de calles con pavimentos son obtenidos a partir de información suministrada por la Secretaría de Obras Públicas del municipio, siendo además corroborado por los recorridos realizados en la cuenca de aporte, como resumen se puede mencionar que la cuenca en su totalidad involucra 163 cuadras, de las que 113 se encuentran con infraestructura de pavimento y las restantes 50 son de tierra o ripio con cunetas laterales.

f) Planes de desarrollo urbano ambiental.

Habiéndose consultado a la Secretaría de Planeamiento Urbano de la Municipalidad de Presidencia Roque Sáenz Peña sobre la existencia de planes en desarrollo o a desarrollar se informa que el municipio no dispone a la fecha de Planes de Desarrollo Urbano y Ambiental.

Existen algunas pocas Ordenanzas municipales que solo ponen condiciones a las características técnicas de las construcciones pero no hay Ordenanzas que definan los ámbitos de usos de suelo que si aparecen descriptos en Ordenanza N° 3265/99.

En ésta se encuentra descripto con un importante nivel de detalle las condiciones de cada uno de los usos, tiene un capítulo completo la PARTE III de ésta, que describe las condiciones que debe reunir la zonificación, lleva por nombre “*DE LA ZONIFICACIÓN DE LA CIUDAD*”, pero no se hace referencia en ninguno de sus capítulos, de cual es esa zonificación en ámbito urbano, ni tampoco menciona un plano u otra Ordenanza que lo fije.

Al respecto, lo expresado por el señor intendente en las distintas reuniones realizadas, es que se encuentra solicitando financiamiento para el desarrollo del Plan Director de Desagües Pluviales de la ciudad.

Los datos urbanísticos y demográficos para la proyección futura, surgen de los datos censales, estos han sido solicitados a la Dirección de Estadísticas y Censo de la Provincia a través de nota dirigida a su Directora.

g) Restricciones al uso del suelo y actividades en áreas protegidas dentro del área en estudio

El municipio como se mencionara antes, no tiene Código de Planeamiento Urbano, además, los profesionales consultados en el ámbito municipal, no conocen de la existencia de Ordenanzas en vigencia que normen o restrinjan el uso del suelo o que determinen áreas protegidas.

I.2. Reconocimientos Visuales del Área en Estudio.

Se ha efectuado un completo recorrido por el área de la cuenca y sus alrededores, la cual se ubica en forma plena en la planta urbana de la ciudad, de los datos topográficos disponibles y de las recorridas realizadas en la misma, surge que los excedentes de esta cuenca con el 70% de las cuadras con pavimento, vuelcan sus excesos hacia la avenida Hipólito Yrigoyen (2), a partir de esta arteria que se interpone en forma perpendicular al flujo, deja de escurrir en calles pavimentadas para transitar por calles de tierra hasta la avenida Francisco Canteros (304) como destino final. A la altura de la avenida Hipólito Yrigoyen (2), los excesos se concentran en tres puntos considerados claves, ellos son la intersección de la avenida con las calles Saavedra (3), Pellegrini (7) y 25 de Mayo (11), en menor medida en las calles Chacabuco (5) y Laprida (15).

Desde la avenida Hipólito Yrigoyen (2) hasta la avenida Francisco Canteros (304), el agua se desplaza por las cunetas de la calle de tierra, sólo en el caso de la calle 25 de Mayo (11) que dispone de pavimento, en una y media cuadra al Este de la avenida Hipólito Yrigoyen (2), el sistema de desagües dispone de un canal lateral a la calle 25 de Mayo (11), sobre la vereda Sur, está construido en mampostería con tapa de madera dura en los cruces de calle Pibernus (0) o (300) con 25 de Mayo (11) y sin tapa el resto.

Estos escurrimientos, terminan en el canal excavado sobre el lateral Este de la avenida Canteros (304), debiendo atravesar la misma a través de alcantarillas de tubos, los que se encuentran en regular estado de conservación.

La avenida 000, 304 o “Francisco Canteros”, posee un canal que se inicia en la intersección de ésta con la calle Superiora Palmira (17) – ver anexo Fotografías – y que se desplaza por la cuneta el lado Este, hasta llegar a las vías del ferrocarril Belgrano, atravesándolo con una alcantarilla en muy mal estado. En su recorrido, el canal que se inicia en la calle Superiora Palmira (17) y hasta la calle 9 de Julio (9) solo debe atravesar algunos pocos puentes de reciente construcción por existir un gran predio como el de la Cooperativa Agrícola El Progreso, a partir de la calle 9 de Julio (9) y hasta la avenida Sarmiento (1) o lo que es lo mismo, las vías del Ferrocarril Belgrano, debe sortear muchas entradas a propiedades, las que se encuentran en muy mal estado, se suma a esto las alcantarillas de cruces de calles que hacen de que el escurrimiento sea lento y dificultoso, hasta llegar a su descarga que es el canal lateral a la vía del lado Sur.

Luego de atravesar las vías, el canal se desplaza paralelo a estas hasta llegar a su descarga que es el canal denominado SADE, ubicado aproximadamente a 3100 metros de éste punto. El canal mencionado conduce los excesos urbanos y rurales hasta su descarga a través de la Línea Tapenagá, retirando de la zona urbana importantes volúmenes de agua.

En resumen, los elementos que componen el sistema de desagües actual de la cuenca de la avenida Francisco Canteros, son los cordones cunetas de las calles con pavimento, las cunetas a cielo abierto excavadas en la propia calle y alcantarillado de cruce en las bocacalles de tierra, siendo estas principalmente de tubos circulares de 0.80 metros de diámetro y en el caso de los canales algunas alcantarillas de mayor sección. Como particularidad se ve que en las calles pavimentadas no existen sumideros y poseen todos sus badenes en bocacalle con dirección Oeste - Este por ser esta la pendiente dominante de la cuenca, dirigiendo los excesos de agua hacia la avenida Hipólito Yrigoyen (2) en primera instancia, actuando esta como vías de concentración de agua superficial, para luego llegar a la avenida Canteros (304).

El uso del suelo urbano en la cuenca es fundamentalmente residencial, en la Figura 1, puede observarse que la cobertura vegetal se hace más importante si se desplazan hacia el Este es decir hacia la ruta nacional N° 95, es decir la derecha de la imagen.



Figura 1: Fotografía del área de estudio destacándose la traza de la avenida.

En cuanto a la disposición catastral en gran parte de la ciudad y en particular en el área de la cuenca presenta manzanas regulares de 100 metros de lado con anchos de calles de 20 metros, lo que permite disponer de una malla cuadrada de 120 metros de lado entre los ejes de las calles, reservando para las avenidas un mayor ancho como el caso de las avenidas Sarmiento (1) e Hipólito Yrigoyen (2) que se encuentra dentro del área de estudio que posee un ancho de 30 metros la

primera y 50 metros la segunda. Las calles pares de la ciudad que circulan en el sentido longitudinal de la cuenca (S-N) (Arriba – Abajo) (calles pares) poseen 20 metros de reserva de calle igual que las transversales. Las calles pares, poseen un ancho de pavimento de 10 metros en lugar de los 8 metros que comúnmente son las impares donde se destacan dos casos particulares, como la calle 9 de Julio (9) y 25 de Mayo (11) que tienen 12 metros de ancho de calzada por ser estos ingresos a la ciudad. Se recuerda que las calles impares son las que conducen los excesos hacia la avenida en estudio, en la Figura 1 de izquierda a derecha.

Esta información relevada, permitió prever que cualquier obra de las que se propongan se deberá ubicar en el espacio de reserva de calle, sabiendo que como mínimo para las veredas, deberá reservarse aproximadamente 5 metros de cada lado.

En el Anexo Fotografías a través de una secuencia de fotos, se describe los principales rasgos de interés relativos a los aspectos antes citados de la traza del canal sobre la avenida.

I.3. Evaluación, Clasificación y Procesamiento de la Información Recopilada.

Evaluación General.

Para realizar la recopilación, clasificación, estudio y procesamiento de la información se realizó una exhaustiva búsqueda en los organismos municipales y provinciales que poseen alguna de las redes de infraestructura en el área de la cuenca. También se consultaron a organismos como Administración Provincial del Agua que en alguna oportunidad ha producido estudios para el sector urbano de la ciudad.

La calidad y confiabilidad de la información recopilada es variada, pudiendo decirse que en términos generales sirve de base para el desarrollo del presente trabajo.

A modo de ejemplo, se puede mencionar que los planos de los trazados de las redes de los distintos servicios son confiables, debiendo confirmarse en algunos casos las tapadas de las cañerías existentes, como son el caso de la telefonía, cloaca y agua potable, tarea esta que se desarrollará en la etapa constructiva del proyecto.

Los recorridos realizados en el área de trabajo, permiten interpretar el actual funcionamiento del mismo, que sumado al conocimiento que se tiene del lugar permiten obtener un acabado nivel del detalle del funcionamiento actual de la cuenca y su sistema de escurrimiento.

La información encontrada que se considera tiene mayor inconsistencia es la topografía, dado que existe un plano comparativo tomado por el municipio al cual denominan comúnmente MOP, las mensuras encontradas corresponden a Obras Sanitarias de Nación OSN y al MOP, pero lo más grave es que las diferencias topográficas encontradas entre estos puntos y el plano comparativo del IGM son variable y no concuerda con la diferencia oficial para el lugar que es de 0.554 metros. Esto alertó a observar más en detalle la información de este tipo disponible y provista por el municipio.

Por este motivo, se han realizando nivelaciones expeditivas de ida y vuelta para verificar esta situación, encontrando que las diferencias están en el orden sugerido por el personal municipal de 0.665 metros pero que los Puntos Fijos OSN N° 2 y el Nodal IGM N° 197 acuso una diferencia de 0.698 metros, entre el OSN N° 12 y el nodal N° 197 de IGM es de 0.663 metros.

Lo cual obliga a realizar en forma completa la nivelación del área a fin de evitar cualquier tipo de diferencia que pueda influir en el desarrollo del proyecto, y como éste se vincula con el sistema de drenaje externo, se propone que las cotas sean referidas al plano comparativo IGM, del cual se dispone dentro de la cuenca de un punto Nodal cuya cota es conocida y se estima de mayor precisión.

Ordenamiento y Clasificación.

Rubro	Origen	Fecha de elaboración	Tipo de información	Grado de Confiabilidad y Representatividad	Observaciones
Topografía	Municipio	1980 – 1995	Copias de Planos acotados a OSN, dibujados por la Dirección de Catastro Municipal	Poco Confiable. El área de cobertura es solo la parte de la cuenca con calles de tierra y las cotas de puntas de pavimento.	Problema con las diferencias de los planos comparativos. Exterior de la planta Urbana con cotas IGM.
	APA	1999 – 2002	Digital. Topografía de los canales de Defensa de ciudad y del Proyecto Tapenagá	Confiable. Cubre ampliamente las condiciones exteriores al sistema urbano permitiendo una clara vinculación entre ambos.	Proyecto de los canales de evacuación del agua rural y urbana de la zona de influencia de la ciudad de Sáenz Peña.
Cartografía	Municipio	1994 – 1996	Copias de Planos dibujados a mano por la Dirección de Catastro Municipal	Confiable. Cubre toda el área de estudio.	No respeta las dimensiones dadas en los planos de mensura y subdivisión.
	SAMEEP (Agua)	2004	Copias de Planos con los trazados de sus redes. Copia Digital.	Confiable. Cubre toda el área de estudio.	Redes identificadas por tipos y diámetro.
	SECHEEP (Energía Eléctrica)	2004	Copias de Planos con los trazados de sus redes. Copia Digital.	Confiable. Cubre toda el área de estudio.	Redes identificadas por tipos.
	TELECO M (Telefonía)	2005	Copias de Planos con los trazados de sus redes.	Confiable. Cubre toda el área de estudio.	Redes identificadas por tipos.
Geotecnia	Municipio	2004	Estudios de suelos para Proyectos de Pavimentos en una cuenca aledaña.	Confiable. No es representativa del área de estudio.	Solo se podrá utilizar la misma como referencia dado que la misma no fue confeccionada para este tipo de estudios ni cubre el área de la cuenca de calle 20.
Hidráulica	APA	2002	Proyecto de Saneamiento Hídrico y desarrollo Productivo de la Cuenca del Tapenagá	Confiable. Con alcance para el Proyecto de la calle 20.	Este proyecto de drenaje rural, es de importancia para el saneamiento urbano dado que el mismo condiciona las salidas de los excesos.

Tabla 1: Ordenamiento y Clasificación de la información recopilada

Rubro	Origen	Fecha de elaboración	Tipo de información	Grado de Confiabilidad y Representatividad	Observaciones
Clima	INTA	1930 – 2005	Copias de planillas de las variables climáticas, copia de las fajas pluviográficas, copia de planillas de Napa Freática.	Confiable. Cubre el área del Proyecto, pudiendo trazarse las IDF de la ciudad.	Suficiente para las necesidades del Proyecto.
	APA	1976 - 2005	Planillas Digitales de datos diarios	Confiable. Datos de toda la cuenca del Tapenagá.	Se podrán utilizar para verificar algunas tormentas, y controlar los volúmenes de las mismas.
Hidrología	APA	2002	Informe sobre evento crítico de inundación rural y urbana	Confiable. Cubre el área urbana y rural con influencia en el proyecto	Descripción de los problemas y acciones llevadas a cabo en el transcurso de la emergencia.
	Convenio Bajos Sub Meridionale s Provincia - CFI	1994	Informe sobre evento crítico de inundación urbana. Diciembre 1994	Confiable. Cubre el área urbana para el evento 1994.	Descripción de los problemas y acciones llevadas a cabo en el transcurso de la emergencia. Aforos de los canales principales
Imágenes y Fotos	APA	1996 - 2004	Imágenes Lansat de diferentes fechas, abarcando eventos críticos, como el de marzo de 2002 o el de diciembre de 2004	Confiable. Cubre toda el área urbana.	
	Ministerio de la Producción	1973	Fotografías aéreas en escala 1:75000	Confiable. Cubre toda el área urbana.	
	Instituto Provincial de Desarrollo Urbano y Vivienda	1998	Fotografías aéreas en escala 1:5000	Confiable. Cubre toda el área urbana.	
Varios	UNNE	1996	Evaluación de Daños. Informe sobre perdidas en y evaluación de las mismas en estados de inundaciones.	Confiable. Cubre toda el área urbana.	Los datos fueron fundamentalmente de las perdidas urbanas provocadas por la inundación de 1994

Censos	Dirección de Estadísticas y Censos de la Provincia. INDEC	1990 – 2001	Censo de Población y Vivienda de la Localidad. Planos en Arc View de las Fracciones y Radios censales.	Confiable. Cubre toda el área urbana.	Facilitaron en formato digital planillas de Tipo de Vivienda, Desagüe Inodoro, Población por edad y sexo.
--------	---	-------------	--	---------------------------------------	---

Tabla 2: Ordenamiento y Clasificación de información recopilada - Continuación

I.4. Informe del Estudio Preliminar- Conclusiones y Recomendaciones.

Conclusiones.

Los estudios preliminares, la recopilación de información secundaria clasificada, evaluada y definido su nivel de confiabilidad, consistencia y representatividad dan como resultado que los puntos en los que se deben profundizar son los estudios de Geotecnia para conocer con precisión los parámetros del suelo donde se deberá asentar el sistema de desagüe y el relevamiento topográfico del área de proyecto, tomando como plano comparativo el IGM debido a que no existe uniformidad en la diferencia entre éste plano y los de OSN o MOP de los puntos fijos municipales.

Es decir que con la concreción de estas tareas y la generación de nueva información producto de éstas, se puede cubrir los vacíos existentes en los rubros descriptos.

Estos dos puntos, son de suma importancia en el planteo de alternativas del proyecto, ya que pueden cambiar en forma importante las alternativas y en consecuencia las soluciones adoptadas.

Estas tareas se desarrollan actualmente como el caso de la topografía, siendo que los estudios de suelo se realizarán a la brevedad, de tal manera de cubrir los baches de información antes de de generar cualquier información de base para el Proyecto Ejecutivo.

Recomendaciones.

La interpretación que pudo hacerse sobre el funcionamiento del sistema urbano de la cuenca de la avenida Francisco Canteros (304) en oportunidades de grandes lluvias, pone en alerta y revela la relación que el sistema urbano tiene con el sistema exterior de desagüe rural, es decir, con el canal SADE, que es el principal emisario de descarga del sector Este de la ciudad de Presidencia Roque Sáenz Peña, dado que la zona rural evacuaba sus excesos con tirantes importantes comparados con los que se producen dentro del sistema urbano, esto quiere decir que existe una muy fuerte vinculación entre el sistema Rural y el Urbano a través del canal de calle Buenos Aires (301), por lo que deberá ser estudiado en profundidad, dado que el exterior parecía fijar las condiciones de borde al desagüe interno.

II. DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Se presenta en este capítulo, el informe de diagnóstico de la situación actual, referente al proyecto de desagües pluviales de la avenida Francisco Canteros (304) de la localidad de Presidencia Roque Sáenz Peña, cabecera del Departamento Comandante Fernández, segunda ciudad en importancia dentro del ámbito territorial de la Provincia del Chaco.

Con miras a organizar el contenido de la documentación diagramada, se presentan cuatro secciones que tienden a cumplimentar los objetivos propuestos para esta tarea. En primer lugar, se ofrece una descripción pormenorizada de la zona de influencia a manera de diagnosis preliminar a distintas escalas sobre la base de la información recabada, analizada y evaluada en distintos organismos públicos y privados y a través de relevamientos propios realizados en campo. En segundo lugar, se describirá el proceso metodológico con el que se generará la delimitación de la frontera de la cuenca y subcuencas de la avenida Francisco Canteros (304) entre las calles N. Avellaneda (19) y avenida Sarmiento (1), sobre la base de la información topográfica que se comenzó a relevar. En tercer lugar, se explican los lineamientos técnicos tenidos en cuenta para la estimación del grado de ocupación y uso del suelo en el contexto físico de la cuenca, cubriendo en detalles parciales los usos actuales presentes en cada una de las subcuencas a través del análisis de la información aerofotográfica. Finalmente y en cuarto lugar, se resumen las conclusiones más relevantes sobre el diagnóstico de la situación actual de la cuenca en estudio.

II.1. Diagnóstico a Escala Periurbana, Urbana y del Proyecto

Escala Periurbana

La ciudad de Presidencia Roque Sáenz Peña se sitúa en el centro de la Provincia del Chaco, Plano N° 1 y cuenta según datos censales del año 2001 con más de 76.794 habitantes, lo que condiciona su categoría como segunda ciudad en importancia dentro de la provincia, favorecida además por su situación geográfica estratégica en el corazón del domo central agrícola de la región.

La delimitación geográfica de los límites del ejido municipal en la topografía y morfología del área condicionan las características del drenaje superficial de los excesos pluviales generados en la ciudad, que se vierten predominantemente hacia el sistema hidrográfico de la cuenca del Río Tapenagá, según puede observarse en la Figura 2, a través de una serie de canales urbanos internos que descargan en sendos canales rurales principales: el sector sudoeste de Sáenz Peña lo hace hacia el canal Bajo Hondo II, mientras que el sector restante lo hace hacia el canal SADE, que hacia aguas abajo también descarga en el Bajo Hondo II. Solo la porción extrema ubicada al Nordeste del ejido municipal (zona no coloreada) no pertenece a la cuenca del Tapenagá, aunque se trata en gran medida de una zona muy escasamente urbanizada. El sentido regional del escurrimiento superficial es desde el Noroeste (aguas arriba), hacia el Sudeste (aguas abajo), siendo la descarga final, el valle de inundación del Río Paraná.

El régimen anual de precipitaciones para la zona de Sáenz Peña es del orden de entre 1000 mm y 1100 mm, según puede apreciarse en la Figura 3 que muestra las líneas de isohietas medias anuales de toda la cuenca del Río Tapenagá.

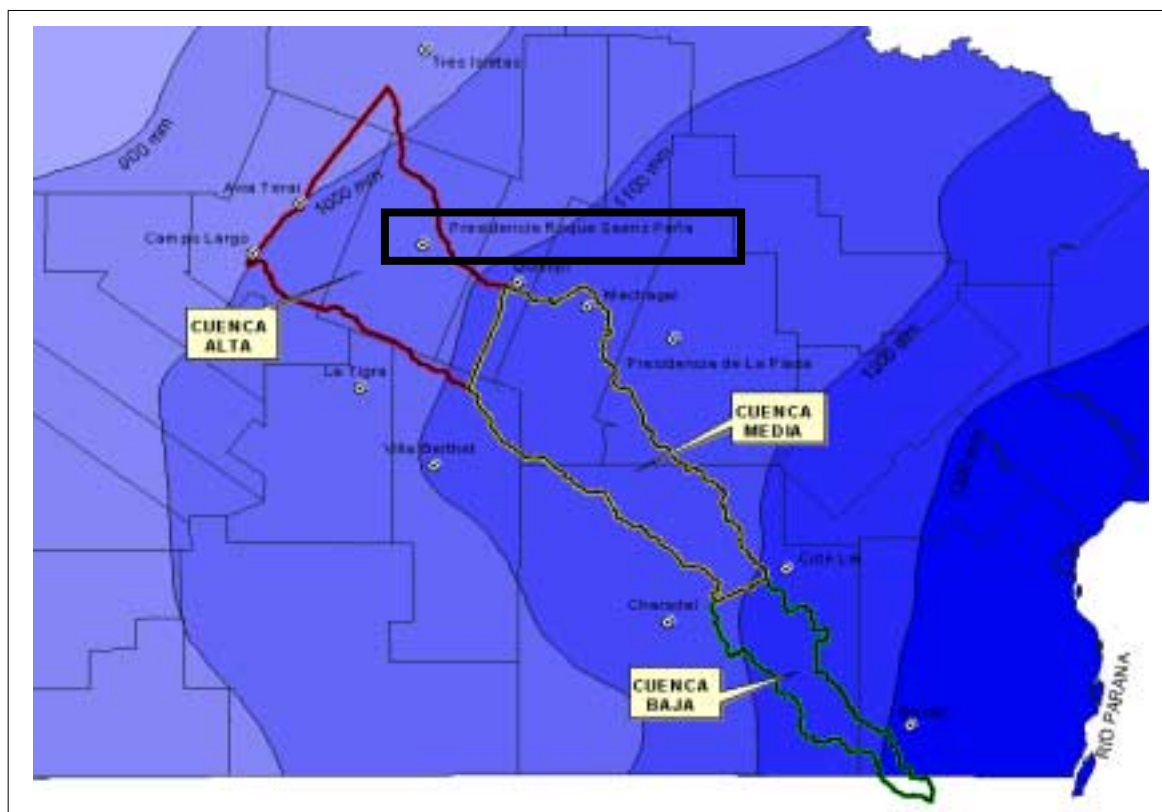


Figura 3: Distribución de las líneas de isohietas medias anuales (serie 1956/2001) en el ámbito de las cuencas Alta, Media y Baja del Río Tapenagá, con la distribución de las estaciones pluviométricas de la red Policial – Administración Provincial del Agua con influencia en la cuenca del río Tapenagá.

Este régimen de precipitaciones es muy variable año tras año, encontrándose en los registros anuales variaciones muy sensibles a los valores medios aquí presentados, con datos mínimos que rondan los 550 mm por año y máximos de hasta 1460 mm en un año. Asimismo, este régimen anual es fuertemente variable a lo largo de un año cualquiera. Durante los meses más cálidos se concentra el mayor porcentaje de las precipitaciones mientras que en los meses de invierno, las lluvias son considerablemente mínimas.

El régimen de temperaturas medias mensuales para la región de Presidencia Roque Sáenz Peña (y consecuentemente los valores de evapotranspiración potencial), oscilan en promedio según se observa en el cuadro siguiente:

	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	AÑO
Temperaturas Medias [° C]	19	22	24	26	28	27	25	21	19	16	15	18	22
EVT Potencial [mm/mes]	62	92	121	160	168	141	118	76	52	35	32	50	1107

Tabla 3: Régimen de temperaturas medias mensuales para la región de Presidencia Roque Sáenz Peña.

Puede observarse que los valores de evapotranspiración son relativamente altos en los meses de mayor precipitaciones (meses de verano). Sin embargo, esta condición no mejora ni se evidencia en el drenaje urbano que sin dudas, tiene tiempos de residencia mucho menores, del orden de apenas algunas horas y/o días.

Escala Urbana

El tejido urbano de la ciudad de Presidencia Roque Sáenz Peña responde en su gran mayoría a un tramado cuadriculado con manzanas de 100 metros por 100 metros, característica semejante al de muchos los centros urbanos del Norte de la República Argentina, Planos N° 2, 3 y 4. La disposición de manzanas con superficies de 1 hectárea, y están limitadas por una malla de calles que generalmente tienen un ancho de 20 metros entre líneas de edificación (línea municipal), aunque también se presentan casos con anchos mayores como la avenida Hipólito Yrigoyen (2), que adquiere rasgos de un boulevard.

El drenaje de los excesos hídricos pluviales se realiza a través de una serie de canales colectores urbanos a cielo abierto que tratan de conducir los volúmenes de agua hacia la zona periurbana de la ciudad, para luego conectarse a los drenajes rurales existentes en las afueras (canales Bajo Hondo II y SADE).

La escasa energía del relieve, en forma conjunta con el inadecuado diseño y mantenimiento de los canales urbanos, dificultan considerablemente el escurrimiento a través de los drenajes con la consecuente permanencia prolongada de agua en tradicionales sectores anegadizos de la ciudad. Sumado a esto debe mencionarse que el crecimiento de la ciudad de Sáenz Peña ha ido transformando el sistema de desagües hasta el punto inclusive de dejarlos obsoletos en algunos sectores.

La concreción de la obra de desagües que se propone en este trabajo de consultoría permitirá equipar a este sector de la ciudad de una estructura de evacuación concreta que aliviará al sector del área de influencia involucrado en el proyecto de las indeseadas inundaciones pluviales, ayudando a su vez a mejorar los estándares de vida de la población que allí se asienta.

Escala Área del Proyecto

El área específica de estudio y proyecto de desagües de la avenida 000, 304 o “Francisco Canteros” esta circunscripta aproximadamente al área limitada por las siguientes calles: al Sur por la avenida Sarmiento (1), al Norte por la calle N. Avellaneda (19), al Este por la avenida España (308) y al Oeste por la calle San Martín (12), Plano N° 11. Esta última calle que materializa la frontera Oeste del área de estudio, es la calle céntrica principal de la ciudad de Sáenz Peña. En ella se asientan la mayoría de los locales comerciales de importancia del centro urbano, la plaza principal, el Hotel Gualok con el complejo de aguas termales, etc. En la intersección de las Calles Moreno (14) y Superiora Palmira (17), se encuentra ubicado el edificio de la Municipalidad de Sáenz Peña y a escasos metros, el Cuerpo de Bomberos.

El grado de desarrollo del sector Oeste del área de estudio que comprende básicamente las Calles San Martín (12) y Manuel Belgrano (10), alcanza su máxima expresión. El equipamiento de infraestructura de este sector es completo, con calles asfaltadas y todos los servicios municipales y de telefonía instalados. El nivel socio-económico de este sector es relativamente alto comparado con el resto de los sectores en la ciudad. Figura 1.

Por otro lado, el sector Este del área de estudio presenta características más de “barrio”, con algunas viviendas de tipo residencial y con alternancia de calles pavimentadas y calles de tierra. Sin embargo, la mayoría de los complejos habitacionales responden a lineamientos arquitectónicos de edificaciones comunes y simples. Existen además en la parte Sudeste del área de estudio, algunas viviendas precarias y también algunos terrenos aún no edificados. Figura 1.

En una de las márgenes de la avenida Francisco Canteros (304) se dispone actualmente de un pequeño canal excavado, cuya traza está ubicada en la vereda Este de la calle, este canal que tiene su comienzo sobre la calle Superiora Palmira (17) comienza como canal revestido en mampostería y solera de tierra, materializa el sistema colector “maestro” actual de toda el área de influencia, según puede apreciarse en el registro fotográfico del Anexo con las fotografías N° 1 a N° 14 iniciando la secuencia con la vista de la avenida hacia el Norte con su primera cuadra pavimentada y luego si el sector de interés del municipio. El canal actual de la avenida tiene dimensiones irregulares a lo largo de su recorrido simulando una gran cuneta excavada en tierra simplemente y con un sinnúmero de alcantarillas transversales al mismo que permiten el acceso de particulares hacia sus viviendas.

El equipamiento referente a la red de agua potable puede ser observado en el Plano N° 19, en donde se aprecia que la totalidad del área de estudio cuenta con acceso directo al líquido elemento, encontrándose el tanque de distribución de la ciudad de 1200m³ de capacidad dentro de la cuenca. En lo que respecta al servicio de recolección de líquidos cloacales, Plano N° 20, se observa que gran parte de la zona de estudio posee vinculación al sistema. En la cuenca está el pozo de bombeo N° 2. Sin embargo, se presenta un pequeño sector al Sudeste del área de análisis en donde no existen tuberías de conexión para el servicio (Calles Sarmiento (1) y 9 de Julio (9), entre avenidas Yrigoyen (2) y España (308)). Es precisamente en este sector donde se evidencia un nivel socio-económico un tanto menor que en el resto del área de influencia del proyecto. Tanto el servicio de agua potable como el de saneamiento de líquidos cloacales es efectuado por la empresa estatal SAMEEP (Servicio de Agua y Mantenimiento Empresa del Estado Provincial).

El tendido de la red eléctrica provisto y gestionado también por una empresa estatal SECHEEP (Servicios Energéticos del Chaco Empresa del Estado Provincial), cubre toda el área de influencia, según puede observarse en el Plano N° 17. Asimismo, la información referente al servicio de red telefónica en el área del proyecto, provisto en la actualidad por la empresa Telecom Argentina SA se puede observar en el Plano N° 18.

La ocupación del suelo en el área de estudio se evaluó a través de información relevada en campo y con ayuda de fotografías aéreas tomadas en el año 1998. En la Figura 4 se ofrece el fotomosaico aerofotográfico correspondiente a la zona de interés de este estudio.



Figura 4: Mosaico aerofotográfico del área de influencia del proyecto en la ciudad de Presidencia Roque Sáenz Peña con identificación de calles y zona de estudio (Fotos año 1998). **Escala = 1:7.500**

En esta la Figura puede notarse un mayor grado de urbanización en el sector izquierdo de la fotografía (hacia el Oeste), tal cual fue comentado en párrafos anteriores. En contrapartida, es notable hacia la derecha de la figura como se identifican algunas áreas aún no totalmente urbanizadas.

De esta manera, se concluye que el equipamiento actual de infraestructura de red vial, agua potable, red cloacal, red eléctrica y red telefónica en el área de influencia del proyecto presenta un grado de desarrollo importante para este sector de la ciudad de Presidencia Roque Sáenz Peña. Sin embargo, la limitante en infraestructura viene determinada por la falta de un sistema de desagües pluviales acorde a los requerimientos presentes que demanda el área y la infraestructura de pavimento, no solo para la población del área de estudio, sino también del conjunto poblacional ya que esta avenida es el principal ingreso a la Estación Terminal de Ómnibus de la ciudad.

Esta limitante estructural condiciona las perspectivas de desarrollo de este importante sector y de la ciudad toda. Asimismo, las implicancias ambientales que se generan en oportunidad de sucederse los acontecimientos de inundaciones urbanas, promueven e intensifican la necesidad de la construcción de obras hidráulicas que permitan atenuar los efectos negativos producto de anegamientos indeseables.

II.2. Delimitación de la cuenca de la Avenida Francisco Canteros.

Los límites físicos de las divisorias de agua correspondientes al área de aporte a los desagües de la avenida Francisco Canteros (304) serán calculados finalmente partiendo de la base que el movimiento del agua se produce en estricta armonía con la topografía, es decir, desde aguas arriba hacia aguas abajo, tal cual indica la ley de la gravedad.

Para ello, se dividió el proceso de delimitación en dos instancias claramente separables: por un lado, se diagrama el flujo del agua en el interior de las manzanas (terrenos privados) sobre la base de las recomendaciones ofrecidas por distintos autores para este tipo de análisis y por otro, se estimó el escurrimiento por calles y cunetas (áreas públicas) con fundamento en la topografía de detalle que se realizó en esta consultoría. En este último punto se realizará una subdivisión de topografía en función de que se trate de calles pavimentadas o calles de tierra.

En el área correspondiente a los terrenos privados ubicados en el área interna a las líneas de edificación, la construcción de los parteaguas se apoyará en la división del escurrimiento en la manzana en cuatro direcciones posibles, es decir hacia cada una de las cuatro calles que la delimitan, demarcándose un área de aporte por manzana de 100m por 100m igual a una superficie de $\frac{1}{4}$ de hectárea por frente. Esta simplificación se basa en la diagramación de los lotes urbanos dentro de las manzanas que casi siempre se distribuyen según se observa en la Figura 5. Aquí puede apreciarse que la mayoría de los predios urbanos poseen un frente de entre 10m y 20m con longitudes que varían y van en aumento a medida que los mismos se ubican en la parte central de la manzana.

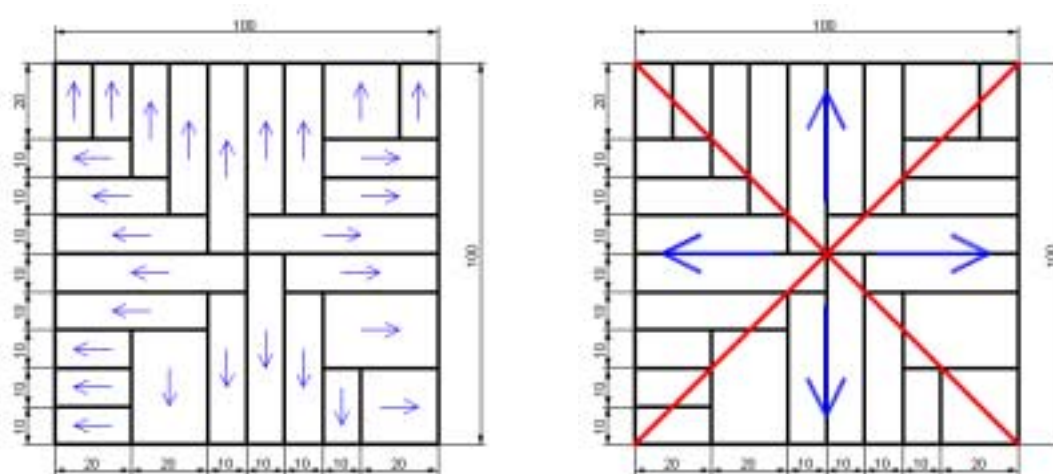


Figura 5: Ejemplificación del escurrimiento del agua en el área interna a las manzanas.

La imagen de la izquierda representa un típico caso de distribución de los lotes por manzana con el sentido del escurrimiento marcado en cada lote. La imagen de la derecha muestra la simplificación realizada para la construcción de los parteaguas en las zonas internas a las líneas de edificación.

Esta recomendación en el delineado de las divisorias de agua en la parte interna a las manzanas facilita con suficiente aproximación la esquematización del flujo del escurrimiento en estas zonas. Con este criterio recomendado por diversos autores, cada manzana dentro de la cuenca en estudio queda dividida en 4 sectores que dependiendo de la topografía de las calles que la circundan, pertenecerán a una y otra subcuenca según el declive general de la calle lo disponga.

El flujo en las calles tiene a su vez dos estrategias de estudio en la conformación de la red de escurrimiento general, según se trate de calles pavimentadas para la situación actual o calles de tierra que en algún futuro tendrán pavimento.

El escurrimiento por calles pavimentadas es de algún modo, bastante sencillo de determinarlo en función de las cotas de las cunetas de pavimento existentes y de la variabilidad en los niveles que existen entre estas cotas, de una esquina a otra. Asimismo se tuvo en cuenta para tal acometida, los badenes actuales. Así, sobre la base de la nivelación topográfica que se realizó para este proyecto, se delinearon los flujos en todas las calles pavimentadas siguiendo la metodología descrita.

La estimación del flujo en calles de tierra requiere sin embargo, un acertado cálculo que conjugue la ubicación altimétrica de los umbrales de las casas existentes con un posible proyecto de pavimento a mediano plazo, asumiendo que una obra de desagües pluviales respete y se encuadre de manera integral a una futura red hidrovial para esta zona urbanizada.

Con esta premisa, se estableció el sentido general del escurrimiento en las calles de tierra respetando por un lado la topografía particular de la zona y por otro, asegurando niveles altimétricos en las cunetas de pavimento futuras que se condigan con el sistema de desagües que aquí se proyecta.

Tal acometida requiere la revisión de la topografía en aquellos umbrales “más bajos” dispuestos en las casas ubicadas en calles actuales de tierra. Sobre la base de las cotas de estos umbrales y asumiendo una pendiente del 2% para las veredas y un cordón-cuneta de pavimento de 0.15m de altura (caso muy común), se estimarán las cotas de las cunetas de pavimento, para que de allí en adelante (hacia aguas abajo), se generen los desniveles recomendados para las calles pavimentadas con lo cual se estimó finalmente, las cotas de las esquinas de interés para el proyecto. Con este criterio hidráulico-vial, se delinearon para todas las esquinas de las calles de tierra, las cotas futuras de pavimento de las esquinas que permiten a su vez, completar el diagramado de la red de escurrimiento para todo el sector.

Teniendo en cuenta lo descripto hasta aquí, más el conocimiento adquirido de la zona, se delimita el área de aporte o cuenca de la Avenida Francisco Canteros (304) entre las calles

Superiora Palmira (17) y Avenida Sarmiento (1), a la delimitada según el Plano N° 11 del anexo correspondiente, es decir entre las calles San Martín (12) al Oeste, Superiora Palmira (17) al Norte, Calle G. García (306) adyacente a las ex - vías del ferrocarril Belgrano – ramal a Tres Isletas – al Este y Avenida Sarmiento (1) al Sur.

II.3. Análisis del Grado de Ocupación y Uso del Suelo Actual

Un adecuado diseño de un desagüe pluvial urbano requiere de una acertada estimación del grado de ocupación y uso del suelo, teniendo en cuenta que el porcentaje de permeabilidad o impermeabilidad de una cuenca determinan indefectiblemente, para la lluvia de diseño adoptada y para la topografía del área de estudio, las dimensiones de los desagües maestros del sector.

La situación que demanda la conformación actual de la cuenca y su grado de cobertura se analizaron desde el punto de vista de la ocupación presente y sobre la base de la interpretación digital de las fotografías aéreas que cubren el área de proyecto, constatadas con relevamientos de campo.

En ese sentido, se partió de la delimitación de las subcuencas conformadas para la cuenca de la avenida Francisco Canteros (304), y sobre esta base, se realizó una categorización del uso del suelo visible en el mosaico aerofotográfico ejecutado para este fin, clasificando los usos actuales en los siguientes 6 tipos posibles:

- Arboleda
- Calle de tierra
- Calle pavimentada
- Suelo con pasto
- Suelo desnudo
- Techos

Cabe aclarar que en la denominación de Techos, se incluye también a las veredas y los patios con mosaicos u otro tipo de revestimiento que lo hace impermeable.

La clasificación de los usos actuales dentro del rango propuesto, permitió asignar en el proyecto de desagües, valores disímiles de permeabilidad/impermeabilidad según se trate de un suelo desnudo, una zona de techos, etc., y de esta manera se pudo analizar, estimar y proyectar los volúmenes de agua a conducir por el desagüe maestro.

Si bien el análisis de la proyección de la población basada en datos censales, permite estimar el avance del crecimiento poblacional, cabe aclarar que para el diseño de un desagüe pluvial se requiere en mayor medida, de una correcta valuación de la impermeabilidad actual y futura de la cuenca, si bien muchas veces la proyección de ambas características se realiza en forma cuasi-paralela, sobre todo en ausencia de la implementación de medidas no estructurales referidas al uso del suelo.

En ese contexto, se analizó y clasificó por separado cada una de las subcuencas involucradas en el área de estudio, para lo cual se extractaron los porcentajes de ocupación de cada uno de los usos propuestos.

II.4. Conclusiones Finales

El diagnóstico de la situación presente en el área de la cuenca de la avenida Francisco Canteros (304), permite apuntar algunas conclusiones finales:

- El equipamiento actual de infraestructura de red vial, agua potable, red cloacal, red eléctrica y red telefónica en el área de influencia del proyecto presenta un grado de desarrollo importante para este sector de la ciudad de Presidencia Roque Sáenz Peña. Sin embargo, la limitante en infraestructura viene determinada por la falta de un sistema de desagües pluviales acorde a los requerimientos presentes que demanda la población no sólo del área de estudio, sino también del conjunto poblacional de la totalidad de la ciudad.
- El sector comprendido por el área de estudio cubre una zona muy importante del casco céntrico de Sáenz Peña, muchas veces con dificultades significativas para el escurrimiento superficial de excesos pluviales ante la falta de conductos de drenaje suficientemente adecuados para tal fin.
- En cuanto al grado de cobertura del suelo, según puede apreciarse en las figuras anteriores, existen dos zonas relativamente diferenciales en lo que hace a la ocupación y uso del suelo: al Oeste del área de estudio (Calles 12 y 10), el mayor grado de ocupación, como así también las actividades netamente comerciales, revisten mayor relevancia mientras que al Este (Calles 302 o 00 y 304 o 000), se presentan zonas más residenciales con mayor grado de espacios verdes e incluso con calles de tierra.
- La delimitación de los bordes de la cuenca ha sido delineada teniendo en cuenta el sentido del escurrimiento por calles producto de la topografía de otros estudios y lo realizado en el presente estudio, disposición de badenes y alcantarillas, asumiendo que cada manzana de 1 hectárea de superficie colabora en partes iguales en el escurrimiento hacia cada uno de los cuatro frentes que la limita.
- El uso actual del suelo se calculó en base a la subdivisión en 6 categorías posibles: 1) Arboleda; 2) Calle de tierra; 3) Calle pavimentada; 4) Suelo con pasto; 5) Suelo desnudo; 6) Zona de techos. La clasificación del uso por porcentajes en estas categorías permitieron en el proyecto, una asignación adecuada de la impermeabilidad de la cuenca y subcuencas en concordancia con los valores de ocupación.

III. ESTUDIOS BÁSICOS.

III.1. Topografía.

Como se comentara en los puntos anteriores, los datos topográficos existentes dejan algunas dudas, sobre todo en la diferencia de cota que se asigna a los planos comparativos que se utilizan. En tal sentido, el municipio establece como diferencia oficial entre el plano comparativo municipal y el IGM un valor de 0.665 metros. De algunos controles realizados sobre los puntos de la red municipal, la diferencia de cotas es distinta a la mencionada, se tomaron las diferencias por ejemplo del Punto MOP municipal en la intersección de la avenida Hipólito Yrigoyen (2) y calle Superiora Palmira (17) y la nivelación realizada para este trabajo de 0.658 metros, en el otro control realizado sobre el punto MOP de calle Superiora Palmira (17) y calle G. García (306 o 0000) de la red municipal la diferencia fue de -0.287. Estos resultados obtenidos han obligado a realizar una nueva nivelación completa del área y tomar como plano comparativo del sistema al del IGM, en principio para unificar las cotas y además permite tener una referencia directa con el sistema externo, que es donde descarga este sistema urbano y donde las cotas que se manejan están referidas todas al plano de IGM.

El trabajo de relevamiento Topográfico, desarrollado con Estación Total Leica TC605, y nivel automático Sokkisa C30X y Wild Heerburgg sirvió, para disponer de las cotas necesarias en los tres sectores de la cuenca con características claramente diferentes y que requiere de información particular para cada uno de los sectores identificados. Plano N° 3.

En primer lugar se identifica la parte superior de la cuenca, donde las calles se encuentran totalmente pavimentadas, éste queda comprendido entre avenida Sarmiento (1), calle San Martín (12), calle N. Avellaneda (19) y avenida Hipólito Yrigoyen (2). Existe un segundo sector de nivelación urbana donde las calles son aún de tierra, entre la que se encuentra la avenida objeto de este estudio denominada Francisco Canteros (304 o 000), y cuyo ámbito queda delimitado por la avenida Sarmiento (1), avenida Hipólito Yrigoyen (2), N. Avellaneda (19) y G. García (306). El tercer sector de nivelación lo compone el canal de descarga que traslada los excesos hasta el canal denominado SADE ubicado aproximadamente unos 3100 metros aguas abajo de donde descarga la avenida Canteros.

Es por ello que se podrían distinguir en este trabajo, tres tipos de topografía a desarrollar, calles con pavimento, calles de tierra y canal de descarga. Plano N° 3.

Las calles pavimentadas se relevaron, colocando puntos fijos en las esquinas, para lo que se consideró como tales a los cordones cunetas del lado Norte de cada una de las esquinas y realizando nivelaciones de ida y vuelta de tal manera de cerrar las mismas.

El segundo sector de relevamiento topográfico lo constituyen las calles de tierra, donde es necesario conocer inclusive las cotas umbrales, para tal fin se construyó una malla de Puntos Fijos, el criterio empleado fue el de generar una Poligonal General que rodeara el área delimitada y luego

realizar Poligonales de Cierre que permitieran controlar la General y establecer un mayor número de Puntos Fijos en la cuenca para el mejor control de la nivelación.

En total se colocaron así 21 Puntos Fijos en la Poligonal General, con un recorrido de 3500 metros para encerrar el área, la denominación que se utilizó puede verse en el Plano N° 4 “*Red General de Nivelación y Puntos Fijos*”, como “F1” para el punto 1 de la Poligonal General, en este caso ubicado en la intersección de la avenida (2) “Hipólito Yrigoyen” y avenida (1) “Sarmiento” las mediciones realizada sobre esta malla de puntos fijos arrojó una diferencia en más, de 14 milímetros, esta diferencia entre la nivelación de ida y vuelta es compatible con la tolerancia admitida y los valores finales no fueron corregidos. Las Poligonales de Cierre se trazaron a razón de una por calle en el sentido longitudinal de la cuenca, comenzando por la calle Puerto Rico (303) y hasta la calle Estados Unidos (315), iniciando en un punto de la Poligonal General y culminando en el otro extremo sobre otro punto de cota conocida, de esta forma se lograron nuevos puntos intermedios, identificados como “F” con una numeración correlativa.

Las mayas de nivelación realizadas para este estudio fueron referenciadas al Punto Fijo Nodal 197 del Instituto Geográfico Militar IGM de cota 91.502, que se encuentra en el centro de la Plaza central de la ciudad, con nivelación de ida y vuelta.

Se presenta en el anexo Planillas, las libretas de nivelación correspondientes al trabajo realizado y en la planilla de la hoja siguiente, un resumen de las cotas de los Puntos Fijos de la Poligonal General de la nivelación en el ámbito urbano:

Punto de Poligonal General (F)	Cota IGM	Punto de Poligonal General (PG)	Cota IGM
1	89.862	28	89.444
2	89.590	42	90.099
3	89.677	41	89.733
4	89.532	40	90.776
5	89.694	39	90.127
6	89.429	38	89.819
7	89.499	37	89.489
8	89.288	36	89.729
9	89.586	19	89.756
10	89.507	18	89.884
27	89.851		

Tabla 4: Cotas de Puntos fijos de la Poligonal General. (IGM)

Apoyados en estos puntos se amplió el recorrido de nivelación, totalizando 3050 metros, con 21 Puntos Fijos intermedios o Poligonal de Cierre, los que fueron colocados de forma tal de que éstos sean intervisibles entre sí y en lugares que permitiesen asegurar su durabilidad. Se balizaron en campo con pintura blanca y roja, mientras que para el futuro los mismos están referenciados a un sistema de coordenadas X e Y con el cual se los podrá encontrar en forma fácil. Del mismo modo se procedió a la colocación de los Puntos Fijos FG del canal de descarga hasta el canal SADE, punto

de contacto con el sistema externo. De esta forma se colocaron 17 puntos fijos a lo largo de los aproximadamente 3000 metros, incluyendo un punto especial en la alcantarilla de la ruta nacional N° 95 donde cruza el canal actual.

Punto de Poligonal de Cierre (F)	Cota IGM	Punto de Poligonal de Cierre (F)	Cota IGM
11	89.517	FG 1	90.192
12	89.690	FG 2	89.955
13	89.713	FG 3	90.159
14	90.004	FG 4	89.811
15	89.934	FG 5	89.623
16	89.570	FG 6	89.967
17	89.377	FG 7	89.890
26	89.407	FG 8	90.251
25	89.486	FG 9	89.656
24	89.663	FG 10	89.121
23	89.827	FG 11	89.226
22	89.698	FG 100	88.588
21	89.518	FG 12	88.639
34	89.377	FG 13	88.445
33	89.103	FG 14	88.454
32	89.760	FG 15	88.386
31	89.719	FG 16	88.655
30	89.345		
29	89.619		

Tabla 5: Cotas de los Puntos Fijos de la Poligonal de Cierre. (IGM)

Tomando como arranque la red de Poligonal General como la de Cierre, el relevamiento consistió en tomar cotas de los puntos característicos en el pavimento existente, es decir en los cordones cuneta de las calles y sus correspondientes ejes de calle, identificando la dirección de los badenes en cada bocacalle, en la Figura 6 se ilustra en una bocacalle cuales son los puntos relevados.

Para las calles de tierra el relevamiento se realizó con tres perfiles por cuadra e indicando las cotas de los umbrales disponibles y más bajos. Plano N° 5 “Relevamientos Topográficos”.

El tercer ámbito de topografía lo constituyó la traza del canal de descarga de la avenida Francisco Canteros (304), que se ubica al sur de las vías del FFCC Belgrano en forma paralela a éstas y a la calle Brigadier Gral. Juan Manuel de Rosas (201), este canal tiene una longitud de 2089 metros hasta llegar a la ruta nacional N° 95 y 2991 hasta su descarga en el SADE. La nivelación consistió en la colocación de puntos fijos en la traza de emplazamiento del canal que descargará los excedentes de la cuenca y los conduce hasta el Canal SADE, 1000 metros al Este de la ruta nacional N° 95 aquí se trazaron perfiles transversales al eje de vía entre líneas municipales, con una equidistancia aproximadas a los 200 metros. Planillas N° 16 a N° 20 del anexo correspondiente.

Pág. 28

excesos de la cuenca, sabiendo que este se produce por los dos canales cuya traza se ilustra en el Plano N° 10 donde se observa la “Red de Desagües Pluviales Existentes” del sistema. Este trabajo a diferencia del sector anterior fue realizado con nivel automático y cinta de agrimensor, dado que los intervalos de lecturas son mayores que en el ámbito urbano.

Además de realizar los perfiles transversales en el trabajo se identificaron los cruces sobre el canal, que principalmente son alcantarillas de cruces de calle, de las mismas se identificaron sus cotas y dimensiones, así como el número de luces y su estado.

Para el sector en donde estos canales cruzan a la ruta nacional N° 95 y apoyándose en el Punto Fijo 100 de cota 88.855 se realizó un relevamiento de detalle con la estación total pudiendo identificar unos 400 puntos que permiten interpretar y describir con claridad este cruce.

En el Anexo Gráficos se pueden observar graficados los 16 perfiles trazados en coincidencia con cada uno de los Puntos Fijos “FG”, en el ancho que se considero adecuado para el trabajo.

En el Anexo Fotografías se muestran algunas fotografías correspondientes al trabajo topográfico así como del ámbito en el cual se desarrollo el mismo. Fotos N° 1 a N° 6.

La información topográfica generada en este estudio y complementada con otros relevamientos desarrollados en cuencas aledañas han permitido realizar el trazado de un plano de curvas de nivel que dan una idea de la dirección del escurrimiento dentro del área de estudio, en el anexo correspondiente se puede observar el Plano N° 7 “Curvas de Nivel de la Cuenca de la Avenida Francisco Canteros” y en el Plano N° 8 donde se observa la Carta Topográfica IGM Presidencia Roque Sáenz Peña de escala 1:50000 con las curvas de nivel del área de descarga, identificada como 2760-15-1.

III.2. Hidrología.

Como se sugirió en los puntos anteriores la determinación de los caudales de aporte de la cuenca y por subcuencas, deben realizarse a partir de métodos indirectos que permitan transformar la precipitación en excesos generados por éstas. Esta forma se hace necesaria a partir de la inexistencia de información de caudales en el área de proyecto. Por este motivo, se propone el empleo de un modelo matemático muy utilizado en Argentina, que permita transformar las lluvias en caudales, y para ello se necesitará utilizar las curvas de Intensidad Duración y Frecuencia de este lugar.

Las curvas de Intensidad Duración y Frecuencia que se proponen, serán función del tiempo de recurrencia que se adopte para el desarrollo de los desagües y del tiempo de concentración que tengan las cuencas del área.

Existen para la ciudad de Sáenz Peña las curvas de Intensidad Duración y Frecuencia generadas para proyectos anteriores que fueron aprobadas y homologadas por la Administración

Provincial del Agua. Estas curvas fueron calculadas en otros proyectos, a partir de información pluviográfica suministrada por la Estación Experimental del INTA en Sáenz Peña.

La forma de la ecuación que determina la intensidad de precipitación es la que se muestra a continuación:

$$i = \frac{A}{(Td + B)^C}$$

Siendo: A, B y C = parámetros de ajuste adimensionales
 i = intensidad de precipitación en mm/hs
 Td = tiempo de duración en minutos

Esta expresión matemática relaciona la Duración del evento Td con la Intensidad de Precipitación I_p a través de 3 parámetros de ajuste adimensionales A, B y C que adquieren distintos valores según el Tiempo de Recurrencia T_R o la Frecuencia F asociada.

El ajuste realizado se centró en la valoración de aquellos parámetros A, B y C que minimizan la sumatoria de los errores absolutos que se cometen al ajustar los pares de valores obtenidos mediante el estudio estadístico (Intensidad de Precipitación – Duración), con los calculados a través de la fórmula matemática.

Los parámetros A, B y C que mejor han ajustado para las relaciones Intensidad de Precipitación – Duración – Frecuencia sobre las series de datos de pluviografía proporcionados por la estación Experimental del INTA, se presentan en la tabla siguiente:

Tiempo de retorno	Parámetros obtenidos		
	A	B	C
2 años	4164	35.9	0.990
5 años	2844	29.4	0.868
10 años	2585	29.0	0.820
25 años	2084	24.5	0.762
50 años	2766	30.6	0.796

Tabla 6: Parámetros A, B y C de la Curva de Intensidad, Duración y Frecuencia según el Tiempo de recurrencia, para ciudad de Presidencia Roque Sáenz Peña

Con la obtención de los coeficientes A, B y C , ha sido posible además construir en forma conjunta y en un par de ejes cartesianos, la gráfica de cada una de las relaciones entre la intensidad, la duración y la frecuencia. En el mismo gráfico se han dispuesto los pares de valores intensidad – duración para cada una de las frecuencias analizadas de manera de facilitar la visualización en la bondad del ajuste de las curvas obtenidas con los valores datos.

Se optó por la utilización de un gráfico en escala decimal, tanto para el eje de las abscisas (duración), como para el de las ordenadas (intensidad de precipitación).

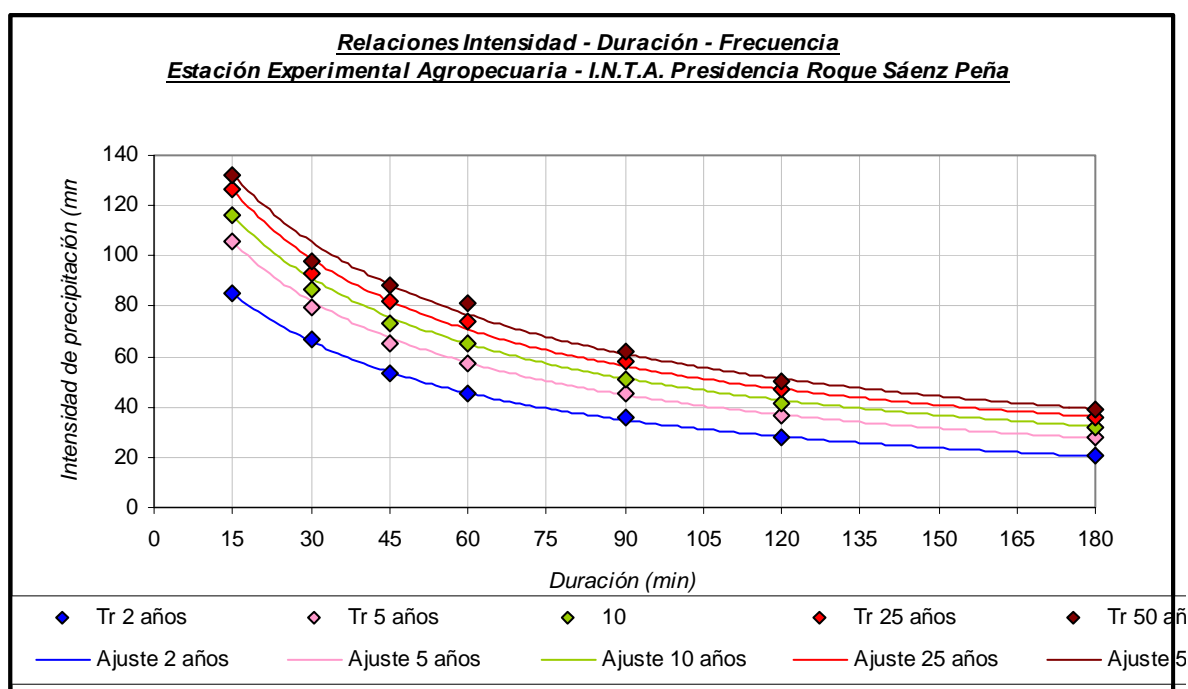


Figura 7: Curvas de Intensidad, Duración y Frecuencia para Presidencia Roque Sáenz Peña, según TR.

Consideraciones Finales

Es necesario aclarar que la calibración de las relaciones I D F para los datos de la Estación Experimental del INTA Sáenz Peña, tiene algunas falencias que no afectan el uso de las mismas. Estas son fundamentalmente la falta de registros pluviográficos de algunas precipitaciones significativas que tuvieron lugar durante los años 1985, 1986, 1987 y 1988. El origen del problema se centra en la falta de mantenimiento que tuvo el instrumental usado para la medición (pluviógrafo de sifón) durante ese período de tiempo. Esta información surge de observaciones realizadas por el mismo personal que hoy atiende la estación. En los últimos cinco años se registran estos datos en dos pluviógrafos y en el mes de diciembre de 2004 se incorporó un nuevo instrumento de medición, se trata de una Estación Agrometeorológica Automática que registra un importante número de variables climáticas entre los que se encuentra la pluviografía, esta es registrada en forma digital a intervalos programables de entre 1 minuto a 60 minutos, el tipo de censor es el denominado a cangilones con una precisión de 0.2mm.

Como observación a los datos trabajados se puede decir que de los cuatro años con falta de registros, el de mayor actividad pluvial fue el año 1986 registrándose en esa oportunidad, valores de precipitaciones totales en la zona muy superiores a los normales.

Sin embargo, estudios realizados en estaciones meteorológicas similares demuestran que si bien los valores de precipitación total se han incrementado en los últimos años, no ha ocurrido lo

mismo con la variable intensidad de precipitación cuyos valores máximos no han sufrido modificaciones significativas.

La extensión de las series utilizadas – 25 años – permite afirmar que los resultados obtenidos al aplicar las relaciones propuestas serán confiables hasta un tiempo de recurrencia de 25 años. Para recurrencias mayores deberán revisarse en que casos serán utilizados, dado que las curvas tienen un “Ajuste Analítico” relativamente bajo para estas recurrencias dependiendo fundamentalmente de la duración que se analiza.

Los registros que conforman la serie base cubren hasta el año 2003 inclusive, aclarando que no se incorporó el 2004 y 2005, por la falta de las copias de 18 tormentas de esos años.

En la imagen siguiente se ilustra con fotografías una vista general de la Estación Experimental de INTA en Sáenz Peña y en particular los dos pluviógrafos a sifón que hoy están en funcionamiento.



Figura 8: Vista general de la estación ubicada a 5 kilómetros del centro de la ciudad y de los Pluviógrafos en funcionamiento.

III.3. Estudios Geotécnicos.

Objetivo

El objetivo del presente estudio consiste en estudiar el perfil estratigráfico y recomendar tensiones admisibles para el diseño de las estructuras que forman parte de los desagües pluviales en proyecto.

Como se explicara en puntos anteriores el sector en estudio está delimitado por las calles 12, 17, 304 y 1. En forma general, las estructuras que pueden proyectarse para el saneamiento de la cuenca fundamentalmente estarán constituidas por conductos enterrados que podrán ser de un material muy utilizado para este tipo de obras como es el hormigón armado, u otro material si así se considera en etapas posteriores del estudio.

Metodología de Estudio Empleada

La determinación de las propiedades geotécnicas del subsuelo se realizó a partir de la interpretación de los resultados de ensayos de campo y laboratorio.

En campo se ejecutaron 3 (tres) sondeos de profundidades variables entre los 6.00 y 7.00 metros para la zona de colocación de los posibles conductos como lo es la traza de la avenida Canteros (304) y cuatro (4) sondeos con Barreno hasta los 2.00 metros de profundidad. Los sondeos más profundos, consistieron en ensayos de penetración estándar (SPT), para el que se utilizó un sacamuestras tipo Moretto, mientras que los superficiales permitieron conocer el perfil estratigráfico del suelo hasta los 2.00 metros. Los ensayos de SPT permitieron obtener perfiles de resistencia y parámetros de proyecto para diseñar la fundación de la estructura a proponer.

Complementariamente se observó el nivel freático, en cada uno de los lugares en que se realizaron los ensayos.

En laboratorio se realizaron las determinaciones de humedad natural, límite líquido, límite plástico y el porcentaje retenido sobre el tamiz N° 200 de cada una de las muestras extraídas en el ensayo de SPT. Sobre las muestras que se consideraron adecuadas, se realizó un ensayo triaxial del tipo no drenado con escalonamiento de tensiones de confinamiento.

Concluyendo finalmente en gabinete con el análisis e interpretación de los datos y resultados obtenidos en campaña y laboratorio, y realizar así este informe técnico.

Para el desarrollo de esta metodología de trabajo se realizaron los siguientes ensayos y estudios:

En campo:

- Tres (3) sondeos de SPT de 6.00 metros de profundidad.
- Cuatro (4) sondeos con Barreno de 2.00 metros de profundidad.
- Observación del nivel freático.

En laboratorio:

- Humedad natural.
- Determinación de los límites de Atterberg.
- Lavado sobre tamiz N° 200.
- Clasificación de las muestras según el S.U.C.S.
- Ensayos Triaxiales

En gabinete:

- Análisis e interpretación de los resultados.
- Redacción del informe técnico.

Descripción de los Ensayos y Estudios Realizados

Ensayos y estudios de campo:

Ensayo de penetración estándar – SPT (Stándard Penetration Test)

Para evaluar las propiedades de resistencia del subsuelo, se realizaron tres ensayos de penetración estándar (SPT), estos permitieron obtener las medidas de NSPT desde los 2.00 metros del terreno natural por cada metro de profundidad, extrayendo muestras de suelo para ser ensayadas en laboratorio. Los resultados de estos ensayos se presentan en las Planillas N° 1 a 12, pudiendo verse la localización de los mismos en campo en el Plano N° 9 “Localización de Sondeos de Suelos”.

Para lograr el avance de la perforación se utilizó un barreno manual hasta alcanzar cada profundidad de interés.

Determinación del Número de Golpes - NSPT

A partir de los 2.00 metros de profundidad se comenzó con la determinación de número de golpes del ensayo de penetración estándar (SPT) utilizándose el sacamuestras de Moretto, continuándose la misma a cada metro de profundidad. La perforación se detuvo al llegar a la profundidad de 6.00 metros según los casos. Todo el trabajo se realizó en forma general de acuerdo a la norma ASTM D-1586.

Extracción de Muestras

De cada profundidad de interés se extrajeron muestras semi-inalteradas para ser ensayadas en laboratorio. Las mismas correspondieron a muestras recogidas del interior de tubos de PVC colocados en el interior del sacamuestras tipo Moretto. Luego de su extracción, las muestras fueron convenientemente identificadas, selladas y transportadas para de esta forma minimizar la pérdida de humedad de las mismas.

Observación del Nivel Freático

La observación del nivel freático se realizó en dos momentos, el primero durante el proceso de ensayo in situ, y luego permitiendo la estabilización del agua y aproximadamente 24 horas después de realizado el trabajo.

Ensayos y Estudios de Laboratorio

Humedad Natural, Límites de Atterberg y Granulometría.

Mediante la ejecución de ensayos normalizados de laboratorio se determinó, sobre cada muestra recolectada en campo, la humedad natural, el límite líquido, el límite plástico y el tamaño de las partículas. Los resultados de estos ensayos se encuentran detallados en las Planillas N° 1 a 3.

Clasificación de las muestras según el S.U.C.S.

Con los resultados obtenidos anteriormente, se clasificaron las muestras de suelo mediante el S.U.C.S. (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos). La clasificación de suelos también se encuentra detallada en las Planillas N° 1 a 3.

Ensayos Triaxiales

Las muestras de suelo que se consideraron adecuadas, fueron sometidas a ensayos triaxiales no consolidado no drenado con escalonamiento de tensiones de confinamiento sobre una misma probeta. En las Planillas N° 4 a 12 se presentan los resultados obtenidos en los ensayos triaxiales. Los parámetros resistentes (c_u y ϕ) se encuentran indicados en las Planillas N° 1 a 3.

Conclusiones y Recomendaciones

Estratigrafía

La estratigrafía del lugar se caracteriza por la presencia predominantemente de suelos arcillosos con algunas intercalaciones de limos arcillosos.

Nivel Freático

En el momento en que se ejecutaron los ensayos el nivel freático se encontraba a 1.00 metro de profundidad en la mayoría de los pozos, siempre medidos con respecto al nivel de terreno natural.

Recomendaciones

Como solución para el diseño de las fundaciones de las obras a proyectar los estudios geotécnicos sugieren que si la solución a adoptar son Conductos como en definitiva fue adoptado, el tipo de fundación que se recomienda proyectar y dimensionar es una fundación directa a través de zapatas rígidas de hormigón armado.

La Tensión Admisible que debe tomarse para el suelo y el correspondiente dimensionamiento de la fundación de los conductos es de $0,60 \text{ kg/cm}^2$. Este valor vale para la traza del conducto en la avenida Canteros (304).

Se puede recomendar aquí, como reglas constructivas generales considerando que el nivel freático se encuentra aproximadamente al metro de profundidad, que se deprima la napa freática para alcanzar las cotas de fundaciones requeridas por el proyecto.



Figura 9: Equipo de Suelos trabajando en la extracción de muestras, en orden sobre el cruce ferroviario y sobre avenida Canteros posible futura traza de los conductos.

III.4. Redes pluviales existentes.

La red de desagües pluviales existentes de la cuenca se compone de la manera que se describe a continuación y sus trazas quedan reflejadas en el Plano N° 10 y los detalles se ilustran en el Anexo Fotografía. El área de aporte tiene como límite superior a la calle principal de la ciudad, llamada San Martín (12), entre la avenida Sarmiento (1) y calle Superiora Palmira (17), aguas abajo la cuenca se encuentra pavimentada hasta la avenida Hipólito Yrigoyen (2), es decir unas 5 cuadras o 600 metros, en este sector el sistema de desagües lo componen los cordones cunetas de las respectivas calles que trasladan el excedente, en este caso todas las calles impares que son las que poseen la pendiente principal, es decir desde la avenida Sarmiento (1) y sus paralelas hasta la calle Narciso Laprida (15), entre estas, las calles Cornelio Saavedra (3), Carlos Pellegrini (7), 25 de Mayo (11) y Narciso Laprida (15) son las que colectan el mayor caudal generado por esta superficie.

Al llegar a la avenida Hipólito Yrigoyen (2) las calles de pavimento descargan sus excedentes en cunetas laterales a las calles de tierra, éstas con mayor o menor dificultad le dan continuidad al escurrimiento hasta llegar al canal que actualmente se desarrolla sobre la avenida Francisco Canteros (304). En este recorrido, de aproximadamente 360 metros, las cunetas poseen alcantarillas de variados tipos y dimensiones, que en su mayoría dificultan el escurrimiento del

volumen de exceso, generando fundamentalmente en las puntas de pavimento de las esquinas de las calles mencionadas en el párrafo anterior estados temporales de inundación que afectan el desarrollo de la vida urbana. En el anexo Fotografías con los N° 7 al N° 12 se puede observar el momento de inundación que provoca una precipitación de apenas 17.5mm ocurrida el día 22 de marzo entre las 16:30 y 16.45 horas.

Además, las cunetas de las calles de tierra encuentra grandes dificultades en llegar al canal de la avenida Francisco Canteros ya que las alcantarillas ubicadas en la traza de la avenida tienen un largo de aproximadamente de 16 metros y diámetros de los tubos de 0.80 metros, es decir que son dimensiones que dificultan sobre manera la limpieza y de hecho esta no se realizó mucho tiempo. De hecho a partir de esta observación realizada al personal de Obras y Servicios Públicos del municipio, el señor Lasalvia toma la iniciativa de levantar los tubos centrales, para facilitar su limpieza y colocar provisoriamente en su lugar, hasta la conclusión del presente estudio y el comienzo de las obras definitivas, una tapa central que permita el acceso a limpieza de dichas alcantarillas en el futuro inmediato.

En el Anexo Fotografía con los N° 13 a N° 15, puede observarse las secuencias de trabajo mencionadas en el párrafo anterior respecto de la colocación de ingresos intermedios a las alcantarillas sobre la avenida Francisco Canteros (304).

El canal actual de la avenida Canteros (304) se inicia en la calle Superiora Palmira (17) y toma dirección Sur, fotos N° 16 y N° 17 del Anexo Fotografías, en este punto también se inicia el canal de calle 17 como se lo conoce (foto N° 18), que recorre esta calle hacia el Este, hasta descargar finalmente en el canal SADE, 1000 metros luego de pasar la ruta nacional N° 95, tomando los excedentes del Barrio Juan Domingo Perón o 713 viviendas.

En las fotos mencionadas puede apreciarse los trabajos realizados recientemente por el municipio para revestir el canal de la calle 17 y realizar un pequeño sector del canal de la avenida Francisco Canteros (304).

A partir de su inicio en la esquina de calle 17 y avenida Canteros, el canal de esta última calle, tiene su traza sobre la vereda Este. Hasta llegar a calle J. F. Kennedy (309) el canal tiene solo dos alcantarillas, correspondientes a una entrada vehicular y una boca calle.

Las cunetas con aportes más importantes en el primer tramo de canal, es decir hasta la calle J. F. Kennedy (309) lo constituyen las cunetas de las calles V. Garcete (315) y la continuación de 25 de Mayo (311), esta última calle tiene un canal rectangular revestido en mampostería que se inicia en la avenida Hipólito Yrigoyen (2) y su traza está sobre la vereda del Sur, puede observarse el inicio de este canal en la fotografías N° 19 del anexo, el canal es revestido en las dos primeras cuadras, donde existen calles con pavimento y aproximadamente 140 metros antes de llegar a la avenida Canteros este canal se transforma en cuneta excavada en suelo, su existencia surge a partir de producirse la pendiente hacia la avenida de las dos calles con pavimento de la calle continuación de 25 de Mayo (311), es decir entre avenida Yrigoyen y calle Moreno Villa (302).

El canal actual de la avenida Canteros atraviesa el ingreso principal que la ciudad tiene desde la ruta nacional N° 95 o ingreso Este, que lo constituye la calle J. F. Kennedy (309) con una alcantarilla ilustrada en la foto N° 20 (desde aguas arriba) y N° 21 (desde aguas abajo), siendo esta obra de arte la de mayor importancia hasta llegar a la ruta nacional N° 95.

Desde la calle J. F. Kennedy (309) hacia agua abajo, comienza a densificarse las casas del lado de canal, con lo cual se incrementan los cruces peatonales y vehiculares, que en su gran mayoría son de una construcción precaria como se ilustra en las fotos N° 22 a la N° 25 del Anexo Fotografías, al llegar a la avenida Sarmiento (1) calle lateral a las vías de dirección Este – Oeste, el canal dispone de una alcantarilla de mampostería de dos luces de 1.00 metros de ancho por 1.00 metros de alto con una cota de solera de 88.42 IGM que permite el paso vehicular a través de su tablero es de madera dura (durmiendo de Quebracho) fotos N° 26 y N° 27, el canal continua en zona de vías atravesando éstas y permitiendo que los excesos vayan hacia el Sur, con una irregular y reducida forma en la excavación y una alcantarilla insuficiente y precaria en muy mal estado que permite el cruce del canal por debajo de las vías en uso que dispone el Belgrano Cargas en este tramo, fotos N° 28 y N° 29, como se observa en las ilustraciones, existen un sin numero de pares de rieles, estos constituían una playa de maniobras hoy abandonada y sin uso en esta zona del predio destinado a la estación ya que el ramal con destino a Tres Isletas desde la década del 80 que no funciona. Continuando con el canal, este discurre entre el terreno del ferrocarril (lado Sur) y la avenida Juan Manuel de Rosas (201) hasta llegar a la ruta nacional N° 95 fotos N° 30 y N° 31, de allí en adelante el canal entra en zona rural hasta la alcantarilla que permite que el exceso vuelva nuevamente hacia el Norte permitiendo su ingreso al canal de saneamiento rural denominado SADE, foto N° 32 y N° 33.

Lo comentado hasta aquí, constituye la principal salida del agua de la cuenca, en ocasión de algunos estados de inundación ocurridos en los últimos años se procedió a incrementar la capacidad de evacuación de este canal, para ello se utilizó una traza paralela en el tramo de las vías, ubicado en este caso del lado Norte de las mismas, a este canal podría considerárselo como canal aliviador. En la intersección de la avenida Francisco Canteros (304) con la calle Itatí (305) y por la cuneta del lado Norte de esta última calle, se mejoró la cuneta a cielo abierto aprovechando la inexistencia de ingresos a propiedades y agregando un tubo de 0.80 metros de diámetro en la alcantarilla de cruce que dispone esta cuneta en la calle G. García (306), de esta forma se dirigió el exceso hacia las vías abandonadas del ferrocarril dirección Norte Sur y que comunicaba con la localidad de Tres Isletas, fotos N° 34 y N° 35, las fotos N° 36 a la N° 38 muestran el canal de descarga aliviador de la cuenca de la avenida Francisco Canteros, este canal como se observa en la foto, no tiene una correcta adecuación de la solera por lo que acumula agua en algunos tramos, dificultando de esta forma que los excedentes salgan fácilmente, aprovechando la cota de la alcantarilla de la ruta nacional N° 95.

La ruta nacional N° 95, dispone de dos alcantarillas que permiten el paso de los excesos de esta y otras cuencas que se cargan en su traza, cada una de ellas está ubicada a los laterales de las vías permitiendo que los excesos lleguen finalmente al canal rural SADE.

Es de destacar que el principal canal dispone de una alcantarilla de una luz de 2.00 metros de ancho por 1.60 metros de altura y el canal aliviador una alcantarilla de 2 luces de 2.00 metros de ancho por 1.60 metros de altura, lo más importante aún son las cotas de fondo de las alcantarillas que son de 87.009 para la del canal aliviador y 87.550 para la del canal principal. Como conclusión al respecto, puede decirse que el canal principal tiene la alcantarilla más pequeña y su cota de solera es 0.50 metros más alta que la del canal aliviador, es decir que las condiciones de evacuación a la altura de esta ruta nacional son mejores en el canal aliviador, lo que no ocurre cuando se inicia el canal aliviador que tiene grandes dificultades para recibir el agua del canal de la avenida Francisco Canteros (304) en su intersección con la calle Iratí (305).

El canal aliviador aguas abajo de la ruta nacional N° 95 descarga sin interrupciones en el canal rural denominado SADE ya que la dirección de sus ejes se encuentra en una misma recta.

Hasta aquí se ha podido identificar y describir los principales componentes del sistema de desagüe de la cuenca bajo estudio, también es necesario destacar que en el Anexo Gráficos se encuentra disponible los perfiles transversales de los canales principales y aliviador del sistema en toda su extensión desde la avenida Francisco Canteros (304) hasta la descarga en el canal rural denominado SADE, totalizando 16 perfiles para el canal de descarga (Gráficos N° 1 a N° 16) y otros 15 perfiles para el canal de la avenida Francisco Canteros (Gráficos N° 17 a N° 31), estos permiten caracterizar y evaluar las capacidades de escurrimiento que los mismos tiene al día de hoy, en la Figura 9 y 10 de las páginas siguiente se ilustran los perfiles longitudinales de los canales de descarga, principal y aliviador donde se destacan las cotas de alcantarillas actuales, y el del canal que actualmente se encuentra en la avenida Canteros.

Como puede observarse en la ilustración de la Figura 9, y tomando como progresiva cero al que ubica en la descarga de los canales sobre el canal rural SADE, se observa que las soleras de estos canales de descarga tienen pendientes aleatorias según el tramo y como es claro de observar estas cotas, el rendimiento hidráulico es muy bajo teniendo en cuenta que existen secciones como la de progresiva 1277, en la que ambos canales, principal y aliviador la solera se eleva bruscamente, condicionando la evacuación de los excedentes producidos en la cuenca, fundamentalmente, en el aliviador, en la mencionada progresiva la cota de solera alcanza valores idénticos a las de inicio en avenida Francisco Canteros (304) y calle Iratí (305), con lo cual solo después de sobrepasar esa cota el canal permitirá el escurrimiento. En el caso del canal principal la situación no es tan grave, pero de igual manera la falta de uniformidad en las pendientes de la solera condiciona en parte el rendimiento del canal.

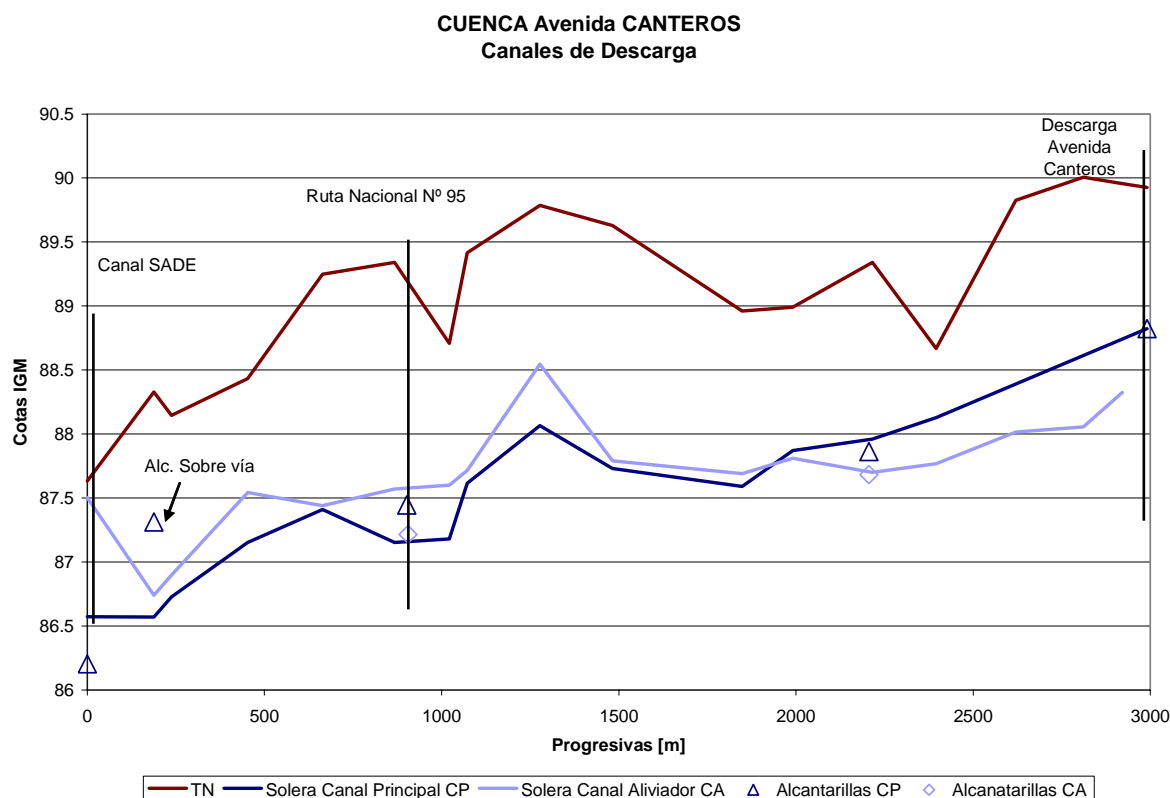


Figura 10: Perfil Longitudinal de los canales de descarga de la cuenca de la avenida Francisco Canteros (304).

Aguas arriba de la progresiva 3000 de los canales de descarga se inicia el canal ubicado en la propia avenida Canteros, este canal como se mencionara en los párrafos anteriores tiene su traza por la vereda Este de la avenida, tiene una longitud de aproximadamente 1000 metros y en la Figura 10 se observa las cotas de su solera, las cotas del eje actual de calle, umbrales y cotas del alcantarillado actual.

Las cotas de solera del canal denotan una pendiente muy pequeña desde las vías o progresiva 0 hasta la progresiva 850 de este canal (aproximadamente calle Estados Unidos 315), para luego elevarse desde este punto hasta la calle Acceso al Barrio J. B. Alberdi (317) que es la continuación de la calle Superiora Palmira (17), motivo por el cual en forma permanente el canal se encuentra con agua. En términos hidráulicos, el agua solo tiene la posibilidad de salir por los canales descriptos y no por el canal de la calle 17 como se conoce al que tiene su traza por la calle Acceso al Barrio J. B. Alberdi (317) hasta el canal SADE un kilómetro al este de la ruta nacional N° 95.

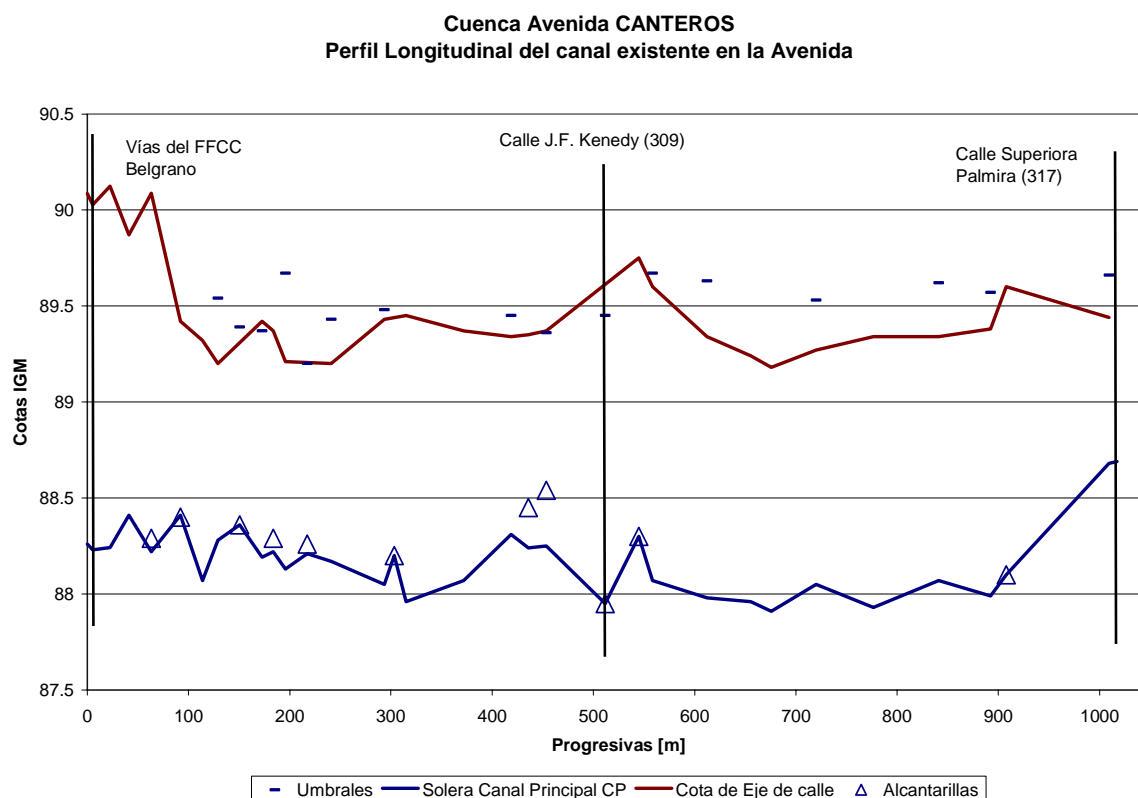


Figura 11: Perfil Longitudinal del canal de la avenida Francisco Canteros (304), desde las vías del FFCC hasta la calle Superiora Palmira (317) o Acceso al Barrio J. B. Alberdi.

La sección de los canales que permite evaluar la capacidad de salida que dispone la cuenca al día de hoy, es la que se ubica en la progresiva 3000 de los canales de descarga y cero si se considera al canal de la avenida Canteros, esta sección como se observa en los perfiles longitudinales, está ubicada en la salida de la totalidad de la cuenca de la avenida, posee la cota de fondo más alta y la sección transversal más pequeña por lo que se convierte en la sección condicionante. Para poder evaluar la capacidad de transporte de esta sección se considerará una pendiente de pelo de agua de 0.00018 m/m, es decir 18 centímetros por kilómetro, esta pendiente surge de las evaluaciones de los datos recogidos en campo a través de las marcas de máxima permanencia, en consecuencia la capacidad de transporte de este canal en la sección crítica es la que se observa en el cuadro siguiente:

Canal	Dimensiones [m]		Manning	Caudal [m3/seg.]
	Ancho	Altura		
Calle 304	3.00	1.62	0.025	1.38
Canal Principal Progresiva 1277	20.00	1.02		2.58
Canal Aliviador Progresiva 1277	3.90	1.07		2.09

Tabla 7: Evaluación de la capacidad de conducción de los canales de la cuenca de la avenida Canteros.

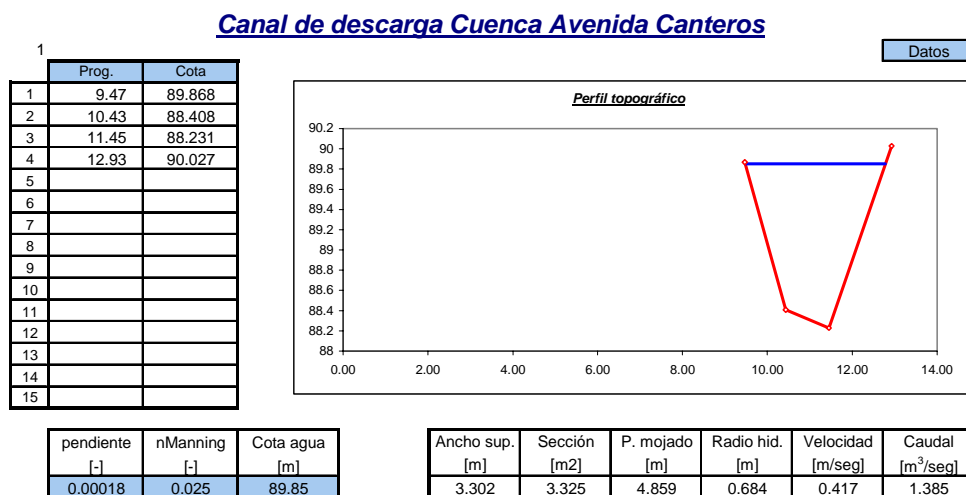


Figura 12: Perfil Transversal canal de Descarga en avenida Canteros y evaluación de su capacidad de transporte.

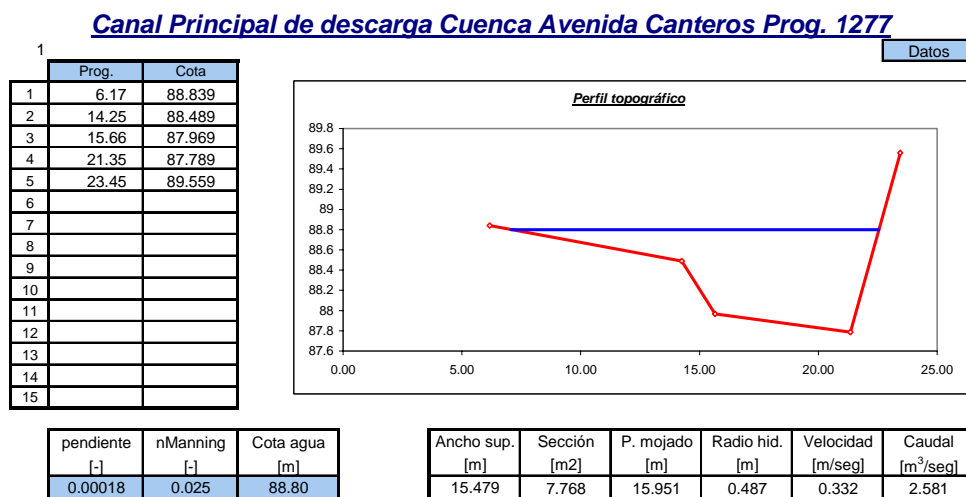


Figura 13: Perfil Transversal canal Principal de la Cuenca Canteros y evaluación de su capacidad de transporte.

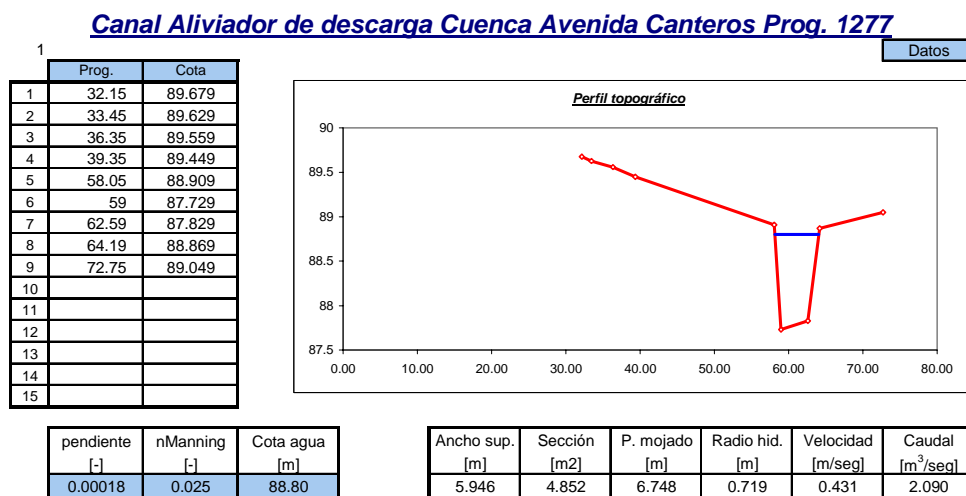


Figura 14: Perfil Transversal canal Aliviador de la Cuenca Canteros y evaluación de su capacidad de transporte.

III.5. Análisis del Grado de Ocupación y Uso del Suelo Actual.

Un adecuado diseño de un desagüe pluvial urbano requiere de una acertada estimación del grado de ocupación y uso del suelo teniendo en cuenta que el porcentaje de permeabilidad o impermeabilidad de una cuenca determinan indefectiblemente, para la lluvia de diseño adoptada y para la topografía del área de estudio, las dimensiones de los desagües maestros del sector.

La situación que demanda la conformación actual de la cuenca y su grado de cobertura han sido analizados desde el punto de vista de la ocupación presente y sobre la base de la interpretación digital de las fotografías aéreas que cubren el área de proyecto, constatadas con relevamientos de campo realizados.

En ese sentido, se partió de la delimitación de las 17 subcuencas conformadas para la cuenca de la avenida Francisco Canteros (304), la que puede observarse en la Figura 11, y sobre esta base, se realizó una categorización del uso del suelo visible en el mosaico aero-fotográfico ejecutado para este fin, clasificando los usos actuales en los siguientes 6 tipos posibles:

- Arboleda
- Calle de tierra
- Calle pavimentada
- Suelo con pasto
- Suelo desnudo
- Techos



Figura 15: Cuenca y subcuencas de la avenida Francisco Canteros (304), montadas sobre el mosaico aero-fotográfico del área de estudio.

Cabe aclarar que en la denominación de Techos, se incluye también a las veredas y los patios con mosaicos u otro tipo de revestimiento que lo hace impermeable.

La clasificación de los usos actuales dentro del rango propuesto permitió asignar en el proyecto de desagües, valores disímiles de permeabilidad/impermeabilidad según se trate de un suelo desnudo, una zona de techos, etc., y de esta manera se pudieron analizar, estimar y proyectar los volúmenes de agua a conducir por el desagüe maestro.

Si bien el análisis de la proyección de la población basada en datos censales (ver Tarea N° IV, en este informe), permite estimar el avance del crecimiento poblacional, cabe aclarar que para el diseño de un desagüe pluvial se requiere en mayor medida, de una correcta valoración de la impermeabilidad actual y futura de la cuenca, si bien muchas veces la proyección de ambas características se realiza en forma cuasi-paralela, sobre todo en ausencia de la implementación de medidas no estructurales referidas al uso del suelo.

En ese contexto, se analizaron y clasificaron por separado cada una de las subcuencas involucradas en el área de estudio, para lo cual se extractaron los porcentajes de ocupación de cada uno de los usos propuestos, planteándose las siguientes distribuciones:



Figura 12: Uso del suelo de la subcuenca 25 de Mayo Este.



Figura 16: Uso del suelo de la subcuenca Chacabuco Este.



Figura 17: Uso del suelo de la subcuenca Cooperativa.

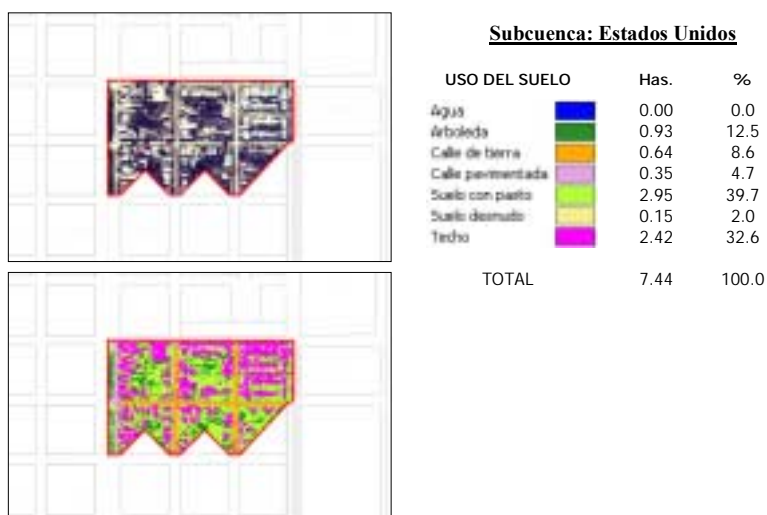


Figura 18: Uso del suelo de la subcuenca Estados Unidos.

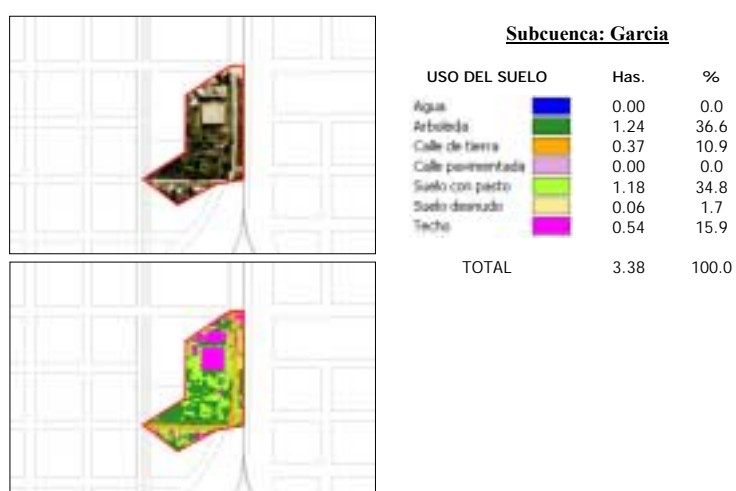


Figura 19: Uso del suelo de la subcuenca G. García.



Figura 20: Uso del suelo de la subcuenca Itatí.

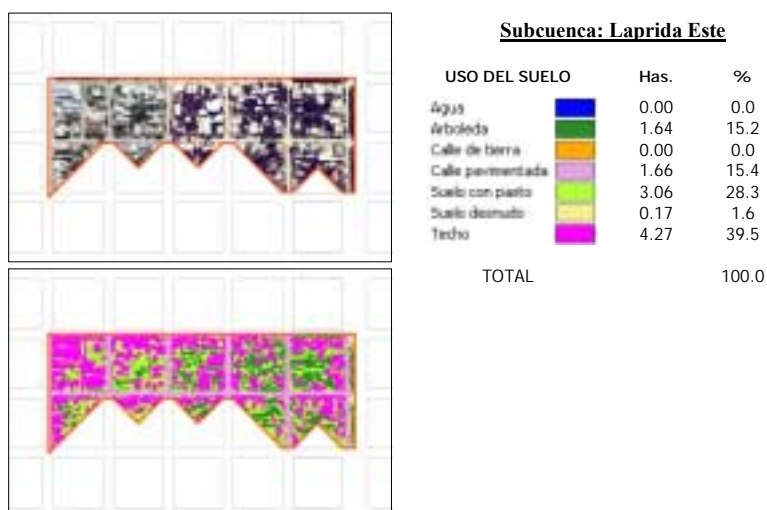


Figura 21: Uso del suelo de la subcuenca Laprida Este.



Figura 22: Uso del suelo de la subcuenca Luis Barco.

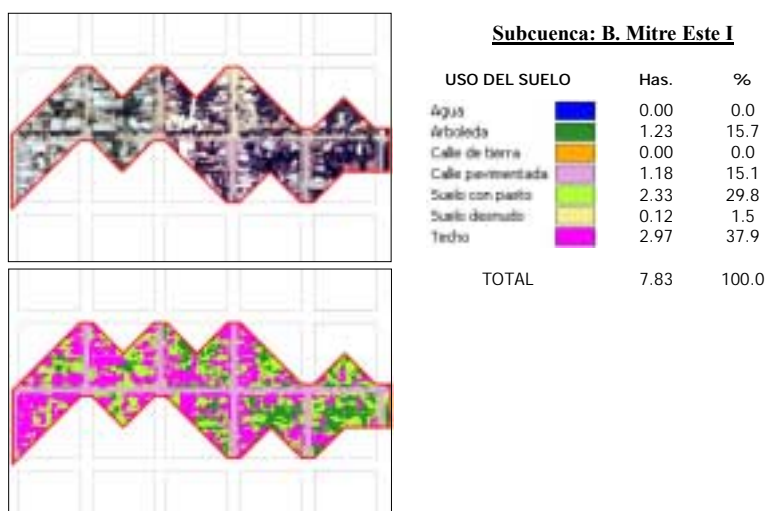


Figura 23: Uso del suelo de la subcuenca B. Mitre Este I.

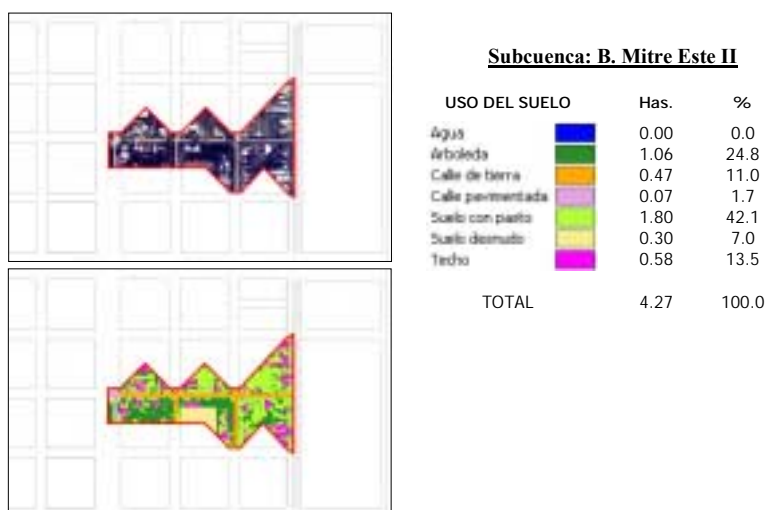


Figura 24: Uso del suelo de la subcuenca B. Mitre Este II.

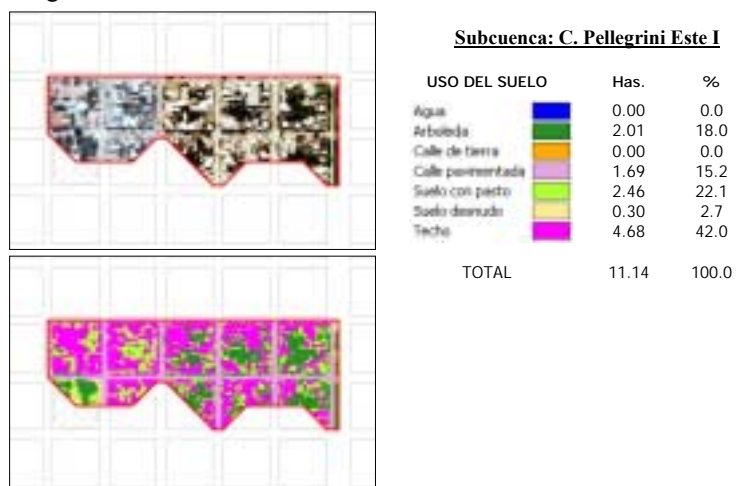


Figura 25: Uso del suelo de la subcuenca Carlos Pellegrini Este I.

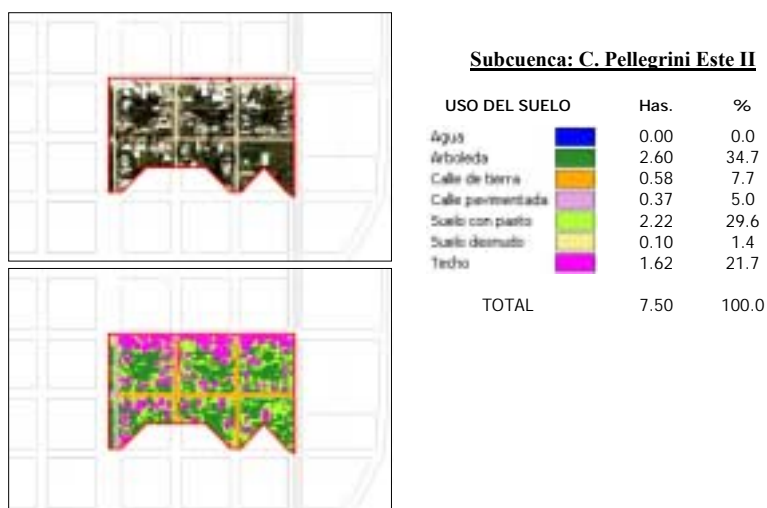


Figura 26: Uso del suelo de la subcuenca Carlos Pellegrini Este II.

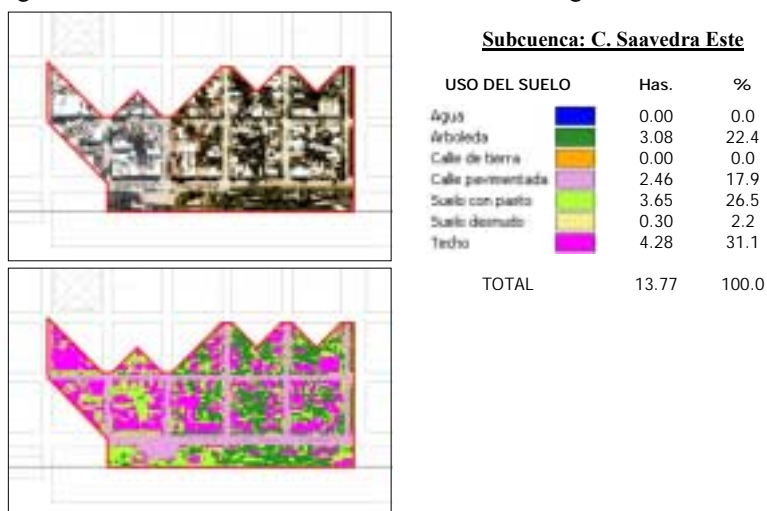


Figura 27: Uso del suelo de la subcuenca C. Saavedra Este.

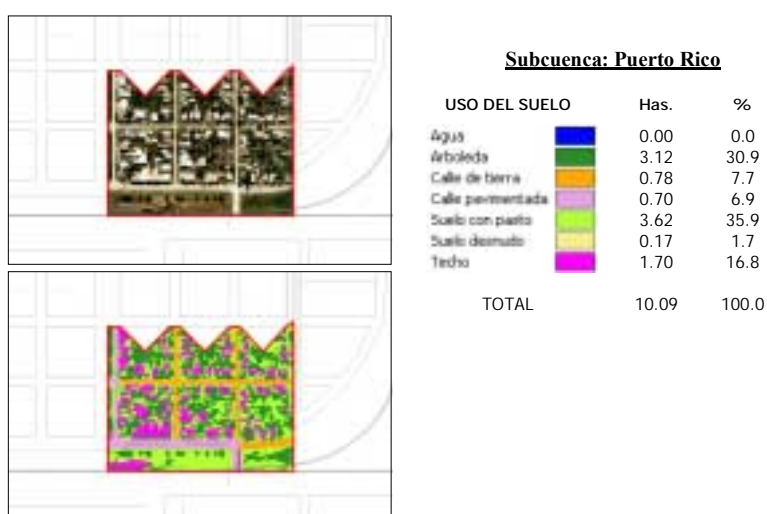


Figura 28: Uso del suelo de la subcuenca Puerto Rico.

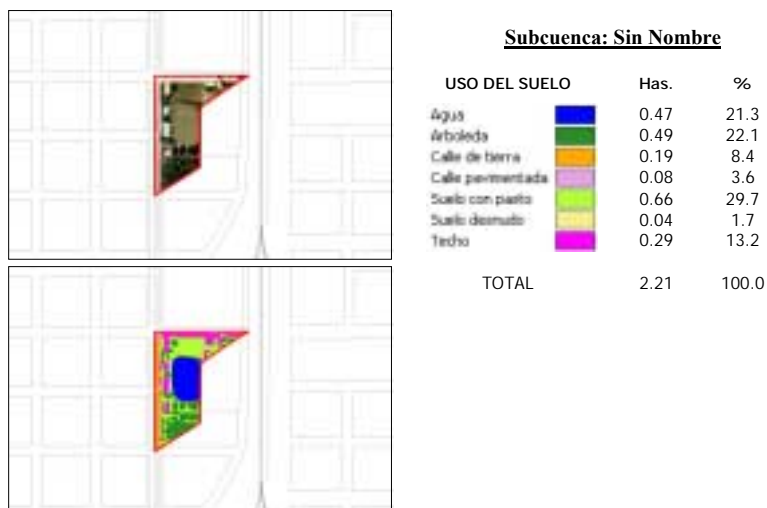


Figura 29: Uso del suelo de la subcuenca Sin Nombre.



Figura 30: Uso del suelo de la subcuenca Terminal.



Figura 31: Uso del suelo de la subcuenca Triangulo.

Resulta claramente notorio que en las subcuencas con sentido longitudinal Este – Oeste, la ocupación incremental de la zona de techos es mayor hacia las cercanías de la Calle 12 “San

Martín”, mientras que hacia el Este (avenida Canteros), el uso actual es mayoritariamente suelo con pasto.

A manera de resumen, se ofrece en los cuadros siguientes los porcentajes finales de cada uso por subcuenca y para el total de la cuenca de la avenida Francisco Canteros (304), expresado en hectáreas y en porcentajes.

Superficies en Hectáreas

Subcuenca	Calle pavimentada	Calle de tierra	Agua	Arboleda	Techo	Suelo con pasto	Suelo desnudo	Area total
25 de Mayo Este	1.65	0.00	0.00	1.51	4.71	2.85	0.16	10.88
B. Mitre Este I	1.18	0.00	0.00	1.23	2.97	2.33	0.12	7.83
B. Mitre Este II	0.07	0.47	0.00	1.06	0.58	1.80	0.30	4.27
C. Pellegrini Este I	1.69	0.00	0.00	2.01	4.68	2.46	0.30	11.14
C. Pellegrini Este II	0.37	0.58	0.00	2.60	1.62	2.22	0.10	7.50
C. Saavedra Este	2.46	0.00	0.00	3.08	4.28	3.65	0.30	13.77
Chacabuco Este	1.04	0.00	0.00	1.10	2.58	1.82	0.34	6.88
Cooperativa	0.08	0.69	0.43	1.09	2.11	2.14	2.22	8.76
Estados Unidos	0.35	0.64	0.00	0.93	2.42	2.95	0.15	7.44
Garcia	0.00	0.37	0.00	1.24	0.54	1.18	0.06	3.38
Itati	0.03	0.34	0.00	0.89	0.57	0.68	0.05	2.55
Laprida Este	1.66	0.00	0.00	1.64	4.27	3.06	0.17	10.80
Luis Barco	0.67	0.21	0.00	1.35	1.66	1.98	0.31	6.17
Puerto Rico	0.70	0.78	0.00	3.12	1.70	3.62	0.17	10.09
Sin Nombre	0.08	0.19	0.47	0.49	0.29	0.66	0.04	2.21
Terminal	0.46	0.26	0.00	0.29	0.82	1.17	0.48	3.47
Triangulo	0.00	0.50	0.00	1.51	0.36	3.44	0.07	5.88
TOTAL	12.50	5.02	0.91	25.13	36.13	38.01	5.32	123.01

Superficies en Porcentaje

Subcuenca	Calle pavimentada	Calle de tierra	Agua	Arboleda	Techo	Suelo con pasto	Suelo desnudo	Area total
25 de Mayo Este	15.2%	0.0%	0.0%	13.9%	43.2%	26.2%	1.5%	100.0%
B. Mitre Este I	15.1%	0.0%	0.0%	15.7%	37.9%	29.8%	1.5%	100.0%
B. Mitre Este II	1.7%	11.0%	0.0%	24.8%	13.5%	42.1%	7.0%	100.0%
C. Pellegrini Este I	15.2%	0.0%	0.0%	18.0%	42.0%	22.1%	2.7%	100.0%
C. Pellegrini Este II	5.0%	7.7%	0.0%	34.7%	21.7%	29.6%	1.4%	100.0%
C. Saavedra Este	17.9%	0.0%	0.0%	22.4%	31.1%	26.5%	2.2%	100.0%
Chacabuco Este	15.2%	0.0%	0.0%	15.9%	37.5%	26.4%	5.0%	100.0%
Cooperativa	0.9%	7.9%	4.9%	12.4%	24.1%	24.5%	25.3%	100.0%
Estados Unidos	4.7%	8.6%	0.0%	12.5%	32.6%	39.7%	2.0%	100.0%
Garcia	0.0%	10.9%	0.1%	36.6%	15.9%	34.8%	1.7%	100.0%
Itati	1.0%	13.3%	0.0%	35.0%	22.3%	26.5%	1.9%	100.0%
Laprida Este	15.4%	0.0%	0.0%	15.2%	39.5%	28.3%	1.6%	100.0%
Luis Barco	10.8%	3.4%	0.0%	21.9%	26.8%	32.1%	4.9%	100.0%
Puerto Rico	6.9%	7.7%	0.0%	30.9%	16.8%	35.9%	1.7%	100.0%
Sin Nombre	3.6%	8.4%	21.3%	22.1%	13.2%	29.7%	1.7%	100.0%
Terminal	13.2%	7.6%	0.0%	8.3%	23.5%	33.7%	13.7%	100.0%
Triangulo	0.0%	8.6%	0.0%	25.7%	6.2%	58.5%	1.1%	100.0%
TOTAL	8.3%	5.6%	1.5%	21.5%	26.3%	32.1%	4.5%	100.0%

Tabla 8: Usos del suelo urbano de la cuenca de la avenida Francisco Canteros, expresados en Hectáreas y en porcentajes de la superficie total de la cuenca.

IV. ANÁLISIS DE LA OFERTA Y LA DEMANDA

IV.1. Objetivo

Este Capítulo describe las tareas y acciones efectuadas para conocer la demanda, actual y futura del servicio de desagües pluviales, y la oferta actual y futura de este servicio en el área de influencia del proyecto.

Para ello se utilizó la información municipal existente, la generada a partir de otras fuentes nacionales y provinciales, según los resultados de la recopilación efectuada y del relevamiento realizado y descripto en los primeros puntos de este informe y los incluidos en los informes parciales, fundamentalmente en el punto en el que se describe el diagnóstico de la situación actual del área de influencia de la cuenca de la avenida Francisco Canteros (304).

IV.2. Oferta actual y futura.

Área servida y población beneficiada.

Las determinaciones topográficas efectuadas para delimitar el área de la cuenca, donde se diseñarán los desagües pluviales, definieron una superficie a abastecer de 123.01 hectáreas, visibles en la Figura 32 y en el Plano N° 11.

Las subcuencas en un total de 17, se identifican por el nombre de la calle principal que recolecta los escurrimientos hacia el punto más bajo de esa superficie, o por alguna característica urbana que la identifica.

Con estos datos se definió el ordenamiento de la generación del escurrimiento en la situación actual y futura, los distintos usos del suelo y el grado de permeabilidad actual y su proyección al futuro según el crecimiento esperado, y especialmente definir el área servida actualmente y la población beneficiada.



Figura 32: Esquema de subcuencas de la avenida Francisco Canteros (304)

Cuenca	Subcuenca	Superficie (Has.)
Calle 304	Laprida Este	10.83
	B. Mitre Este I	7.80
	25 de Mayo Este	10.90
	C. Pellegrini Este I	11.18
	Chacabuco Este	6.86
	C. Saavedra Este	13.58
	Estados Unidos	7.40
	B. Mitre Este II	4.30
	Luis Barco	6.16
	C. Pellegrini Este II	7.45
	Itatí	2.56
	Puerto Rico	10.27
	Terminal	3.47
	Cooperativa	8.76
	Sin Nombre	2.21
	García	3.38
	Triángulo	5.88
	TOTAL	123.01

Tabla 9: Superficies de las subcuencas y cuenca de la avenida Francisco canteros (304)

La población con servicio de desagües pluviales dentro del área de influencia de la cuenca, alcanza actualmente a un valor aproximado de 4041 habitantes. Este valor fue calculado teniendo en cuenta la delimitación de las áreas, fracciones y radios censales en que se dividió la ciudad, a partir de los datos del Censo Nacional de Población y Vivienda 2001, tal como se describe en el punto IV.4 Proyección de la Población.

No se puede afirmar concretamente que dicha población cuente con servicio de desagües, ya que el estudio propone justamente la ampliación y prolongación del sistema existente para satisfacer la demanda de la población actual y futura, por lo tanto se puede afirmar que dicho valor representa la población del área de influencia de la cuenca de la avenida Francisco Canteros (304).

La posición de la cuenca en el marco urbano y la distribución de la población en la misma, permiten determinar que los habitantes hoy afectados por el sistema de desagües actual, es mayor al 60 % del total de cuenca. Esto se debe a que el sector topográficamente más alto ubicado al Oeste, es donde se desarrolla en forma muy fuerte la actividad comercial, con lo cual la densidad de población estable es baja respecto de la ubicada al Este de la cuenca donde predomina el uso residencial y que además es topográficamente más baja, como puede apreciarse en el plano de curvas de nivel identificados con el N° 11.

Esto indica, que la población beneficiada por este proyecto es de 2425 habitantes en forma directa, mas una cantidad similar que podría considerarse se desplazarían por ésta, si existiesen condiciones normales los días de lluvia.

Características y estado de las redes de desagües pluviales.

El sistema actual de desagües pluviales, de la avenida Canteros (304), tiene como superficie de aporte un valor similar al del sistema futuro de desagües, y está compuesto por una red insuficiente de cunetas de distintos tamaños y dimensiones, que finalmente vuelcan los excedentes hídricos sobre y a través de colectores a cielo abierto con dirección hacia el terraplén de las vías del FFCC, para luego por 2 canales a ambos lados de dicho terraplén, llevar el escurrimiento hacia el canal SADE, luego de cruzar la ruta nacional N° 95.

En el Plano N° 10, se observa el servicio de desagües existente en el área de la cuenca.

La infraestructura actual de desagües está compuesta por cunetas a cielo abierto excavadas en la propia calle y alcantarillado de cruce en las bocacalles de tierra, siendo éstas, principalmente de tubos circulares de 0.80 metros de diámetro y rectangulares de mampostería con tablero de madera dura. Como particularidad se ve que en las calles pavimentadas solo existen dos sumideros horizontales en la intersección de la calle Luis A. Barco (311) y avenida Yrigoyen (2). Todos sus badenes de bocacalle en calles con pavimento, dirigen el agua hacia el canal de desagües de la avenida Canteros.

El uso del suelo urbano en la cuenca es fundamentalmente residencial, pudiéndose observar que la cobertura vegetal se hace más importante sobre el lado Este de la cuenca, es decir hacia la avenida Canteros (304).

La descarga de los excedentes de la cuenca de la avenida, se realiza a través de los cuneteos actualmente construidos que concentran el escurrimiento de las 123.01 hectáreas, tomando como límite inferior a las vías del Ferrocarril Belgrano.

A partir de este punto por dos canales existentes excavados en tierra paralelos al terraplén del ferrocarril, uno que lo cruza a través de una alcantarilla, circula a ambos lados del citado terraplén hasta la ruta nacional N° 95.

La antigüedad de 20 años y estado del sistema actual de los distintos componentes del sistema, sumado al mantenimiento deficiente, con valores incomprensibles de dimensiones menores aguas abajo, con sectores de contrapendientes, y obstáculos que cortan los desagües transversalmente reduciendo en gran medida su capacidad de conducción, indican claramente lo obsoleto e inadecuado del estado del sistema actual.

El análisis de los distintos sectores del área estudiada en las condiciones actuales del sistema, revela que el escurrimiento es dificultoso, con numerosos problemas derivados de la falta de infraestructura de desagües, niveles de descargas inapropiados, sumados a la falta de mantenimiento periódico y aconsejable de los mismos, que demuestran la insuficiencia del sistema actual de desagües para condiciones críticas de precipitaciones.

A las condiciones internas del desagüe se debe agregar el escenario que propone el sistema exterior, con un funcionamiento típico de llanura con escurrimientos lentos, debido a la rugosidad y baja energía del terreno, además no se debe despreciar las acciones antrópicas al sistema que en conjunto con el ambiente natural, hacen que la realidad de aguas abajo del sistema impongan severas condiciones a la evacuación de los excedentes.

Oferta Actual

La oferta del sistema actual de desagües, se estimó a partir de las condiciones físicas de los canales, es decir de sus dimensiones y pendiente relevadas, en los valores que se detallan a continuación:

Canal	Dimensiones Promedios [m]				Manning	Caudal [m3/seg.]
	Ancho	Altura	Sección	Pendiente		
Principal	4.00	1.50	5.62	0.00025	0.028	2.77
Aliviador	2.50	1.20	3.36	0.00025		1.39
Avenida Canteros	3.50	1.00	3.00	0.00025		1.18

Tabla 10: Oferta actual de conducción de los canales de la cuenca Francisco Canteros.

Como se observa, estos valores son inferiores a los necesarios para brindar el saneamiento de la cuenca con el agravante que debido a las cotas de las soleras estos producen un almacenamiento temporal del volumen generado por las tormentas y que los habitantes lo toman como algo natural ya que al cabo de algunas horas el agua baja y escurre no siendo compatible esto con el desarrollo de la vida urbana.

Oferta Futura

La oferta futura del sistema, deberá ser la que satisfaga las necesidades de la demanda futura, es decir, aquella que se proyecte en el tiempo para las condiciones de crecimiento poblacional del área y que cubra la previsión de la impermeabilización en la cuenca, parámetro éste, de mayor relevancia en este tipo de sistema de desagües que el mismo crecimiento de la población.

De esta forma, el sistema que se proyecte, deberá satisfacer los caudales generados para la demanda futura, con las condiciones de borde que imponga el sistema.

IV.3. Demanda actual y futura.

Forma de determinar la demanda actual y futura.

Para determinar la demanda del sistema pluvial urbano de la cuenca de la avenida Francisco Canteros (304), fue necesario obtener parámetros y realizar determinaciones que permitan reproducir lo que ocurre con los escurrimientos urbanos del área. Entre los principales parámetros y variables que se determinaron para la evaluación del sistema, se puede mencionar a las superficies de las subcuencas del área de proyecto y el cálculo de las áreas permeables e impermeables definidas por el uso de la tierra.

Para definir este último parámetro del sistema, se adoptó como áreas impermeables al suelo desnudo, las calles en general, incluyendo las pavimentadas, las de tierra y las edificaciones. Para considerar las áreas permeables se tomó a los usos identificados como árboles y suelo con pastos. Estos valores, variables para cada subcuenca analizada permitieron ajustar adecuadamente los grados de impermeabilización de las mismas en la situación actual.

Por otra parte fue necesario determinar las dimensiones de las cunetas y canales existentes, la pendiente de los mismos, y los valores extremos de funcionamiento del sistema, todo esto se realizó a través del relevamiento topográfico.

Las subcuencas fueron delimitadas en función de la ubicación de los puntos más bajos de cada bocacalle y en base a la abundante información topográfica generada por el equipo de trabajo.

La obtención de los valores de caudales para establecer la demanda actual y futura se realizó con el modelo AR-HYMO, y los resultados obtenidos se pueden observar en los archivos que contienen las corridas, ilustrando claramente el comportamiento de la cuenca en la situación actual.

Los archivos de entrada y salida al modelo, pueden encontrarse en formato digital en la contratapa del informe.

Modelo AR-HYMO:

La metodología que se utilizó para cuantificar la demanda actual y futura, fue la propuesta por el modelo matemático determinístico AR-HYMO (Maza y otros, 1993), que define los caudales picos de las subcuencas integrantes y cumple con las condiciones de resolver los problemas de diseño, en cuanto a reproducir adecuadamente el proceso de precipitación - escorrentía.

Este modelo fue utilizado con éxito por el Grupo de Investigación del Departamento de Hidráulica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Nordeste, del cuál este consultor formó parte, con una aceptable precisión en la representación de la realidad física del medio en estudio, lo que reforzó la decisión para su utilización en este trabajo.

Para comprender se detalla su funcionamiento con el ESQUEMA DE SIMULACION:

De acuerdo al funcionamiento hidrológico del área se diseñó el esquema de simulación para reproducir el escurrimiento en áreas urbanas.

La delimitación de cada micro cuenca se hizo basándose en el área de captación y a la topografía particular de las mismas, considerando la ubicación de los puntos de intersección de calles asociados a los umbrales de las viviendas más bajos, la dirección del escurrimiento y la concentración de los excesos superficiales.

La generación de un hidrograma urbano es materializada con los datos necesarios, por el comando URBHIDRO, cuya composición se logra con la precipitación efectiva de la porción impermeable convolucionada con el hidrograma unitario instantáneo (HUI), y el proveniente de la porción permeable. El hidrograma unitario generado tiene dos parámetros, tiempo al pico y coeficiente de almacenamiento, calculados sobre la base de ecuaciones dadas por el modelo.

El modelo permite la separación de caudales en el caso que el sistema de alcantarillado y bocas de tormenta no alcance a captar todo el escurrimiento proveniente de cada micro cuenca – para la situación actual este comando no se utilizó por la falta de esta pieza de desagüe en el sistema –, por lo que divide lo que escurre por el sistema menor o por conductos, denominado MEHID, y lo que continúa por las calles o sistema mayor, llamado MAHID. La separación se puede realizar por medio de una recta horizontal que pasa por el caudal correspondiente al valor dado al producto de números de bocas de tormentas y el caudal unitario de cada boca o sumidero. En el caso de diseño dicha separación se realiza igual, para demostrar que no se produce escurrimiento por calles a la salida de cada micro cuenca, y basándose en las condiciones mínimas de diseño establecidas.

La propagación por conductos actuales del sistema y los que se proyectaran para la condición futura como los secundarios y principales, se logra con la utilización de los comandos CALCH-Q, que calcula la relación H-Q en las secciones del conducto, TIEMTRAN, que estima los

tiempos de tránsito en cada tramo del conducto, y TRANSHID, que transita los hidrogramas. El caudal del conducto está dado por la capacidad de conducción en función de sus dimensiones, pendientes, y condiciones de descarga del mismo. El modelo utiliza el método de tránsito de hidrogramas a superficie libre, basado en la ecuación de continuidad. Trabaja con un proceso de cálculo iterativo por aproximaciones sucesivas denominado de Wegstein que soluciona los problemas de falta de convergencia con pendientes muy bajas. Permite transitar hidrogramas de secciones cuadradas, rectangulares y circulares.

Los archivos datos que permiten evaluar el escurrimiento producido por una tormenta, en este caso de diseño con tiempo de recurrencia de 5 años, requieren el paso previo de calcular y elaborar los datos según el siguiente detalle:

Identificación de hidrogramas: El primer paso consiste en identificar las subcuencas componentes del área en estudio, cuya numeración varía entre los HID 301 y 317, comenzando desde aguas arriba hacia aguas abajo.

Paso de tiempo: La escorrentía en áreas urbanas indica su variación acentuada en cortos lapsos de tiempo, lo que implica que debe adoptarse un paso de manifestación de resultados del modelo acorde a esa característica, definiéndose un paso de tiempo, similar al período con el que se ingresan los datos de precipitación, aquí se adoptó un paso de tiempo de cinco minutos.

Área: Las micro cuencas identificadas anteriormente definieron un área total de aporte de 123.01 hectáreas, que se reparten en 17 subcuencas nombradas de acuerdo al lugar de captación de sus escurrimientos, denominadas consecutivamente con los nombres observables en la Figura 29.

Delimitación de áreas permeables e impermeables: La mayor o menor generación de escurrimiento está dado en áreas urbanas por el grado de impermeabilización que tenga cada cuenca. El cálculo de hidrogramas solicita la definición de dos datos de impermeabilización: TIMP y XIMP, reflejando el primero el cociente entre el área impermeable total y el área total de la micro cuenca analizada, y el segundo establece la relación entre el área impermeable directamente conectada al sistema de drenaje, por lo que XIMP debe ser menor o igual a TIMP. La clasificación de uso del suelo se obtuvo con fotografías aéreas de 1998, trabajadas con un algoritmo de interpretación dado por un sistema de información geográfico SIG con previo chequeo de datos de campo o lo que se conoce como clasificación supervisada, diferenciándose a los usos suelo, pavimento, calles de tierra y edificación como impermeables, y los usos árboles y pastos como permeables. Los valores individuales se observan en la planilla resumen de datos.

Precipitación: Los datos a utilizar serán los de la **tormenta de diseño de 5 y 10 años de tiempo de recurrencia**, según el análisis efectuado en el capítulo correspondiente.

Precipitación crítica: La precipitación efectiva se calculó con el método del Servicio de Conservación de Suelos de Estados Unidos o método de la Curva Número (CN). Este establece un valor de abstracción inicial “Ia”, en función del almacenamiento total y un número de curva asociado al tipo de suelo, humedad antecedente y cobertura vegetal. Se trabaja con la condición de

humedad antecedente más desfavorable o de mayor capacidad de generación de escurrimiento, clasificada como III, y la abstracción inicial $I_a = S^{0.55}$.

El número de curva debe estar relacionado fundamentalmente con el grado de impermeabilización, para asegurar volúmenes de escurrimiento y caudales picos adecuados a dicha característica. Cuando la intensidad de precipitación supera la capacidad de infiltración, el exceso de lluvia ingresa en las depresiones hasta llenarlas y desde ese momento el modelo empieza a calcular escurrimiento. La precipitación en áreas impermeables se transforma en caudal en forma completa, y en terrenos permeables se distribuye en almacenamiento por depresión y también pérdidas por infiltración.

Coefficiente de almacenamiento: Numéricamente es igual al tiempo de retardo, definido como el tiempo que media entre el baricentro del hietograma de precipitación efectiva y el baricentro del hidrograma unitario. Se ha calculado con un valor para cada subcuenca delimitada en base a las ecuaciones que ofrece el modelo AR-HYMO, pero considerando que los valores topográficos están obtenidos a partir de los cruces de calles y teniendo en cuenta los retardos producidos por el escurrimiento desde los centros de manzanas, ajustados con valores de tiempo de concentración verificados en tormentas recientes, y comparados en base a los resultados obtenidos por diferentes estudios y trabajos realizados, especialmente en zonas urbanas de baja y media pendiente de escurrimiento e impermeabilización alta, tal como lo es el área en estudio.

Datos para el cálculo de Caudales.

Área: Los valores de superficie de cada una de las subcuencas que componen la cuenca de la calle 304 se pueden observar en el cuadro del punto IV.2. Oferta Actual y Futura. Área servida y población beneficiada, que además se reproduce a continuación:

Cuenca	Subcuenca	Superficie (Has.)
Cuenca avenida Francisco Canteros (304)	Laprida Este	10.83
	B. Mitre Este I	7.80
	25 de Mayo Este	10.90
	C. Pellegrini Este I	11.18
	Chacabuco Este	6.86
	C. Saavedra Este	13.58
	Estados Unidos	7.40
	B. Mitre Este II	4.30
	Luis Barco	6.16
	C. Pellegrini Este II	7.45
	Itatí	2.56
	Puerto Rico	10.27
	Terminal	3.47
	Cooperativa	8.76
	Sin Nombre	2.21
	García	3.38
	Triángulo	5.88
	TOTAL	123.01

Tabla 11: Superficies de la cuenca y subcuencas de la avenida Francisco Canteros

Delimitación de áreas permeables e impermeables: En base a la delimitación de las subcuencas y el trabajo de interpretación de usos del suelo urbano con un SIG y su algoritmo de interpretación se definieron para cada una de ellas las áreas permeables e impermeables, con supervisión en campo de estas zonas.

Se agruparon a los techos o urbanizaciones, suelo desnudo y las calles, como áreas impermeables, y los suelos con pasto y la arboleda como áreas permeables. Este trabajo identifica entonces los dos parámetros usados por el modelo AR-HYMO para el cálculo de los caudales: TIMP = Porcentaje de la cuenca con impermeabilidad con respecto a la superficie total, y XIMP = Porcentaje de la cuenca con impermeabilidad directamente conectado al sistema de drenaje.

En el cuadro siguiente se observan, para cada subcuenca el área permeable y los valores de ambos coeficientes, en porcentaje:

Subcuenca	Área permeable (%)	TIMP (%)	XIMP (%)
Laprida Este	44	56	45
B. Mitre Este I	46	54	44
25 de Mayo Este	40	60	48
C. Pellegrini Este I	40	60	48
Chacabuco Este	42	58	46
C. Saavedra Este	49	51	41
Estados Unidos	52	48	38
B. Mitre Este II	67	33	26
Luis Barco	54	46	37
C. Pellegrini Este II	64	36	29
Itatí	62	38	31
Puerto Rico	67	33	27
Terminal	42	58	46
Cooperativa	37	63	50
Sin Nombre	52	48	39
García	71	29	23
Triángulo	84	16	13

Tabla 12: Distribución de las áreas permeables e impermeables en la cuenca canteros en la situación actual.

Precipitación: Se tomaron los datos de las curvas de Intensidad de Precipitación de Presidencia Roque Sáenz Peña, asociadas a la duración de tormenta compatible con los tiempos de concentración y con un Tiempo de Recurrencia de diseño de 5 y 10 años.

Se tomó como duración de la tormenta a un valor acorde al tamaño y superficie de las subcuencas analizadas, considerando en este punto, una posible condición del sistema de evacuación, que es el almacenamiento de los excedentes, por esta condición las tormentas a evaluar tendrán una duración de 240 minutos, tiempo compatible con el sistema integral a proponer. Los valores de precipitación para cada intervalo de 5 minutos considerados, surgen de las curvas I-D-F del INTA Sáenz Peña, cuya descripción y análisis se realizara anteriormente.

Precipitación efectiva: Se trabajó con el método del Servicio de Conservación de Suelos de EEUU, o del Número de Curva, de modo de calcular de la precipitación total cuál es la lluvia crítica y cuál se deriva por infiltración.

Coeficiente de almacenamiento: El tiempo de retardo de cada subcuenca se determinó en base a las ecuaciones del modelo y se comparó con otras, tales como la de Kirpich, de onda cinemática, o del SCS método cinemático, adoptando aquella que se considera más apropiada a las características de las subcuencas y a las condiciones de escurrimiento.

Con estos datos fue posible examinar el funcionamiento de la cuenca en estudio, tanto para cuantificar la oferta actual en base a la situación existente en el área y la oferta futura considerando las proyecciones de urbanización y de impermeabilidad de la zona. También se preparó una corrida con la oferta actual de drenaje, para compararla con la demanda actual, y obtener así, los caudales no erogados y los volúmenes que generan inconvenientes o inundaciones en los sectores más comprometidos de la cuenca, con el solo fin de comparar esto, con los comentarios de vecinos y las observaciones visuales realizadas al sistema ya que no existen registros fehacientes de datos que puedan servir para el ajuste del modelo al sistema representado.

Demanda Actual.

Para la determinación de la demanda actual se utilizó el modelo matemático AR-HYMO, que fuera descripto, a continuación se detallaran algunas consideraciones que fueran tomadas en la determinación de esta situación:

Los elementos y cuestiones más importantes a considerar al tratar de reproducir el funcionamiento hídrico de la cuenca en estudio es delimitar las subcuencas, hallar los parámetros requeridos por el modelo tales como el tiempo de respuesta que tiene directa incidencia en el caudal máximo de aporte y que esta condicionado por la pendiente y el recorrido del agua en la subcuenca, analizar el grado de impermeabilidad actual que posee cada subcuenca y que define los volúmenes de aporte, y finalmente observar y asegurar cuál es el funcionamiento y la forma de desarrollarse el escurrimiento, logrando que la modelación refleje adecuadamente ese comportamiento, a través de la identificación de los problemas de anegamiento e inundación que padece la cuenca de la cuenca de la avenida Francisco Canteros (304).

El escurrimiento de las subcuencas se realiza a través del entramado de calles que posee la cuenca, pavimentadas en su mayoría y algunas de tierra. En las calles pavimentadas se tomaron en cuenta los 8 metros existentes de cordón a cordón, y las veredas de 6 metros a cada costado, con una pendiente del 2.5%. En las calles de tierra se consideraron las cunetas laterales, y en el caso de los canales a cielo abierto eran insuficientes para conducir el escurrimiento pluvial, estos desbordan y ocupan sucesivamente la calle y luego las veredas.

Como se señalara, se ha trabajado con precipitaciones críticas de 5 y 10 años de tiempo de recurrencia, y duración de la tormenta de 4 horas, de manera de involucrar el cálculo de los caudales máximos con los aportes de volúmenes, ya que los 2 elementos participan de las consecuencias de anegamiento, en especial por las condiciones de borde que tienen las salidas de los escurrimientos de la ciudad hacia las áreas rurales del sudeste, como se mencionara en las deficiencias del sistema actual.

Se agrega aquí la numeración de las subcuencas que posibilita la modelación matemática, numeradas desde aguas arriba hacia aguas abajo, de modo de representar lo más realistamente posible el comportamiento hídrico de la cuenca en la situación actual.

Los resultados de las corridas del modelo AR-HYMO se observan en los archivos anexados en formato digital, pero a continuación se brinda una síntesis de las mismas, tanto en los caudales máximos, como en las consecuencias de anegamiento y de insuficiencia del escurrimiento identificada en la modelación:

Subcuenca	Nº	Q máx 5 años m3/s	Q máx 10 años m3/s
Laprida Este	301	0.82	0.96
B. Mitre Este I	302	0.63	0.74
25 de Mayo Este	303	0.97	1.13
C. Pellegrini Este I	304	1.02	1.19
Chacabuco Este	305	0.56	0.66
C. Saavedra Este	306	1.02	1.19
Estados Unidos	307	0.54	0.63
B. Mitre Este II	308	0.30	0.36
Luis Barco	309	0.68	0.80
C. Pellegrini Este II	310	0.48	0.57
Itatí	311	0.20	0.23
Puerto Rico	312	0.63	0.75
Terminal	313	0.43	0.50
Cooperativa	314	0.76	0.88
Sin Nombre	315	0.27	0.32
García	316	0.21	0.26
Triángulo	317	0.15	0.20
Volumen de aporte (Hm3)		0.075	0.096

Tabla 13: Caudales generados por la cuenca de la avenida Francisco Canteros para tormentas de 5 años y 10 años de TR, según la demanda actual del sistema.

Se describen a continuación las principales manifestaciones de la insuficiencia de drenaje actual, tales como las zonas afectadas por inundaciones y la estimación de la población localizada en las mismas, al igual que la afectación del normal funcionamiento del tránsito y de las actividades urbanas.

Estas manifestaciones se dividieron en insuficiencia del drenaje, y anegamiento o inundación. Se considera insuficiencia del drenaje cuando el sistema actual no alcanza a conducir todo el escurrimiento generado y comienza a superar los cordones de las calles pavimentadas o las cunetas de las calles de tierra. Anegamiento, es cuando esa insuficiencia se manifiesta en la acumulación de agua que impide el tránsito vehicular o peatonal por la zona analizada. Finalmente

se considera inundación cuando ya además de lo anterior hay afectación del agua en los umbrales de las viviendas.

Se presenta en el Plano N° 12, las zonas de insuficiencia y de anegamiento para la condición de la tormenta de diseño aplicada a los desagües actuales de la cuenca, de esta forma las calles afectadas son las siguientes:

Situaciones de insuficiencia de drenaje:

La insuficiencia del drenaje en la cuenca como lo indica el Plano N° 12, se presenta en la cuenca hoy en la avenida Yrigoyen (2) entre la avenida Sarmiento (1) y la calle Superiora Palmira (17), con excepción del entorno de esta última y la calle Kennedy (309) ya que topográficamente son más altas, manifestación que se aprecia en las curvas de nivel del Plano N° 7 en la que al llegar a la avenida Yrigoyen desde la cabecera de la cuenca las curvas se separan más, y si a esto se agrega lo reducido del sistema de cunetas para la evacuación surge la situación descripta.

Situaciones de anegamiento o inundación:

En este caso el anegamiento es más puntual, involucrando los puntos topográficamente más críticos como lo son las esquinas de la avenida Yrigoyen (2) con las calles Saavedra (3), Pellegrini (7) y 25 de Mayo (11). Presentándose también sector crítico en las esquinas de la avenida Francisco Canteros (304) y las calles Puerto Rico (303), 307 y Luis A. Barco (311), tanto para la situación de 5 como para la de 10 años, los valores de agua sobre las calles oscilan entre 0,40 metros y llegando en sectores como la esquina de 2 y 11 a 0,55 metros. Esto a su vez significa agua dentro de las viviendas, superando sus umbrales, de entre 0,10 y 0,25 metros. Estos casos se visualizan claramente en los finales de pavimento de las calles impares que en su gran mayoría llegan hasta la avenida Yrigoyen (2). Además, la zona donde los escurrimientos pluviales deben cruzar el terraplén ferroviario aparece una clara insuficiencia de los canales y el alcantarillado actual.

El análisis de la población afectada, revela que aproximadamente un 28 % de los habitantes actuales resultan con consecuencias perjudiciales por insuficiencia en el drenaje, llegando a 1132 habitantes con afectación directa.

Proyección de la demanda.

La definición de la urbanización futura y en consecuencia los factores que influirán en el desarrollo de los escurrimientos futuros, básicamente están asociados a las posibilidades concretas de mayor urbanización.

Esta se puede dar por el lógico crecimiento vegetativo de la población, que va saturando o cubriendo los espacios verdes o permeables. Esto puede incrementarse aún más si hay seguridad de los servicios públicos, y en este caso el diagnóstico ofrecido indica claramente que el de desagües pluviales es el más deficitario. Por lo tanto teniendo en cuenta estos factores y analizando lo que ha ocurrido en la ciudad de Presidencia Roque Sáenz Peña, como así también el estudio de otras

ciudades chaqueñas como en la capital, Resistencia, definieron el incremento de la impermeabilización hasta techos o valores comprobados, que en la cuenca de la avenida Francisco Canteros (304), significan incrementos variables entre un 20 y un 50 %, según la subcuenca que se considere. Se ha tenido en cuenta las categorías de urbanización, como céntrica y residencial de alta densidad de población.

Para observar los valores que alcanzará la impermeabilidad en el horizonte de proyecto, se ofrece la siguiente tabla de permeabilidad e impermeabilidad futura:

Subcuenca	Área permeable (%)	TIMP (%)	XIMP (%)
Laprida Este	27	73	51
B. Mitre Este I	29	71	50
25 de Mayo Este	22	78	55
C. Pellegrini Este I	22	78	55
Chacabuco Este	25	75	53
C. Saavedra Este	34	66	47
Estados Unidos	33	67	47
B. Mitre Este II	50	50	35
Luis Barco	36	64	45
C. Pellegrini Este II	46	54	37
Itatí	42	58	40
Puerto Rico	50	50	35
Terminal	25	75	53
Cooperativa	24	76	53
Sin Nombre	33	67	47
García	57	43	30
Triángulo	73	27	19

Tabla 14: Distribución de las áreas permeables e impermeables en la cuenca canteros en la situación Futura.

Se realizó nuevamente la ejecución de las corridas del modelo matemático AR-HYMO, considerando las modificaciones futuras previstas en generación de escurrimiento urbano, tanto de caudales máximos y volúmenes a evacuar, de modo de dimensionar la demanda futura.

En este punto se ha tenido en cuenta además el diseño propuesto del sistema de conductos que se propone para el proyecto, que producen modificaciones pequeñas en las condiciones de generación de caudales máximos, en especial relacionadas al recorrido del agua hasta los sumideros y bocas de tormenta, y su incidencia en el tiempo de respuesta o tiempo de concentración del escurrimiento.

Al igual que en la demanda actual se ha trabajado con precipitaciones críticas de 5 y 10 años de tiempo de recurrencia, y duración de la tormenta de 4 horas, de manera de involucrar el cálculo de los caudales máximos con los aportes de volúmenes, ya que los 2 elementos participan de las consecuencias de anegamiento de esta parte de la ciudad.

Demanda Futura

Subcuenca	Nº	Q máx. 5 años m3/s	Q máx. 10 años M3/s
Laprida Este	301	0.97	1.12
B. Mitre Este I	302	0.75	0.87
25 de Mayo Este	303	1.13	1.30
C. Pellegrini Este I	304	1.19	1.37
Chacabuco Este	305	0.67	0.78
C. Saavedra Este	306	1.21	1.41
Estados Unidos	307	0.68	0.78
B. Mitre Este II	308	0.39	0.46
Luis Barco	309	0.87	1.00
C. Pellegrini Este II	310	0.63	0.74
Itatí	311	0.26	0.30
Puerto Rico	312	0.84	0.99
Terminal	313	0.51	0.59
Cooperativa	314	0.86	0.99
Sin Nombre	315	0.34	0.39
García	316	0.28	0.33
Triángulo	317	0.20	0.26
Volumen de aporte (Hm3)		0.091	0.110

Tabla 15: Caudales generados por la cuenca de la avenida Francisco Canteros para tormentas de 5 años y 10 años de TR, según la demanda Futura del sistema.

Con estos valores se realizarán los cálculos de las secciones para proyectar los conductos propuestos, en las trazas y dimensiones que se analizan en los puntos siguientes del informe.

IV.4. Proyección de la Población

Evolución Histórica

En este punto se analiza la evolución histórica del crecimiento demográfico urbano de la ciudad de Presidencia Roque Sáenz Peña y la tendencia de crecimiento; dicho análisis permitió

realizar la proyección de la población para un horizonte de 25 años a partir del año de iniciación de puesta en marcha del servicio.

En el cuadro siguiente se presenta la evolución histórica de la localidad a partir del Censo Nacional de 1960 hasta el de 2001 y los correspondientes crecimientos que se produjeron. Se presentan las tasas medias anuales para cada período ínter censal, que fueron calculadas basándose en la siguiente expresión.

$$i = 100 \times \sqrt[n]{\frac{P_2}{P_1}} - 1$$

Donde:

i = tasa media de crecimiento anual durante el período de “n” años (%/año).

P_1 = población al comienzo del período ínter censal (habitantes).

P_2 = población al final del período ínter censal (habitantes).

n = duración del período ínter censal (años).

Año	Habitantes	Crecimiento Ínter censal %	Tasa media anual (%)	
1960	14381			
1970	38620	62,76	$i_{60/70}$	10,40
1980	49341	21,73	$i_{70/80}$	2,50
1991	63135	21,85	$i_{80/91}$	2,30
2001	76794	17,78	$i_{91/01}$	1,93

Tabla 16: Crecimiento Intercensal y Tasa media anual de crecimiento poblacional de Presidencia Roque Sáenz Peña.

La ciudad de Presidencia Roque Sáenz Peña presentó un crecimiento importante en el período 60” a 70” hecho que se refleja en la tasa media anual. En el período siguiente experimenta un descenso de la tasa desde 10.4 % hasta 2.5 % manteniéndose aproximadamente constante hacia el tercer período ínter censal; esto se manifiesta como una inflexión en la curva de evolución histórica de la Figura 30 lo que caracteriza a las poblaciones que tienden a la saturación demográfica. En el último período 91” a 01” se observa una ligera disminución de la tasa media anual de 2.3 % a 1.93 %, presentando características ya no de saturación.

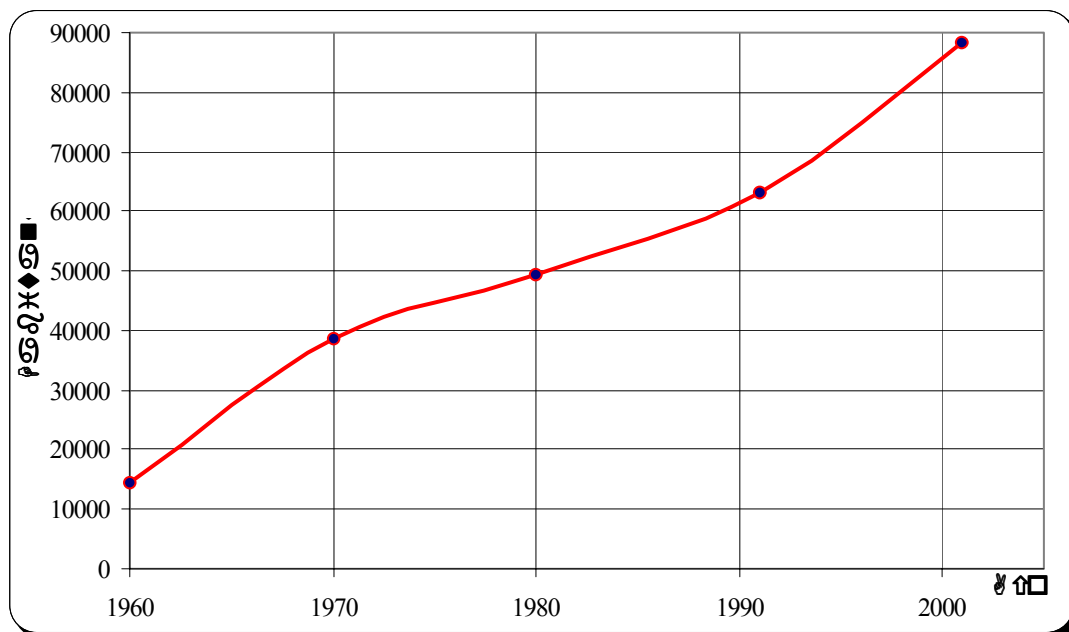


Figura 33: Evolución demográfica histórica de la ciudad de Presidencia Roque Sáenz Peña.

Proyección Demográfica

Escala Urbana

La proyección se efectuó con el método de la tasa geométrica decreciente. En este método la tasa media anual a emplear se define basándose en un análisis de las tasas medias anuales de los dos últimos períodos intercensales, por lo tanto se tomaron como punto de partida los valores extraídos de los tres últimos censos del INDEC; datos que fueron proporcionados por la oficina de Estadística y Censo de la provincia del Chaco.

La expresión que utiliza el método es similar a la de interés compuesto:

$$P_n = P_0 \times (1 + i)^n$$

Donde:

P_n = La estimación de población al año “n”.

P_0 = La población base, que por lo general corresponde al último censo.

i = Tasa media anual de proyección.

n = Número de años transcurridos entre la población base y el año de proyección.

La tasa media anual de proyección a adoptar es un promedio de los valores hallados si la tasa del segundo periodo censal es mayor el primero, de lo contrario se adopta la tasa correspondiente al segundo periodo.

El horizonte de proyección es a 25 años, desagregándose valores para periodos intermedios. En primer lugar se proyecta la población del año 2001 al año 2006, año en el que se realiza el proyecto ejecutivo, luego se proyecta esta al año 2007 que es cuando se considera que el inicio de la puesta en marcha del servicio. De aquí en más se hacen proyecciones al año 2022 y 2032 completando así el horizonte de análisis. En el cuadro siguiente se presenta un resumen de los resultados y en la Figura 34 se grafican dichos valores.

Año	Habitantes	Tasa media anual	
1960	14381		
1970	38620	$i_{60/70}$	0,104
1980	49341	$i_{70/80}$	0,025
1991	63135	$i_{80/91}$	0,023
2001	76794	$i_{91/01}$	0,019
2006	88164	$i_{01/06}$	0,023
2007	90633	$i_{05/07}$	0,023
2022	137146	$i_{06/22}$	0,023
2032	180765	$i_{16/32}$	0,023

Tabla 17: Proyección del crecimiento poblacional de la ciudad de Presidencia Roque Sáenz Peña, para los años de interés del proyecto.

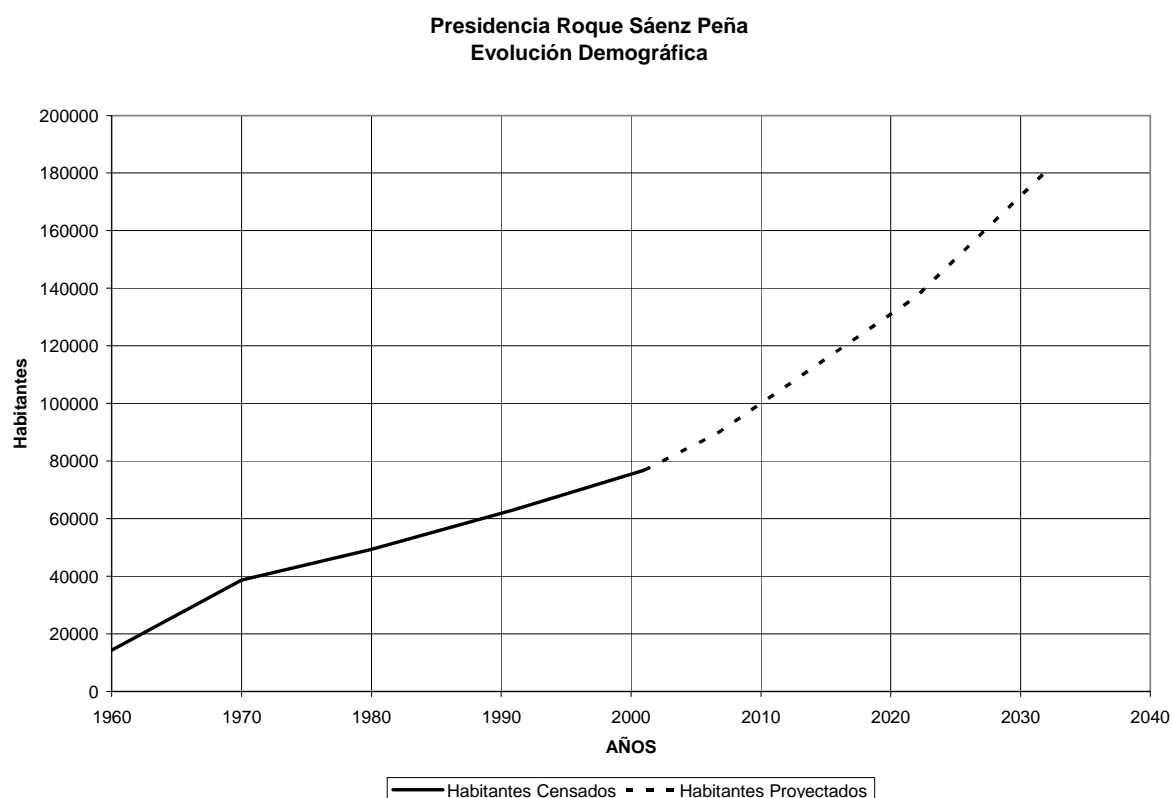


Figura 34: Proyección demográfica por tasa geométrica decreciente para la ciudad de Presidencia Roque Sáenz Peña.

De los datos del censo 2001 se desprende que la ciudad de Presidencia Roque Sáenz Peña participa aproximadamente en un 7,5 % del total poblacional de la provincia.

Escala del Área de Proyecto

Además del análisis de la evolución histórica de la población urbana, tendencias de crecimientos y proyección poblacional a nivel de la ciudad en forma completa, se efectuó un estudio de densidad demográfica y calidad de las viviendas dentro de los límites de la cuenca de la avenida Francisco Canteros (304).

Para la realización de este estudio se contó con información del último Censo (2001) cuya información se encuentra discriminada por fracciones y radios censales; estos datos fueron suministrados por la oficina de Estadística y Censo del gobierno de la provincia del Chaco.

La cuenca de la avenida Canteros (304), es cubierta por dos (2) fracciones censales, fracciones 15, y 17, cada una con un porcentaje de influencia como el mostrado en el cuadro siguiente y según el Plano N° 13.

Fracción	Superficie dentro de la cuenca [hectáreas]	Porcentaje de participación [%]
F15	62.50	50.80
F17	60.51	49.20
Cuenca	123.01	100.00

Tabla 18: Afectación superficial y porcentual de las Fracciones censales en el área de proyecto.

La densidad demográfica es la intensidad de ocupación de un área urbana expresada en habitantes por hectárea. Distinguiéndose la densidad neta y la densidad bruta, la primera considera la superficie efectivamente ocupada por la población mientras que la segunda considera como área toda la superficie incluyendo espacios verdes, calles, etc.

En el cuadro siguiente se presenta un resumen de valores arrojados por el censo de 2001 y sus correspondientes proyecciones en las fechas de interés, que surgen del análisis de los radios censales ubicados dentro de la cuenca, identificándose el número de habitantes dentro de ella y sus correspondientes densidades:

Censo	Habitantes	Área (ha)		Densidad (Hab/ha)	
		Bruta	Neta	bruta	neta
2001	4041	123.01	78.70	32.8	51.3
2006	4639			37.7	58.9
2007	4769			38.7	60.6
2022	7217			58.7	91.7
2032	9512			77.3	120.86

Tabla 19: Crecimiento poblacional en el área de proyecto y su distribución de densidad.

Para los estudios de agua potable las densidades netas entre 50 y 100 hab./ha. se considera como viviendas aisladas, lotes medianos y pequeños, el área en cuestión está dentro de esta clasificación, salvo la proyección a 25 años.

Como ya se dijo, la cuenca de la avenida Canteros se encuentra cubierta por dos fracciones censales, para las que se conoce el tipo y cantidad de vivienda. Con esta información se intentara inferir la calidad de vida del área de estudio.

El INDEC clasifica a las viviendas en tipos:

- A
- B
- Ranchos
- Casillas
- Departamentos
- De alquiler
- Locales (que no sean habitaciones)

Se entiende por viviendas tipo B a todas las casas que cumplen por lo menos con una de las siguientes condiciones: tienen piso de tierra o ladrillo suelto u otro material (no tienen piso de cerámica, baldosa, mosaico, mármol, madera o alfombrado) o no tienen provisión de agua por cañería dentro de la vivienda o no disponen de inodoro con descarga de agua. Las viviendas tipo A son todas las casas no consideradas como tipo B.

En la Figura 35 se puede observar que el 80,24 % del área de la cuenca se encuentra ocupada por viviendas tipo A, un 14,4 % por viviendas tipo B, y resto por las demás categorías, si se tomara estos porcentajes así como aparecen y la clasificación que considera el INDEC, se podría decir que la calidad habitacional del área es bastante buena.

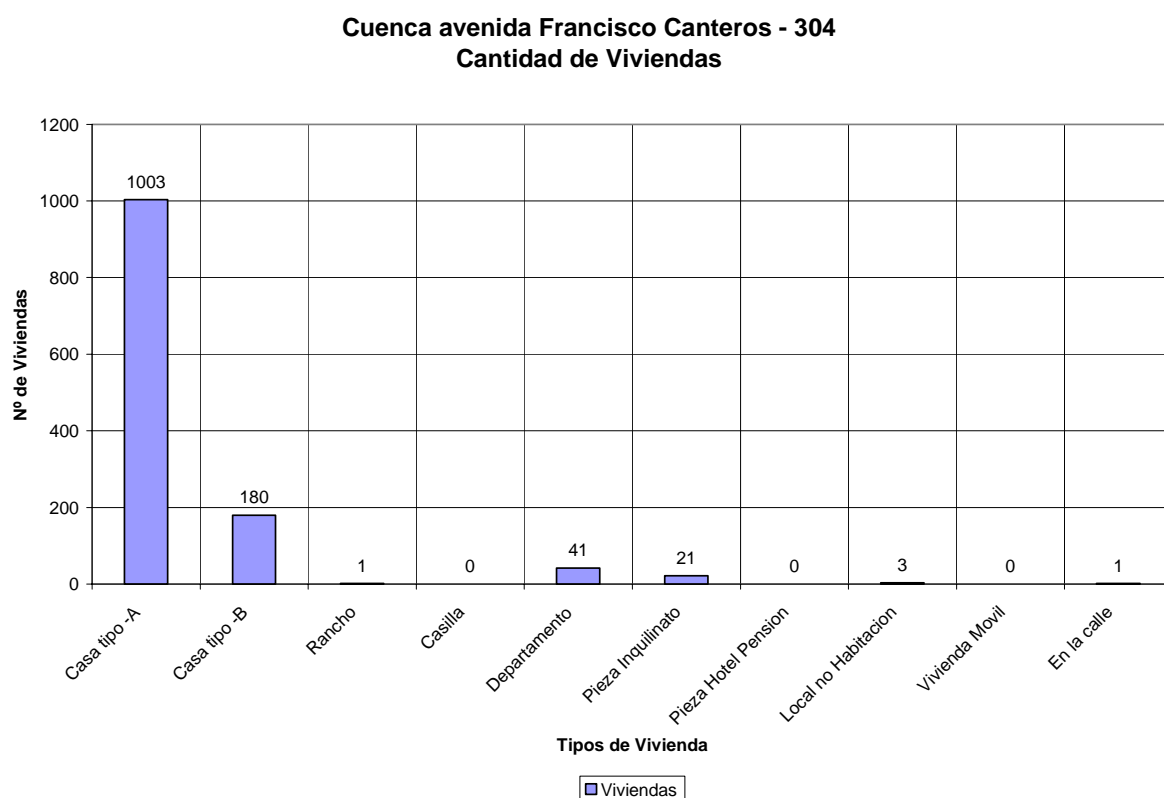


Figura 35: Porcentaje de viviendas por tipo dentro de la cuenca de la avenida Francisco Canteros.

Pero lo que se observa al recorrer la cuenca es que, a pesar de que las viviendas cumplen con algunas condiciones como ser distribución de agua dentro de la casa, sistema de evacuación cloacal por red pública; considerándose del tipo A, las mismas presentan deterioros edilicios que no las ubicarían en esa categoría, mas bien tienden a clasificarse como precarias desde este punto de vista. Esto se observa en la Figura 36, donde se adjuntan fotos de viviendas de la cuenca, y se ve el deterioro que presentan sus paredes, con marca claras de agua dejadas en ellas por inundaciones recientes que afecta al área, en esta misma secuencia de fotos se destaca la defensa de mampostería construida en el umbral de ingreso a la vivienda.



Figura 36: Condición edilicias de las viviendas en la cuenca de la avenida Francisco Canteros.

Normas Urbanísticas

La inexistencia de un Código de Planeamiento Urbano para la ciudad, impide desarrollar directamente las características de uso y ocupación del suelo, y especialmente la tendencia futura que puede tener el área de proyecto. De la información recopilada se pudo no obstante hacer una caracterización de la estructura habitacional y de ocupación del suelo, considerándose que el área de proyecto se ubica en lo que se denomina Casco Céntrico de la ciudad.

El Casco Céntrico se delimita por las Avenidas Sarmiento (1), Malvinas Argentinas (28), Hipólito Irigoyen (2) y Juan D. Perón (33), incluyendo las primeras 100 manzanas del trazado original, que actualmente tiene como eje a la Calle San Martín (12), que concentra, además de comercios, el equipamiento administrativo y de servicios, educativo de niveles primarios,

secundarios y jardín de infantes, sanitario, religioso de diferentes cultos, hotelería y servicios fúnebres.

La escasez de espacios verdes públicos, al igual que en el resto de la ciudad es manifiesta: sólo existen tres plazas públicas. El casco céntrico tiene una densidad relativamente alta, contando con agua potable, energía eléctrica en toda su superficie.

Los desagües pluviales presentan inconvenientes en su funcionamiento por la alteración parcial que fue sufriendo el sitio y por problemas de cota. Importantes zonas céntricas y avenidas de mucho tránsito como la Yrigoyen (2) acumulan agua de lluvia provocando grandes problemas de inundación.

La caracterización del uso del suelo urbano permite inferir del reconocimiento del casco céntrico, algunos aspectos básicos:

- Existe una razonable saturación en la ocupación de la tierra en el casco céntrico.
- La inexistencia de altas densidades de edificación (ya que existen solo tres edificios de más de tres plantas uno de ellos ubicado en la cuenca) permitiría estructurar una homogénea distribución de servicios e infraestructura, pero la profusión de baldíos hace más difícil un aprovechamiento óptimo de las inversiones comunitarias.
- La escasez de espacios verdes públicos se atenúa con la ocupación de algunos baldíos con fines deportivos o la existencia de clubes diseminados en los distintos barrios, pero sin responder a una equitativa distribución de los mismos.

La zonificación propuesta en el Plan de Ordenamiento Ambiental de Presidencia Roque Sáenz Peña y su Área de Influencia de 1982, apuntaba a regular la localización espacial de las distintas actividades buscando una mayor eficiencia del sistema urbano y una racional utilización de los espacios urbanos. Es así que se zonificó el territorio en distintas áreas que servían de base para el Código de Ordenamiento Ambiental integrante de la propuesta, que hasta la fecha no ha sido sancionado por el Municipio.

Las áreas en que fue dividido el Ejido Municipal fueron: Áreas Centrales (C), Áreas Residenciales (R), Áreas de Equipamiento (E), Área Industrial (I), Distrito de Urbanización (U), Área recreacional (AR), Zona de Urbanización Inmediata (AI), Zona de Reserva Urbana (RU) y Zona Rural (ZR).

Este esquema de zonificación mantiene su vigencia en términos generales en la actualidad, debido a que el mismo no fue implementado adecuadamente.

La zonificación propuesta a partir del estudio y evaluación de las características actuales de la ciudad en cuanto a subdivisión de la tierra, uso del suelo y tejido urbano, como así también de las nuevas tendencias en cuanto al ordenamiento urbano ambiental se sugiere considerar los siguientes distritos:

Distrito Central: Se estima conveniente mantener un Área Central correspondiente a la máxima localización del equipamiento administrativo, institucional y financiero a escala urbana y regional; como asimismo el equipamiento educacional y sanitario en correspondencia con los sectores de mayor densidad poblacional y la máxima concentración del equipamiento comercial minorista a escala de amplios sectores urbanos, con el uso vivienda como actividad complementaria.

De igual manera la actividad residencial podrá desarrollarse como único uso en una parcela, a fin de favorecer el dinamismo del área.

Distritos Residenciales: La característica de las áreas residenciales estará dada por la densidad habitacional Alta, Media y Baja, definiéndose cada una según la disponibilidad de infraestructura y las características del sitio.

Residencial de Densidad Alta: Podrá alojar densidades mayores a 120 habitantes por hectárea, en las áreas donde la infraestructura de energía, agua potable, desagües pluviales y cloacales sea completa, siempre que la red vehicular asegure la accesibilidad al sector y la buena circulación interna. Deberán formar parte o ser inmediatamente contiguas a áreas ya consolidadas.

Residencial de Densidad Media: Podrá alojar densidades de población comprendidas entre 60 y 120 habitantes por hectárea, en las áreas donde la infraestructura pueda no ser completa pero posea factibilidad cierta de ser realizada.

Residencial de Densidad Baja: Podrá alojar densidades de población inferiores a 60 habitantes por hectárea, en áreas que limiten y puedan complementarse con actividades agropecuarias.

El área de proyecto, como ya se ha señalado, está ocupada por la actividad comercial y residencial, por lo que la proyección al futuro encuadraría en las zonificación de Distrito Central y Distrito Residencial de Densidad Media.

IV.5. Cálculo de los caudales a evacuar, Actuales y Futuros.

Los Caudales a evacuar para las situaciones planteadas se pueden observar en formato digital anexo a la contratapa al informe.

V. PLANTEO DE ALTERNATIVAS DE OBRAS

V.1. Delimitación de Cuencas.

Planimetría general.

La planimetría general se ha dibujado a partir de los planos de mensura de la ciudad de Presidencia Roque Sáenz Peña, estos fueron obtenidos de la “Dirección de Catastro y Agrimensura” de la municipalidad y completados en algunos casos con información de la “Dirección de Catastro” de la Provincia. Para ello se digitalizó las zonas correspondientes a la cuenca en cuestión, incluyendo el amanzanamiento, trazado y nombre de calles.

Sobre esta planimetría general básica, se ha volcado toda la información de interés generada en los relevamientos de campo, tales como la topografía, la infraestructura existente, las redes de servicio identificadas en el área, tales como las de agua potable, cloacas, telefonía y electricidad. Sobre esta misma base, se ubicó la información generada para este estudio, entre las que se puede mencionar al trazado de las curvas de nivel en el Plano N° 7, la delimitación de cuenca principal y de sus subcuencas en el Plano N° 11, así como la identificación de los sentidos de escurrimientos en el área en el Plano N° 6.

La cuenca específica de trabajo, abarca 123.01 hectáreas ubicadas todas en área urbana, pero la generación de información cartográfica se extendió hasta la zona rural donde la cuenca urbana vuelca sus excedentes. Para la generación de los planos de esta zona, se utilizó como fuente de información cartografía la disponible en el municipio y de trabajos de saneamiento rural que desarrolla la Administración Provincial del Agua, planchetas del IGM y relevamientos de campo.

De este trabajo se obtiene como resultado la “Planialtimetría General Ajustada” de la zona en estudio, la cual fue acotada al plano comparativo del Instituto Geográfico Militar, trazando curvas de nivel con equidistancias de 0.10 metros en el área urbana y con equidistancias de 2.5 metros para la zona rural Planos N° 7 y N° 8, máxima aproximación disponible en la carta IGM escala 1:50.000 de Presidencia Roque Sáenz Peña.

Esta cartografía base es la que se utilizó para todos los estudios efectuados dentro de la cuenca.

Las escalas en la que se representan cada uno de los planos se selecciona en función de la importancia del trabajo a mostrar y de la información disponible, para obtener una correcta visualización e interpretación de los mismos.

Cuencas y sentido de escurrimiento.

Sobre la base cartográfica general preparada y mencionada en el punto anterior, se confeccionaron los planos de delimitación de cuenca y subcuencas del sistema de desagües de la avenida Francisco Canteros (304). Plano N° 11.

Sobre la misma base cartográfica y con al apoyo del relevamiento topográfico realizado, se determinaron los sentidos de escurrimiento en cada una las subcuencas identificadas, este punto pudo corroborarse con recorridas de campo, realizadas durante el desarrollo de la precipitación ocurrida el día 22 de marzo. Plano N° 6.

Esta cartografía, complementaria a la de Infraestructura existente donde puede observarse, las cunetas, los alcantarillados en las bocacalles de tierra, anchos de calles, tipos de superficies (calles pavimentadas o sin pavimento), etc. Plano N° 5.

Planimetría de redes pluviales existentes.

Sobre la planimetría general de la cuenca mencionada, se volcaron los sistemas de desagües existentes. La descripción detallada de los mismos fue realizada en la sección III.4., los valores de secciones y cotas de los mismos surge del relevamiento topográfico complementario realizado sobre las redes existentes, a fin de poder estimar en este caso su capacidad de transporte y condiciones actuales de descarga, situación esta utilizada en la determinación de la oferta actual. Plano N° 10.

Determinación de subcuencas.

Sobre la base de toda la información topográfica producida en el estudio más los relevamientos de campo realizados oportunamente, se realizó la delimitación de las subcuencas de aporte a los sistemas de desagües planteados, los que componen la red pluvial propuesta. Plano N° 11.

V.2. Caracterización de situación actual por cuenca.

Durante la recorrida de verificación indicada en el punto I.2., se efectuó un relevamiento expeditivo de los usos del suelo y tipos de edificación actuales, intentando establecer el grado y las características del desarrollo urbano de la cuenca en estudio, que sumado al análisis y el tratamiento realizado sobre las fotografías áreas disponibles de la cuenca, que se desarrolló en el punto III.5. “Análisis del Grado de Ocupación y Uso del Suelo Actual” permitió disponer de información para la determinación de los parámetros urbanísticos actuales y futuros, previsibles y necesarios para el proyecto ejecutivo.

V.3. Planteo de alternativas en el Área en estudio.

Generalidades.

El objetivo que debe cumplir una red de desagües pluviales, es el de mitigar los problemas que afectan a los habitantes de la cuenca. En tal sentido, se plantea en este estudio algunos criterios básicos que las alternativas tendrán incorporado y que son los que a continuación se detallan:

- Mínima intervención sobre el ecosistema y el ambiente;

- Detención de las aguas pluviales en el lugar donde precipitan en vez de su rápida transferencia hacia aguas abajo; y
- La necesidad de mejoramiento de las condiciones sanitarias de la ciudad.

Ante este planteo, el primer interrogante que surge es: ¿cuál es el grado de protección adecuado que debe brindar el sistema de desagües proyectado?. Es decir, ¿qué riesgo será aceptado para el proyecto, en el caso de que el caudal de diseño sea superado durante la vida útil del sistema?

Hasta ahora y según los criterios tradicionales de planificación y proyecto, los sistemas de drenaje se dimensionaban para ser seguros a la falla y ofrecer una máxima garantía. Los criterios más modernos, toman mejor la sensibilidad de la población, y se orientan más por un criterio minimax (minimizar el máximo daño posible de ocurrir) y no por maximizar garantías.

El grado de protección adoptado (lo que se denomina escala de diseño) resultará de un adecuado compromiso entre riesgo y vulnerabilidad, entendiendo bajo tales conceptos lo siguiente:

Riesgo: probabilidad de que el sistema falle.

Vulnerabilidad: es el valor esperado de las pérdidas asociadas a una falla.

Es importante saber que, a medida que el grado de protección teórico aumenta, la obra necesaria, será más cara. Por lo tanto, para definir el evento de diseño (denominado nivel de diseño de una obra), habrá que hacer un adecuado balance entre costo y la seguridad que la obra brindará.

Existen innumerables criterios para definir el nivel de diseño de una obra. Algunos consisten en adoptar un valor cualquiera para el período de recurrencia, normalmente un número natural seguido de uno o más ceros (por ejemplo, 10 años, o 20 años, o 100 años, etc.). Otros directamente proponen adoptar como evento de diseño uno que sea una vez y media, o dos veces, o “n” veces el mayor evento registrado. Ambos criterios son difíciles de justificar.

Lo que suele ser de interés para el decisor político, es conocer el riesgo de que un evento sea igualado o superado por lo menos una vez en los próximos **N** años, donde **N** suele ser la vida útil o económica del proyecto. Este riesgo puede calcularse utilizando la siguiente ecuación:

$$R = 1 - (1 - p)^N = 1 - \left(1 - \frac{1}{TR}\right)^N$$

En la ecuación anterior, **R** es el riesgo de que un evento con probabilidad de ocurrencia **p** sea igualado o superado en los próximos **N** años. La probabilidad de ocurrencia del evento, **p**, es estadísticamente igual a la inversa del tiempo de recurrencia, **TR**, número de años que en promedio deben transcurrir para que el evento sea igualado o superado.

De esta forma, si se considera que el proyecto que se está realizando tendrá una vida útil de 20 años y el tiempo de recurrencia que se establece al evento de diseño es de 5 años – valor este

recomendado en la mayoría de los trabajos a nivel mundial para sistemas de desagües como los que se proyectan en este trabajo –, el riesgo de que el evento de diseño sea igualado o superado durante la vida útil de la obra es de 98%. Si se cambia a 10 años el tiempo de recurrencia del evento de diseño el riesgo de que el evento de diseño sea igualado o superado toma el valor de 87%.

El grado de protección del sistema de desagües que se pretende diseñar en este trabajo, no solo tiene asociado un riesgo de que la tormenta de diseño adoptada sea superada a lo largo de la vida útil del sistema, sino que además es necesario establecer el grado de vulnerabilidad que se le dará al sistema, esto, es lo mismo que establecer el nivel de tolerancia que se le asignará a los problemas originados por las inundaciones pluviales urbanas, transformándose así en una decisión de política pública, que es discutida con el municipio.

Por ejemplo, si se quieren evitar daños a las propiedades inmuebles, no deberá permitirse que las aguas escurran sobre las veredas, lo cual limitaría el tirante máximo en calles y avenidas a 17cm (altura de los cordones).

En áreas verdes o destinadas a usos recreativos, como por ejemplo plaza y parques, podrán admitirse tirantes superiores, sin que ello cause problemas significativos a las actividades más importantes de la ciudad.

Como los valores indicados en los párrafos anteriores son apenas indicativos, y en cada caso debe analizarse la situación particular, se procedió a consultar sobre este punto a las autoridades municipales, llegándose a definir como grado de protección aceptable al que se define por la combinación de una tormenta de diseño de 5 años de tiempo de recurrencia y un tirante máximo en las calles de 0.25 metros, pudiendo observarse en la Figura 37 la gráfica donde se muestra la condición más desfavorable que será tolerada en el diseño de las alternativas planteadas y obviamente de aquella seleccionada para ser llevada a proyecto ejecutivo, compatibilizando esto con el resto de los trabajos de proyectos realizados por el municipio para otras cuencas de la ciudad.

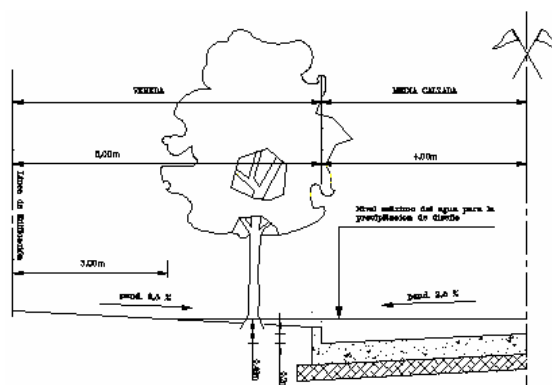


Figura 37: Perfil transversal de una calle típica, y los niveles de agua fijados como máximo alcance o afectación máxima tolerada por el sistema mayor para la tormenta de diseño cuyo TR es de 5 años.

Recurrencia de diseño.

Tradicionalmente los desagües pluviales han sido dimensionados para conducir los caudales atribuibles a un determinado período de retorno (recurrencia), en general, la literatura técnica aconseja valores de entre dos o cinco años como tiempo de recurrencia para el diseño del sistema mayor de escurrimiento o microdrenaje y de 10 a 50 años de acuerdo a la magnitud e importancia de la obra para el sistema menor o macrodrenaje.

Para el proyecto que se desarrolla en la cuenca de la avenida Francisco Canteros (304) se adoptará para el diseño del sistema de microdrenaje 5 años de tiempo de recurrencia (TR) y de 10 años de TR para el sistema de macrodrenaje.

En tal sentido, la aplicación del modelo de transformación lluvia caudal se correrá para con tormentas de 5 años y será verificado para la de 10 años de tiempo de recurrencia.

Como consecuencia de lo expuesto, en los últimos años se desarrollaron numerosos modelos matemáticos hidrológicos especialmente orientados al proyecto y verificación de sistemas de desagües pluviales, en este caso y como se mencionara en los puntos anteriores se utilizará el modelo AR-HYMO desarrollado y adaptado por el Centro Regional Andino del Instituto Nacional de Ciencia y Técnica Hídrica (INCyTH - CRA) y personal de Consejo Federal de Inversiones, descripto en el punto IV.3. Demanda Actual y Futura.

Estudio de Alternativas.

El estudio de alternativas, se orienta a efectuar un análisis técnico, económico y ambiental, que permita seleccionar la alternativa más conveniente. Para el planteo de las alternativas analizadas se trabajó sobre las siguientes variantes:

- Distintas trazas de colectores;
- Utilización de los conductos existentes;
- Distintas opciones de materiales;
- Ejecución de las obras por etapas.

En los párrafos que siguen se describe el alcance de cada una de estas.

a) Traza de colectores.

La definición de la traza del colector que permita la evacuación de los excesos generados por la cuenca de aporte de la avenida Francisco Canteros (304), es una combinación de varios factores, entre los que se pueden mencionar en orden de importancia, a la topografía de la cuenca, la infraestructura de pavimento existente y las interferencias que pudiese tener la alternativa que se plantea con los servicios públicos ejecutados, entre los principales.

De acuerdo al plano de curvas de nivel, Plano N° 7, la pendiente general de la cuenca es hacia la avenida Canteros, existiendo punto o sectores más bajos en la cuenca, pudiendo

identificarse los que se concentran en las esquinas de las calles Estados Unidos (315) y Moreno Villa (302), Avenida Hipólito Yrigoyen (2) y calle Luis A. Barco (311), calle Luis A. Barco (311) y avenida Canteros (304), avenida Canteros (304) y calle (307), calle G. García (306) y calle Puerto Rico (303), se debe aclarar que la información topográfica que permitió el trazado de las mismas es la generada en este proyecto y considerando para el trazado las cotas actuales del terreno. A partir de esta información en la cuenca se estimó las cotas de los pavimentos futuros, considerando fundamentalmente las cotas de umbrales de las casas en la actualidad.

La generación de esta información volcada en el Plan N° 14, surge que las esquinas de las calles, Avenida Hipólito Yrigoyen (2) y calle Luis A. Barco (311), calle Estados Unidos (315) y F. Pibernus (300) son puntos bajos a los cuales hay que llegar con conductos, es decir que en las alternativas que se planten de traza, existe la necesidad de ir a buscar el escurrimiento de acuerdo a lo establecido en el punto de “Inicio del sistema de conductos.”, que se comenta más adelante. Esta condición obliga a disponer conductos secundarios que permitan ir a buscar los excesos de las esquinas de las calles 315 y 300; y avenida 2 y calle 311.

A medida que el escurrimiento se desarrolla hacia aguas abajo, los puntos bajos tienden a concentrarse sobre la avenida Francisco Canteros (304), y de acuerdo a esto se plantean dos alternativas identificadas como I y II, que pueden observarse en los Planos N° 14 y N° 15.

Es decir que se puede plantear como una primera alternativa de traza la que permite tomar los excesos en los puntos bajos del sistema identificados en el párrafo anterior, sumando a esto la necesidad de cumplir con los expresados en este mismo punto subítem *Generalidades* es decir, donde el escurrimiento superficial supera la capacidad de conducción de las calles.

La “Alternativa I”, tiene una traza que surge como la más natural del sistema, ya que toma los conductos secundarios que son necesario construir sobre las calles Estados Unidos (315), Luis A. Barco (311), 307 y Puerto Rico (303) uniéndolos a través de un conducto principal que tiene su traza sobre la avenida Canteros desde la calle Estados Unidos 315 hasta su descarga en el canal paralelo a las vías luego de atravesar las vías del Belgrano con destino a Avía Terai.

El esquema de esta alternativa se puede observar en el Plano N° 14, en el se indican caudales de transporte y dimensiones de los conductos que permiten presupuestar la obra para la realización del análisis de alternativas. Desde el punto de vista netamente hidráulico se adjunta a continuación las figuras ilustrativas que muestran el desarrollo de los perfiles de agua determinados a partir de la condición de borde que impone la descarga en el canal de saneamiento rural SADE, destino final de los excedentes de la cuenca en estudio. Del mismo modo se agregó los de los conductos secundarios demostrando que la solución propuesta cumple con las condiciones mínimas que impone la morfología del terreno.

Cuenca 304 - Alternativa I
Perfil General de Desagüe de Canal y Conducto Principal

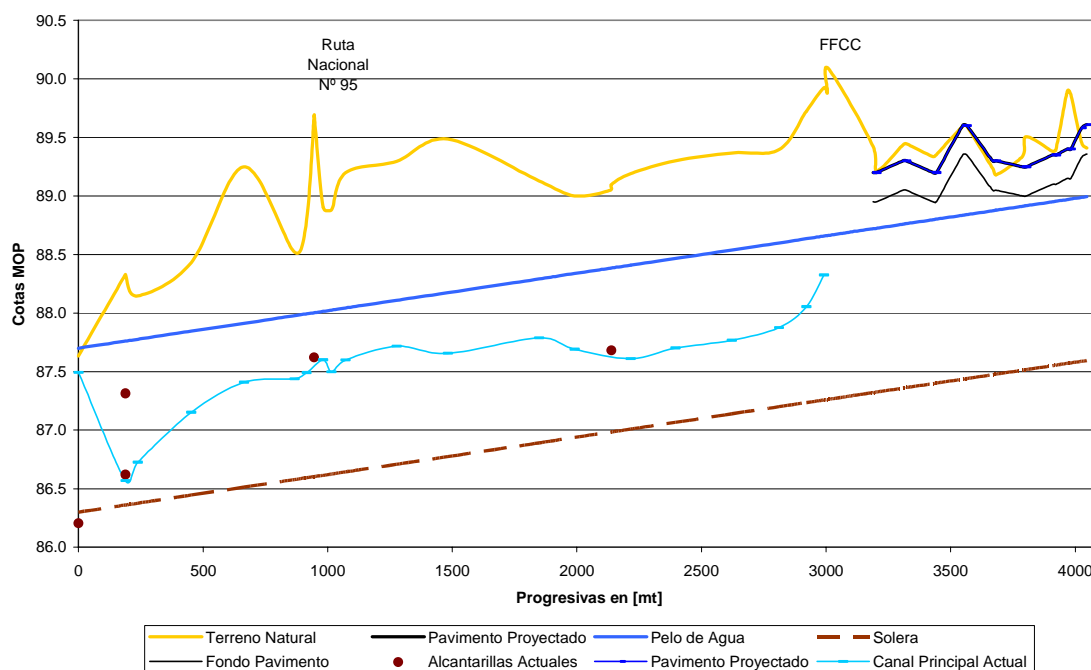


Figura 38: Perfil longitudinal del canal y conducto principal de la Alternativa I.

Cuenca 304 - Alternativa I
Perfiles de Desagüe Secundario Calle Puerto Rico 303

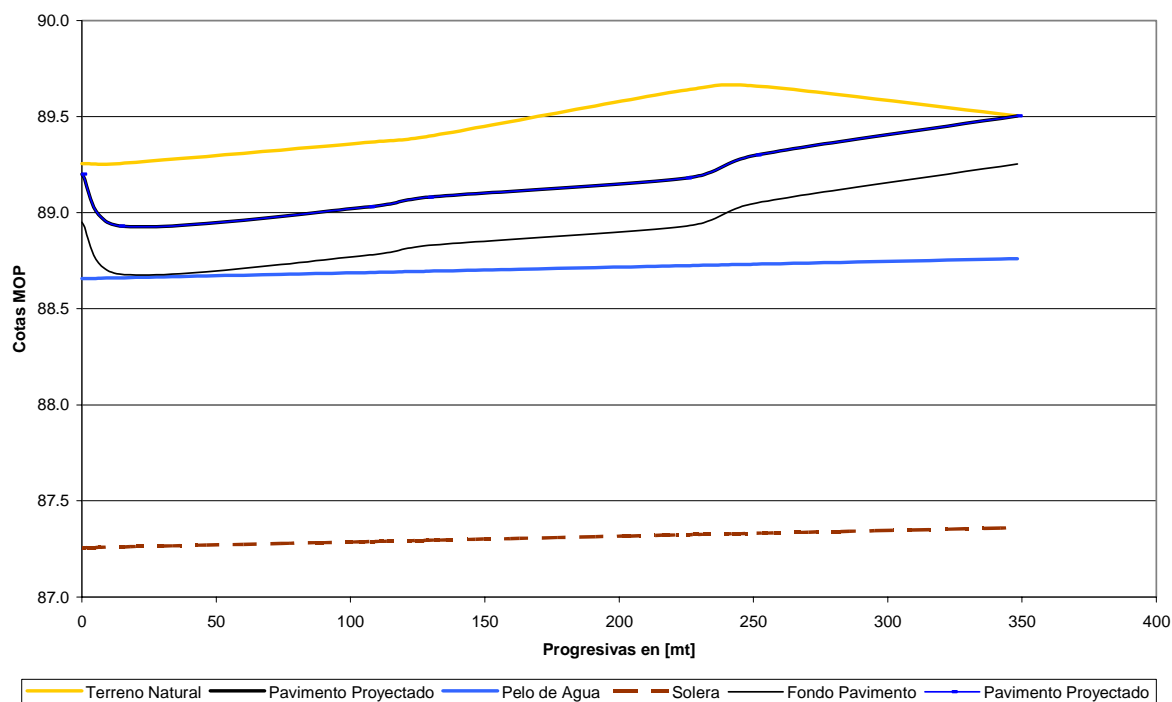


Figura 39: Perfil longitudinal del conducto secundario de la calle 303 para la Alternativa I.

Cuenca 304 - Alternativa I
Perfiles de Desagüe Secundario Calle 307

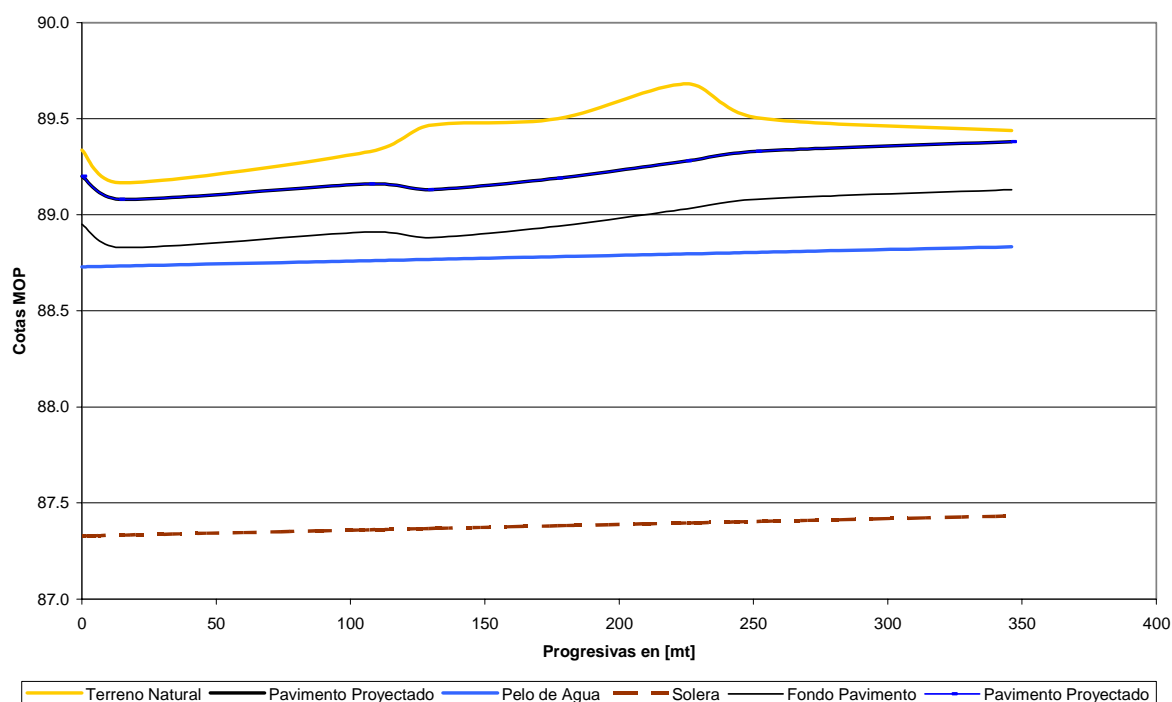


Figura 40: Perfil longitudinal del conducto secundario de la calle 307 para la Alternativa I.

Cuenca 304 - Alternativa I
Perfiles de Desagüe Secundario Calle Luis A. Barco 311

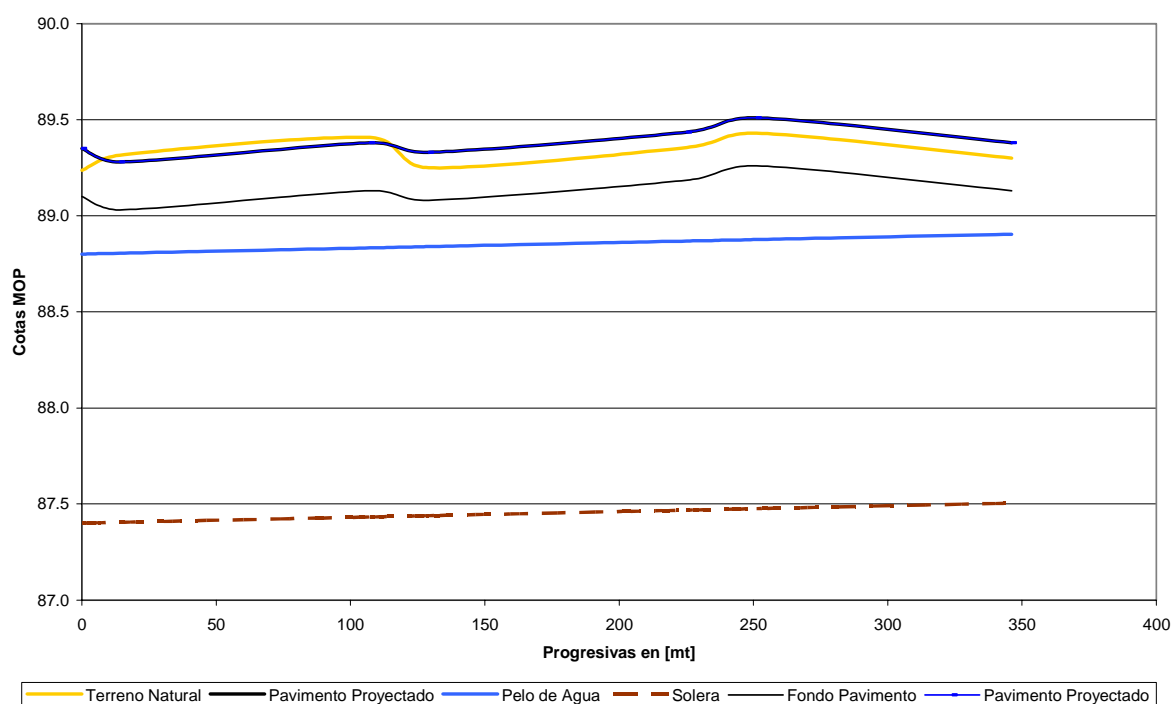


Figura 41: Perfil longitudinal del conducto secundario de la calle 311 para la Alternativa I.

Cuenca 304 - Alternativa I
Perfiles de Desagüe Secundario Calle Estados Unidos 315

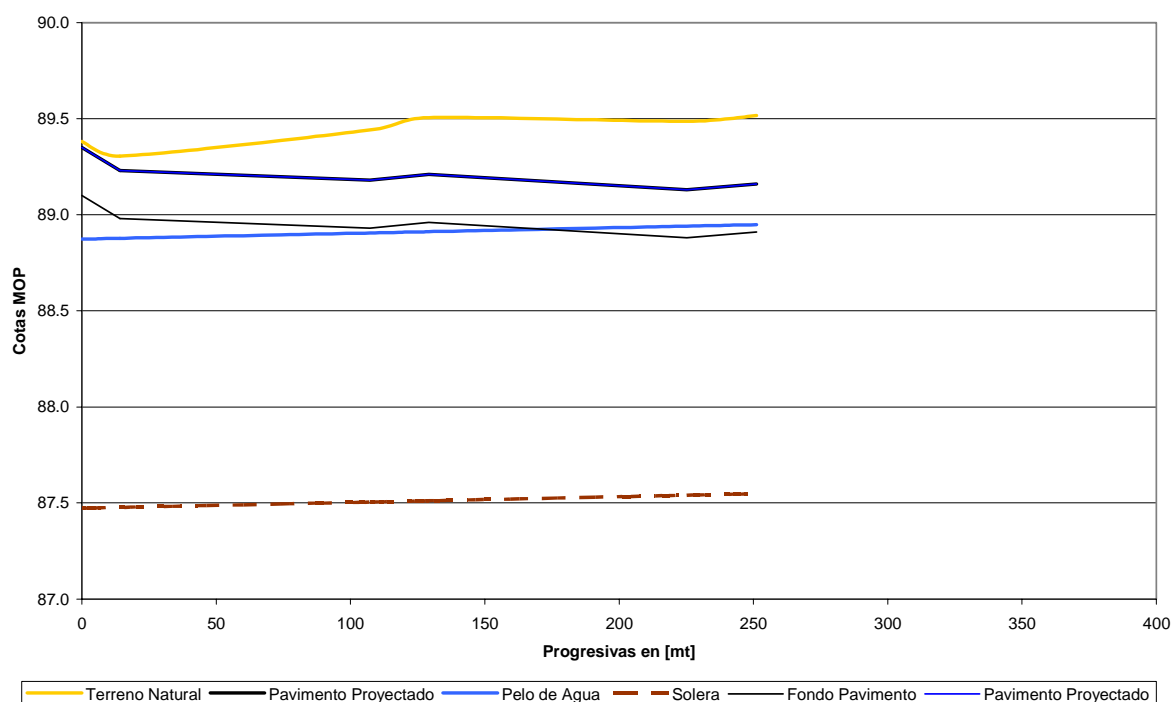


Figura 42: Perfil longitudinal del conducto secundario de la calle 315 para la Alternativa I.

La “Alternativa 2” resulta de hacer varias consideraciones, resultando en consecuencia la propuesta expresada en el Plano N° 15. Para la realización de esta alternativa se pretendió en primer lugar realizar una subdivisión de los caudales generados en la cuenca, de esta forma se captan los caudales generados en las subcuencas de las calles 311, 313 y 315 con un conducto de mayor importancia que tiene su traza por la avenida Canteros (304) desde calle Estados Unidos (315) hasta Luis A. Barco (311), luego de juntar todos estos excedentes el conducto continua por calle Barco hasta la calle G. García (306), por esta el desagüe se convierte en canal a cielo abierto aprovechando el mayor espacio disponible, necesitando si una alcantarilla sobre calle John F. Kennedy (309) para continuar con esta misma traza hasta la calle Itatí (305) para unirse con el otro ramal y cruzar las ex vías hacia Tres Isletas y de allí en adelante hasta la descarga como canal a cielo abierto.

El otro tramo de esta alternativa lo constituyen las descargas de las subcuencas de las calles C. Pellegrini (7) y 307 que se inician en la avenida Yrigoyen (2) y por la calle 307 va hasta la avenida Canteros (304) y por esta una cuadra al Sur hasta llegar a la calle Itatí (305), por esta última calle el conducto tiene su traza hasta la calle García (306) para juntarse con la rama que viene paralelo a la calle García (306) desde calle Barco (311) y pasar las vías en forma conjunta.

Una tercera rama de esta Alternativa tiene su traza por la calle Puerto Rico (303), desde la avenida Yrigoyen (2) hasta la avenida Canteros (304), para luego por esta última dirigir su traza

hasta la avenida Sarmiento (1) y pasar el otro ramal de las vías del FFCC Belgrano con destino a Avía Terai, luego de pasar las vías el desagüe se convierte en canal a cielo abierto hasta la descarga en el canal colector rural SADE. Las ramas de desagüe de las calles 307 y 305, que tiene su salida por la calle 305, se vinculan con el ramal de la calle 303 por un conducto circular de 1.20 metros de diámetro, esto permite equilibrar los caudales de descarga de tal forma que al pasar los canales de descarga por la ruta nacional N° 95 no se deba realizar alcantarillas nuevas y con solo adecuar la cota de solera de las mismas sea suficiente para permitir la evacuación de la cuenca en estudio.

Los perfiles hidráulicos de estas Alternativas son los que se ilustran a continuación:

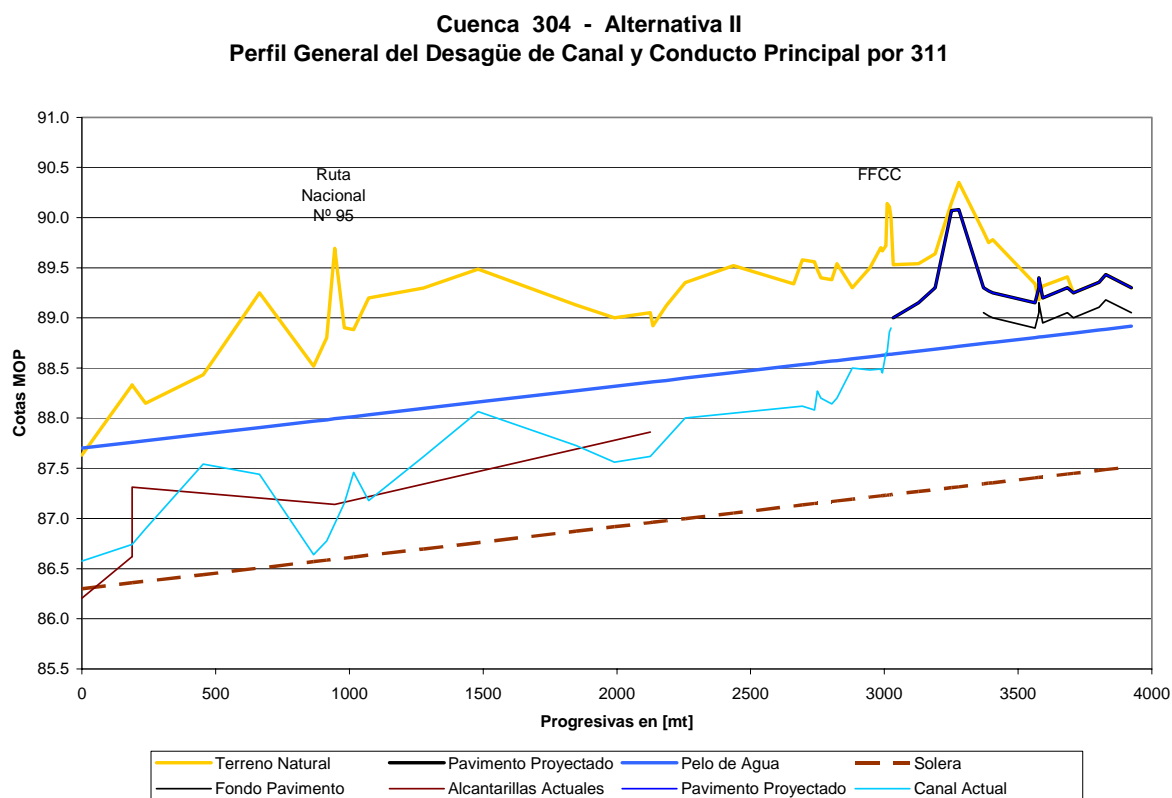


Figura 43: Perfil longitudinal del canal y conducto principal por calle 311 de la Alternativa II.

Cuenca 304 - Alternativa II
Perfil General del Desagüe de Canal y Conducto Principal por 307

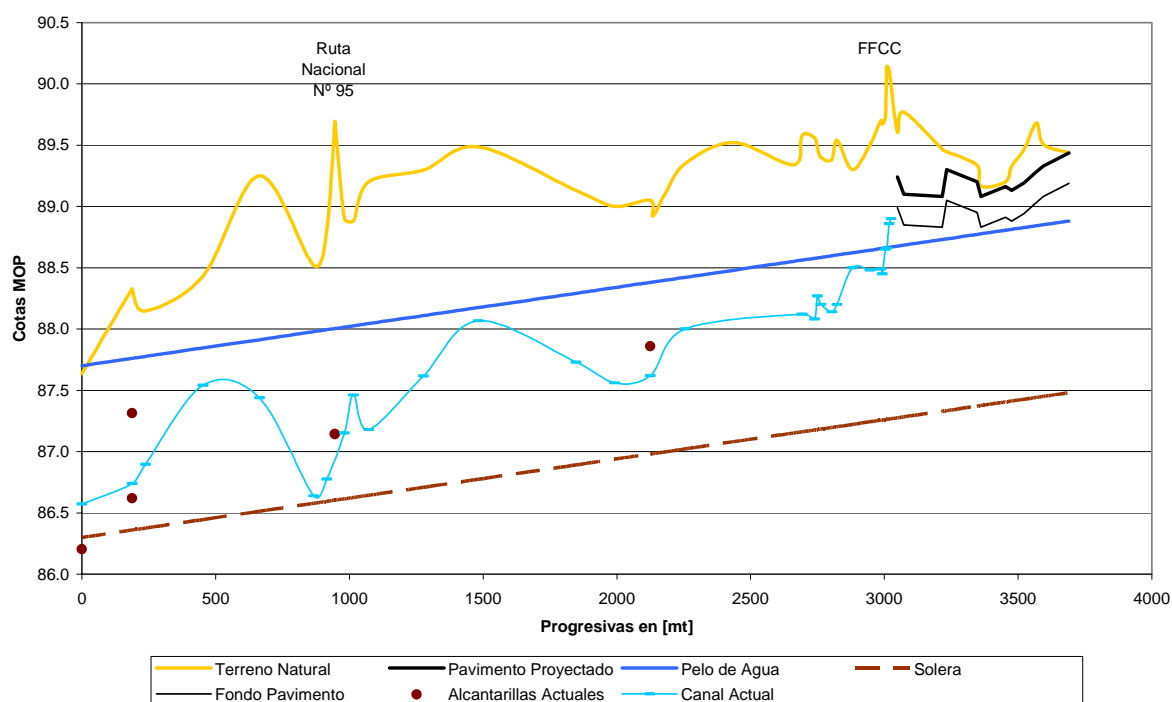


Figura 44: Perfil longitudinal del canal y conducto principal por calle 307 de la Alternativa II.

Cuenca 304 - Alternativa II
Perfil General del Desagüe del Conducto de calle 311

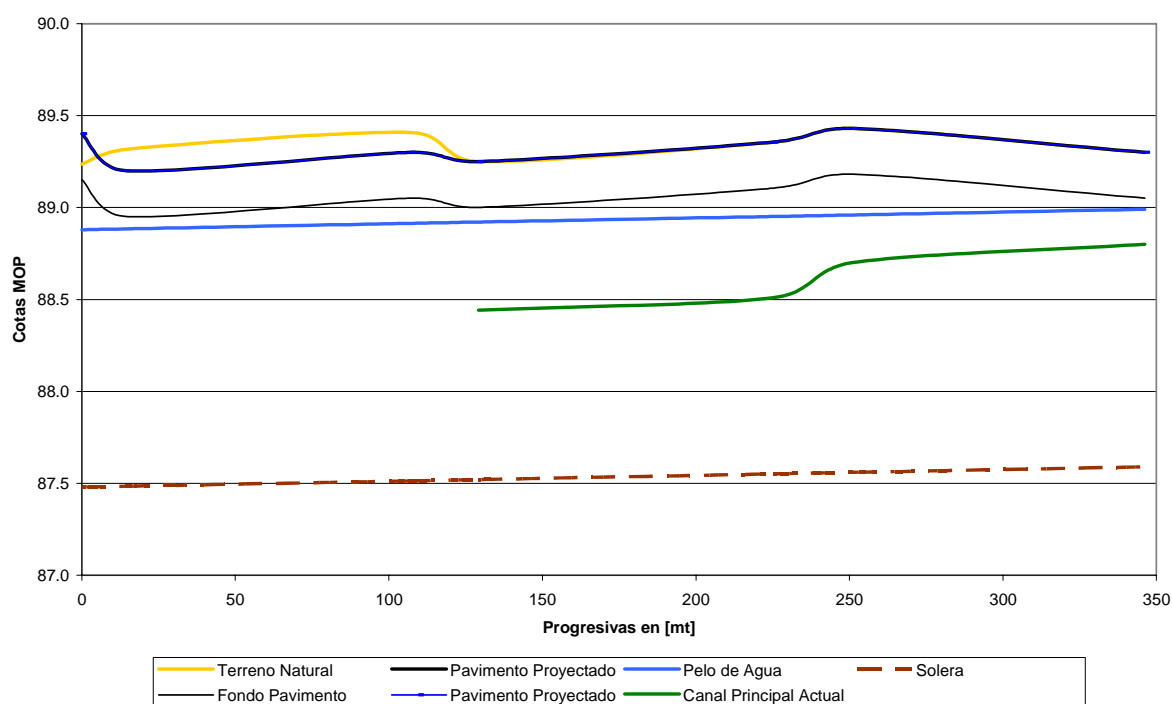


Figura 45: Perfil longitudinal del conducto secundario de la calle 311 para la Alternativa II.

Cuenca 304 - Alternativa II
Perfil General del Desagüe del Conducto Secundario de calle 315

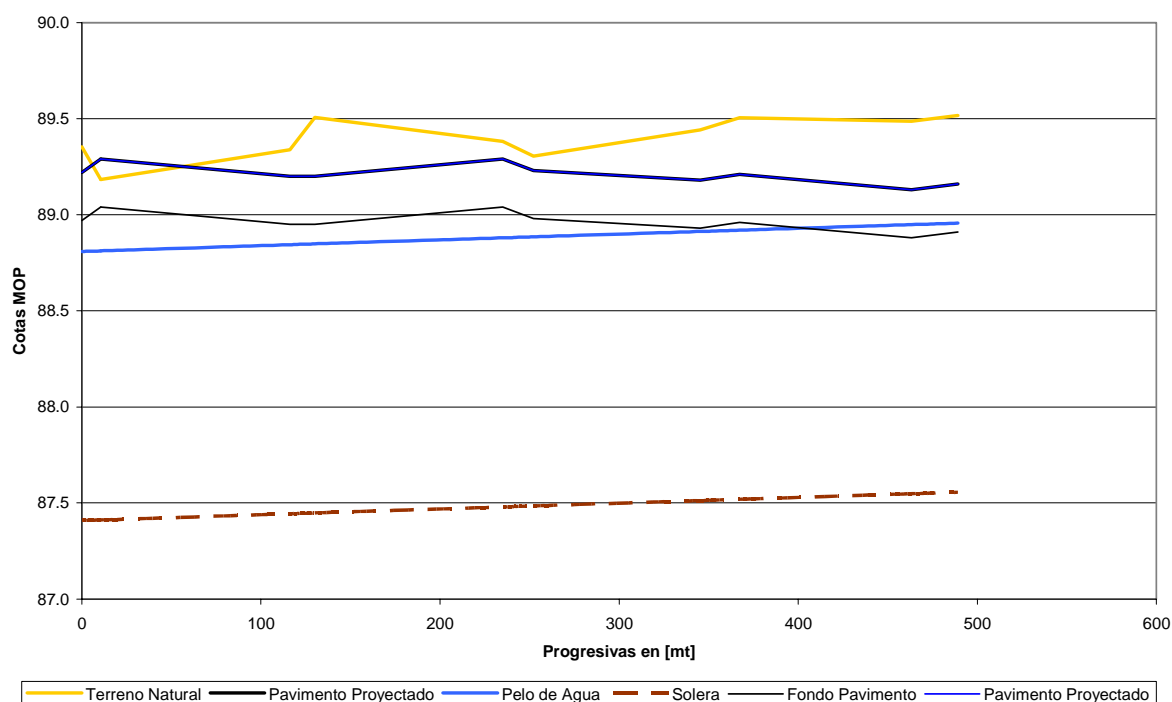


Figura 46: Perfil longitudinal del conducto secundario de la calle 315 para la Alternativa II.

Estas dos Alternativas se han puesto a consideración de las autoridades municipales, con los elementos necesarios para poder adoptarse a partir de estos, la más conveniente. Las decisiones adoptadas en cuanto a estas dos alternativas se discuten en los puntos siguientes.

b) Redimensionado de conductos existentes.

Los conductos existentes que fueron descriptos en el punto “**III.4. Redes pluviales existentes.**”, que son además parciales en la cuenca, no están en condiciones de transportar los caudales necesarios, esto se debe a varios motivos, los cuales se pueden puntualizar a continuación:

i. Las cotas de solera y las dimensiones del único canal existente, que tiene su traza sobre la calle Luis A. Barco (311) permitirían transportar aproximadamente 0.65 m³/seg. con el canal de 1.07 metros de ancho y su altura de 0.80 metros, cuando el requerimiento actual de la subcuenca que debe evacuar es de 0.97 m³/seg. y en futuro será de 1.13 m³/seg., pero la realidad indica que aguas debajo de este pequeño canal las cunetas no disponen de las mismas dimensiones y los tirantes que hacen alcanzar son poco compatible con el desarrollo urbano en el área.

ii. La posición y las cotas de las paredes del mismo, no cumplen con las condiciones necesarias para que en el futuro sea integrado a la infraestructura de pavimento que el municipio pretende conservar. Este canal tiene cotas de solera que

están entre los 0.50 metros y los 0.75 metros por arriba de las cotas de soleras necesarias, lo que sumado a sus pequeñas dimensiones hacen que este conducto sea inutilizable para el sistema que se está diseñando en este trabajo.

iii. Debido a la fecha de construcción de este canal (1992), y el material utilizado, mampostería que está permanentemente bajo extrema humedad hace que el estado del mismo sea precario, fundamentalmente por la corrosión que ha recibido la mampostería producto del traslado de aguas cloacales.

Estos tres puntos resumen los principales motivos que hacen que los actuales canales disponibles en la cuenca no sean utilizables, sumado a ello el reducido horizonte de vida útil, pero que fundamentalmente las condiciones hidráulicas de funcionamiento no son favorable para el traslado de los excedentes producidos por esta parte de la cuenca, hacen descartar la utilización de los mismos en el nuevo sistema que se propone.

c) Selección de materiales y formas.

Los materiales que pueden ser utilizados en este tipo de obras, son básicamente los tradicionales, como el hormigón armado para secciones rectangulares y caños circulares o bóveda, estas últimas dos secciones pueden ser también de chapa ondulada o para secciones circulares de hasta 2.40 metros los de PVC corrugado.

Cada uno de los materiales descriptos, tienen elementos a favor y en contra, tanto desde el punto de vista técnico, económico como del ambiental.

En la selección del material con el que se propone construir el sistema de desagües se debe distinguir en principio, que valores de caudales se deben transportar y cuales son las condiciones topográficas existentes en la cuenca.

Las condiciones topográficas de la traza son las ya conocidas y descriptas en los puntos anteriores de este trabajo, pero como característica principal, la misma, posee una pendiente longitudinal del orden de los 0.25 metros por kilómetro.

Fijada ésta condición natural del sistema, el elemento variable a lo largo de la cuenca es el caudal que se debe evacuar, es decir que dependiendo de la progresiva de la sección que se considere, el conducto alcanzará tamaños que van desde pequeñas secciones, para los caudales iniciales en la cabecera de la cuenca hasta valores de caudales de importancia cuando el conducto ha captado la totalidad de las subcuencas.

En este sentido, se pueden distinguir conductos para caudales pequeños y para caudales grandes. Para los primeros y de acuerdo a la experiencia es posible compararlos y a modo de ejemplo se ponen a continuación las equivalencias, de sus tamaños y en las condiciones que deben reunir. Las dimensiones se calculan a través de la ecuación de Manning cuyos parámetros son aclarados para cada situación en la tabla 20 donde se presentan sus resultados.

Se tiene así, que para un caudal de 1 m³/seg. como puede darse en una subcuenca y una pendiente de 0.00030 m/m disponible en la traza de los conductos de la cuenca, los tamaños que se indican en el cuadro siguiente:

Tipo de Sección	Tipo de Material	Pendiente [m/m]	Caudal [m ³ /seg.]	Coeficiente de Manning	Sección [m]		
					H o Φ	B	Tirante
Rectangular	Hormigón Armado	0.0003	1.00	0.016	1.50	1.20	1.40
Circular	Hormigón			0.018	1.60		1.50
	Chapa corrugada			0.021	1.70		1.60
	Plástico corrugado			0.011	1.30		1.22

Tabla 20: Comparación de rendimiento hidráulico de conductos alternativos, según las condiciones de la cuenca.

Sobre las secciones mencionadas, cabe destacar que solo la de hormigón armado es adaptable en forma flexible a los requerimientos del sistema. En los casos de las secciones circulares, las mismas deben necesariamente cumplir con algunos requisitos, entre los cuales, la tapada mínima es un condicionante importante. Este valor de tapada mínima debe considerarse de 0.30 metros aproximadamente, para los caños de chapa ondulada y plásticos, luego de la cual puede apoyarse el pavimento de hormigón. Esta tapada, corresponde a considerar tránsito liviano para la calzada superior, y necesaria para permitir la distribución de la carga superior, de forma tal que pueda ser soportada por estas estructuras.

Esta condición, afecta fuertemente al sistema, debido a que es necesario mantener el pelo de agua lo más superficial posible, para evitar excavaciones excesivas en la descarga y aumentar la pendiente al valor máximo posible según las condiciones del sistema.

Por ello, esta condición, es cumplida con mayor facilidad por los conductos de hormigón armado de sección rectangular, debido a que el techo del conducto puede tomarse como calzada del pavimento superior y de hecho es la hipótesis de trabajo, con lo cual, se eleva en forma importante la cota de pelo de agua en el sistema, permitiendo ganar pendiente longitudinal en el sistema, elemento éste que condiciona fuertemente el funcionamiento del sistema y sus costos, como fuera mencionado oportunamente.

d) Ejecución de las obras por etapas.

La única variante de obra por etapa que permite el sistema, a la luz de las condiciones actuales, es aquella que combina en una primera instancia canales a cielo abierto en la zona de parterres de la avenida Canteros, para luego en una segunda etapa revestir el mismo, ya sea para conservar la forma de canal trapecial revestido o construir un conducto rectangular enterrado.

A priori, la etapa inicial de canal trapecial excavado en el suelo y sin revestir sobre los parterres de la avenida parece ser la alternativa más económica, pero no se debe olvidar las protecciones que deben colocarse para asegurar las condiciones de tránsito por la avenida, ya que no existe espacio suficiente para asegurar descarrilamientos controlados.

Conclusión.

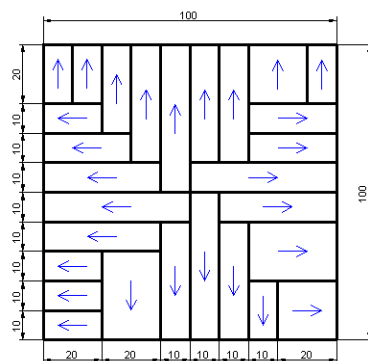
Planteadas las distintas alternativas de trazas, materiales y construcción en etapas, e insertas las mismas en las estrictas condiciones de borde que posee el sistema se podría decir que en resumen la mejor sección, aquella que satisface en mejor medida las condiciones de tirantes y pendientes, es la de conductos rectangulares de hormigón armado. Las trazas analizadas y las que se verán más adelante no tienen incidencia en los costos de la obra y el grado de intervención en el sistema es idéntico, por lo que desde el punto de vista ambiental las dos producen impactos parecidos, pero cabe aclarar que solo en la etapa constructiva.

Inicio del sistema de conductos.

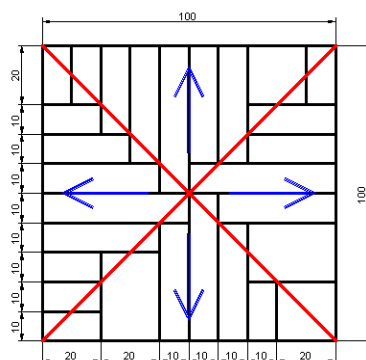
La generación de caudales en la cuenca o subcuenca producto de una tormenta cualquiera, se produce desde toda su superficie, estos excesos, circularan con mayor o menor dificultad hasta llegar a lo que se llama el sistema mayor de desagües pluviales, compuesto fundamentalmente por las calles, ya sean estas pavimentadas o no. En el caso de que las calles sean pavimentadas, el escurrimiento en ellas se produce a través del cordón cuneta, mientras que en las calles de tierra el mismo se produce a través de las cunetas excavadas.

Bajo estas condiciones, el criterio empleado para este estudio en cuanto a los aportes de caudales del sistema, se consideró lo siguiente: a) La generación de caudales en la cuenca se realiza a través de simular una tormenta de cinco años de tiempo de recurrencia ($TR = 5$); b) Los caudales generados en las subcuencas se distribuyen uniformemente en la misma, es decir que si la subcuenca B. Mitre Este I que cuenta con una superficie de 7.8 hectáreas, genera según la modelación 0.75 m³/seg. de caudal pico, para la situación futura, se asume que el caudal unitario de la misma es de 0.096 m³/seg./has.

A partir de este valor, se puede conocer el caudal de aporte de cada manzana y establecer además, cual será el exceso que aporte cada frente de la misma, de esta forma, como se conoce que las manzanas de la cuenca tienen una disposición regular de 100 metros de lado con calles de 20 metros de ancho, esto quiere decir que cada manzana con su proporcional de calle abarca una superficie de 1.44 hectáreas.



Al observar el loteo y distribución parcelaria interna, puede asumirse con suficiente aproximación que la generación de caudales en la misma tiene cuatro salidas, una por cada frente de la manzana, -criterio adoptado para el trazado de la cuenca y subcuenca-, quedando aproximadamente como se ilustra en la siguiente figura.



Bajo estas condiciones, se puede conocer con suficiente aproximación el caudal de aporte de cada frente de manzana, que se calcula multiplicando el caudal unitario por la superficie de una manzana (1.44has.) lo que da un caudal de 0.138 m³/seg. que se evacuan por los cuatro frentes, es decir 0.034m³/seg. por frente de manzana.

Este caudal por frente de manzana, se irá sumando, hasta que el caudal de aporte supere la capacidad de transporte que poseen las calles hasta la condición establecida en el planteo de las alternativas, en este caso 0.25 metros por sobre el nivel del cordón cuneta.

Antes de ser superada la condición, se colocará un sumidero, el cual podrá tomar la totalidad del exceso o parte de él según el lugar de emplazamiento, y será éste, el inicio del sistema de desagües que se está diseñando. Este procedimiento es realizado para cada una de las subcuencas de la avenida Francisco Canteros (304) determinando así el inicio de los conductos secundarios o primarios.

Ubicación de sumideros.

A partir de los datos aportados por las corridas del modelo, más el plano confeccionado a partir de la topografía, con las líneas de escurrimiento dentro de la cuenca, se puede determinar la posición de cada uno de los sumideros. Esto puede realizarse combinando los aportes de la tormenta de diseño con la capacidad de transporte de las calles, a partir de ello se decide el lugar de emplazamiento y la capacidad de captación de los sumideros de tierra o de pavimento según el caso.

Consideración de interferencias.

Disponer de la traza de los distintos servicios de la cuenca, combinados con las condiciones topográficas de la misma, permitieron adoptar la mejor traza de los conductos secundarios y primarios del sistema.

Para ello se procedió a la superposición de la información relevada de los servicios públicos, más los relevamientos realizados in situ sobre las calles Estados Unidos (315), Luis A. Barco (311), 307 y Puerto Rico (303) que a priori se presentaban como las más comprometidas según las

condiciones relevadas y los trazados de las subcuencas. Ello permitió conocer con precisión las interferencias con los demás servicios.

Por tratarse el sistema de desagües pluviales un sistema de magnitud y a gravedad, se le ha otorgado prioridad respecto del resto de los sistemas de infraestructura en el área.

En la cuenca, encontramos que algunas zonas con servicio de cloacas, sistema que posee las mismas condiciones de funcionamiento que este, por lo que en aquellos casos en que ambos sistemas se interceptan tanto en traza como en cotas, se procederá a construir una cámara que compense la sección de interferencia.

En el caso del servicio de telefonía no existen problemas ya que todos los cruces al sistema pluvial son aéreos.

El agua potable, por ser un sistema a presión, se opta por modificar la trayectoria de las cañerías, teniendo en cuenta además, que el trabajo a realizarse para ello, es simple y de bajo costo.

La traza de los conductos de desagües puede verse en los planos de alternativas así como los servicios en los planos correspondientes.

Planteo de las Alternativas.

De esta forma, se plantearon dos alternativas, estas difieren básicamente en la traza y en los costos para poner en funcionamiento el sistema por partes, es decir en la traza y las etapas constructivas de las mismas.

En cuanto a la traza, puede apreciarse en los Planos N° 14 y N° 15 las alternativas denominadas I y II respectivamente, que contemplan la toma de los caudales generados por las subcuencas a partir de aquellos lugares en donde no es factible el traslado de los excedentes por superficie.

La primera alternativa, desarrolla la traza del conducto principal por la avenida Francisco Canteros (304) desde calle Estados Unidos (315) hasta pasar por debajo del FFCC y continuar por canal hasta su descarga en el SADE, contando con cuatro conductos secundarios en las calles Puerto Rico (303), 307, Luis A. Barco (311) y Estados Unidos (315).

La segunda alternativa planteada denominada II, tiene los mismos conductos secundarios ya que son los estrictamente necesarios en el sistema por sus condicionantes, conectándose entre ellos como tres sistemas, correspondiendo desde aguas arriba hacia aguas abajo, en primer lugar al compuesto por el conducto secundario de la calle Estados Unidos (315) que se inicia en la esquina de la calle F. Pibernus (300), y por avenida Canteros se une al conducto que tiene su traza por calle Luis A. Barco (311) para continuar por esta hasta el sector del ferrocarril y calle García (306) como conducto bajo calle, luego cambiando la dirección de su eje hacia el sur y paralelo a las vías el sistema se transforma en canal, hasta la calle Itatí (305). Para lograr el cruce de este tramo de canal con la calle John F. Kennedy (309) se construirá una alcantarilla, luego se une al conducto que tiene

su traza por la calle Itatí (305) y pasar las vías en forma conjunta y dirigirse por el lado Norte de la vía Resistencia - Metán hasta la descarga en el canal SADE.

El tercer tramo de conductos de la alternativa II lo compone el conducto de la calle 307 que se inicia en la avenida Yrigoyen (2) y llegando a la avenida Canteros (304) quebrando el eje por esta avenida hasta la calle Itatí (305) para continuar por esta hasta unirse con el sistema de los conductos secundarios de las calles Barco (311) y Estados Unidos (315).

El cuarto tramo de esta alternativa lo compone el conducto de la calle Puerto Rico (303) que se inicia en la avenida Yrigoyen (2) y al igual que el de la calle 307 llega a la avenida Canteros quebrando su eje hacia el sur para cruzar las vías del ramal Resistencia – Metán y continuar por el canal paralelo a estas hasta descargar en el SADE.

El sistema de conductos secundarios de las calles 307 y Puerto Rico 303, se vincularán con un conducto circular para permitir el desvío de una fracción del caudal que transporta el conducto de la calle 307. Con esto se logra equilibrar los caudales en los canales de descarga para evitar la construcción de nuevas alcantarillas en la ruta nacional N° 95, ya que con modificar la cota de la solera de las actuales el sistema trabajaría en forma adecuada.

Esta subdivisión en tramos del sistema de desagües de la cuenca de la avenida Canteros (304) permitirá la construcción del mismo por etapas beneficiando cada una de ellas a un sector de la misma sin condicionar al municipio a la construcción del sistema completo.

En el Anexo Planos puede observarse cada una de las dos alternativas planteadas con las correspondientes dimensiones de los conductos que deberán construirse y la ubicación de las piezas como los conductos secundarios y sumideros para calles de tierra y para calles de pavimento.

V.4. Prefectabilidad. Predimensionado de obras.

Con las consideraciones mencionadas en los puntos anteriores, se procedió a realizar el dimensionamiento hidráulico del sistema para cada una de las alternativas, teniendo en cuenta siempre los requerimientos que pudieran plantear al sistema las condiciones de borde impuestas por el área rural e interna de la cuenca.

Dimensionamiento Hidráulico.

Para realizar el dimensionamiento hidráulico del sistema de desagües, se procedió a evaluar las pautas fijadas en el punto anterior V.3. *Planteo de Alternativas en el Área de Estudio.*, de esta forma y teniendo como principal premisa cumplir con las condiciones de borde impuestas en el proyecto, se dio inicio a los conductos secundarios en aquellos lugares en los que el escurrimiento por superficie supera la pauta fijada en las calles.

A continuación se identificó la posición de los sumideros, tanto los que son colocados en calles con pavimento, como los que se deben colocar en calles de tierra donde las cunetas excavadas son las que transportan los excesos de lluvia.

La posición de cada uno de los sumideros, que pueden apreciarse en los planos de las diferentes alternativas, da inicio a los conductos secundarios del sistema, a no ser que los mismos se encuentren sobre la traza del conducto principal.

Los sumideros son calculados de acuerdo a su funcionamiento más crítico, en el caso de los de calles con pavimento la condición impuesta en la Figura 37 implica el cálculo del mismo como orificio sumergido. La premisa impuesta para este proyecto es que la totalidad del caudal que llega al sumidero ingrese al mismo.

Los conductos de vinculación, que unen los sumideros con los conductos secundarios o con el conducto principal según sea el caso, son calculados como trabajando a presión, es decir a sección llena y con una carga equivalente a la diferencia de cota entre el pelo de agua en la calle y la alcanzada en el interior del conducto.

El cálculo hidráulico para esta pieza, puede realizarse por cualquiera de las formulas que plantea la hidráulica general, encontrando entre las más utilizadas a la de Hazen – Williams.

$$J = 10.65 \times \frac{Q^{1.85}}{C^{1.85} \times D^{4.87}}$$

Donde J es la pérdida de carga en m/m; 10.65 es el factor de corrección de unidades; Q es el caudal a transportar por el conducto en m³/seg.; C es el coeficiente del material que se utilizará, en el caso de hormigón con un valor de 120, caños corrugados, 60; caños plásticos PVC, 150; siendo D el diámetro a obtener una vez despejado de la formula expresado en metros, adoptando el inmediato superior en las dimensiones comerciales disponibles.

A diferencia de los conductos de vinculación, los secundarios y conductos principales, se dimensionan, para que los mismos trabajen a gravedad, con lo cual la altura del conducto contempla una revancha de aproximadamente 0.10 metros para asegurar este funcionamiento.

De esta forma, las dimensiones de los conductos pluviales han sido obtenidas de acuerdo a las leyes de la hidráulica general que rigen el escurrimiento a gravedad, partiendo de los caudales generados por la tormenta de diseño en las distintas subcuencas en estudio que ingresan a los sumideros y de éstos a los conductos en cuestión.

Para ello se ha utilizado la ecuación de Manning que ofrece la relación entre la velocidad (V) de transporte del flujo de agua a través de una sección cualquiera con las características de la misma, es decir con la geometría de la sección (Radio hidráulico) y con la pendiente general del conducto (i). Utilizado como coeficiente “n” a los valores de rugosidad de las paredes del conducto, propuestos en innumerables publicaciones específicas, de esta forma el caudal a transportar se vincula con las dimensiones físicas y las condiciones de la siguiente manera:

$$Q = A \times V = A \times \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times I_o^{\frac{1}{2}} = b \times h \times \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times I_o^{\frac{1}{2}}$$

Con el valor de la cota de funcionamiento del pelo de agua en los puntos más comprometidos del sistema y sabiendo que la profundidad del conducto propuesto, condiciona económicamente al sistema, se adoptó como tirante hidráulico de funcionamiento 1.40 metros y asignando a los conductos la máxima pendiente posible, que resulto ser de 0.00030 m/m es decir tan solo 0.30 m/km; el material considerado fue el hormigón armado con un coeficiente de rugosidad de 0.015, valor éste intermedio entre condiciones buenas y regulares de este tipo de superficies.

Este escenario junto al análisis de los desniveles que ofrece la topografía del terreno y los caudales a transportar, han ido obteniendo las distintas dimensiones de los conductos por tramos con variación de caudal, asimilando las hipótesis sugeridas por el estudio del movimiento del flujo permanente y uniforme.

En todos los casos el sistema de conductos no admite tapadas por lo que el techo del conducto se transforma en la calzada de la calle por la cual el mismo tiene su traza.

Con esta condición de diseño, se procedió a evaluar los umbrales de ingreso a las viviendas, tanto en la cuadra de traza del conducto como en las del entorno, de tal forma que el conjunto de calles respete la conformación de las cuencas y subcuencas.

Se llega así a proponer las dos alternativas ilustradas en los Planos N° 14, N° 15. En los mismos puede apreciarse las trazas propuestas para cada alternativa y sus correspondientes dimensiones, las que dan origen luego al cómputo y su correspondiente presupuesto.

Diseño Estructural.

El objetivo en esta etapa, para lo que es el diseño estructural de los desagües pluviales de la cuenca de la avenida Francisco Canteros (304), es el de poder dimensionar las estructuras que conformen las alternativas y dar apoyo para la selección de las estructuras de conducción que requieran de verificación hidráulica, como así también, poder efectuar el computo y el correspondiente presupuesto de las mismas para la selección de la mejor alternativa técnico-económica.

Para la situación descripta en la cuenca de la avenida Canteros, se define como el diseño más apropiado al conducto rectangular de hormigón armado, por las consideraciones realizadas en los puntos anteriores.

Privilegiando así, las tipologías estructurales y los sistemas constructivos que minimizan los costos y el impacto negativo que sobre la población podría ocasionar la ejecución de las obras.

También se proyectó el sistema de desagües, teniendo en cuenta las distintas peculiaridades de cada alternativa en cuanto a dimensiones y armonización con otras estructuras existentes, como por ejemplo los anchos de calles, interferencias, etc.

También se ha tenido en cuenta para el proyecto las características geotécnicas de los suelos y químicas de las aguas y de los suelos en contacto con las estructuras que se proyectan. Conforme a estos parámetros y a las cargas que lo solicitan, donde fue necesario por ejemplo ampliar la base de asiento de los conductos para que verificara la resistencia del suelo. Otro aspecto evaluado fueron los espesores necesarios y los tipos y calidades de hormigones a utilizar, llegando a la conclusión de que un espesor de los tabiques de 0.20 metros es suficiente y que se hace necesario considerar un recubrimiento de la armadura de 0.035 metros fundamentalmente por la acción de agentes corrosivos.

Se prestó especial atención, a la evaluación de los distintos estados de carga actuantes, efectuándose el dimensionado de las estructuras para cada una de las alternativas. El dimensionamiento de los conductos se realizará en dos etapas, la primera a nivel de anteproyecto, que corresponde a la presentación del presente informe, y una segunda que corresponde al Informe Final, en todos los casos con la precisión necesaria y suficiente para la definición funcional de cada solución, y para que se pueda computar y establecer costos en la ejecución de variantes.

En la determinación de las solicitaciones, se tomaron en cuenta las hipótesis de carga más desfavorables de la combinación de los siguientes estados:

Cargas permanentes.

- Peso propio.
- Empuje de suelos permanente.
- Presión freática normal.

Cargas transitorias.

- Cargas móviles, debido a que el conducto se desarrollan bajo las calles y avenidas. En estos casos las cargas tomadas en cuenta corresponden a las propuestas por la Dirección Provincial de Vialidad.
- Empuje de suelos transitorio.
- Presión freática extraordinaria, es decir hasta la superficie.
- Agua transitoria dentro de los conductos.

Cómputos métricos.

Los cómputos métricos realizados permitieron obtener los volúmenes y cantidades correspondientes de los principales ítems de obra, esto, contribuyó al análisis y la selección de la alternativa más conveniente.

Se consideraron los ítems más importantes y de mayor relevancia en la obra, tomando algunos de ellos en forma global.

Entre los ítems principales, se pueden mencionar a los siguientes:

Excavación no clasificada, Relleno de excavaciones, Volúmenes de hormigón por secciones de conducto, identificados por clase de hormigones, como los H-17 y H-8 según CIRSOC, Acero, Sumideros de Pavimento, Sumideros de Tierra, Conductos de vinculación, rotura y reconstrucción de veredas y pavimentos, resolución de interferencias, Alcantarilla de FFCC y Obras complementarias.

Los valores resultantes de estos cálculos están volcados en las planillas de cómputo, disponiendo cada una de ellas los correspondientes presupuestos y sus precios unitarios para cada ítem, obteniéndose de este modo el presupuesto de las alternativas proyectadas.

En dichas planillas se detallan, el ítem, juntamente con sus respectivas descripciones, unidades de medida y cantidades de unidades para el ítem.

Desagües Pluviales cuenca de la Avenida Francisco Canteros (304)
Resumen General del Computo Métrico - Alternativa I -

RUBRO	ITEM Nº	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
Movimiento de Suelos	1	Excavación no clasificada para conductos de desagüe pluvial	m³	35 133.21
		Excavación no clasificada para Canal paralelo calle 101	m³	71 560.59
	2	Relleno de suelo para conductos	m³	16 898.88
Desagües Pluviales	3	Conducto Principal de 3 x 3,30 x 1,50	mt	214.41
		Conducto Principal de 2 x 2,70 x 1,50	mt	240.00
		Conducto Principal de 2 x 2,30 x 1,50	mt	240.00
		Conducto Principal de 1 x 3,25 x 1,50	mt	120.00
		Conducto Principal de 1 x 2,00 x 1,50	mt	240.00
		Conducto Principal de 1 x 1,60 x 1,50	mt	245.00
		Conducto Principal de 1 x 1,50 x 1,50	mt	230.00
		Conducto Principal de 1 x 1,30 x 1,50	mt	103.00
	4	Conducto de vinculación de PVC Diám. 1.00 mt.	mt	340.00
	5	Sumideros en Pavimento	Un	8
Obras	8	Alcantarilla Tipo Z-1000 [Sobre Ruta Nac. Nº 95 y Calle 1 de 3x5.00x3.50]	Un	1
		Alcantarilla Ferroviaria [Sobre Avenida 304 y Calle 1 de 3x3.30x1.50]	Un	1
Complementarias	9	Alcantarilla Tipo Z-1000 [Sobre Ruta Nac. Nº 95 y Calle 1 de 3x5.00x3.50]	Un	1
		Alcantarilla Ferroviaria [Sobre Avenida 304 y Calle 1 de 3x3.30x1.50]	Un	1
Adecuación de la	10	Retiro de alcantarillas de bocacalle	Un	24
		Rotura de pavimento	m²	1060
Infraestructura	12	Reparación de pavimento	m³	700
		Relocalización de cañerías de agua potable φ 400	m	3
existente	13	Relocalización de cañerías de agua potable φ 110	m	5
		Relocalización de cañerías de agua potable φ 75	m	8
		Reconexión domiciliar de cañería de agua	Un	110
	15	Intersección con desagües cloacales	Un	1

Tabla 21: Cómputo métrico de la Alternativa I.

Desagües Pluviales cuenca de la Avenida Francisco Canteros (304)
Resumen General del Computo Métrico - Alternativa II -

RUBRO	ITEM Nº	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
Movimiento de Suelos	1	Excavación no clasificada para conductos de desagüe pluvial	m³	29 275.07
		Excavación no clasificada para Canal Aliviador [Entre calles 311 y 305]	m³	6 771.60
		Excavación no clasificada para Canal Aliviador [Entre calles 305 y Ruta 95]	m³	62 964.53
		Excavación no clasificada para Canal Principal	m³	24 316.83
	2	Relleno de suelo para conductos	m³	16 487.47
Desagües Pluviales	3	Conducto de Hº Aº sobre pavimento 2x2.60x1.50	mt	226.00
		Conducto de Hº Aº sobre pavimento 1x3.25x1.50	mt	113.00
		Conducto de Hº Aº sobre pavimento 2x2.80x1.50	mt	210.00
		Conducto de Hº Aº sobre pavimento 1x2.40x1.50	mt	219.60
		Conducto de Hº Aº sobre pavimento 1x2.00x1.50	mt	248.50
		Conducto de Hº Aº sobre pavimento 1x1.60x1.50	mt	113.00
		Conducto de Hº Aº sobre pavimento 1x1.50x1.50	mt	1007.00
		Conducto de Hº Aº sobre pavimento 1x1.30x1.50	mt	97.10
	4	Conducto de vinculación de PVC Diám. 1.00 mt	mt	340.00
	5	Sumideros en Pavimento	Un	8
Obras Complementarias	6	Sumideros de Tierra	Un	26
	7	Cámaras de Inspección y Limpieza para sumideros	Un	10
	8	Alcantarilla Ferroviaria de 2x3.30x2.50 (calle 305 y 308)	Un	1
Adecuación de la Infraestructura existente	9	Alcantarilla Ferroviaria de 1x3.30x2.50 (calle 0 y 1)	Un	1
	10	Alcantarilla A-2 de 2x3.00x2.00 (calle 9 y calle 308)	Un	1
	11	Retiro de alcantarillas de bocacalle	Un	24
	12	Reparación de pavimento	m²	1060
	13	Rotura de pavimento	m³	700
	14	Relocalización de cañerías de agua potable ø 400	Un	2
		Relocalización de cañerías de agua potable ø 110	Un	5
		Relocalización de cañerías de agua potable ø 75	Un	7
	15	Reconexión domiciliar de cañería de agua	Un	110
	16	Intersección con desagües cloacales	Un	1

Tabla 22: Cómputo métrico de la Alternativa II.

Análisis de precios.

Los precios unitarios a utilizar para el presupuesto de las alternativas, se obtienen de un análisis individual de los trabajos a realizar, teniendo como parámetros de control los precios unitarios de otras obras hidráulicas realizadas o en ejecución y que corresponden algunas a la Administración Provincial del Agua y otras al municipio.

En los casos de materiales provenientes de fuera de la provincia, se ha considerado su precio en origen y el correspondiente transporte del mismo hasta el pie de obra.

Item Nº 1: Excavación no clasificada

**B - EJECUCION
EQUIPOS**

Equipos y sus costos	Cantidad	Potencia H.P.	Valor \$
Excavadora	1	128	390000
Camión volcador	4	640	400000
TOTAL =		768.00	790 000.00

Costos de operación de los equipos	Valor	Coef. 1/d	Costo \$/d
Amortización e intereses	790000	0.00125	989.40
Reparación y repuestos	790000	0.00060	474.00
Combustibles y lubricantes	768.00	2.59020	1989.27
TOTAL =			3452.67

MANO DE OBRA

Categoría	Costo \$/hs	Cantidad	hs/d	Costo \$/d
Oficial especializado	11.69	1.00	8.00	93.52
Oficial	9.94	4.00	8.00	318.08
Ayudante	8.67	2.00	8.00	138.72
			Subtotal	550.32
Vigilancia		10 %		55.03
TOTAL =				605.35

RESUMEN		\$/m ³
Materiales		
Ejecución	4058.02 \$/d	4.51
Rendimiento	900.00 m ³ /d	
Costo Costo		4.51
Coef. Resumen	1.5704	7.08
PRECIO ADOPTADO =		7.08

Tabla 23: Análisis de Precio de la Excavación no clasificada.

Item N° 2: Relleno de suelo

B - EJECUCION

EQUIPOS

Equipos y sus costos	Cantidad	Potencia H.P.	Valor \$
Camión volcador	1	160	100000.00
Cargador frontal	1	112	60000.00
Compactador manual	1	3.30	9424.80
TOTAL =		275.3	169424.8

Costos de operación de los equipos	Valor	Coef. 1/d	Costo \$/d
Amortización e intereses	169424.8	0.00125	212.19
Reparación y repuestos	169424.8	0.00060	101.65
Combustibles y lubricantes	275.3	2.59020	713.08
TOTAL =			1026.92

MANO DE OBRA

Categoría	\$/hora	Cantidad	hs/d	Costo \$/d
Oficial	9.94	2.00	8.00	159.04
Ayudante	8.67	3.00	8.00	208.08
			Subtotal	367.12
Vigilancia		10 %		36.71
			TOTAL =	403.83

RESUMEN		\$/m³
Ejecución	1430.76 \$/d	8.42
Rendimiento	170.00 m³/d	
Costo Costo		8.42
Coef. Resumen	1.5704	13.22
PRECIO ADOPTADO =		13.22

Tabla 24: Análisis de Precio del relleno de Suelo.

Item N° 3: Conducto Principal sobre pavimento de 1x1.30x1.50

A - MATERIALES

Designación	Cantidad	Costo unitario	Costo \$/m
Hormigón H-17	1.64 m³/m	322.58 \$/m³	529.03
Hormigón H-8	0.27 m³/m	210.21 \$/m³	56.76
Acero	0.13 tn/m	3789.80 \$/tn	492.67
Junta de dilatación	0.43 m/m3	28.00 \$/m	12.04
TOTAL =			1090.50

B - EJECUCION

MANO DE OBRA

Encofrado y desencofrado

Categoría	Costo \$/h	Cantidad	hs/d	Costo \$/d
Oficial	9.94	2	8	159.04
Ayudante	8.67	8	8	554.88
			Subtotal	713.92
Vigilancia		10%		71.392
				1499.23

RESUMEN		\$/m
Materiales	1090.50 \$/m	1090.50
Ejecución	1499.23 \$/día	149.92
Rendimiento	10.00 m/día	
Costo Costo		1240.42
Coef. Resumen	1.5704	1948.01
PRECIO ADOPTADO =		1948.01

Tabla 25: Análisis de Precio de Conducto bajo calzada de 1.30 x 1.50 metros.

Item N° 6: Sumidero de Pavimento

A - MATERIALES

Designación	Dosificación	Costo unitario	Costo \$/unid
Hormigón elab. H - 17	3.500 m ³ /m	322.58 \$/m ³	1 129.0
Hormigón elab. H - 8	0.500 m ³ /m	210.21 \$/m ³	105.1
Acero colocado	0.116 tn/m	3789.80 \$/tn	439.6
TOTAL =			1 673.8

B - EJECUCION

Excavación	Cantidad m ³ /unid	Costo \$/m ³	\$/unid
Excavación para fundaciones	46.7	23.40	1 093.4
Relleno de suelos	43.7	8.42	368.1
			1 461.5

MANO DE OBRA

Categoría	Costo \$/h	Cantidad	hs/d	Costo \$/d
Oficial	9.94	1.00	8.00	79.52
Ayudante	8.67	4.00	8.00	277.44
			Subtotal	356.96
Vigilancia	10 %			35.70
			TOTAL =	392.66

RESUMEN		\$/unid
Materiales		1673.75
Exavación		1461.50
Ejecución	392.66 \$/d	392.66
Rendimiento	1.00 sum/d	
Costo Costo		3527.91
Coef. Resumen	1.5704	5540.35
PRECIO ADOPTADO =		5540.35

Tabla 26: Análisis de Precio de Sumidero de calles con Pavimento.

Ítem N° : Relocalización de cañerías de agua potable φ 400

A - MATERIALES

Designación	Cantidades	Costo unitario	Costo \$/unid
Caño PVC, clase 6, φ 400 mm	10.00 m/un	171.00 \$/m	1 710.00
Arena para asiento de cañería	0.60 m ³ /un	34.00 \$/m ³	20.40
Curvas a 45°	4.00 unid/un	1017.00	4 068.00
Solución lubricante	0.20 Kg/un	21.00 \$/Un	4.20
TOTAL =			5 802.60

**B - EJECUCIÓN
EXCAVACION Y RELLENO**

Designación	Cantidad	Costo unitario	Costo \$/Un
Ex. No clasificada	6.00 m ³ /un	2.47 \$/m ³	14.8
Relleno	6.00 m ³ /un	8.42 \$/m ³	50.5
TOTAL =			65.3

MANO DE OBRA

Categoría	Costo \$/h	Cantidad	hs/día	Costo \$/d
Oficial	9.94	1.00	8.00	79.52
Ayudante	8.67	2.00	8.00	138.72
Subtotal				218.24
Vigilancia	10 %			21.82
			TOTAL =	240.06

RESUMEN		\$/Un
Materiales		5802.60
Ejecución	240.06 \$/d	240.06
Rendimiento	1.00 Unid/día	
Excavación y relleno	65.33	65.33
Costo Costo		6107.99
Coef. Resumen	1.5704	9592.20
PRECIO ADOPTADO =		9592.20

Tabla 27: Análisis de Precio de Relocalización de cañerías de agua de 400mm de diámetro.

Presupuesto.

Con los valores calculados en el cómputo de las obras y por aplicación de los Precios Unitarios correspondientes, se obtuvo el Presupuesto de cada una de las alternativas planteadas.

De esta forma se llega a las siguientes planillas comparativas:

Desagües Pluviales cuenca de la Avenida Francisco Canteros (304)
Presupuesto de Alternativa I

RUBRO	ITEM Nº	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	Precios Unitarios	Total del ítem	Total por Rubro
Movimiento de Suelos	1	Excavación no clasificada para conductos de desagües pluvial	m³	33 393.38	\$ 7.08	\$ 236 457.07	
		Excavación no clasificada para Canal paralelo calle 201	m³	71 560.59	\$ 7.08	\$ 506 717.40	
Desagües Pluviales	2	Relleno de suelo para conductos	m³	16 160.41	\$ 13.22	\$ 213 640.56	\$ 956 815.03
	3	Conducto Principal de 3 x 3.30 x 1.50	mt	214.41	\$ 8 686.97	\$ 1 862 573.24	
		Conducto Principal de 2 x 2.70 x 1.50	mt	240.00	\$ 4 788.60	\$ 1 149 264.00	
		Conducto Principal de 2 x 2.30 x 1.50	mt	240.00	\$ 4 327.66	\$ 1 038 638.40	
		Conducto Principal de 1 x 3.25 x 1.50	mt	120.00	\$ 3 322.68	\$ 398 721.60	
		Conducto Principal de 1 x 2.00 x 1.50	mt	240.00	\$ 2 440.05	\$ 585 612.00	
		Conducto Principal de 1 x 1.60 x 1.50	mt	245.00	\$ 2 154.69	\$ 527 899.05	
		Conducto Principal de 1 x 1.50 x 1.50	mt	230.00	\$ 2 064.96	\$ 474 940.80	
		Conducto Principal de 1 x 1.30 x 1.50	mt	103.00	\$ 1 948.01	\$ 200 645.03	
	4	Conducto de vinculación de PVC Diám. 1.00 mt.	mt	340.00	\$ 578.65	\$ 196 741.00	
	5	Sumideros en Pavimento	Un	4.00	\$ 5 540.35	\$ 22 161.40	
	6	Sumideros de Tierra	Un	30.00	\$ 4 883.79	\$ 146 513.70	
	7	Cameras de inspección y limpieza para sumideros	Un	10.00	\$ 2 714.05	\$ 27 140.50	\$ 6 630 850.72
Obras Complementarias	8	Alcantarilla Tipo Z-1000 [Sobre Ruta Nac. Nº 95 y Calle 1 de 3x5.00x3.50]	Un	1.00	\$ 296 530.58	\$ 296 530.58	
	9	Alcantarilla Ferroviaria [Sobre Avenida 304 y Calle 1 de 3x3.30x1.50]	Un	1.00	\$ 191 740.57	\$ 191 740.57	
Adecuación de la Infraestructura existente	10	Retiro de alcantarillas de bocacalle	Un	24.00	\$ 569.24	\$ 13 661.76	\$ 488 271.15
	11	Rotura de pavimento	m²	1 060.00	\$ 13.00	\$ 13 780.00	
	13	Reparación de pavimento	m²	700.00	\$ 240.44	\$ 168 308.00	
		Relocalización de cañerías de agua potable ø 400	m	3.00	\$ 9 592.20	\$ 28 776.60	
		Relocalización de cañerías de agua potable ø 110	m	5.00	\$ 1 915.92	\$ 9 579.60	
		Relocalización de cañerías de agua potable ø 75	m	8.00	\$ 1 184.09	\$ 9 472.72	
		Reconexión domiciliar de cañería de agua	m	110.00	\$ 60.62	\$ 6 668.20	
	15	Intersección con desagües cloacales	Un	1.00	\$ 9 592.20	\$ 9 592.20	\$ 259 839.08
						TOTAL =	\$ 8 335 775.98

Tabla 28: Presupuesto Alternativa I.

Desagües Pluviales cuenca de la Avenida Francisco Canteros (304)
Presupuesto de Alternativa II

RUBRO	ITEM Nº	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	Precios Unitarios	Total del ítem	Total por Rubro
Movimiento de Suelos	1	Excavación no clasificada para conductos de desagüe pluvial	m³	29 275.07	\$ 7.08	\$ 207 295.51	
		Excavación no clasificada para Canal Aliviador [Entre calles 311 y 305]	m³	6 771.60	\$ 7.08	\$ 47 949.40	
		Excavación no clasificada para Canal Aliviador [Entre calles 305 y Ruta 95]	m³	62 964.53	\$ 7.08	\$ 445 849.10	
		Excavación no clasificada para Canal Principal	m³	24 316.83	\$ 7.08	\$ 172 186.41	
Desagües Pluviales	2	Relleno de suelo para conductos	m³	16 487.47	\$ 13.22	\$ 217 964.33	\$ 1 091 244.75
	3	Conducto de Hº Aº sobre pavimento 2x2.60x1.50	mt	226.00	\$ 4 676.01	\$ 1 056 778.26	
		Conducto de Hº Aº sobre pavimento 1x3.25x1.50	mt	113.00	\$ 3 322.68	\$ 375 462.84	
		Conducto de Hº Aº sobre pavimento 1x2.80x1.50	mt	210.00	\$ 2 902.75	\$ 609 577.50	
		Conducto de Hº Aº sobre pavimento 1x2.40x1.50	mt	219.60	\$ 2 611.67	\$ 573 522.73	
		Conducto de Hº Aº sobre pavimento 1x2.00x1.50	mt	248.50	\$ 2 440.05	\$ 606 352.43	
		Conducto de Hº Aº sobre pavimento 1x1.60x1.50	mt	113.00	\$ 2 154.69	\$ 243 479.97	
		Conducto de Hº Aº sobre pavimento 1x1.50x1.50	mt	1 007.00	\$ 2 064.96	\$ 2 079 414.72	
		Conducto de Hº Aº sobre pavimento 1x1.30x1.50	mt	97.10	\$ 1 948.01	\$ 189 151.77	
	4	Conducto de vinculación de PVC Diám. 1.00 mt	mt	340.00	\$ 578.65	\$ 196 741.00	
	5	Sumideros en Pavimento	Un	4.00	\$ 5 540.35	\$ 22 161.40	
	6	Sumideros de Tierra	Un	30.00	\$ 4 883.79	\$ 146 513.70	
	7	Cámaras de Inspección y Limpieza para sumideros	Un	10.00	\$ 2 714.05	\$ 27 140.50	\$ 6 126 296.82
Obras Complementarias	8	Alcantarilla Ferroviaria de 2x3.30x2.50 (calle 305 y 308)	Un	1.00	\$ 157 811.60	\$ 157 811.60	
	9	Alcantarilla Ferroviaria de 1x3.30x2.50 (calle 0 y 1)	Un	1.00	\$ 99 652.52	\$ 99 652.52	
Adecuación de la Infraestructura existente	10	Alcantarilla A-2 de 2x3.00x2.00 (calle 9 y calle 308)	Un	1.00	\$ 148 088.70	\$ 148 088.70	\$ 405 552.82
	11	Retiro de alcantarillas de bocacalle	Un	24.00	\$ 569.24	\$ 13 661.76	
	12	Rotura de pavimento	m²	1 060.00	\$ 13.00	\$ 13 780.00	
	14	Reparación de pavimento	m²	700.00	\$ 240.44	\$ 168 308.00	
		Relocalización de cañerías de agua potable ø 400	Un	2.00	\$ 9 592.20	\$ 19 184.40	
		Relocalización de cañerías de agua potable ø 110	Un	5.00	\$ 1 915.92	\$ 9 579.60	
		Relocalización de cañerías de agua potable ø 75	Un	7.00	\$ 1 184.09	\$ 8 288.63	
	15	Reconexión domiciliar de cañería de agua	Un	110.00	\$ 60.62	\$ 6 668.20	
	16	Intersección con desagües cloacales	Un	1.00	\$ 9 592.20	\$ 9 592.20	\$ 249 062.79
						TOTAL =	\$ 7 872 157.18

Tabla 29: Presupuesto Alternativa II.

VI. COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS Y SELECCIÓN DE LA MÁS CONVENIENTE

VI.1. Evaluación Técnica, Económica y Ambiental de Alternativas.

Las alternativas planteadas, sobre el proyecto de desagües pluviales de la cuenca de la avenida Francisco Canteros (304) de la localidad de Presidencia Roque Sáenz Peña, son dos, denominadas I y II. Estas alternativas, contemplan una variante en la traza del conducto principal, intentando optimizar los costos de las obras propuestas para tiempos de recurrencia del evento de diseño de 5 años.

Las alternativas I y II fueron presentadas a las autoridades municipales, y estas han planteado que en forma independiente de la Evaluación Económica y solo observando los costos de éstas, tomar la decisión política de construir aquella que técnica y ambientalmente cumpla con la mejor condición para la cuenca, y que además permita la construcción por partes del sistema de desagüe, ya que se torna más difícil la financiación del sistema completo, pero siempre bajo las premisas de riesgo y vulnerabilidad descriptos en los puntos anteriores.

De esta forma, se describen a continuación las justificaciones Técnicas y Ambientales, así como la conclusión a la que se arribó luego de la reunión mantenida con los actores técnicos y políticos del municipio.

Evaluación Técnica.

Técnicamente las alternativas denominadas I y II, resuelven el problema de los excesos provocados por una tormenta de 5 años de tiempo de recurrencia, es decir que las piezas del desagüe son dimensionadas para que la afectación en la cuenca sea el mínimo para el nivel de seguridad consignado en los puntos anteriores.

La ventaja de la alternativa II, sobre la I, es básicamente que contempla la construcción del sistema de desagües por parte resolviendo los problemas de anegamiento como si se tratase de cuencas distintas. En este caso, se moduló el sistema de conductos principales de tal forma que las etapas sean independientes y una proporción de la etapa final.

La alternativa I requiere la construcción de todo el sistema para lograr la efectividad del sistema que se proyecta.

Planteadas las alternativas a las autoridades municipales, en reunión técnica primero y luego en el gabinete, se decidió optar por la alternativa denominada II para este trabajo. Los argumentos principales fueron la posibilidad de construir el sistema por partes, y esto es importante para las autoridades ya que es de especial interés comenzar a la brevedad con la pavimentación de la avenida Francisco Canteros (304) en el tramo que va desde la calle de acceso al barrio Juan Bautista Alberdi (317) hasta la calle John F. Kennedy (309), tramo que sirve de ingreso a la Estación Terminal de Ómnibus de la ciudad.

Esta justificación esgrimida por parte de las autoridades municipales, más la necesidad de consolidar el área de la cuenca de la avenida Canteros, por su cercanía con el centro comercial de Sáenz Peña y ante la inminente concreción del plan de pavimentación de las avenidas principales de la ciudad que pretende cerrar el anillo central, comprendido entre las avenidas Sarmiento (1), Yrigoyen (2), Perón (33) y Malvinas Argentinas (28), denominado casco céntrico, hacen que las autoridades decidan impulsar la alternativa II como la más conveniente, ya que se adapta a las actuales pretensiones del ejecutivo municipal como plan de obras, permitiendo encarar la pavimentación del tramo de avenida Canteros de interés invirtiendo para la construcción del sistema de desagües un monto en dinero sustancialmente inferior a la otra alternativa planteada.

No se descarta incluir a la obra que resulte de este proyecto en el financiamiento adicional que se le ha ofrecido al municipio en el marco del programa PRODISM del Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Ante esta situación los actores políticos del municipio, consideran como prioritaria, considerar la alternativa de obra que resuelva en forma integral los desagües de la avenida Canteros (304), al menos en el sector que pretenden pavimentar, pero que a su vez pertenece a una solución integral del problema.

Conclusiones de la evaluación técnica:

Desde el punto de vista técnico las alternativas I y II son iguales y resuelven en forma completa el sistema de desagüe de la cuenca para la condición de diseño. Un aspecto muy importante a tener en cuenta para esta conclusión, es que el área de la cuenca de la avenida Canteros, se encuentra desarrollada en forma importante, quedando en el horizonte de proyecto solo un sector urbano reducido.

De ambas alternativas, la II es la que optimiza los tiempos para la construcción ya las tareas se desarrollan en un ámbito geográfico más amplio y permite tener frentes de obras independientes.

Evaluación Económica.

En el caso de la cuenca de la avenida Francisco Canteros (304), las autoridades municipales, han considerado una decisión política la construcción de la Alternativa II. Esto se debe a que esta alternativa ofrece una doble ventaja, por un lado la económica por ser de menor valor relativo en 5.56 % y por otro ofrece el beneficio de la ejecución por partes ya que la descarga de los secundarios de las calles 315 y 311, tienen una salida independiente de los secundarios de las calles 307 y 303, situación esta que no se presenta en la Alternativa I, en la cual el municipio queda obligado al abordaje de la construcción del sistema de desagües en su totalidad.

Evaluación Ambiental.

Las condiciones ambientales impuestas por la propia región, condiciona el diseño del proyecto, tal es el caso de la escasa energía del relieve, con pendientes del orden de los 0.30 m/km. Las condiciones externas del sistema urbano no son menos importantes, subordinando el escurrimiento de los excesos, con canales de descarga que generan tirantes de agua que

comprometen la evacuación de la ciudad. A esto, se debe sumar las características de las precipitaciones ocurridas en los últimos tiempos, con importantes intensidades y duración de las tormentas, manifestándose un claro aumento en las frecuencias de las mismas.

El proyecto se basa en pautas que tienden a producir la mínima alteración posible al ecosistema urbano, detener el agua de lluvia donde cae y mejorar las condiciones sanitarias del lugar bajo criterios de riesgo y vulnerabilidad aceptables y compatibles con la vida urbana.

Bajo estos parámetros, se analizan dos alternativas para el proyecto, identificadas como Alternativas I y II, que se diferencian como se mencionara antes, en que la primera plantean la solución de un único conducto principal que toma los excesos de los conductos secundarios y tiene su traza por la avenida Francisco Canteros (304), mientras que la II permite ir trabajando en la cuenca por sectores independientes siendo entre si obras que se complementan para lograr el sistema completo.

Otras posibilidades, como el redimensionamiento de los conductos existentes, o las opciones de materiales y formas fueron discutidas y justificadas en punto “V.3 Planteo de Alternativas en el área de estudio.” en el punto de “Estudio de Alternativas” de este informe, con escasas o nulas posibilidades de aplicación por los fuertes condicionantes que impone el medio en el que se encuentra la obra.

En tal sentido, las alternativas planteadas llevan a concluir desde el punto de vista ambiental lo siguiente:

En principio las Alternativas I y II cumplen con las pautas fijadas de mínima alteración ambiental posible ya que los conductos se localizan sobre calles de tierra, lo que evita la destrucción de pavimentos existentes, con excepción del de la calle Luis A. Barco (311) cuyo conducto secundario se propone construir sobre la traza del conducto actual.

La infraestructura de servicios existentes, agua, cloacas, electricidad y telefonía, han sido suficientemente evaluados y considerados en el planteo de las alternativas, de tal manera que ni durante la construcción o funcionamiento del sistema propuesto, estas obras interfieran de manera notable sobre estos servicios.

En todas las alternativas se definen conductos cuyas trazas se localizan en las calzadas de las calles, evitando de esta manera la destrucción y/o alteración de la forestación existente en veredas.

La determinación de conductos en forma mayoritaria en la traza, versus canales a cielo abierto disminuirá las posibilidades de afectación del escurrimiento por el manejo inadecuado de los residuos sólidos urbanos.

También para todos los casos la elección de conductos de hormigón armado de sección rectangular, favorece el mantenimiento del pelo de agua lo más superficial posible y puede tomarse como calzada el techo del mismo, situación esta que ahorrará la doble etapa de construcción, así

como movimientos de suelos y todas las otras actividades conexas que generarían un mayor impacto.

Considerando las acciones impactantes de la obra, las Alternativas propuestas son las que producen el menor impacto ambiental, ya que al realizarse en una sola etapa, o en una etapa por sectores en el caso de la alternativa II, estas acciones se producirán en una sola oportunidad.

Se fundamenta el menor impacto de estas alternativas en que una sola vez se realizará el emplazamiento de obradores, depósito de materiales, desplazamiento de maquinarias y equipos, movimiento de suelos y el movimiento de personal de obra, que provocarán ruidos, emisiones de humos y gases, riesgos de accidentes y de afectación a la circulación normal del ámbito de trabajo.

Conclusiones de la evaluación ambiental:

Visto las consideraciones realizadas hasta acá, las Alternativas I y II tiene el mismo grado de afectación en el área urbana si cualquiera de estas alternativas fueran construidas en forma completa, pero como existe la posibilidad de que el municipio priorice el sector de la avenida Francisco Canteros (304) entre las calles John F. Kennedy y accesos al barrio Juan Bautista Alberdi (317), podría asumirse a la alternativa II como la mejor ya que en la etapa inicial o primera etapa de construcción solo se verá impactada el área que involucra a los conductos secundarios de las calles 311 y 315 solamente.

CONCLUSIÓN:

Las conclusiones parciales realizadas, indican que la alternativa II es la mejor de las dos que se han planteado, es por ello que es esta alternativa la que se propone llevar a proyecto ejecutivo.

VI.2. Definición del Proyecto Ejecutivo

El Proyecto Ejecutivo de los desagües pluviales de la cuenca de la avenida Francisco Canteros (304) de Presidencia Roque Sáenz Peña, queda definido por la alternativa II, recomendada a partir de los análisis realizados y de las decisiones tomadas por las autoridades municipales.

VII. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA.

VII.1. Memoria técnica descriptiva de la alternativa seleccionada.

El proyecto que se presenta en este trabajo, se plantea ante el recurrente anegamiento y las aspiraciones del municipio de desarrollar la infraestructura de pavimento en la cuenca de la Avenida Francisco Canteros (304), esta cuenca posee una superficie de aporte de 123.01 hectáreas y se encuentra ubicada en plena planta urbana de la ciudad de Presidencia Roque Sáenz Peña.

En este mismo sentido, se puede mencionar que la cuenca cuenta con un importante grado de urbanización, estando dentro de la misma la calle comercial de mayor importancia en la ciudad, además cuenta con el 70 % de sus calles pavimentadas.

Para establecer las superficies con los distintos usos de suelo, se contó con fotografías aéreas del año 1998, las que permitieron conocer a través de algoritmos matemáticos el uso actual del suelo en cada una de las subcuencas que componen la misma. Siendo este parámetro de fundamental importancia en los proyectos de desagües urbanos, ya que es un parámetro que afecta directamente la generación de excedentes, por ello, se realizó una proyección del grado de impermeabilización en el área a 25 años, adoptando el mismo para el dimensionamiento del sistema.

Planteadas estas condiciones en la cuenca y considerando una tormenta de diseño de cinco (5) años de tiempo de recurrencia a partir de las curvas de Intensidad, Duración y Frecuencia (IDF) que se generaron con datos de la estación experimental del INTA, se procedió a realizar la modelación matemática, transformando a la lluvia adoptada como tormenta de diseño en caudales con el modelo AR HYMO.

Estos caudales, obtenidos a partir de esta modelación de la cuenca, son los que permiten dimensionar las piezas que integran el sistema de desagües, comenzando por los sumideros, conductos secundarios y principales hasta los canales a cielo abierto y su descarga. A esto se debe agregar piezas especiales como alcantarillas para los cruces viales y ferroviarios que requiere el sistema como queda reflejado en el Plano N° 15 del Anexo correspondiente.

Una descripción del sistema, comienza con los sumideros para calles pavimentadas o de tierra cuando el caudal generado por la subcuenca no puede ser transportado por el cordón cuneta o la cuneta propiamente dicha, en el caso de calles de tierra, en este punto es necesario hacer ingresar los excesos al sistema menor, ya que de otra forma generarían inconveniente en superficie.

Estos sumideros, se conectan con los conductos secundarios o con los principales según sea el caso, a través de caños circulares que trabajando a presión los vinculan con los conductos secundarios o principales.

A modo de resumen, el proyecto propone a partir de la situación de relevamiento la colocación de 4 sumideros para calles de pavimento y 30 sumideros para calles de tierra, cuyos planos para su construcción son adjuntados en el Anexo Planos con los N° 21 y N° 22.

El sistema de conductos secundarios, comienza en las esquinas de calles Estados Unidos (315) y Pibernus (300) para el ramal de la calle Estados Unidos (315), este ramal tiene su traza por ésta calle, hasta la avenida Canteros (304), de esta esquina el conducto sigue por el parterre de la avenida Canteros hacia el Sur hasta la esquina de la calle Luis Barco (311) donde se une al ramal que tiene su traza en esta calle y que se inicia en la esquina de calles Luis Barco (311) y avenida H. Yrigoyen (2), el conducto continúa siempre por esta calle hasta la calle G. García (306) donde se transforma de conducto a canal a cielo abierto, disponiendo su traza, paralela a las ex vías del Belgrano hacia el Sur, hasta la calle Iratí (305) donde descarga el conducto que se inicia en la esquina de las calles 307 y avenida H. Yrigoyen (2) éste conducto secundario denominado secundario de la calle 307 tiene su traza hasta la avenida Francisco Canteros (304) y por el parterre de ésta hacia el Sur hasta la esquina de esta avenida con la calle Iratí (305) y por ésta hasta la calle G. García (306) donde se junta con el ramal que trae los excesos de las calles Estados Unidos (315) y Luis Barco (311), y juntos cruzan la línea del ex ferrocarril para luego trasladar los excesos por canal a cielo abierto por el canal denominado Norte hasta la descarga en el canal SADE.

Por último, el secundario de calle Puerto Rico (303), se inicia en la esquina de la calle Puerto Rico (303) y avenida H. Yrigoyen (2) por esta calle, Puerto Rico (303), el conducto tiene su traza hasta la avenida Francisco Canteros (304) y por el parterre de esta hacia el Sur, pasa el ramal de las vías del Belgrano hasta la calle 201, donde se transforma en canal a cielo abierto, disponiendo su traza paralela a esta hasta 50 metros antes de su descarga en el canal SADE.

Como principal característica, estos conductos secundarios como todo el sistema de conductos se construirán en hormigón armado y debido a las condiciones de borde impuestas fundamentalmente por la topografía, los techos de estos serán utilizados como calzada de calle.

En todo el trayecto, los conductos tienen un total de ocho (8) secciones diferentes, y tres (3) secciones diferentes de canales, éstas cambian a medida que ingresan los caudales. En el Plano N° 15 que se observa la alternativa adoptada para el proyecto ejecutivo, se ilustra en forma general los desagües de la cuenca y en el Plano N° 28 y sus láminas, las secciones tipo de los conductos adoptados y sus correspondientes armaduras.

El sistema de conductos llega finalmente a las vías del FFCC Belgrano, a dos de sus ramales el de mayor dimensiones se encuentra sobre el ramal en desuso y el de menor dimensiones en el ramal en uso (Barranqueras - Metán), los desagües las atraviesan con un puentes cuya luz permite mantener la sección hidráulica necesaria, a continuación y por pocos metros más el conducto alcanza el canal de descarga, en el primer caso el canal Norte con una longitud de 3360 metros y en el segundo caso el canal Sur con una longitud de 2865 metros, estos son canales excavado a cielo abierto, son paralelos a las vías encontrando su traza en la reserva de calle de la avenida 201, en su recorrido, deberán construirse dos alcantarillas de cruce que permitan la vinculación vehicular entre

los sectores urbanos ubicados a ambos lados de las vías, actualmente los cruces se encuentran en las calles 318 y 218 que es donde cruza el canal Norte y Sur, en estos cruces se construirán alcantarillas del tipo A2 cuyos planos tipos se adjuntan en el Anexo Planos con el N° 23 en dos Láminas.

El canal llega finalmente a la descarga, canal SADE, canal que se encuentra aproximadamente 1000 metros al Este de la ruta nacional N° 95, y cumple con la función de trasladar y descargar los excesos rurales del sector Noroeste de la ciudad y también los excesos urbanos de la cuenca que descarga por la estación de bombeo de calle Cristóbal Colón (333) y ruta nacional N° 95, ejerciendo como defensa contra inundaciones, ésta se compone básicamente de un muro lateral continuo que impide el ingreso del agua proveniente de los campos ubicados aguas arriba, y del lado externo un canal que permite conducir el agua desviada de su trayectoria.

La forma de funcionamiento con que se pensó que trabajase el sistema de desagües urbanos, fue a gravedad, incluso en su evacuación al exterior del sistema. En este caso a diferencia de lo que ocurre con otras cuencas de la ciudad, las condiciones físicas y topográficas permiten aplicar esta hipótesis, pues se logra una pendiente de 0.0003 m/m tomando como condición de borde la que impone el pelo de agua del canal SADE en su condición de diseño en el lugar de la descarga del sistema de desagües urbano de la cuenca de la avenida Francisco Canteros (304).

Los canales actúan y trabajan como canales, pero también se propone en este trabajo que los mismos sean atenuadores de los caudales generados en la cuenca ya que es necesario reducir los mismos para permitir el ingreso al canal de descarga SADE, por este motivo las dimensiones de los mismos es un tanto mayor a la necesaria, y compatible con la amortiguación de caudales necesaria.

VII.2. Memoria de cálculo y dimensionamiento.

VII.2.1. Adecuación de la cuenca de aporte.

Para poder cumplir con el ordenamiento de los escurrimientos dentro de la cuenca delimitada se propone realizar una adecuación del alcantarillado de cruce de las calles de la cuenca, esto implica dirigir los excedentes a través de cunetas en forma ordenada y controlada haciendo cumplir de esta forma los criterios de diseños aplicados en el proyecto. Esta necesidad de reordenar el escurrimiento de las cunetas, surge como puede verse en el Plano N° 10 de una situación actual de la infraestructura de desagües, en la cual está incluido el alcantarillado de cruce de calles que corresponde con las necesidades actuales las cuencas y que coincide con las proyectadas, ya que las principales líneas de evacuación son semejantes a las proyectadas. Esto implica solo la limpieza de las alcantarillas actuales de tal forma de garantizar los escurrimientos producidos en la cuenca.

VII.2.2. Bocas de Tormenta y Conductos de Vinculación.

En el Plano N° 15, se observa la alternativa seleccionada y en ella se muestran la ubicación de los sumideros para calles de tierra y aquellas que poseen pavimento, su posición responde al concepto descrito en el punto V. Planteo de Alternativas, con los conceptos antes enunciados, en la tabla siguiente queda resumida toda la información de las cuencas, ubicación de los sumideros,

áreas de aportes, caudales de captación y dimensiones de los sumideros propuestos para cada caso. En el Anexo de planos se muestran los correspondientes a los Planos Tipos de Sumideros para Pavimento con el N° 21 y el N° 22 para los de calles de tierra, y en el plano N° 15 la ubicación de los sumideros propuestos como así en las planialtimetría de la alternativa seleccionada.

Los sumideros se vinculan a los conductos secundarios y principales a través de conductos de vinculación.

La descarga de este conducto de vinculación, puede considerarse como realizada a través de un orificio totalmente sumergido que conecta dos depósitos, bajo esta situación se aplica las leyes de la Hidráulica que gobiernan el escurrimiento a presión. La formula para el cálculo es la de Darcy – Weisbach o también conocida como fórmula universal, en donde el coeficiente de fricción es calculado a través del ábaco de Rouse o Moody, utilizando la formula de Colebrook – White para tuberías comerciales o de rugosidad natural. Claudio Mataix Segunda Edición 1982. Capítulo 9 - Pág.203 a 226, o folletos de fabricantes de nuevos productos como los que se proponen utilizar en este trabajo cuyo material es de P.V.C.

$$\Delta H = f \times \frac{L \times V^2}{D \times 2 \times g}$$

- Donde: ΔH = Pérdida de carga primaria.
 f = Coeficiente de pérdida de carga primaria.
 L = Longitud de la Tubería.
 g = Aceleración de la gravedad
 V = Velocidad media del Fluido.
 D = Diámetro de la Tubería.

VII.2.3. Conductos Secundarios y Principales.

VII.2.3.1. Generalidades.

Los criterios de cálculos y dimensionamiento hidráulico de los conductos principales y secundarios son los siguientes:

Las dimensiones de los conductos pluviales han sido obtenidas de acuerdo a las leyes de la hidráulica general que rigen el escurrimiento a gravedad, partiendo de los caudales generados por la tormenta de diseño en las distintas subcuencas en estudio, que ingresan a los sumideros y de éstos a los conductos en cuestión, pasando por los conductos de vinculación.




















Para ello se ha utilizado la ecuación propuesta por Chezy que ofrece la relación entre la velocidad (V) de transporte del flujo de agua a través de una sección cualquiera con las características de la misma, es decir con la geometría de la sección (Radio hidráulico) y con la pendiente general del conducto (i). Asimismo, se ha utilizado como coeficiente “C” en dicha fórmula, el valor propuesto por Manning que es función a su vez, de la rugosidad de las paredes del conducto, valor conocido como “n”.

Chezy:
$$Q = C \times A \times \sqrt{R_h \times I_0}$$

Según Manning:
$$C = \frac{R_h^{1/6}}{n}$$

En esta ecuación, el valor de caudal surge de las corridas del modelo realizadas en los puntos anteriores, la pendiente queda definida por las condiciones naturales que impone la topografía, por lo que queda por definir el área del conducto a calcular, en este punto, se debe aclarar que se ha fijado la altura en un valor de 1.40 metros para el tirante hidráulico, considerando 0.10 metros de revancha para garantizar el flujo a gravedad.

Con estas condiciones se calcularon para cada caso las dimensiones de los conductos secundarios, sumando en total una longitud de 2219.44 metros, además es necesario construir 2864.50 metros de canal de 2.00 metros de solera, 3001.09 metros de canal de 7.5 metros de solera y 357.84 metros de canal de 4.5 metros de solera, considerando que el origen de las progresivas se sitúa en el alambre Oeste de la calle del canal SADE. En el caso de los conductos secundarios, se considera que estos tienen su origen en el lado interno de la pared externa del conducto anterior. A modo de resumen se muestra en la Tabla 31 de la siguiente página, el resumen de características y dimensiones de los conductos que componen el sistema. En el Plano N° 28 se presenta el plano tipo de secciones de conductos, en la Lámina 1 y en la 2 y 3 los detalles de armadura y piezas especiales.

		Tramo	Esquema	Progresivas		Longitud [metros]	Vanos [Nº]	Dimensiones					[metros]	Pendiente
				[metros]				b	h	l	et	ec		
Conducto Secundario de calle Estados Unidos (315)	Avenida Canteros (304)	Calle 311 y Av. 304		0.00	12.00	12.00	1	3.25	1.50	0.60	0.25	0.20	0.00030	
		Calle 311 - calle 313		12.00	114.33	102.33		3.25	1.50	0.00	0.15	0.15		
		Calle 313 - Av. 304		117.46	129.46	12.00		2.00	1.50	0.60	0.25	0.20		
		Calle 313 - calle 315		129.46	236.00	106.54		2.00	1.50	0.00	0.15	0.15		
		Calle 315 - Av. 304		236.00	253.25	17.27		2.00	1.50	0.60	0.25	0.20		
	Calle 315	Av. 304 - calle 302		254.25	347.25	93.00	1.80	1.50	0.60	0.25	0.20			
		Calle 302 - calle 300		348.00	461.80	113.80	1.30	1.50	0.60	0.25	0.20			
Secundario Calle 311	Calle 311	Calle 306 - Av. 304		0.00	195.95	195.95	2	2.60	1.50	0.60	0.25	0.20	0.00032	
		Av. 304 - Av. 2		201.05	555.00	353.95	1	1.50	1.50	0.60	0.25	0.20		
Secundario 307	Calle 305	Calle 306 - Av. 304		0.00	195.30	195.30	1	2.80	1.50	0.60	0.25	0.20	0.00030	
		Av. 304 - calle 305		197.30	213.25	15.95		2.00	1.50	0.60	0.25	0.20		
	Av. 304	Calle 305 - Calle 307		213.25	318.25	105.00		2.00	1.50	0.00	0.15	0.10		
	Calle 307	Av. 304 - Av. 2		318.25	666.00	347.75		1.50	1.50	0.60	0.25	0.20		
Secundario 303	Av. 304	Calle 201 - vía FFCC		0.00	23.92	23.92	1	2.40	1.50	0.00	0.15	0.15	0.00032	
		Alcantarilla FFCC		23.92	29.82	5.90		2.40	2.16					
		FFCC		29.82	36.82	7.00		2.40	1.50	0.00	0.15	0.15		
		Alcanatarilla FFCC		36.82	42.72	5.90		2.40	2.16					
		FFCC - calle 301		42.72	77.50	34.78		2.40	1.50	0.00	0.15	0.15		
		Av. 304 - calle 301		77.50	121.90	44.40		2.40	1.50	0.60	0.25	0.20		
		calle 301 - calle 303		121.90	202.00	80.10		2.40	1.50	0.00	0.15	0.15		
	Calle 303	calle 303 - Av.304		202.00	209.52	7.52	1	2.40	1.50	0.60	0.25	0.20		
		Av. 304 - Av. 2		209.52	548.60	339.08		1.50	1.50	0.60	0.25	0.20		

NOTA:

* Cuando las progresivas no son correlativas, es por que existe un cambio de sección

* En los cambios de sección se colocarán las armaduras del conducto de mayor sección, al menos que exista un detalle especial para la sección.

Tabla 31: Resumen de dimensiones y longitudes de conductos.

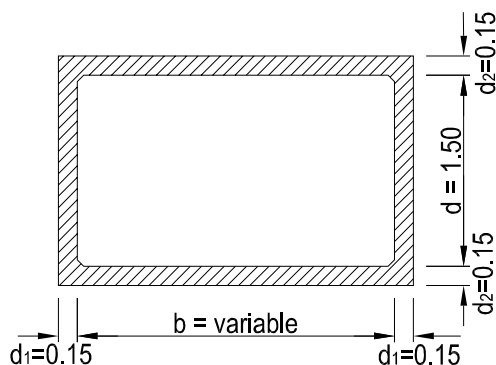
Con el valor de la cota de funcionamiento del pelo de agua en la descarga es decir en el canal SADE, junto al análisis de los desniveles que ofrece la topografía del terreno y los caudales a transportar, se han obtenido las distintas dimensiones de los conductos por tramos con variación de caudal, asimilando las hipótesis sugeridas por el estudio del movimiento del flujo permanente y uniforme.

En todos los casos se han tenido en cuenta las cotas del futuro pavimento de la calle donde se encuentra la traza del conducto, realizando el correspondiente cálculo estructural del mismo considerando que el propio techo del conducto oficia de calzada de la calle, esto ocurre en todos los conductos que tiene su traza sobre la calzada.

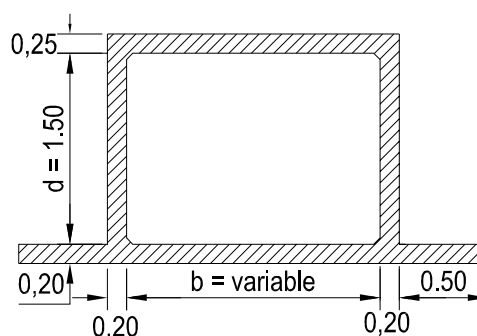
VII.2.3.2. Cálculos Estructurales.

Introducción

Debido a los requerimientos hidráulicos, el canal en su traza, aumenta la sección a medida que es necesario conducir mayor caudal, por este motivo es necesario calcular cuatro secciones diferentes pero también para ubicaciones distintas como son el caso cuando el conducto es emplazado por debajo del parterre de la avenida, donde se cuenta con una tapada de tierra de 50cm de espesor, y en las bocacalles donde la misma tapa del canal oficia de pavimento con lo cual se debe tener en cuenta la carga de vehículos. Es por ello que se dimensionan ocho secciones distintas:



Secciones bajo parterres



Secciones en bocacalles

Hipótesis

- ✓ Se considera a la estructura como un marco cerrado con nudos rígidos a flexión.

Acción de cargas verticales:

- ✓ Las tensiones verticales a tener en cuenta en el cálculo serán las provenientes del peso propio de la estructura, de la tapada de tierra y sobrecargas reglamentarias.

Acción de cargas debidas al suelo:

- ✓ El límite superior del suelo es horizontal.
- ✓ Las paredes laterales no pueden rotar debido a la rigidez de la losa superior. Por lo tanto se considera al suelo en estado de reposo pues no cumple las condiciones de deformación que satisface el estado plástico de Rankine. El suelo lateral del

conducto se compactará por lo cual se puede considerar un coeficiente de presión lateral de suelo en reposo $K_0 = 0.80$

Datos

Peso específico del agua = $\gamma_w = 100 \text{ t/m}^3$

Peso específico del suelo saturado = $\gamma_s = 2,10 \text{ t/m}^3$

Peso específico del suelo seco = $\gamma_d = \gamma_s - \gamma_w = (2,10 - 1,00) = 1,10 \text{ t/m}^3$

Coeficiente de fricción interna = $\phi = 3^\circ$

Intercepto cohesivo = $C = 0$

Tensión admisible = $\sigma_{adm} = 6 \text{ t/m}^2$

Conducto bajo parterre

Análisis de carga

Las luces de cálculo que se consideran son las obtenidas de representar a la estructura real, por medio de los ejes correspondientes a cada losa tanto de forma vertical como horizontal:

En tal sentido se adoptan las siguientes luces de cálculo:

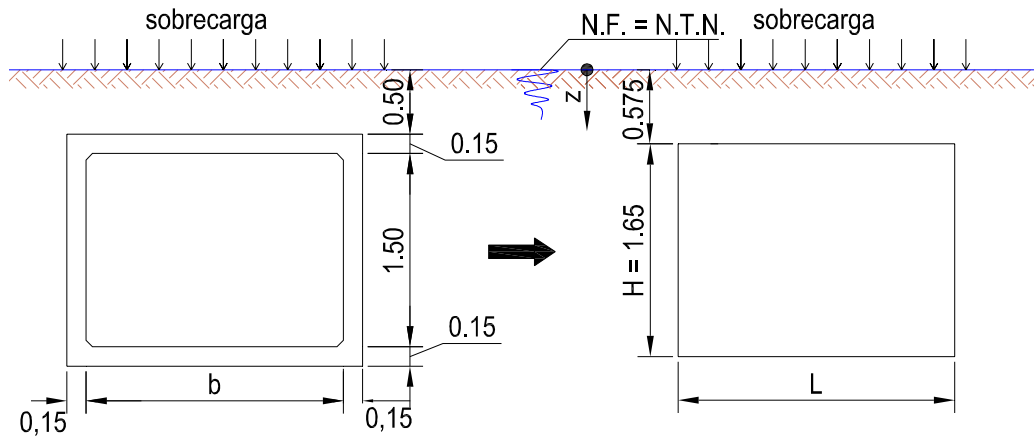
$L = b + 0,15$ (variable para las diferentes secciones)

$H = 1,50 + 0,15 = 1,65\text{m}$ (constante para todas las secciones)

Casos de cargas:

Se consideran dos estados de carga:

Estado 1: conducto vacío con empuje de suelo y agua sobre paredes; esta hipótesis corresponde a la situación de suelo saturado, inmediatamente después de la lluvia, quedando el conducto, con buen funcionamiento, vacío antes que descienda el nivel freático.



✓ Cargas sobre la tapa:

Sobrecarga: según reglamento de la Dirección de Vialidad Nacional, en las zonas de la calzada sólo accesibles accidentalmente a los vehículos (por ejemplo canteros, parterres, etc.) se considerará como sobrecarga la multitud compacta con impacto sin carga de vehículos.

$$\text{Multitud compacta} = \text{M.C.} = 0,50 \frac{\text{t}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Coeficiente de impacto} = \text{C.i.} = 1,20 \text{ (p/ tapada de 0,50m)}$$

$$\text{Carga debido a sobrecarga: } q_{\text{sob}} = \text{C.i.} \times \text{M.C.} = 1,20 \times 0,50 \frac{\text{t}}{\text{m}^2} = 0,60 \frac{\text{t}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Carga de tapada: } q_{\text{tapada}} = \gamma_s \times \text{tapada} = 2,10 \frac{\text{t}}{\text{m}^3} \times 0,50 \text{ m} = 1,05 \frac{\text{t}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Peso propia de losas de tapa: } q_{\text{losa}} = \gamma_{\text{H}^a} \times d_2 = 2,40 \frac{\text{t}}{\text{m}^3} \times 0,15 \text{ m} = 0,36 \frac{\text{t}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Carga sobre la tapa: } q_{\text{tapa}} = 0,60 + 1,05 + 0,36 \Rightarrow \boxed{q_{\text{tapa}} = 2,01 \frac{\text{t}}{\text{m}^2}}$$

$$\checkmark \text{ Presión lateral del suelo: } P = K_0 \times (\gamma_d \times z + q_{\text{sob}}) + \gamma_w \times z$$

$$P/z = 0,575 \text{ m:}$$

$$P_1 = 0,80 \times (1,10 \frac{\text{t}}{\text{m}^3} \times 0,575 \text{ m} + 0,60 \frac{\text{t}}{\text{m}^2}) + 1,00 \frac{\text{t}}{\text{m}^3} \times 0,575 \text{ m} \Rightarrow \boxed{P_1 = 1,56 \frac{\text{t}}{\text{m}^2}}$$

$$P/z = 0,575 + 1,65 = 2,225 \text{ m:}$$

$$\boxed{P_2 = 4,62 \frac{\text{t}}{\text{m}^2}}$$

$$P_2 = 0,80 \times (1,10 \frac{\text{t}}{\text{m}^3} \times 2,225 \text{ m} + 0,60 \frac{\text{t}}{\text{m}^2}) + 1,00 \frac{\text{t}}{\text{m}^3} \times 2,225 \text{ m} \Rightarrow$$

✓ *Cargas en la base:*

Peso propio de tabiques:

$$P_{\text{Tab}} = \gamma_{\text{H}^a} \times d_1 \times d = 2,40 \frac{\text{t}}{\text{m}^3} \times 0,15 \text{ m} \times 1,50 \text{ m} \Rightarrow \boxed{P_{\text{Tab}} = 0,54 \frac{\text{t}}{\text{m}}}$$

Peso propio de losas de base:

$$q_{\text{losa}} = \gamma_{\text{H}^a} \times d_2 = 2,40 \frac{\text{t}}{\text{m}^3} \times 0,15 \text{ m} = 0,36 \frac{\text{t}}{\text{m}^2}$$

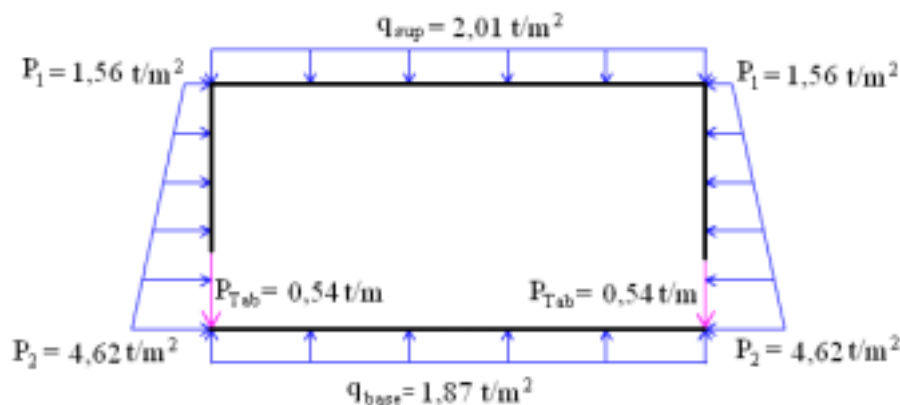
Subpresión de la napa freática:

$$q_{\text{napa}} = \gamma_w \times z = -1,00 \frac{\text{t}}{\text{m}^3} \times 2,225 \text{ m} = -2,23 \frac{\text{t}}{\text{m}^2}$$

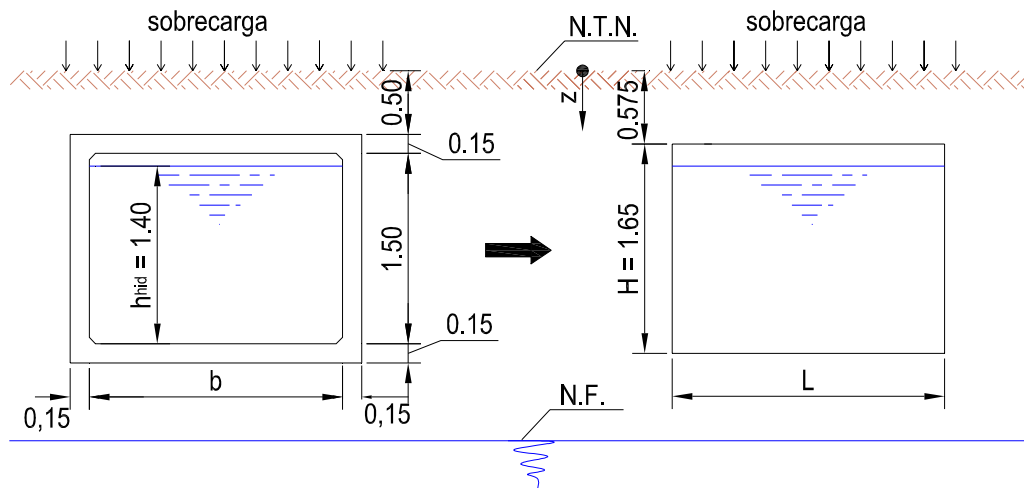
Carga distribuida en la base del conducto:

$$q_{\text{base}} = 0,36 - 2,23 \Rightarrow \boxed{q_{\text{base}} = -1,87 \frac{\text{t}}{\text{m}^2}}$$

Esquema de cargas estado 1:



Estado 2: conducto lleno sin empuje de sobre paredes; esta hipótesis corresponde a la situación de una eventual erosión del suelo lateral, no produciendo empuje sobre la estructura, además se adopta, por ser la situación mas desfavorable, el nivel freático por debajo del fondo de la estructura.



✓ *Cargas sobre la tapa:*

Sobrecarga: según reglamento de la Dirección de Vialidad Nacional, en las zonas de la calzada sólo accesibles accidentalmente a los vehículos (por ejemplo canteros, parterres, etc.) se considerará como sobrecarga la multitud compacta con impacto sin carga de vehículos.

$$\text{Multitud compacta} = \text{M.C.} = 0.50 \frac{\text{t}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Coeficiente de impacto} = \text{C.i.} = 1.20 \text{ (p/ tapada de 0.50m)}$$

$$\text{Carga debido a sobrecarga: } q_{\text{sob}} = \text{C.i.} \times \text{M.C.} = 1.20 \times 0.50 \frac{\text{t}}{\text{m}^2} = 0.60 \frac{\text{t}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Carga de tapada: } q_{\text{tapada}} = \gamma_s \times \text{tapada} = 2.10 \frac{\text{t}}{\text{m}^3} \times 0.50 \text{ m} = 1.05 \frac{\text{t}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Peso propia de losas de tapa: } q_{\text{losa}} = \gamma_{\text{H}^{\text{e}}} \times d_2 = 2.40 \frac{\text{t}}{\text{m}^3} \times 0.15 \text{ m} = 0.36 \frac{\text{t}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Carga sobre la tapa: } q_{\text{Tapa}} = 0.60 + 1.05 + 0.36 \Rightarrow \boxed{q_{\text{tapa}} = 2.01 \frac{\text{t}}{\text{m}^2}}$$

✓ *Presión del agua sobre las paredes del conducto:*

La altura máxima del agua dentro del conducto es: Hidráulico = 1.40m

En coincidencia con el nivel superior del agua: $H = 0 \Rightarrow$

$$\boxed{P_1 = 0}$$

En la base:

$$P_2 = \gamma_w \times H_{\text{hidráulico}} = 1.00 \frac{\text{t}}{\text{m}^3} \times 1.40 \text{ m} \Rightarrow \boxed{P_2 = 1.40 \frac{\text{t}}{\text{m}^2}}$$

✓ *Cargas en la base:*

Peso propio de tabiques:

$$P_{\text{Tab}} = \gamma_{H^a} \times d_1 \times d = 2,40 \frac{\text{t}}{\text{m}^3} \times 0,15 \text{ m} \times 1,50 \text{ m} \Rightarrow$$

$$P_{\text{Tab}} = 0,54 \frac{\text{t}}{\text{m}}$$

Peso propio de losas de base:

$$q_{\text{losa}} = \gamma_{H^a} \times d_2 = 2,40 \frac{\text{t}}{\text{m}^3} \times 0,15 \text{ m} = 0,36 \frac{\text{t}}{\text{m}^2}$$

Subpresión de la napa freática:

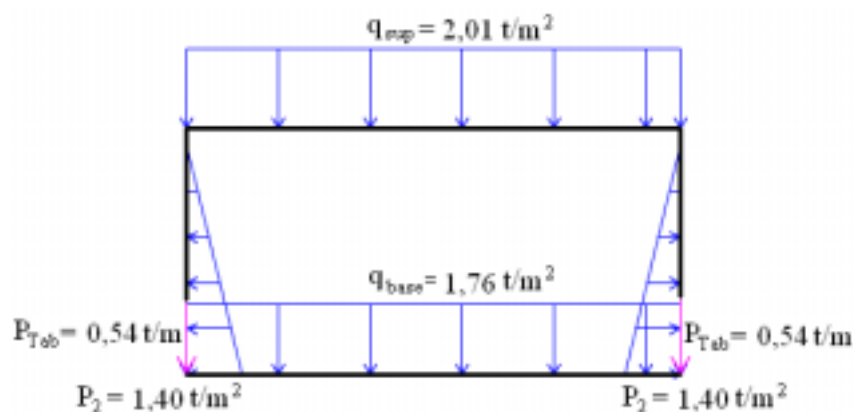
$$q_{\text{napa}} = \gamma_w \times H_{\text{hidráulico}} = 1,00 \frac{\text{t}}{\text{m}^3} \times 1,40 \text{ m} = 1,40 \frac{\text{t}}{\text{m}^2}$$

Carga distribuida en la base del conducto:

$$q_{\text{base}} = 0,36 + 1,40 \Rightarrow$$

$$P_{\text{Tab}} = 0,54 \frac{\text{t}}{\text{m}}$$

Esquema de cargas estado 2



Nota: dado a que el análisis de carga se realizó por unidad de longitud en el sentido horizontal y que las medidas de la estructura y profundidades son constantes, para las diferentes secciones, en el sentido vertical, los valores de las cargas son idénticos para todas las secciones.

Solicitaciones.

Se considera a la losa de fondo como placa apoyada en un medio elástico.

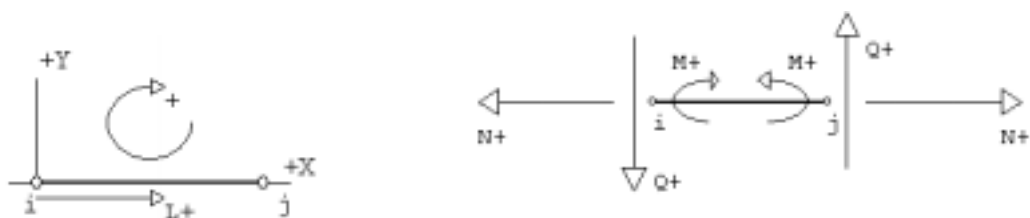
Coefficiente de balasto $K_s = 1500 \text{ t/m}^3$

Los resultados obtenidos en los cálculos se presentan a continuación para las diferentes secciones, en forma de planillas y gráficos:

Convección de signos y unidades:

Unidades

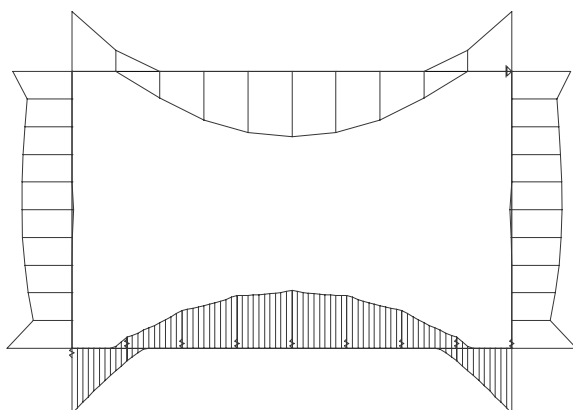
Fuerza	: t
Longitud	: m
Giro	: rad



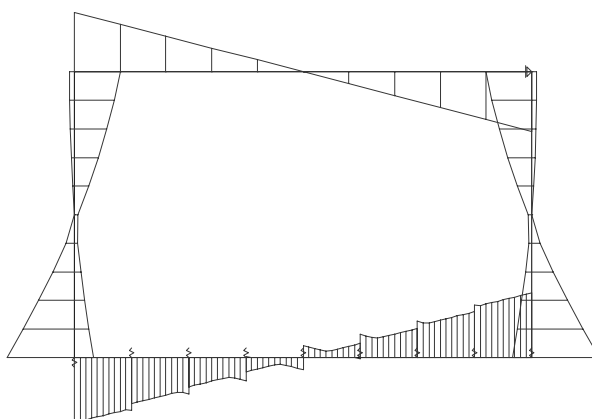
Secciones 1, 2 y 3:

Diagramas de envolventes de solicitaciones:

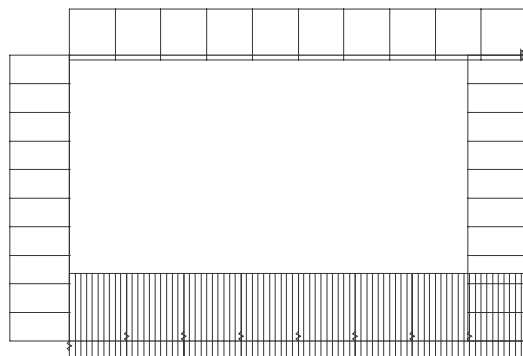
MOMENTO FLECTOR



ESFUERZO DE CORTE



ESFUERZO NORMAL



Planillas de resultados:

Sección $b = 2.00$ m

Reacciones:

Nudo	Dirección	Mín.	Máx.
1	Y	0,00	1,11
2	Y	0,00	1,05
3	Y	0,00	1,00
4	Y	0,00	0,96
5	Y	0,00	0,94
6	Y	0,00	0,96
7	Y	0,00	1,00
8	Y	0,00	1,05
9	Y	0,00	1,11

Momento Flector:

Barra	Nodo	Mín.	Máx.
1	inicial	0,00	0,85
	tramo	-0,76	0,00
	final	0,00	0,85
2	inicial	-0,85	0,00
	tramo	-0,57	0,27
	final	-0,71	0,00
3	inicial	0,00	0,85
	tramo	-0,27	0,57
	final	0,00	0,71
4	inicial	-0,71	0,00
	tramo	0,00	0,77
	final	-0,71	0,00

Esfuerzo de corte:

Barra	Nodo	Mín.	Máx.
1	inicial	0,00	2,50
	tramo	-0,47	0,47
	final	-2,50	0,00
2	inicial	-3,05	0,77
	tramo	-0,22	0,13
	final	-0,27	2,05
3	inicial	-0,77	3,05
	tramo	-1,05	0,07
	final	-2,05	0,27
4	inicial	-2,16	0,00
	tramo	0,00	0,43
	final	0,00	2,16

Esfuerzo normal:

Barra	Nodo	Mín.	Máx.
1	inicial	-3,05	0,77
	tramo	-3,05	0,77
	final	-3,05	0,77
2	inicial	-2,16	0,00
	tramo	-2,16	0,00
	final	-2,16	0,00
3	inicial	-2,16	0,00
	tramo	-2,16	0,00
	final	-2,16	0,00
4	inicial	-2,05	0,27
	tramo	-2,05	0,27
	final	-2,05	0,27

Sección b = 2.40 m

Reacciones:

Nudo	Dirección	Mín.	Máx.
1	Y	0,00	1,41
2	Y	0,00	1,28
3	Y	0,00	1,16
4	Y	0,00	1,08
5	Y	0,00	1,05
6	Y	0,00	1,08
7	Y	0,00	1,16
8	Y	0,00	1,28
9	Y	0,00	1,41

Momento Flector:

Barra	Nodo	Mín.	Máx.
1	inicial	0,00	1,04
	tramo	-0,92	0,00
	final	0,00	1,04
2	inicial	-1,04	0,00
	tramo	-0,79	0,06
	final	-0,94	0,00
3	inicial	0,00	1,04
	tramo	-0,06	0,79
	final	0,00	0,94
4	inicial	-0,94	0,00
	tramo	0,00	1,03
	final	-0,94	0,00

Esfuerzo de corte:

Barra	Nodo	Mín.	Máx.
1	inicial	0,00	2,86
	tramo	-0,52	0,52
	final	-2,86	0,00
2	inicial	-3,03	0,83
	tramo	-0,15	0,15
	final	-0,21	2,07
3	inicial	-0,83	3,03
	tramo	-1,07	0,00
	final	-2,07	0,21
4	inicial	-2,61	0,00
	tramo	0,00	0,52
	final	0,00	2,61

Esfuerzo normal:

Barra	Nodo	Mín.	Máx.
1	inicial	-3,03	0,83
	tramo	-3,03	0,83
	final	-3,03	0,83
2	inicial	-2,61	0,00
	tramo	-2,61	0,00
	final	-2,61	0,00
3	inicial	-2,61	0,00
	tramo	-2,61	0,00
	final	-2,61	0,00
4	inicial	-2,07	0,21
	tramo	-2,07	0,21
	final	-2,07	0,21

Sección $b = 3.25 \text{ m}$

Reacciones:

Nudo	Dirección	Mín.	Máx.
1	Y	0,00	2,08
2	Y	0,00	1,73
3	Y	0,00	1,41
4	Y	-0,17	1,18
5	Y	-0,25	1,10
6	Y	-0,17	1,18
7	Y	0,00	1,41
8	Y	0,00	1,73
9	Y	0,00	2,08

Momento Flector:

Barra	Nodo	Mín.	Máx.
1	inicial	0,00	1,39
	tramo	-1,10	0,00
	final	0,00	1,39
2	inicial	-1,39	0,00
	tramo	-1,30	0,00
	final	-1,54	0,00
3	inicial	0,00	1,39
	tramo	0,00	1,30
	final	0,00	1,54
4	inicial	-1,54	0,00
	tramo	0,00	1,58
	final	-1,54	0,00

Esfuerzo de corte:

Barra	Nodo	Mín.	Máx.
1	inicial	0,00	3,31
	tramo	-0,55	0,55
	final	-3,31	0,00
2	inicial	-2,88	1,09
	tramo	0,00	0,30
	final	0,00	2,22
3	inicial	-1,09	2,88
	tramo	-1,22	0,00
	final	-2,22	0,00
4	inicial	-3,42	0,00
	tramo	0,00	0,00
	final	0,00	3,42

Esfuerzo normal:

Barra	Nodo	Mín.	Máx.
1	inicial	-2,88	1,09
	tramo	-2,88	1,09
	final	-2,88	1,09
2	inicial	-3,42	0,00
	tramo	-3,42	0,00
	final	-3,42	0,00
3	inicial	-3,42	0,00
	tramo	-3,42	0,00
	final	-3,42	0,00
4	inicial	-2,22	0,00
	tramo	-2,22	0,00
	final	-2,22	0,00

Dimensionamiento

Datos:

Hormigón H – 17 ($\beta_r = 140 \text{ Kg /cm}^2$) Acero ADM 420 ($\sigma_s = 4200 \text{ Kg /cm}^2$)

El dimensionado se realizó con ayuda del programa de cálculo antes mencionado a flexión compuesta y se verificaron al pandeo los tabiques. Las secciones de armaduras se eligieron de tal manera que verifiquen los valores así obtenidos y buscando mayor facilidad en el armado de la estructura.

Los resultados se presentan a continuación en forma de planillas:

Sección 1 x 2,00 x 1 ,50																		
Barra	Secciones	L [m]	b b0 h	d d0 h"	Mi	Ni	As	Armadura longitudinal adop.			Arm. rep.	Qi	Toi	Zona de corte	Ovservaciones			
					Mt	Nt		φ sep.	φ sep.	As	φ sep.	Qt	T0t					
					Mj	Nj	[cm2/m]	[mm]	[cm]	+ [mm]	[cm]	[cm2/m]	[mm]	[cm]	Qj	T0j		
1	Losa de fondo	2.15	100	15	0.85	-2.42	2.86	8	15			3.35			2.32	2.32	1	
			0	0	-0.75	-2.42	3.25	8	15			3.35			0.51	0.48		
			11	4	0.85	-2.42	2.86	8	15			3.35			2.32	1.84		
2	Tabique lateral	1.65	100	15	-0.85	-2.13	2.94	8	15			3.35			-2.42	2.40	1	Armadura en ambas caras
			0	0	-0.66	-2.13	2.10	8	15			3.35			0.23	0.24		
			11	4	-0.78	-2.13	2.62	8	15			3.35			1.66	1.60		
3	Tabique lateral	1.65	100	15	0.85	-2.13	2.94	8	15			3.35			2.42	2.40	1	Armadura en ambas caras
			0	0	0.66	-2.13	2.10	8	15			3.35			-0.23	0.24		
			11	4	0.78	-2.13	2.62	8	15			3.35			-1.66	1.60		
4	Losa de tapa	2.15	100	15	-0.56	0.17	2.75	8	15			3.35			-2.13	2.80	1	
			0	0	0.85	0.17	3.56	8	15			3.35			-0.85	1.12		
			11	4	-0.56	0.17	2.75	8	15			3.35			2.13	2.80		

Sección 1 x 2,40 x 1,50															
Barra	Secciones	L [m]	b b0 h	d d0 h"	Mi Mt Mj	Ni Nt Nj	As [cm2]	Armadura longitudinal adop.			Arm. rep.	Qi	Toi	Zona de corte	Ovservaciones
								φ sep. [mm]	φ sep. [cm]	As [cm2]	φ sep. [mm]	Qt [cm]	Toj		
1	Losa de fondo	2.55	100	15	1.07	-3.03	3.57	8	12	4.19		2.90	2.90	1	
			0	0	-0.94	-3.03	4.06	8	12	4.19		0.63	0.60		
			11	4	1.07	-3.03	3.57	8	12	4.19		2.90	2.30		
2	Tabique lateral	1.65	100	15	-1.07	-2.66	3.67	8	12	4.19		-3.03	3.00	1	Armadura en ambas caras
			0	0	-0.82	-2.66	2.62	8	12	4.19		0.28	0.30		
			11	4	-0.97	-2.66	3.28	8	12	4.19		2.07	2.00		
3	Tabique lateral	1.65	100	15	1.07	-2.66	3.67	8	12	4.19		3.03	3.00	1	Armadura en ambas caras
			0	0	0.82	-2.66	2.62	8	12	4.19		-0.28	0.30		
			11	4	0.97	-2.66	3.28	8	12	4.19		-2.07	2.00		
4	Losa de tapa	2.55	100	15	-0.70	0.22	3.44	8	12	4.19		-2.66	3.50	1	
			0	0	1.07	0.22	4.45	8	12	4.19		-1.07	1.40		
			11	4	-0.70	0.22	3.44	8	12	4.19		2.66	3.50		

Sección 1 x 3,25 x 1,50																
Barra	Secciones	L (m)	b b0 h	d d0 h"	Mi Mt Mj	Ni Nt Nj	As [cm2]	Armadura longitudinal adop.			Arm. rep.		Qi Qt Qj	TOi TOt TOj	Zona de corte	Ovservaciones
								φ sep. (mm)	φ sep. (cm)	As (cm2)	φ sep. (mm)	φ sep. (cm)				
1	Losa de fondo	3.4	100	15	-1.39	-2.88	5.07	10	15	5.24		3.31	3.30	1		
			11	4	-1.10	1.09	4.83	10	15	5.24		0.55	0.50			
			11	4	1.39	-2.88	5.07	10	15	5.24		-3.31	3.30			
2	Tabique lateral	1.65	100	15	-1.39	-3.42	4.93	10	15	5.24		-2.88	2.90	1	Armadura en ambas caras	
			0	0	-1.32	-3.42	4.63	10	15	5.24		1.22	1.20			
			11	4	-1.54	-3.42	5.66	10	15	5.24		2.22	2.30			
3	Tabique lateral	1.65	100	15	1.39	-3.42	4.93	10	15	5.24		2.88	2.90	1	Armadura en ambas caras	
			0	0	1.32	-3.42	4.63	10	15	5.24		-1.22	1.20			
			11	4	1.54	-3.42	5.66	10	15	5.24		-2.22	2.30			
4	Losa de tapa	3.4	100	15	-1.54	-2.22	5.98	10	12	6.54		-3.42	3.50	1		
			0	0	1.58	-0.05	6.64	10	12	6.54		-1.37	1.30			
			11	4	-1.54	-2.22	5.98	10	12	6.54		3.42	3.50			

Observaciones:
La armadura de los tabiques verticales se coloca en ambas caras

Nota: los subíndices i, t, j, corresponden:

i: nodo inicial de la barra
t: tramo
j: nodo final de la barra

Los parámetros geométricos b0 y d0 corresponden para secciones T que en este caso no se utilizan.



Tabla 32: Resumen de hierros para conductos Bajo Parterre de 2.00, 2.40 y 3.25 metros de ancho.

Conducto bajo bocacalles.

En este caso, la tapa del conducto hace las veces de pavimento para el tránsito existente por lo que se incrementan notablemente las tensiones internas en la estructura y suelo si se tienen en cuenta las cargas del tránsito que por allí circula. Por esta razón se incrementan los espesores de las losas de hormigón y mas aún la de la tapa del canal, que es la que recibe directamente la carga de los vehículos; también se decide agregar en ambos lados de la base sendos voladizos de 50cm de longitud y del mismo espesor de la losa, para lograr una mejor distribución de las tensiones en el terreno y mantenerlas siempre dentro de las admisibles.

Análisis de carga

Las luces de cálculo que se consideran son las obtenidas de representar a la estructura real, por medio de los ejes correspondientes a cada losa tanto en forma vertical como horizontal:

Se consideran las siguientes luces de cálculo:

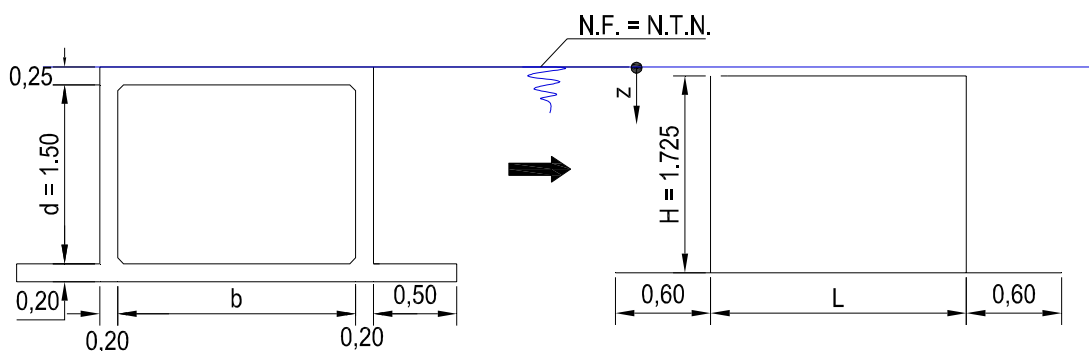
$$L = b + 2 \times d_2 \text{ (variable para las diferentes secciones)}$$

$$H = d + d_1 = 1,50 + 0,15 = 1,65\text{m (constante para todas las secciones)}$$

Casos de cargas:

Se consideran los dos estados de carga más desfavorables:

Estado 1: conducto vacío con empuje de suelo y agua sobre paredes; esta hipótesis corresponde a la situación de suelo saturado, inmediatamente después de la lluvia, quedando el canal, con buen funcionamiento, vacío antes que descienda el nivel freático.



✓ Cargas sobre la tapa:

Peso propio de losas de tapa: $q_{\text{losa}} = \gamma_H \times d_2 = 2,40 \frac{\text{t}}{\text{m}^3} \times 0,25 \text{ m} \Rightarrow \boxed{q_{\text{losa}} = 0,60 \frac{\text{t}}{\text{m}^2}}$

Acción de cargas debido al tránsito:

Debido a que en las bocacalles el flujo de tránsito es perpendicular a la traza del conducto y que el análisis de carga se realiza por metro de longitud del canal, siendo la separación entre ruedas de un vehículo pesado mayor a 2,20m, solo incidirá en la sección analizada la mitad de la carga de un eje. Como la separación entre ejes delantero y trasero es muy superior al ancho del conducto, se puede considerar, que en el peor de los casos, tendrá incidencia sobre la sección la mitad de la carga de un eje doble, que sería igual a la carga de un eje. Se verifica que la carga de la rueda da un ancho de distribución de aproximadamente 1,00m y según las normas de Dirección Nacional de Vialidad, la carga máxima por eje en el país es de 10,20ton y adoptando un coeficiente de seguridad se toma como carga de cálculo:

Se analizará el efecto de la carga P ubicada en tres posiciones consideradas más desfavorables:

1. sobre el tabique central
2. en la mitad de la luz de uno de los tramos de losa de tapa
3. sobre uno de los tabiques laterales

$$P_{\text{tránsito}} = 10,60 \text{ ton}$$

✓ *Presión lateral del suelo:* $P = K_0 \times \gamma_d \times z + \gamma_w \times z$

$$P/z = 0,125 \text{ m:}$$

$$P_1 \approx 0$$

$$P/z = 0,125 + 1,725 = 1,85 \text{ m:}$$

$$P_2 = 0,80 \times (1,10 \text{ t/m}^3 \times 1,85 \text{ m}) + 1,00 \text{ t/m}^3 \times 1,85 \text{ m} \Rightarrow$$

$$P_2 = 3,48 \text{ t/m}^2$$

✓ *Cargas en la base:*

Peso propio de tabiques:

$$P_{\text{Tab}} = \gamma_{\text{H}^a} \times d_1 \times d = 2,40 \text{ t/m}^3 \times 0,15 \text{ m} \times 0,20 \text{ m} \Rightarrow$$

$$P_{\text{Tab}} = 0,72 \text{ t/m}$$

Peso propio de losas de base:

$$q_{\text{losa}} = \gamma_{\text{H}^a} \times d_2 = 2,40 \text{ t/m}^3 \times 0,20 \text{ m} = 0,48 \text{ t/m}^2$$

Subpresión de la napa freática:

$$q_{\text{napa}} = \gamma_w \times z = -1,00 \text{ t/m}^3 \times 1,95 \text{ m} = -1,95 \text{ t/m}^2$$

Carga distribuida en la base del conducto: $q_{\text{base}} = 0,48 - 1,95 \Rightarrow$

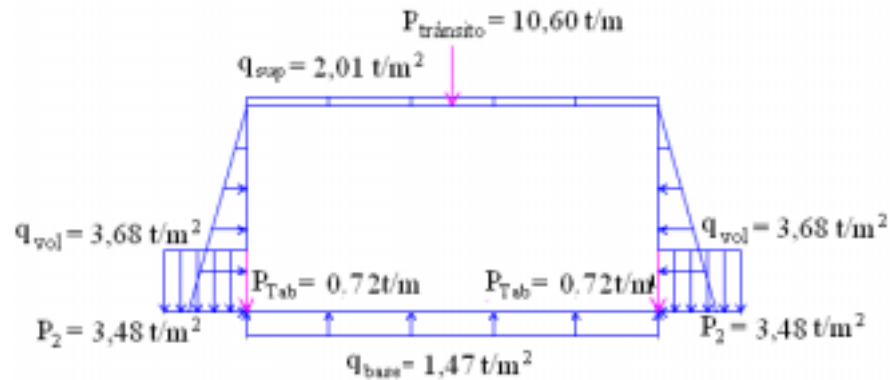
$$q_{\text{base}} = -1,47 \text{ t/m}$$

✓ *Carga sobre los voladizos:*

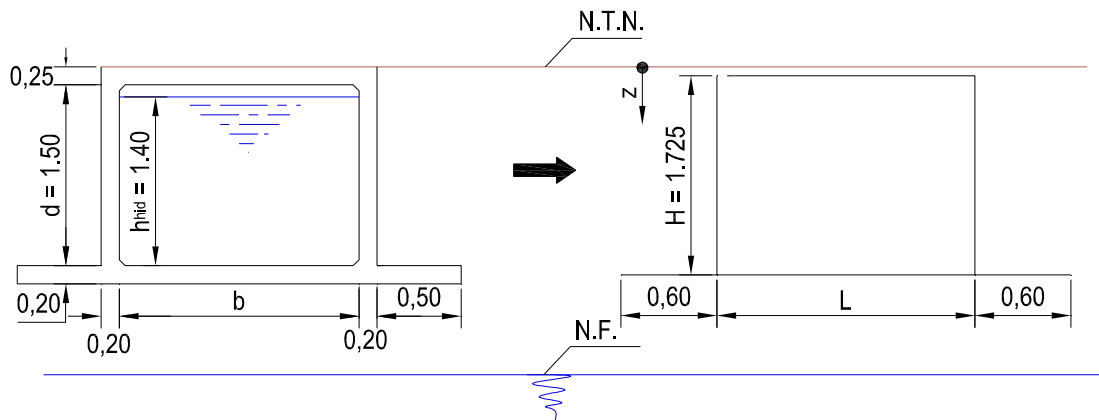
$$q_{\text{vol}} = \gamma_s \times (d + d_1) = 2,10 \text{ t/m}^3 \times (1,50 + 0,25) \text{ m} \Rightarrow$$

$$q_{\text{vol}} = 3,48 \text{ t/m}^2$$

Esquema de cargas estado 1:



Estado 2: conducto lleno sin empuje de sobre paredes; esta hipótesis corresponde a la situación de una eventual erosión del suelo lateral, no produciendo empuje sobre la estructura, además se adopta, por ser la situación mas desfavorable, el nivel freático por debajo del fondo de la estructura.



✓ *Cargas sobre la tapa:*

Peso propio de losas de tapa: $q_{\text{losa}} = \gamma_{\text{H}^a} \times d_2 = 2,40 \frac{\text{t}}{\text{m}^3} \times 0,25 \text{ m} \Rightarrow q_{\text{losa}} = 0,60 \frac{\text{t}}{\text{m}^2}$

Acción de cargas debido al tránsito:

$$P_{\text{tránsito}} = 10,60 \text{ to}$$

✓ *Presión del agua sobre las paredes del conducto:*

La altura máxima del agua dentro del conducto es: Hidráulico = 1,40m

En coincidencia con el nivel superior del agua:

$$H = 0 \Rightarrow P_1 = 0$$

En la base:

$$P_2 = \gamma_w \times H_{\text{hidráulico}} = 1,00 \frac{\text{t}}{\text{m}^3} \times 1,40 \text{ m} \Rightarrow P_2 = 1,40 \frac{\text{t}}{\text{m}^2}$$

✓ *Cargas en la base:*

Peso propio de tabiques:

$$P_{\text{Tab}} = \gamma_{\text{H}^a} \times d_1 \times d = 2,40 \frac{\text{t}}{\text{m}^3} \times 0,20 \text{ m} \times 1,50 \text{ m} \Rightarrow \boxed{P_{\text{Tab}} = 0,72 \frac{\text{t}}{\text{m}}}$$

Peso propio de losas de base:

$$q_{\text{losa}} = \gamma_{\text{H}^a} \times d_2 = 2,40 \frac{\text{t}}{\text{m}^3} \times 0,20 \text{ m} = 0,48 \frac{\text{t}}{\text{m}^2}$$

Peso del agua en la base:

$$q_{\text{napa}} = \gamma_w \times H_{\text{hidráulico}} = 1,00 \frac{\text{t}}{\text{m}^3} \times 1,40 \text{ m} = 1,40 \frac{\text{t}}{\text{m}^2}$$

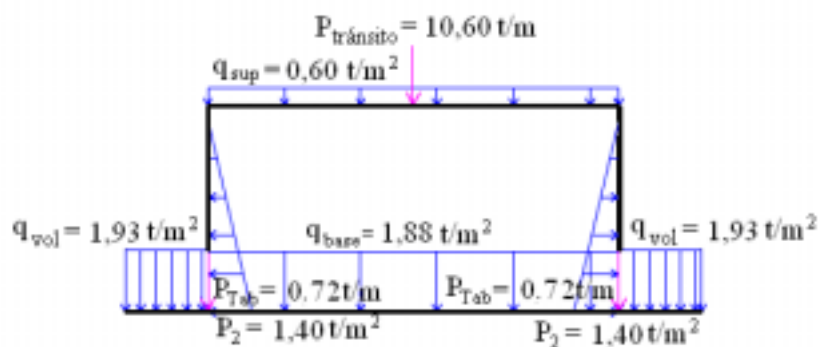
Carga distribuida en la base del conducto:

$$q_{\text{base}} = 0,48 + 1,40 \Rightarrow \boxed{q_{\text{base}} = 1,88 \frac{\text{t}}{\text{m}^2}}$$

✓ Carga sobre los voladizos:

$$q_{\text{vol}} = \gamma_d \times (d + d_1) = 1,10 \frac{\text{t}}{\text{m}^3} \times (1,50 + 0,25) \text{ m} \Rightarrow \boxed{q_{\text{vol}} = 1,93 \frac{\text{t}}{\text{m}^2}}$$

Esquema de cargas estado 2



Nota: dado a que el análisis de carga se realizó por unidad de longitud en el sentido horizontal y que las medidas de la estructura y profundidades son constantes, para las diferentes secciones, en el sentido vertical, los valores de las cargas son idénticos para todas las secciones.

Solicitaciones.

Se considera a la losa de fondo como placa apoyada en un medio elástico.

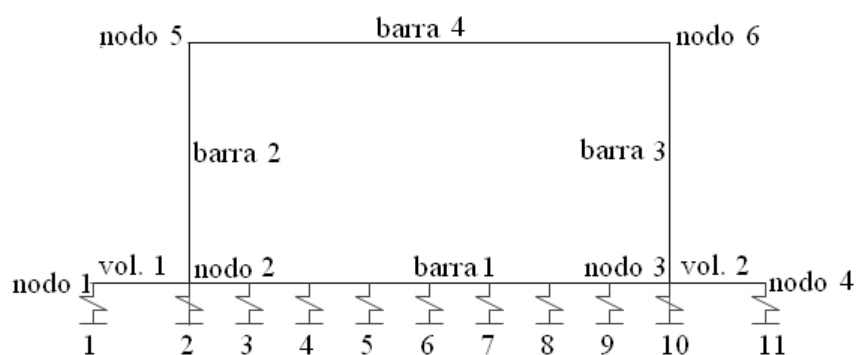
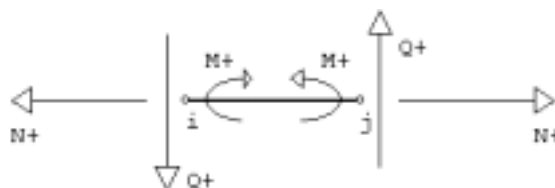
Coefficiente de balasto $K_s = 1500 \text{ t/m}^3$

Los resultados de los cálculos se presentan a continuación para las diferentes secciones, en forma de planillas y gráficos:

Convección de signos y unidades:

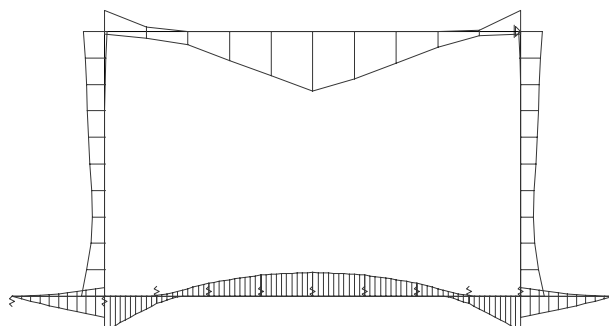
Unidades

Fuerza	: t
Longitud	: m
Giro	: rad

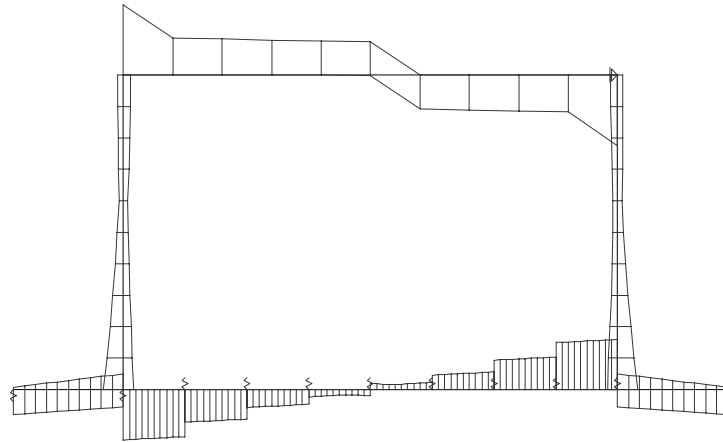


Diagramas de envolventes de solicitaciones

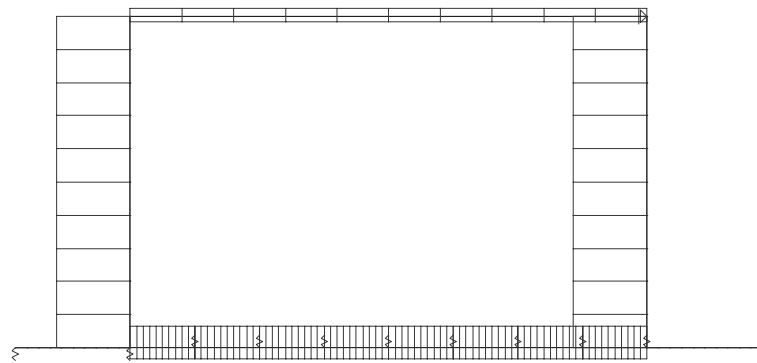
MOMENTO FLECTOR



ESFUERZO DE CORTE



ESFUERZO NORMAL



Planillas de resultados: Sección b = 1.30 m

Reacciones:

Apoyo	Dirección	Mín.	Máx.
1	Y	-0,44	3,51
2	Y	0,00	2,70
3	Y	0,00	2,43
4	Y	0,00	2,16
5	Y	0,00	1,89
6	Y	0,00	1,63
7	Y	0,00	1,89
8	Y	0,00	2,16
9	Y	0,00	2,43
10	Y	0,00	2,70
11	Y	-0,44	3,51

Momento Flector:

Barra	Nodo	Mín.	Máx.
1	inicial	-0,07	2,26
	tramo	-1,36	0,00
	final	-0,07	2,26
2	inicial	-1,22	0,00
	tramo	-0,68	0,22
	final	-0,93	0,30
3	inicial	0,00	1,22
	tramo	-0,22	0,68
	final	-0,30	0,93
4	inicial	-0,93	0,30
	tramo	0,00	3,46
	final	-0,93	0,30
vol. 1	inicial	-1,76	0,93
	tramo	-1,31	0,51
	final	0,00	0,00
vol. 2	inicial	-0,93	1,76
	tramo	-0,51	1,31
	final	0,00	0,00

Esfuerzo de corte:

Barra	Nodo	Mín.	Máx.
1	inicial	0,00	8,12
	tramo	-1,46	1,46
	final	-8,12	0,00
2	inicial	-2,59	1,13
	tramo	-0,52	0,27
	final	-0,60	1,02
3	inicial	-1,13	2,59
	tramo	-0,75	0,35
	final	-1,02	0,60
4	inicial	-10,88	0,00
	tramo	-5,48	5,39
	final	0,00	10,88
vol. 1	inicial	-2,35	2,65
	tramo	-2,70	1,55
	final	-3,51	0,44
vol. 2	inicial	-2,65	2,35
	tramo	-1,55	2,70
	final	-0,44	3,51

Esfuerzo normal:

Barra	Nodo	Mín.	Máx.
1	inicial	-2,59	1,13
	tramo	-2,59	1,13
	final	-2,59	1,13
2	inicial	-10,88	0,00
	tramo	-10,88	0,00
	final	-10,88	0,00
3	inicial	-10,88	0,00
	tramo	-10,88	0,00
	final	-10,88	0,00
4	inicial	-1,02	0,60
	tramo	-1,02	0,60
	final	-1,02	0,60
vol. 1	inicial	0,00	0,00
	tramo	0,00	0,00
	final	0,00	0,00
vol. 2	inicial	0,00	0,00
	tramo	0,00	0,00
	final	0,00	0,00

Sección b = 1.50 m

Reacciones:

Apoyo	Dirección	Mín.	Máx.
1	Y	-0,46	3,59
2	Y	0,00	2,83
3	Y	0,00	2,54
4	Y	0,00	2,24
5	Y	0,00	1,95
6	Y	0,00	1,66
7	Y	0,00	1,95
8	Y	0,00	2,24
9	Y	0,00	2,54
10	Y	0,00	2,83
11	Y	-0,46	3,59

Momento Flector:

Barra	Nodo	Mín.	Máx.
1	inicial	0,00	2,43
	tramo	-1,56	0,00
	final	0,00	2,43
2	inicial	-1,39	0,00
	tramo	-0,82	0,19
	final	-1,08	0,30
3	inicial	0,00	1,39
	tramo	-0,19	0,82
	final	-0,30	1,08
4	inicial	-1,08	0,30
	tramo	0,00	3,86
	final	-1,08	0,30
vol. 1	inicial	-1,81	0,94
	tramo	-1,34	0,52
	final	0,00	0,00
vol. 2	inicial	-0,94	1,81
	tramo	-0,52	1,34
	final	0,00	0,00

Esfuerzo de corte:

Barra	Nodo	Mín.	Máx.
1	inicial	0,00	8,10
	tramo	-1,29	1,29
	final	-8,10	0,00
2	inicial	-2,70	1,19
	tramo	-0,58	0,32
	final	-0,66	1,03
3	inicial	-1,19	2,70
	tramo	-0,76	0,45
	final	-1,03	0,66
4	inicial	-10,95	0,00
	tramo	-5,50	5,40
	final	0,00	10,95
vol. 1	inicial	-2,43	2,67
	tramo	-2,78	1,56
	final	-3,59	0,46
vol. 2	inicial	-2,67	2,43
	tramo	-1,56	2,78
	final	-0,46	3,59

Esfuerzo normal:

Barra	Nodo	Mín.	Máx.
1	inicial	-2,70	1,19
	tramo	-2,70	1,19
	final	-2,70	1,19
2	inicial	-10,95	0,00
	tramo	-10,95	0,00
	final	-10,95	0,00
3	inicial	-10,95	0,00
	tramo	-10,95	0,00
	final	-10,95	0,00
4	inicial	-1,03	0,66
	tramo	-1,03	0,66
	final	-1,03	0,66
vol. 1	inicial	0,00	0,00
	tramo	0,00	0,00
	final	0,00	0,00
vol. 2	inicial	0,00	0,00
	tramo	0,00	0,00
	final	0,00	0,00

Sección b = 1.60 m

Reacciones:

Apoyo	Dirección	Mín.	Máx.
1	Y	-0,46	3,63
2	Y	0,00	2,89
3	Y	0,00	2,59
4	Y	0,00	2,28
5	Y	0,00	1,97
6	Y	0,00	1,68
7	Y	0,00	1,97
8	Y	0,00	2,28
9	Y	0,00	2,59
10	Y	0,00	2,89
11	Y	-0,46	3,63

Momento Flector:

Barra	Nodo	Mín.	Máx.
1	inicial	0,00	2,52
	tramo	-1,65	0,00
	final	0,00	2,52
2	inicial	-1,48	0,00
	tramo	-0,90	0,18
	final	-1,16	0,30
3	inicial	0,00	1,48
	tramo	-0,18	0,90
	final	-0,30	1,16
4	inicial	-1,16	0,30
	tramo	0,00	4,06
	final	-1,16	0,30
vol. 1	inicial	-1,83	0,94
	tramo	-1,35	0,52
	final	0,00	0,00
vol. 2	inicial	-0,94	1,83
	tramo	-0,52	1,35
	final	0,00	0,00

Esfuerzo de corte:

Barra	Nodo	Mín.	Máx.
1	inicial	0,00	8,10
	tramo	-1,21	1,21
	final	-8,10	0,00
2	inicial	-2,76	1,23
	tramo	-0,61	0,35
	final	-0,68	1,03
3	inicial	-1,23	2,76
	tramo	-0,76	0,51
	final	-1,03	0,68
4	inicial	-10,99	0,00
	tramo	-5,52	5,41
	final	0,00	10,99
vol. 1	inicial	-2,47	2,67
	tramo	-2,82	1,57
	final	-3,63	0,46
vol. 2	inicial	-2,67	2,47
	tramo	-1,57	2,82
	final	-0,46	3,63

Esfuerzo normal:

Barra	Nodo	Mín.	Máx.
1	inicial	-2,76	1,23
	tramo	-2,76	1,23
	final	-2,76	1,23
2	inicial	-10,99	0,00
	tramo	-10,99	0,00
	final	-10,99	0,00
3	inicial	-10,99	0,00
	tramo	-10,99	0,00
	final	-10,99	0,00
4	inicial	-1,03	0,68
	tramo	-1,03	0,68
	final	-1,03	0,68
vol. 1	inicial	0,00	0,00
	tramo	0,00	0,00
	final	0,00	0,00
vol. 2	inicial	0,00	0,00
	tramo	0,00	0,00
	final	0,00	0,00

Sección b = 2.00 m

Reacciones:

Apoyo	Dirección	Mín.	Máx.
1	Y	-0,45	3,77
2	Y	0,00	3,11
3	Y	0,00	2,76
4	Y	0,00	2,41
5	Y	0,00	2,06
6	Y	0,00	1,73
7	Y	0,00	2,06
8	Y	0,00	2,41
9	Y	0,00	2,76
10	Y	0,00	3,11
11	Y	-0,45	3,77

Momento Flector:

Barra	Nodo	Mín.	Máx.
1	inicial	0,00	2,88
	tramo	-1,99	0,00
	final	0,00	2,88
2	inicial	-1,82	0,00
	tramo	-1,23	0,10
	final	-1,52	0,28
3	inicial	0,00	1,82
	tramo	-0,10	1,23
	final	-0,28	1,52
4	inicial	-1,52	0,28
	tramo	0,00	4,82
	final	-1,52	0,28
vol. 1	inicial	-1,92	0,93
	tramo	-1,41	0,51
	final	-0,93	1,92
vol. 2	inicial	-0,51	1,41
	tramo	0,00	0,00
	final	0,00	2,88

Esfuerzo de corte:

Barra	Nodo	Mín.	Máx.
1	inicial	0,00	8,09
	tramo	-0,97	0,97
	final	-8,09	0,00
2	inicial	-2,97	1,40
	tramo	-0,70	0,52
	final	-0,77	1,07
3	inicial	-1,40	2,97
	tramo	-0,80	0,72
	final	-1,07	0,77
4	inicial	-11,13	0,00
	tramo	-5,56	5,43
	final	0,00	11,13
vol. 1	inicial	-2,61	2,65
	tramo	-2,96	1,55
	final	-3,77	0,45
vol. 2	inicial	-2,65	2,61
	tramo	-1,55	2,96
	final	-0,45	3,77

Esfuerzo normal:

Barra	Nodo	Mín.	Máx.
1	inicial	-2,97	1,40
	tramo	-2,97	1,40
	final	-2,97	1,40
2	inicial	-11,13	0,00
	tramo	-11,13	0,00
	final	-11,13	0,00
3	inicial	-11,13	0,00
	tramo	-11,13	0,00
	final	-11,13	0,00
4	inicial	-1,07	0,77
	tramo	-1,07	0,77
	final	-1,07	0,77
vol. 1	inicial	0,00	0,00
	tramo	0,00	0,00
	final	0,00	0,00
vol. 2	inicial	0,00	0,00
	tramo	0,00	0,00
	final	0,00	0,00

Sección b = 2.40 m

Reacciones:

Apoyo	Dirección	Mín.	Máx.
1	Y	-0,39	3,92
2	Y	0,00	3,32
3	Y	0,00	2,93
4	Y	0,00	2,52
5	Y	0,00	2,12
6	Y	0,00	1,76
7	Y	0,00	2,12
8	Y	0,00	2,52
9	Y	0,00	2,93
10	Y	0,00	3,32
11	Y	-0,39	3,92

Momento Flector:

Barra	Nodo	Mín.	Máx.
1	inicial	0,00	3,24
	tramo	-2,26	0,00
	final	0,00	3,24
2	inicial	-2,14	0,00
	tramo	-1,58	0,00
	final	-1,93	0,23
3	inicial	0,00	2,14
	tramo	0,00	1,58
	final	-0,23	1,93
4	inicial	-1,93	0,23
	tramo	0,00	5,56
	final	-1,93	0,23
vol. 1	inicial	-2,00	0,89
	tramo	-1,48	0,49
	final	0,00	0,00
vol. 2	inicial	-0,89	2,00
	tramo	-0,49	1,48
	final	0,00	0,00

Esfuerzo de corte:

Barra	Nodo	Mín.	Máx.
1	inicial	0,00	8,07
	tramo	-0,96	0,96
	final	-8,07	0,00
2	inicial	-3,16	1,61
	tramo	-0,76	0,74
	final	-0,83	1,16
3	inicial	-1,61	3,16
	tramo	-0,89	0,91
	final	-1,16	0,83
4	inicial	-11,27	0,00
	tramo	-5,61	5,46
	final	0,00	11,27
vol. 1	inicial	-2,76	2,59
	tramo	-3,11	1,49
	final	-3,92	0,39
vol. 2	inicial	-2,59	2,76
	tramo	-1,49	3,11
	final	-0,39	3,92

Esfuerzo normal:

Barra	Nodo	Mín.	Máx.
1	inicial	-3,16	1,61
	tramo	-3,16	1,61
	final	-3,16	1,61
2	inicial	-11,27	0,00
	tramo	-11,27	0,00
	final	-11,27	0,00
3	inicial	-1,16	0,83
	tramo	-1,16	0,83
	final	-1,16	0,83
4	inicial	0,00	0,00
	tramo	0,00	0,00
	final	0,00	0,00
vol. 1	inicial	0,00	0,00
	tramo	0,00	0,00
	final	0,00	0,00
vol. 2	inicial	-3,16	1,61
	tramo	-3,16	1,61
	final	-3,16	1,61

Sección b = 2.80 m

Reacciones:

Apoyo	Dirección	Mín.	Máx.
1	Y	-0,29	4,08
2	Y	0,00	3,52
3	Y	0,00	3,08
4	Y	0,00	2,60
5	Y	0,00	2,16
6	Y	0,00	1,77
7	Y	0,00	2,16
8	Y	0,00	2,60
9	Y	0,00	3,08
10	Y	0,00	3,52
11	Y	-0,29	4,08

Momento Flector:

Barra	Nodo	Mín.	Máx.
1	inicial	0,00	3,59
	tramo	-2,45	0,00
	final	0,00	3,59
2	inicial	-2,42	0,00
	tramo	-1,94	0,00
	final	-2,39	0,15
3	inicial	0,00	2,42
	tramo	0,00	1,94
	final	-0,15	2,39
4	inicial	-2,39	0,15
	tramo	0,00	6,29
	final	-2,39	0,15
vol. 1	inicial	-2,10	0,84
	tramo	-1,54	0,45
	final	0,00	0,00
vol. 2	inicial	-0,84	2,10
	tramo	-0,45	1,54
	final	0,00	0,00

Esfuerzo de corte:

Barra	Nodo	Mín.	Máx.
1	inicial	0,00	8,01
	tramo	-1,11	1,11
	final	-8,01	0,00
2	inicial	-3,31	1,89
	tramo	-0,78	1,01
	final	-0,86	1,31
3	inicial	-1,89	3,31
	tramo	-1,04	1,06
	final	-1,31	0,86
4	inicial	-11,41	0,00
	tramo	-5,66	5,48
	final	0,00	11,41
vol. 1	inicial	-2,92	2,50
	tramo	-3,27	1,40
	final	-4,08	0,29
vol. 2	inicial	-2,50	2,92
	tramo	-1,40	3,27
	final	-0,29	4,08

Esfuerzo normal:

Barra	Nodo	Mín.	Máx.
1	inicial	-3,31	1,89
	tramo	-3,31	1,89
	final	-3,31	1,89
2	inicial	-11,41	0,00
	tramo	-11,41	0,00
	final	-11,41	0,00
3	inicial	-11,41	0,00
	tramo	-11,41	0,00
	final	-11,41	0,00
4	inicial	-1,31	0,86
	tramo	-1,31	0,86
	final	-1,31	0,86
vol. 1	inicial	0,00	0,00
	tramo	0,00	0,00
	final	0,00	0,00
vol. 2	inicial	0,00	0,00
	tramo	0,00	0,00
	final	0,00	0,00

Sección b = 3.25 m

Reacciones:

Apoyo	Dirección	Mín.	Máx.
1	Y	-0,15	4,28
2	Y	0,00	3,25
3	Y	0,00	2,68
4	Y	0,00	2,17
5	Y	0,00	1,76
6	Y	0,00	2,17
7	Y	0,00	2,68
8	Y	0,00	3,25
9	Y	0,00	3,76
10	Y	-0,15	4,28
11	Y	-0,15	4,28

Momento Flector:

Barra	Nodo	Mín.	Máx.
1	inicial	-2,57	0,00
	tramo	0,00	3,93
	final	-2,66	0,00
2	inicial	-2,37	0,00
	tramo	-2,97	0,03
	final	0,00	2,66
3	inicial	0,00	2,37
	tramo	-0,03	2,97
	final	-2,97	0,03
4	inicial	0,00	7,08
	tramo	-2,97	0,03
	final	-2,22	0,75
vol. 1	inicial	-1,63	0,39
	tramo	0,00	0,00
	final	-0,75	2,22
vol. 2	inicial	-0,39	1,63
	tramo	0,00	0,00
	final	-2,57	0,00

Esfuerzo de corte:

Barra	Nodo	Mín.	Máx.
1	inicial	0,00	7,88
	tramo	-1,21	1,21
	final	-7,88	0,00
2	inicial	-3,41	2,26
	tramo	-0,76	1,38
	final	-0,83	1,56
3	inicial	-2,26	3,41
	tramo	-1,29	1,16
	final	-1,56	0,83
4	inicial	-11,57	0,00
	tramo	-5,71	5,51
	final	0,00	11,57
vol. 1	inicial	-3,12	2,36
	tramo	-3,47	1,25
	final	-4,28	0,15
vol. 2	inicial	-2,36	3,12
	tramo	-1,25	3,47
	final	-0,15	4,28

Esfuerzo normal:

Barra	Nodo	Mín.	Máx.
1	inicial	-3,41	2,26
	tramo	-3,41	2,26
	final	-3,41	2,26
2	inicial	-11,57	0,00
	tramo	-11,57	0,00
	final	-11,57	0,00
3	inicial	-11,57	0,00
	tramo	-11,57	0,00
	final	-11,57	0,00
4	inicial	-1,56	0,83
	tramo	-1,56	0,83
	final	-1,56	0,83
vol. 1	inicial	0,00	0,00
	tramo	0,00	0,00
	final	0,00	0,00
vol. 2	inicial	0,00	0,00
	tramo	0,00	0,00
	final	0,00	0,00

Sección b = 3.60 m (doble)

Reacciones:

Apoyo	Dirección	Mín.	Máx.
1	Y	-0.35	3.23
2	Y	-0.20	2.90
3	Y	-0.13	2.66
4	Y	-0.08	2.38
5	Y	-0.04	2.11
6	Y	0.00	1.88
7	Y	0.00	1.70
8	Y	0.00	1.71
9	Y	0.00	1.81
10	Y	0.00	1.85
11	Y	0.00	1.81
12	Y	0.00	1.71
13	Y	0.00	1.70
14	Y	0.00	1.88
15	Y	-0.04	2.11
16	Y	-0.08	2.38
17	Y	-0.13	2.66
18	Y	-0.20	2.90
19	Y	-0.35	3.23

Momento Flector:

Barra	Nodo	Mín.	Máx.
1	inicial	-0.29	3.90
	tramo	-1.83	0.00
	final	0.00	3.28
2	inicial	0.00	3.28
	tramo	-1.83	0.00
	final	-0.29	3.90
3	inicial	-3.00	0.74
	tramo	-1.53	0.83
	final	-1.97	1.73
4	inicial	-0.63	0.63
	tramo	-0.97	0.97
	final	-1.48	1.48
5	inicial	-0.74	3.00
	tramo	-0.83	1.53
	final	-1.73	1.97
6	inicial	-1.97	1.73
	tramo	-1.33	5.23
	final	-3.83	1.70
7	inicial	-3.83	1.70
	tramo	-1.33	5.23
	final	-1.97	1.73
vol. 1	inicial	-1.59	0.84
	tramo	-1.19	0.46
	final	0.00	0.00
vol. 2	inicial	-0.84	1.59
	tramo	-0.46	1.19
	final	0.00	0.00

Esfuerzo de corte:

Barra	Nodo	Mín.	Máx.
1	inicial	0.00	7.74
	tramo	-1.84	1.25
	final	-5.37	0.00
2	inicial	0.00	5.37
	tramo	-1.25	1.84
	final	-7.74	0.00
3	inicial	-4.74	2.01
	tramo	-2.01	1.40
	final	-1.95	1.10
4	inicial	-0.99	0.99
	tramo	-0.99	0.99
	final	-0.99	0.99
5	inicial	-2.01	4.74
	tramo	-0.96	3.21
	final	-1.10	1.95
6	inicial	-5.74	0.96
	tramo	-5.26	6.31
	final	-0.33	6.96
	inicial	-6.96	0.33

8	tramo	-6.47	5.10
	final	-0.96	5.74
vol. 1	inicial	-2.08	2.44
	tramo	-2.42	1.40
	final	-3.23	0.35
vol. 2	inicial	-2.44	2.08
	tramo	-1.40	2.42
	final	-0.35	3.23

Esfuerzo normal:

Barra	Nodo	Mín.	Máx.
1	inicial	-4.74	2.01
	tramo	-4.74	2.01
	final	-4.74	2.01
2	inicial	-4.74	2.01
	tramo	-4.74	2.01
	final	-4.74	2.01
3	inicial	-10.12	0.95
	tramo	-10.12	0.95
	final	-10.12	0.95
4	inicial	-10.90	0.00
	tramo	-10.90	0.00
	final	-10.90	0.00
5	inicial	-10.12	0.95
	tramo	-10.12	0.95
	final	-10.12	0.95
6	inicial	-1.10	1.95
	tramo	-1.10	1.95
	final	-1.10	1.95
7	inicial	-1.10	1.95
	tramo	-1.10	1.95
	final	-1.10	1.95
vol. 1	inicial	0.00	0.00
	tramo	0.00	0.00
	final	0.00	0.00
vol. 2	inicial	0.00	0.00
	tramo	0.00	0.00
	final	0.00	0.00

Dimensionamiento

Datos:

Hormigón H – 17 ($\beta_r = 140 \text{ Kg /cm}^2$)

Acero ADM 420 ($\sigma_s = 4200 \text{ Kg /cm}^2$)

El dimensionado se realizó a flexión compuesta y se verificaron al pandeo los tabiques. Las secciones de armaduras se adoptó de tal manera que verifiquen los valores así obtenidos, buscando la mayor facilidad en el armado de la estructura.

Los resultados se presentan a continuación:

Sección de 1 x 1,30 x 1,50																
Barra	Secciones	L [m]	b b0 h	d d0 h*	Mi Mt Mj	Ni Nt Nj	As neces. [cm2/m]	Armadura longitudinal adopt.		Arm. rep.	Qi Qt Qj	Toi T0t T0j	Zona de corte	Tci	Barras dobladas	
								φ sep. [mm] [cm]	+ φ sep. [mm] [cm]	As [cm2/m]	φ sep. [mm] [cm]				As [cm2/m]	φ sep. [mm] [cm]
1	Losa de fondo	1.50	100 0 16	20 0 4	2.26 -1.26 2.26	-2.56 1.42 -2.56	5.75 3.83 5.75	8 16 8 8 8 16	+ 8 16	6.28 6.28 6.28	6 25 6 25 6 25	8.12 1.47 -8.12	5.50 1.00 5.50	2 1 2	2.2 0.4 2.2	8 16 8 16
2	Tabique lateral	1.50	100 0 16	20 0 4	-1.21 -1.06 -1.27	-0.61 -5.75 -5.75	3.18 1.48 2.13	10 16 10 16 10 16		4.91 4.91 4.91	6 25 6 25 6 25	-2.56 -1.05 1.25	1.70 0.70 0.80	1 1 1	0.7 0.3 0.3	
3	Tabique lateral	1.70	100 0 16	20 0 4	1.21 1.06 1.27	-0.61 -5.75 -5.75	3.18 1.48 2.13	10 16 10 16 10 16		4.91 4.91 4.91	6 25 6 25 6 25	2.56 1.05 -1.25	1.70 0.70 0.80	1 1 1	0.7 0.3 0.3	
4	Losa de tapa	1.50	100 0 16	20 0 4	-1.27 3.04 -1.27	-1.25 -0.31 -1.25	3.20 8.73 3.20	10 16 10 8 10 16		4.91 9.82 4.91	6 25 6 25 6 25	-10.9 -5.30 10.89	6.90 3.70 6.90	2 1 2	3.2 1.5 3.2	10 16 10 16
vol. 1	Voladizo 1	0.60	100 0 16	20 0 4	-1.76 -1.62 0.00	0.00 0.00 0.00	4.92 4.52 0.00	8 16 8 16 8 16		3.14 3.14 3.14	6 25 6 25 6 25	2.65 -3.17 -3.51	1.70 2.00 2.20	1 1 1	0.7 0.8 0.9	
vol. 2	Voladizo 2	0.60	100 0 16	20 0 4	-1.76 1.62 0.00	0.00 0.00 0.00	4.92 4.52 0.00	8 16 8 16 8 16		3.14 3.14 3.14	6 25 6 25 6 25	-2.65 3.17 3.51	1.70 2.00 2.20	1 1 1	0.7 0.8 0.9	

Sección de 1 x 1,50 x 1,50																
Barra	Secciones	L [m]	b b0 h	d d0 h*	Mi Mt Mj	Ni Nt Nj	As neces. [cm2/m]	Armadura longitudinal adopt.		Arm. rep.	Qi Qt Qj	Toi T0t T0j	Zona de corte	Tci	Barras dobladas	
								φ sep. [mm] [cm]	+ φ sep. [mm] [cm]	As [cm2/m]	φ sep. [mm] [cm]				As [cm2/m]	φ sep. [mm] [cm]
1	Losa de fondo	1.70	100 0 16	20 0 4	2.43 -1.54 2.43	-2.70 -1.98 -2.70	6.29 3.82 6.29	8 16 8 8 8 16	+ 8 16	6.28 6.28 6.28	6 25 6 25 6 25	8.10 1.43 -8.10	5.60 0.90 5.60	2 1 2	2.2 0.3 2.2	8 16 8 16
2	Tabique lateral	1.73	100 0 16	20 0 4	-1.39 -0.58 -1.08	-0.67 -0.67 -5.81	3.68 1.39 1.53	10 16 10 16 10 16		4.91 4.91 4.91	6 25 6 25 6 25	-2.70 -1.17 1.03	1.80 0.80 0.70	1 1 1	0.7 0.3 0.4	
3	Tabique lateral	1.73	100 0 16	20 0 4	1.39 0.58 1.08	-0.67 -0.67 -5.81	3.68 1.39 1.53	10 16 10 16 10 16		4.91 4.91 4.91	6 25 6 25 6 25	2.70 1.17 -1.03	1.80 0.80 0.70	1 1 1	0.7 0.3 0.4	
4	Losa de tapa	1.70	100 0 19	25 0 4	-1.08 3.86 -1.08	-1.03 -0.07 -1.03	2.00 8.30 2.00	10 16 10 8 10 16		4.91 9.82 4.91	6 25 6 25 6 25	-11.0 -5.50 10.95	10.10 5.30 10.10	2 2 2	3.3 1.5 3.3	10 16 10 16
vol. 1	Voladizo 1	0.60	100 0 16	20 0 4	-1.81 -1.66 0.00	0.00 0.00 0.00	5.05 4.63 0.00	8 16 8 16 8 16		3.14 3.14 3.14	6 25 6 25 6 25	-2.66 -3.24 -3.59	1.80 2.10 2.30	1 1 1	0.7 0.8 0.9	
vol. 2	Voladizo 2	0.60	100 0 16	20 0 4	-1.81 1.66 0.00	0.00 0.00 0.00	5.05 4.63 0.00	8 8 8 8 8 8		6.28 6.28 6.28	6 25 6 25 6 25	2.66 3.24 3.59	1.80 2.10 2.30	1 1 1	0.7 0.8 0.9	

Sección de 1 x 1,60 x 1,50																
Barra	Secciones	L [m]	b b0 h	d d0 h*	Mi Mt Mj	Ni Nt Nj	As neces. [cm2/m]	Armadura longitudinal adopt.		Arm. rep.	Qi Qt Qj	Toi T0t T0j	Zona de corte	Tci	Barras dobladas	
								φ sep. [mm] [cm]	+ φ sep. [mm] [cm]	As [cm2/m]	φ sep. [mm] [cm]				As [cm2/m]	φ sep. [mm] [cm]
1	Losa de fondo	1.80	100 0 16	20 0 4	2.52 -1.73 2.52	-2.71 -1.64 -2.71	6.54 4.42 6.54	8 16 8 8 8 16	+ 10 16	8.05 6.28 8.05	6 25 6 25 6 25	8.10 1.22 -8.10	5.60 0.80 5.60	2 1 2	2.2 0.3 2.2	8 16 8 16
2	Tabique lateral	1.70	100 0 16	20 0 4	-1.46 -1.39 -1.59	-0.68 -5.84 -5.84	3.86 2.43 3.00	10 16 10 16 10 16		4.91 4.91 4.91	6 25 6 25 6 25	-2.71 -1.20 1.32	1.80 0.80 0.90	1 1 1	0.7 0.3 0.4	
3	Tabique lateral	1.70	100 0 16	20 0 4	1.46 1.39 1.59	-0.68 -5.84 -5.84	3.86 2.43 3.00	10 16 10 16 10 16		4.91 4.91 4.91	6 25 6 25 6 25	2.71 1.20 -1.32	1.80 0.80 0.90	1 1 1	0.7 0.3 0.4	
4	Losa de tapa	1.80	100 0 16	20 0 4	-1.59 3.55 -1.59	-1.32 -0.47 -1.32	4.12 10.29 4.12	12 16 12 8 12 16		7.07 14.14 7.07	6 25 6 25 6 25	-11.0 -5.30 11.00	7.00 3.70 7.00	2 1 2	3.3 1.5 3.3	12 16 12 16
vol. 1	Voladizo 1	0.60	100 0 16	20 0 4	-1.83 -1.68 0.00	0.00 0.00 0.00	5.12 4.69 0.00	8 16 8 8 8 16	+ 10 16	8.05 6.28 8.05	6 25 6 25 6 25	-2.70 -3.28 -3.63	1.80 2.10 2.30	1 1 1	0.7 0.8 0.9	
vol. 2	Voladizo 2	0.60	100 0 16	20 0 4	-1.83 1.68 0.00	0.00 0.00 0.00	5.12 4.69 0.00	8 16 8 8 8 16	+ 10 16	8.05 6.28 8.05	6 25 6 25 6 25	2.70 3.28 3.63	1.80 2.10 2.30	1 1 1	0.7 0.8 0.9	

Tabla 33: Resumen de hierros para conductos Bajo Calzada de 1.30, 1.50 y 1.60 metros de ancho.

sección 1 x 2,00 x 1,50																
Barra	Secciones	L [m]	b b0 h	d d0 h*	Mi Mt Mj	Ni Nt Nj	As neces. [cm2/m]	Armadura φ sep. [mm]	longitudinal φ sep. [mm]	adopt. As [cm2/m]	Arm. rep. φ sep. [mm]	Qi Qt Qj	TOi TOt TOj	Zona de corte	Tci	Barras dobladas As [cm2/m]
1	Losa de fondo	2.20	100 0 16	20 0 4	2.88 -1.99 2.88	-2.97 -1.93 -2.97	7.62 5.14 7.62	10 10 10		7.85 7.85 7.85		8.07 0.97 -8.07	5.70 0.70 5.70	2 1 2	2.3 0.3 2.3	9.45 1.10 9.45
2	Tabique lateral	1.73	100 0 16	20 0 4	-1.82 -1.33 -1.52	-0.79 -5.96 -5.96	4.90 2.24 2.76	10 10 10		4.91 4.91 4.91		-3.16 -1.63 1.16	2.20 1.10 0.80	1 1 1	0.9 0.4 0.3	3.62 1.78 1.31
3	Tabique lateral	1.73	100 0 16	20 0 4	1.82 1.33 1.52	-0.79 -5.96 -5.96	4.90 2.24 2.76	10 10 10		4.91 4.91 4.91		3.16 1.63 -1.16	2.20 1.10 0.80	1 1 1	0.9 0.4 0.3	3.62 1.78 1.31
4	Losa de tapa	2.20	100 0 21	25 0 4	-1.52 4.82 -1.52	-1.07 -0.27 -1.07	2.90 10.45 2.90	12 12 12	20 10 20	5.65 11.31 5.65		-11.27 -5.61 11.27	5.50 2.90 5.50	2 1 2	2.2 1.1 2.2	9.14 4.78 9.14
vol. 1	Voladizo 1	0.60	100 0 16	20 0 4	-1.92 -1.76 0.00	0.00 0.00 0.00	5.36 4.91 0.00	10 10 10		7.85 7.85 7.85		-2.99 -3.57 -3.92	2.00 2.30 2.50	1 1 1	0.8 0.9 1	3.35 3.90 4.11
vol. 2	Voladizo 2	0.60	100 0 16	20 0 4	1.92 1.76 0.00	0.00 0.00 0.00	5.36 4.91 0.00	10 10 10		7.85 7.85 7.85		2.99 3.57 3.92	2.00 2.30 2.50	1 1 1	0.8 0.9 1	3.35 3.90 4.11

sección 1 x 2,40 x 1,50																
Barra	Secciones	L [m]	b b0 h	d d0 h*	Mi Mt Mj	Ni Nt Nj	As neces. [cm2/m]	Armadura φ sep. [mm]	longitudinal φ sep. [mm]	adopt. As [cm2/m]	Arm. rep. φ sep. [mm]	Qi Qt Qj	TOi TOt TOj	Zona de corte	Tci	Barras dobladas As [cm2/m]
1	Losa de fondo	2.60	100 0 16	20 0 4	3.24 -2.24 3.24	-3.16 -1.84 -3.16	8.74 5.89 8.74	10 10 10		9.82 9.82 9.82		8.09 0.97 -8.09	5.60 0.60 5.60	2 1 2	2.2 0.3 2.2	9.45 1.10 9.45
2	Tabique lateral	1.73	100 0 16	20 0 4	-2.14 -1.76 -1.93	-0.89 -6.08 -6.08	5.85 3.47 3.96	10 10 10		4.91 4.91 4.91		-2.97 -1.44 1.07	2.00 0.90 0.70	1 1 1	0.8 0.4 0.3	3.62 1.78 1.31
3	Tabique lateral	1.73	100 0 16	20 0 4	2.14 1.76 1.93	-0.89 -6.08 -6.08	5.85 3.47 3.96	10 10 10		4.91 4.91 4.91		2.97 1.44 -1.07	2.00 0.90 0.70	1 1 1	0.8 0.4 0.3	3.62 1.78 1.31
4	Losa de tapa	2.60	100 0 21	25 0 4	-1.93 5.56 -1.93	-1.16 -0.49 -1.16	3.78 12.16 3.78	12 12 12	20 8 16	7.07 14.14 7.07		-11.13 5.56 11.13	5.40 2.80 5.40	2 1 2	2.2 1.1 2.2	9.14 4.78 9.14
vol. 1	Voladizo 1	0.60	100 0 16	20 0 4	-2.00 -1.84 0.00	0.00 0.00 0.00	5.61 5.13 0.00	10 10 8		9.82 9.82 9.82		-2.85 -3.42 -3.77	1.90 2.20 2.40	1 1 1	0.8 0.9 0.9	3.35 3.90 4.11
vol. 2	Voladizo 2	0.60	100 0 16	20 0 4	2.00 1.84 0.00	0.00 0.00 0.00	5.61 5.13 0.00	10 10 8		9.82 9.82 9.82		2.85 3.42 3.77	1.90 2.20 2.40	1 1 1	0.8 0.9 0.9	3.35 3.90 4.11

sección 1 x 2,80 x 1,50																
Barra	Secciones	L [m]	b b0 h	d d0 h*	Mi Mt Mj	Ni Nt Nj	As neces. [cm2/m]	Armadura φ sep. [mm]	longitudinal φ sep. [mm]	adopt. As [cm2/m]	Arm. rep. φ sep. [mm]	Qi Qt Qj	TOi TOt TOj	Zona de corte	Tci	Barras dobladas As [cm2/m]
1	Losa de fondo	3.00	100 0 16	20 0 4	3.59 -2.45 3.59	-3.31 -1.69 -3.31	9.72 6.61 9.72	10 10 10		9.82 9.82 9.82		8.01 1.11 -8.01	5.60 0.70 5.60	2 1 2	2.3 0.3 2.3	9.45 1.10 9.45
2	Tabique lateral	1.73	100 0 16	20 0 4	-2.42 -2.22 -2.39	-0.99 -6.20 -6.20	6.61 4.82 5.33	12 12 12		7.07 7.07 7.07		-3.31 -1.78 1.31	2.30 1.20 0.90	1 1 1	0.9 0.5 0.4	3.62 1.78 1.31
3	Tabique lateral	1.73	100 0 16	20 0 4	2.42 2.22 2.39	-0.99 -6.20 -6.20	6.61 4.82 5.33	12 12 12		7.07 7.07 7.07		3.31 1.78 -1.31	2.30 1.20 0.90	1 1 1	0.9 0.5 0.4	3.62 1.78 1.31
4	Losa de tapa	3.00	100 0 21	25 0 4	-2.34 6.29 -2.34	-0.76 -0.76 -0.76	4.74 13.86 4.74	12 12 12	16 8 16	7.07 14.14 7.07		-11.41 -5.66 11.41	5.50 2.90 5.50	2 1 2	2.2 1.2 2.2	9.14 4.78 9.14
vol. 1	Voladizo 1	0.60	100 0 16	20 0 4	-2.10 -1.92 0.00	0.00 0.00 0.00	5.94 5.37 0.00	10 10 8		9.82 9.82 9.82		-3.15 -3.73 -4.08	2.10 2.40 2.60	1 1 1	0.8 0.9 1	3.35 3.90 4.11
vol. 2	Voladizo 2	0.60	100 0 16	20 0 4	2.10 1.92 0.00	0.00 0.00 0.00	5.94 5.37 0.00	10 10 8		9.82 9.82 9.82		3.15 3.73 4.08	2.10 2.40 2.60	1 1 1	0.8 0.9 1	3.35 3.90 4.11

sección 1 x 3,25 x 1,50																
Barra	Secciones	L [m]	b b0 h	d d0 h*	Mi Mt Mj	Ni Nt Nj	As neces. [cm2/m]	Armadura φ sep. [mm]	longitudinal φ sep. [mm]	adopt. As [cm2/m]	Arm. rep. φ sep. [mm]	Qi Qt Qj	TOi TOt TOj	Zona de corte	Tci	Barras dobladas As [cm2/m]
1	Losa de fondo	3.45	100 0 16	20 0 4	3.93 -2.57 3.93	-3.41 -1.45 -3.41	10.84 7.00 10.84	10 10 10		9.82 9.82 9.82		7.88 1.21 -7.88	5.60 0.80 5.60	2 1 2	2.2 0.3 2.2	9.34 1.35 9.34
2	Tabique lateral	1.73	100 0 16	20 0 4	-2.66 -2.77 -2.97	-1.10 -6.34 -6.34	7.35 6.48 7.06	12 12 12		7.54 7.54 7.54		-3.41 -1.88 1.56	2.40 1.30 1.10	1 1 1	0.9 0.5 0.4	3.95 2.11 1.80
3	Tabique lateral	1.73	100 0 16	20 0 4	2.66 2.77 2.97	-1.10 -6.34 -6.34	7.35 6.48 7.06	12 12 12		7.54 7.54 7.54		3.41 1.88 -1.56	2.40 1.30 1.10	1 1 1	0.9 0.5 0.4	3.95 2.11 1.80
4	Losa de tapa	3.45	100 0 21	25 0 4	-2.96 7.08 -2.96	-1.13 -1.13 -1.13	6.03 15.73 6.03	12 12 12	15 7 15	7.54 16.16 7.54		-6.34 5.71 6.34	3.20 3.00 3.20	2 1 2	1.3 1.2 1.3	5.40 4.93 5.40
vol. 1	Voladizo 1	0.60	100 0 16	20 0 4	-2.22 -2.03 0.00	0.00 0.00 0.00	6.28 5.74 0.00	10 10 8		9.82 9.82 9.82		-3.35 -3.93 -4.28	2.20 2.60 2.70	1 1 1	0.9 1 1.1	3.75 4.29 4.49
vol. 2	Voladizo 2	0.60	100 0 16	20 0 4	2.22 2.03 0.00	0.00 0.00 0.00	6.28 5.74 0.00	10 10 8		9.82 9.82 9.82		3.35 3.93 4.28	2.20 2.60 2.70	1 1 1	0.9 1 1.1	3.75 4.29 4.49

Tabla 34: Resumen de hierros para conductos Bajo Calzada de 2.00, 2.40, 2.80 y 3.25 metros de ancho.

Sección 2 x 2.60 x 1,50																
Barra	Secciones	L [m]	b b0 h	d d0 h'	Mi Mt Mj	Ni Nt Nj	As neces. [cm2/m]	Armadura longitudinal φ sep. + φ sep. [mm] [cm]	adopt. As [cm2/m]	Arm. rep. φ sep. [mm] [cm]	Qi Qt Qj	Toi Tot Toj	Zona de corte	Tci	Barras dobladas As [cm2/m]	φ sep. [mm] [cm]
1	Losa de fondo	2.80	100 0 16	20 0 4	3.98 -1.39 3.38	-4.77 2.03 2.02	10.73 4.36 10.33	10 15 + 10 15	10.47 5.24 10.47	6 25 6 25 6 25	7.73 1.49 -5.41	5.55 1.00 3.80	2 1 1	2.2 0.4 1.5	9.18 1.81 6.16	10 15
2	Losa de fondo	2.80	100 0 16	20 0 4	3.38 -1.39 3.98	2.02 2.03 -4.77	10.33 4.36 10.73	10 15 + 10 15	10.47 5.24 10.47	6 25 6 25 6 25	5.42 -1.49 -7.74	3.80 1.00 5.55	1 1 2	1.5 0.4 2.2	6.16 1.81 9.18	10 15
3	Tabique lateral	1.73	100 0 16	20 0 4	-2.42 -0.43 -0.41	0.87 -2.41 -2.41	7.05 4.32 4.86	12 15	7.54 7.54 7.54	6 25 6 25 6 25	-4.77 -3.24 -1.96	3.35 2.15 1.30	1 1 1	1.3 0.8 0.5	5.49 3.49 2.17	
4	Tabique central	1.73	100 0 16	20 0 4	0.66 0.15 -1.56	-4.17 -8.31 -7.84	0.74 1.84 2.46	8 15	3.35 3.35 3.35	6 25 6 25 6 25	0.48 1.04 1.04	0.30 0.70 0.70	1 1 1	0.1 0.2 0.3	0.47 1.03 1.04	
5	Tabique lateral	1.73	100 0 16	20 0 4	2.42 0.43 0.41	0.87 -2.41 -2.41	7.05 4.32 4.86	12 15	7.54 7.54 7.54	6 25 6 25 6 25	4.77 3.24 1.96	3.35 2.15 1.30	1 1 1	1.3 0.8 0.5	5.49 3.49 2.17	
6	Losa de tapa	2.80	100 0 21	25 0 4	-0.32 5.41 -3.99	0.32 -0.91 -1.09	4.32 11.66 8.40	12 15 + 8 32	7.54 14.14 9.11	6 25 6 25 6 25	-5.78 6.47 6.98	2.95 3.30 3.65	1 1 1	1.2 1.3 1.4	4.80 5.45 5.98	12 15
7	Losa de tapa	2.80	100 0 21	25 0 4	-3.99 5.41 -0.32	-1.09 -0.91 0.32	8.40 11.66 4.32	12 15 + 8 32	9.11 14.14 7.54	6 25 6 25 6 25	-6.98 -6.47 -5.78	3.65 3.25 2.95	1 1 1	1.4 1.3 1.2	5.98 5.38 4.80	12 15
vol. 1	Voladizo 1	0.60	100 0 21	25 0 4	-1.62 -1.49 0.00	0.00 0.00 0.00	3.99 3.66 0.00	10 8	9.82 9.82 9.82	6 25 6 25 6 25	0.00 -2.94 -3.29	1.40 1.70 1.80	1 1 1	0.5 0.6 0.6	2.03 2.29 2.54	
vol. 2	Voladizo 2	0.60	100 0 21	25 0 4	1.62 1.49 0.00	0.00 0.00 0.00	3.99 3.66 0.00	10 8	9.82 9.82 9.82	6 25 6 25 6 25	0.00 2.94 3.29	1.40 1.70 1.80	1 1 1	0.5 0.6 0.6	2.03 2.29 2.54	

Observaciones:

La armadura de los tabiques verticales se coloca en ambas caras

Nota: los subíndices i, t, j, corresponden:

i: nodo inicial de la barra

t: tramo

j: nodo final de la barra

Los parámetros geométricos b0 y d0 corresponden para secciones T que en este caso no se utilizan.

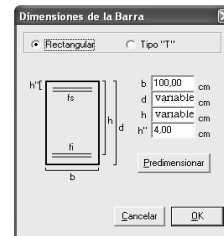


Tabla 35: Resumen de hierros para conductos Bajo Calzada de 2 luces de 2.60 metros de ancho

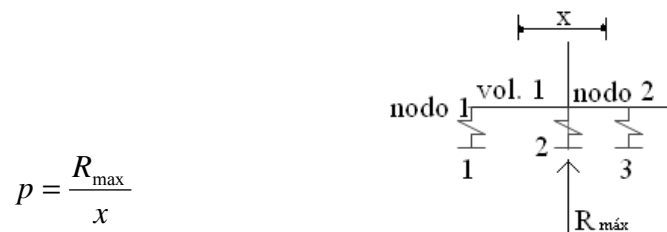
Verificaciones.

Verificación de las tensiones del suelo.

Tensión admisible: $\sigma_{adm} = 4,00 \text{ t/m}^2$

Se contemplan dos situaciones, primero cuando la napa freática se encuentra al nivel de la losa de tapa del conducto, y segundo cuando se encuentra por debajo de la base del mismo.

1. Nivel freático coincidente con la losa de tapa:



$$p = \frac{R_{\max}}{x}$$

Presión de la napa: σ_{napa} = altura del nivel freático con respecto a la base del conducto

Tensión en el suelo = $\sigma_f = p + \sigma_{\text{napa}}$

$$\sigma_s = H_{\text{hidráulico}} \times \gamma_{\text{sat}}$$

Presión de suelo excavado:

Presión neta = $\sigma_{\text{neto}} = \sigma_f + \sigma_s$

2. Nivel freático por debajo de la losa de base:

$$p = \frac{R_{\text{máx}}}{x}$$

Tensión en el suelo = σ_f

$$\sigma_s = H_{\text{hidráulico}} \times \gamma_{\text{sat}}$$

Presión de suelo excavado:

Presión neta = $\sigma_{\text{neto}} = \sigma_f + \sigma_s$

Los resultados se presentan a continuación:

Secciones bajo parterres (sin voladizos):

Nivel freático = 0,00								
Nº de vanos	Sección	R máx. [ton]	p [ton/m2]	σ_{napa} [ton/m2]	σ_f [ton/m2]	σ_{suelo} [ton/m2]	σ_{neto} [ton/m2]	Condición
1	b = 2,00 m	0,18	0,67	2,30	2,97	3,15	-0,18	verifica
	b = 2,40 m	0,21	0,66	2,30	2,96	3,15	-0,19	verifica
	b = 3,25 m	0,37	0,87	2,30	3,17	3,15	0,02	verifica

Nivel freático por debajo del nivel de base								
Nº de vanos	Sección	R máx. [ton]	p [ton/m2]	σ_{napa} [ton/m2]	σ_f [ton/m2]	σ_{suelo} [ton/m2]	σ_{neto} [ton/m2]	Condición
1	b = 2,00 m	1,05	3,91	0,00	3,91	3,15	0,76	verifica
	b = 2,40 m	1,25	3,92	0,00	3,92	3,15	0,77	verifica
	b = 3,25 m	1,73	4,07	0,00	4,07	3,15	0,92	verifica

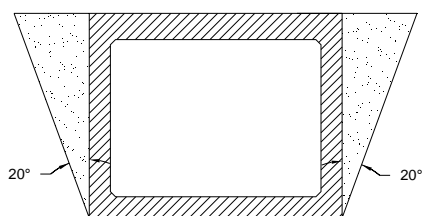
Secciones en bocacalles (con voladizos):

Nivel freático = 0,00								
Nº de vanos	Sección	R máx. [ton]	p [ton/m ²]	σ _{napa} [ton/m ²]	σ _f [ton/m ²]	σ _{suelo} [ton/m ²]	σ _{neto} [ton/m ²]	Condición
1	b = 1,30 m	2,44	6,20	2,30	8,50	3,15	5,35	verifica
	b = 1,50 m	2,50	6,15	2,30	8,45	3,15	5,30	verifica
	b = 1,60 m	2,59	6,28	2,30	8,58	3,15	5,43	verifica
	b = 2,00 m	2,64	6,03	2,30	8,33	3,15	5,18	verifica
	b = 2,40 m	2,74	5,92	2,30	8,22	3,15	5,07	verifica
	b = 2,80 m	2,85	5,85	2,30	8,15	3,15	5,00	verifica
	b = 3,25 m	2,99	5,80	2,30	8,10	3,15	4,95	verifica
	b = 2,60 m	2,62	5,52	2,30	7,82	3,15	4,67	verifica

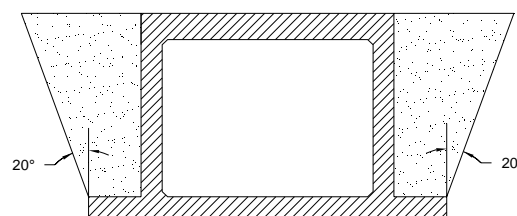
Nivel freático por debajo del nivel de base								
Nº de vanos	Sección	R máx. [ton]	p [ton/m ²]	σ _{napa} [ton/m ²]	σ _f [ton/m ²]	σ _{suelo} [ton/m ²]	σ _{neto} [ton/m ²]	Condición
1	b = 1,30 m	2,70	6,86	0,00	6,86	3,15	3,71	verifica
	b = 1,50 m	2,83	6,97	0,00	6,97	3,15	3,82	verifica
	b = 1,60 m	2,89	7,01	0,00	7,01	3,15	3,86	verifica
	b = 2,00 m	3,11	7,11	0,00	7,11	3,15	3,96	verifica
	b = 2,40 m	3,32	7,18	0,00	7,18	3,15	4,03	verifica
	b = 2,80 m	3,52	7,22	0,00	7,22	3,15	4,07	verifica
	b = 3,25 m	3,76	7,29	0,00	7,29	3,15	4,14	verifica
2	b = 2,60 m	3,23	6,80	0,00	6,80	3,15	3,65	verifica

Verificación de la flotabilidad.

Secciones de conducto principal “dobles”:



Secciones sin voladizos



Secciones con voladizos

Se supone la napa freática a nivel del borde superior de la losa de tapa (situación más desfavorable):

- Empuje del agua:

$$E_{\text{agua}} = \text{volumen de líquido desplazado} \times \gamma_{\text{agua}} = (\text{vol } H^{\circ} + \text{vol. Interior del conducto}) \times \gamma_{\text{agua}}$$

- Fuerzas estabilizantes:

$$\text{Peso de la estructura: } P_{\text{est}} = \text{vol. } H^{\circ} \times \gamma H^{\circ}$$

Peso de suelo por encima de los voladizos de la tapa de fondo:

Se supone que el suelo colabora en la estabilización del empuje del agua, con dos trapecios que nacen en los bordes de los voladizos con un ángulo de 20° con respecto a la vertical como se muestra en la figura.

P_s = Peso de los trapecios de suelo encima de los voladizos:

Fuerza estabilizante: $F_e = P_{est} + P_s$

- Factor de seguridad: $F_s = F_e / E_{agua}$

Resumen de resultados:

Secciones bajo parterre							
Nº de vanos	Sección	Eagua [ton/m]	Pest [ton/m]	Psuelo [ton/m]	Fe [ton/m]	Fs	Condición
1	b = 2,00 m	4,14	2,74	5,54	8,27	2,00	verifica
	b = 2,40 m	4,86	3,02	5,90	8,92	1,84	verifica
	b = 3,25 m	6,39	3,64	6,66	10,30	1,61	verifica
Secciones bajo pavimento							
Nº de vanos	Sección	Eagua [ton/m]	Pest [ton/m]	Psuelo [ton/m]	Fe [ton/m]	Fs	Condición
1	b = 1,30 m	3,52	3,76	2,86	6,62	1,88	verifica
	b = 1,50 m	3,91	3,97	2,86	6,84	1,75	verifica
	b = 1,60 m	4,10	4,08	2,86	6,94	1,69	verifica
	b = 2,00 m	4,88	4,51	2,86	7,38	1,51	verifica
	b = 2,40 m	5,66	4,94	2,86	7,81	1,38	verifica
	b = 2,80 m	6,44	5,38	2,86	8,24	1,28	verifica
	b = 3,25 m	7,32	5,86	2,86	8,73	1,19	verifica
2	b = 2,60 m	11,51	8,90	2,86	11,77	1,02	verifica

VII.2.4. Alcantarilla Ferroviaria.

VII.2.4.1. Generalidades.

En el esquema de obras propuesto, es necesaria la construcción de tres alcantarillas o puentes ferroviarios en la traza de los conductos y canales para lograr la correcta evacuación de los excesos producidos en la cuenca de la avenida Francisco Canteros (304).

Estas deberán estar ubicadas en las progresivas 2963.30 del ramal Norte con una dimensión de tres luces de 5.00 metros y una altura de 2.60 metros, cabe aclarar que la municipalidad de la ciudad tiene realizado el cálculo y los planos para la construcción de una alcantarilla ferroviaria de estas dimensiones dado que en adecuación realizadas a los canales de defensa se han construido dos alcantarillas de idénticas dimensiones en el ramal Barranqueras – Metán en los Km 810 y 821. Las otras dos alcantarillas ferroviarias a colocar en el sistema de desagües de la avenida Canteros se ubican en las progresivas 26.87 y 39.77 metros del sistema de conductos o desagües Sur, con dimensiones de 2.40 metros de luz y una altura de 2.50 metros, ambas iguales.

VII.2.4.2. Calculo Estructural.

Memoria Descriptiva

Para lograr la descarga de los conductos de desagües de la cuenca de la avenida Francisco Canteros (304), es necesario atravesar las vías del ferrocarril Gral. Belgrano a la altura de la calle Itatí (305) y Francisco Canteros (304) en dos oportunidades, donde la alcantarilla necesaria tiene tres vanos de 5.00 metros de ancho cada uno en el primer caso tomando los excesos de los conductos de las calles 307, 311 y 315, además el conducto de calle 303 saldrá por una alcantarilla ferroviaria de 2.40 metros. Para ello se propone la construcción de las tres alcantarillas ferroviarias, con las características descriptas a continuación:

En la estructura principal del puente se utilizarán perfiles de acero laminados con módulo de elasticidad $E = 2.100.000 \text{ kg/cm}^2$, tensiones de fluencia $\sigma_f = 2.400 \text{ kg/cm}^2$ y admisible $\sigma_{adm} = 1.400 \text{ kg/cm}^2$.

Los tramos de las alcantarillas se han diseñado como simplemente apoyados. La estructura de cada tramo esta constituida por dos largueros paralelos de perfiles normales doble T N° 300 de 2.76m de largo y separados 1.30m entre ejes, en su parte superior e inferior se vinculan por una celosía formada por travesaños y diagonales de perfiles normales U N° 8. Todas las uniones son soldadas. Para fijar los durmientes de madera (Quebracho Colorado) al puente se sueldan a las alas superiores de las vigas principales, cupones de perfil angular de 100 x 10mm (4"x 3/8") de 20cm de largo, los que poseerán un agujero para el pasaje de tirafondos que evitan el desplazamiento de los durmiente.

La estructura metálica descarga mediante apoyos de neopreno en los estribos extremos que son de hormigón armado cuya tensión característica a la rotura es $\beta_{CN} = 170 \text{ kg./cm}^2$. Los estribos están formados por una pantalla rectangular perpendicular al eje del puente de 2.90 m de ancho, 0.40 m de espesor y 2.16 m de altura. La cimentación es una platea rectangular de H° A° de igual tensión característica, que soporta a los estribos. Plano N° 26.

La tensión admisible del suelo es $\sigma_{adm.} = 0.50 \text{ kg./cm}^2$.

Memoria de Cálculo

Cargas Actuantes

Fuerzas principales

1. Cargas permanentes.
2. Cargas móviles (*).
3. Presión de tierra sobre estribos.

4. Efecto dilatación.

Fuerzas adicionales

1. Frenado y arranque.
2. Choques laterales por balanceo.
3. Rozamiento de apoyos.
4. Presión de viento.

(*) Coeficiente de impacto

Aclaración: el análisis se realiza tomando una faja de 1.00 m de longitud perpendicular al eje del puente.

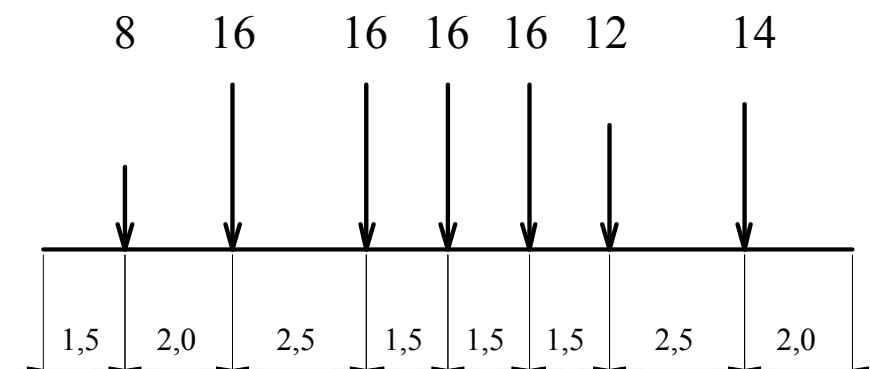
FUERZAS PRINCIPALES

CARGAS PERMANENTES

Rieles y contrarrieles	125 kg/m
Durmientes	100 kg/m
Estructura puente	225 kg/m
TOTAL	4540 kg/m

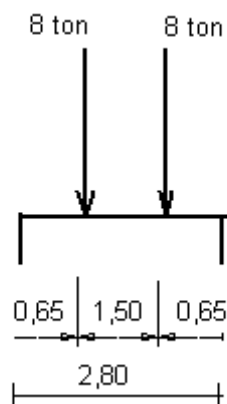
CARGAS MOVILES

La máxima carga móvil está dada por el paso de una locomotora cuya distribución de cargas de sus ejes es la indicada en el siguiente esquema, válido para trocha de 1.00 m.

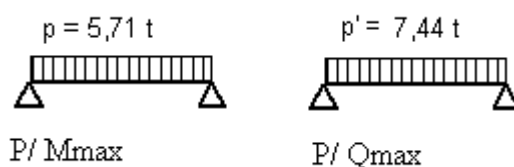


NOTA: las cargas están en toneladas

El estado de cargas más desfavorable para el tramo del puente, cuya luz es de 2.80 m y por cada riel cargado, es el siguiente:



Debido a que la carga es móvil, se verifica además para una carga uniformemente repartida $P = (2 \times 8) / 2,80 \text{ m} = 5,71 \text{ tn/m}$ para el momento flector máximo y con $p' = (2 \times 8) / (1,50 + 0,65) \text{ m} = 7,44 \text{ tn/m}$ para el esfuerzo de corte máximo.



CARGAS SOBRE EL PÓRTICO

Como la estructura no es totalmente rígida, se supone que los estribos experimentarán una rotación hacia adentro con lo que el suelo estará proporcionando “empuje activo”.

1º estado de cargas: nivel freático coincidente con el nivel superior del suelo y conducto vacío:

Presión de tierra sobre estribos: $\gamma_{\text{sat}} = 2,10 \text{ t/m}^3$ $C = 0$ $\phi = 3^\circ$

Sobrecarga móvil

$q = 3,50 \text{ t/m}$ = carga de locomotora rieles y contrarrieles antes y después del puente.

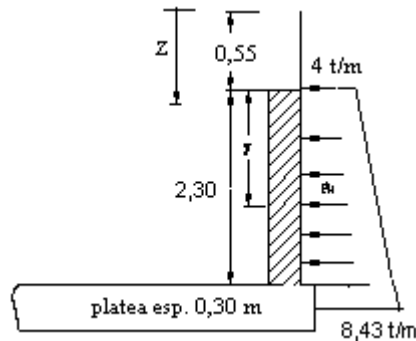
Coefficiente de empuje activo: $Ka = \tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) = 0,86$

Nivel superior de estribos $\Rightarrow z = 0,55 \text{ m}$

$$p_{H1} = (\gamma \times z + q)Ka = (2,10 \times 0,55 + 3,50) \times 0,86 = 4,00 \text{ t/m}$$

Nivel del eje de platea => $z = 3,00$

$$p_{H2} = (\gamma \times z + q)Ka = (2,10 \times 3,00 + 3,50) \times 0,86 = 8,43 \text{ t/m}$$



Cargas sobre la platea de base:

Peso propio: $P_p = \text{esp.} \times \gamma H^o = 0,30 \times 2,40 = 0,72 \text{ t/m}^2$

Subpresión napa $P_n = z \times \gamma_{\text{agua}} = 3,15 \times 1,00 = -3,15 \text{ t/m}^2$

Total = -2,43 t/m²

Peso sobre voladizos:

Peso propio: $P_p = \text{esp.} \times \gamma H^o = 0,30 \times 2,40 = 0,72 \text{ t/m}^2$

Peso de suelo: $P_s = z \times \gamma_{\text{sat}} + q = 2,85 \times 2,10 + 3,50 = 9,49 \text{ t/m}^2$

Subpresión napa $P_n = z \times \gamma_{\text{agua}} = -3,15 \times 1,00 = -3,15 \text{ t/m}^2$

Total = 7,06 t/m²

Peso propio de tabiques: $P_p = \text{esp. Tab.} \times \gamma H^o \times h = 0,40 \times 2,40 \times 2,30 = 2,21 \text{ t/m}$

2º estado de cargas: nivel freático por debajo de la platea de base y conducto lleno

Empuje del agua: $E = h_{\text{agua}} \times \gamma_{\text{agua}} = 1,40 \times 1,00 = 1,40 \text{ t/m}^2$

Cargas sobre la platea de base:

Peso propio: $P_p = \text{esp.} \times \gamma H^o = 0,30 \times 2,40 = 0,72 \text{ t/m}^2$

Peso de agua = $h_{\text{agua}} \times \gamma_{\text{agua}} = 1,40 \times 1,00 = 1,40 \text{ t/m}^2$

Total = 2,70 t/m²

Peso sobre voladizos:

$$\text{Peso propio: } P_p = \text{esp.} \times \gamma H^o = 0,30 \times 2,40 = 0,72 \text{ t/m}^2$$

$$\text{Peso de suelo: } P_s = z \times \gamma \text{ seco} + q = 2,85 \times (2,10 - 1,00) + 3,50 = 6,64 \text{ t/m}^2$$

$$\text{Total} = 7,36 \text{ t/m}^2$$

$$\text{Peso propio de tabiques: } P_p = \text{esp. Tab.} \times \gamma H^o \times h = 0,40 \times 2,40 \times 2,30 = 2,10 \text{ t/m}$$

EFECTO DILATACIÓN

Se tomó una variación de temperatura de 70 °C

Para cada tramo el incremento de longitud:

$$\Delta l = L \cdot \beta \cdot \Delta T = 280 \times 0,000012 \times 70 = 0,24 \text{ cm}$$

Como los tramos son de estructura isostática, se prevé una separación de 5cm entre ellos, coincidente en los apoyos centrales, de tal forma que las fuerzas horizontales que genera el efecto de dilatación resulten despreciables.

FUERZAS ADICIONALES (según reglamento)

FRENADO Y ARRANQUE

$$F_F = \frac{1}{7} \times c \text{ arg } a \text{ de aplanadora} = \frac{1}{7} \times 60t = 8,57t$$

Actúa en cada riel la mitad de esta fuerza horizontal longitudinal y la dividimos en tres partes iguales actuando en el centro de cada tramo de viga.

FUERZAS LATERALES POR CHOQUE

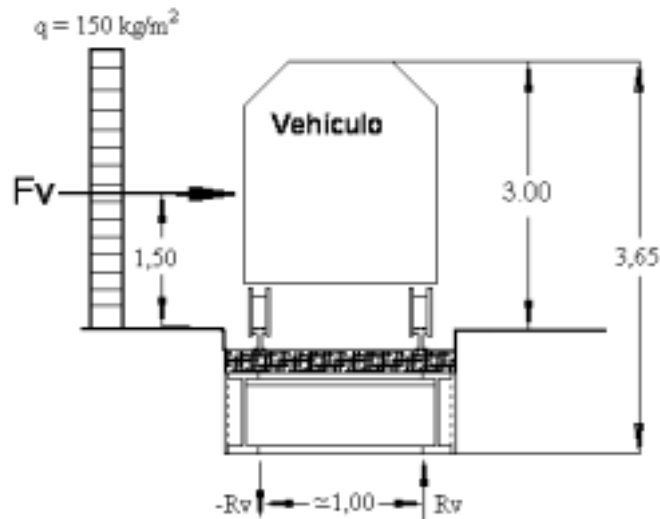
$$F_L = \frac{1}{4} \times 16t = 4t$$

ROZAMIENTO DE APOYOS

$$F_R = 0,20 \times 30t = 6,00t$$

FUERZAS POR VIENTO TRANSVERSAL

Se toma el caso más desfavorable, con puente cargado, el esquema es el siguiente:



$$F_v = q_v \cdot h_t = 0,15 \times 3,00 = 0,45t / m$$

$$F_t = q_v \cdot h_t \cdot L_c = 0,15 \times 3,00 \times 10,65 = 4,79t$$

Siendo: q_v : Presión de viento;

h_t : Altura total de estructura más material rodante; y

L_c : Luz cálculo del puente = 10.65 m

La altura de aplicación de F_v es de 1,50 m por sobre el nivel del riel.

Sobre el riel incidirá una reacción

$$R_v = \frac{0,45 \times 1,50}{1m} = 0,675tn$$

COEFICIENTE DE IMPACTO ω

Para velocidades mayores de 50 Km./h y longitud de 6.00m, el coeficiente $\varphi_{Máx.} = 1,40$

CALCULO DE LA ESTRUCTURA DEL PUENTE

ESTRUCTURA METÁLICA

Fuerzas o Cargas Actuantes Verticales

Carga permanente: 0,45 t/m

Carga por viento: 0,675 t/m

Carga móvil: $p = 5,71$ t/m para momento flector; $p' = 7,44$ t/m para esfuerzo de corte

Coeficiente de impacto: $\omega = 1,40$

$L_c = 2,80$ m.

$$q_c = 0,45 + 0.675 + 1,40 \times 5,71 = 9,12 \text{ t/m}$$

$$q_Q = 0,45 + 0.675 + 1,40 \times 7,44 = 11,54 \text{ t/m}$$

FUERZAS HORIZONTALES LONGITUDINALES

FRENADO $F_F = \frac{1}{7} \times 60t. = 8,57t.$

ROZAMIENTO $F_R = 0,20 \times 30t. = 6,00t.$

FUERZA SOBRE CADA RIEL (HORIZONTAL) $F_H = \frac{F_F + F_R}{2} = \frac{8,57 + 6.00}{2} = 7,29t.$

FUERZAS TRANSVERSALES

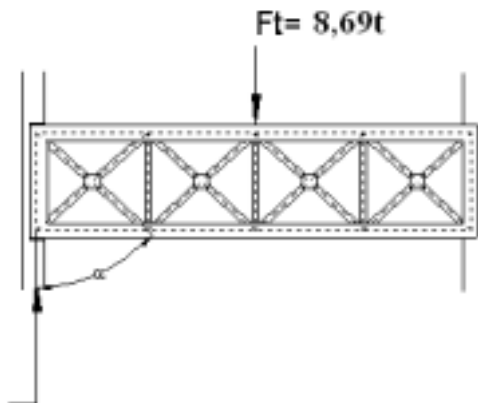
FL = 4 t. Se considera aplicada en el punto medio del tramo.

FV = 4,69 t. También aplicada en el punto medio del tramo.

FT = 8,69 tn; $L_c = 2,80$ m.

$$M_{M\acute{a}x.} = \frac{F_T \cdot L}{4} = 6,08tm$$

Se absorbe con la viga formada por el tramo superior del tramo.



$$\alpha = 48^{\circ}07'; \cos \alpha = 0,667; \sin \alpha = 0,744$$

La fuerza que actúa sobre cada larguero es: $\frac{M_{\text{Máx.}}}{1,30} = 4,68t.$

y sobre las diagonales que arriostran ambos largueros ($R_{\text{máx.}} = 7,42 \text{ tn}$)

$$F_{\text{DIAG.}} = \frac{R_{\text{máx.}}}{2 \times \cos \alpha} = 5,56t.$$

Verificándose todas las barras a compresión con el correspondiente coeficiente de pandeo.

CALCULO DE APOYOS DE POLICLOROFENO (NEOPRENO)

Valor de G para cargas de larga duración: $G = 0,8 \text{ Mpa} \cong 8 \frac{\text{kg.}}{\text{cm}^2}; 1 \text{ Mpa} = 10 \frac{\text{kg.}}{\text{cm}^2}$

$$\tau_{Q_v} = \frac{1,5 \sigma_M}{C} \quad P = 28,49 \text{ tn} = 284.100 \text{ N}$$

$$C = \frac{a.b}{2.e.(a+b)}; \quad a=180; \quad b=200; \quad \sigma_M = \frac{P}{A} = 7,89 \text{ Mpa}$$

$$C = 5,92; \quad \tau_{Q_v} = \frac{1,5 \times 7,89}{5,92} = 1.999 \text{ Mpa}$$

a) Por Frenado (carga instantánea)

$$Q_h = \frac{8,57}{4} t. = 2,14 t. = 21.425 \text{ N}$$

$$\tau_{mH} = \frac{1,5.Q_h}{a.b} = \frac{21.425}{2 \times 36.000} = 0,298 \text{ Mpa}$$

b) Por Desplazamiento horizontal

$$\tau_M = \frac{G.U}{e} = \frac{0,8 \times 5}{8} = 0,500 \text{ Mpa}$$

$$a + b = 0,816$$

c) Por Rotación de caras de apoyos

$$\tau_\alpha = \frac{G}{2} \left(\frac{a}{e} \right)^2 \cdot \text{tg } \alpha = \frac{0,8}{2} \times \left(\frac{180}{8} \right)^2 \times \text{tg } \alpha = 1,14 \text{ Mpa}$$

, siendo $\alpha = 5,63^\circ$

Verificación:

Calculadas las tres tensiones, se debe cumplir:

1. $\tau_{Qv} + \tau_m + \tau_a \leq 5.G \rightarrow 1,999 + 0,798 + 1,14 = 3,937 < 4MPa$ (B.C.)
2. $tg\gamma \leq 0,7 \rightarrow tg\gamma = \frac{5}{8} = 0,625 < 0,7$ (B.C.)
3. $\sigma_{Máx.} < 15MPa \rightarrow \sigma_{Máx.} = 7,89MPa < 15MPa$ (B.C.)

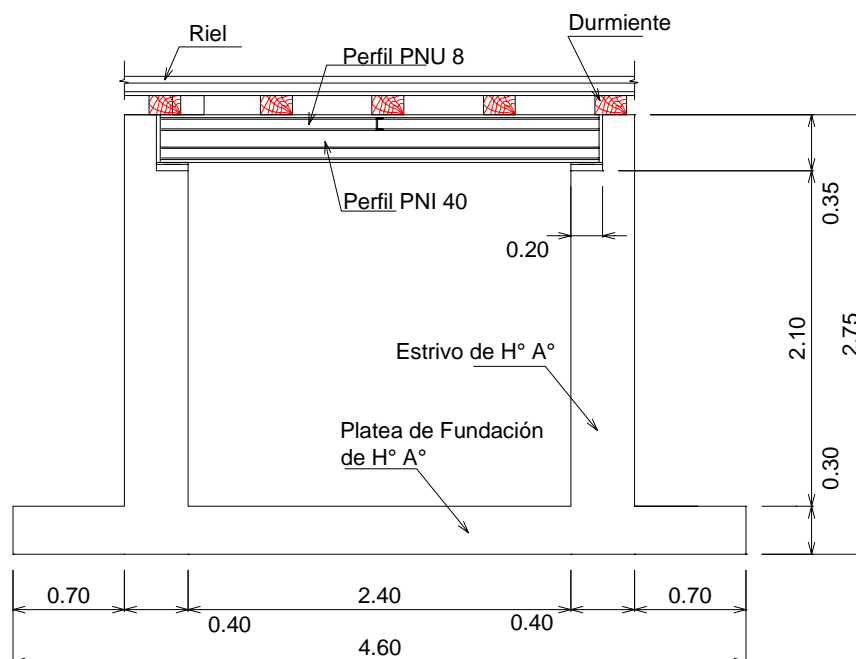
Se adopta una sola placa de 8mm de 180 x 200mm bajo cada apoyo.

CALCULO DE LA ESTRUCTURA DEL PUENTE

ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO

PILAR, ESTRIBOS Y PLATEA DE FUNDACIÓN

El pilar central y los estribos extremos, así como la platea de fundación se calculan como una estructura aporticada, que soporta a los dos tramos del puente metálico simplemente apoyados en ella. Las pantallas laterales de los estribos así como las plateas de fundación correspondientes, están separadas de la estructura anterior por juntas de construcción.



La estructura ha sido calculada con un hormigón de resistencia $\beta_{CN} = 170 \text{ Kg./cm}^2$, acero St 42, resistencia admisible del terreno $\sigma_t = 0,60 \text{ Kg./cm}^2$.-

Se considera a la estructura semirrígida sobre apoyos elástico con un coeficiente de balasto $K_s = 1500 \text{ tn/m}^3$

Se consideraron los siguientes estados de cargas no simultáneos, actuantes sobre la estructura:

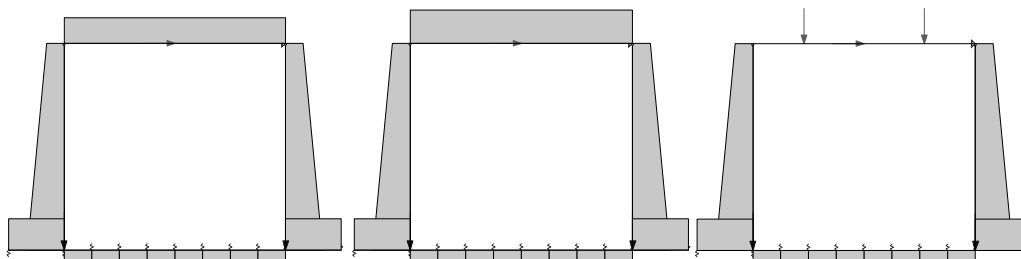
ESTADO 1:

Cargas permanentes + carga móvil + 1º estado para N. F. = 0,00

Este estado es discriminado en tres subestados:

- carga móvil adoptando el valor para Mmax
- carga móvil adoptando el valor para Qmax
- carga móvil concentrada según e esquema correspondiente a la locomotora

Esquemas de cargas para ESTADO 1



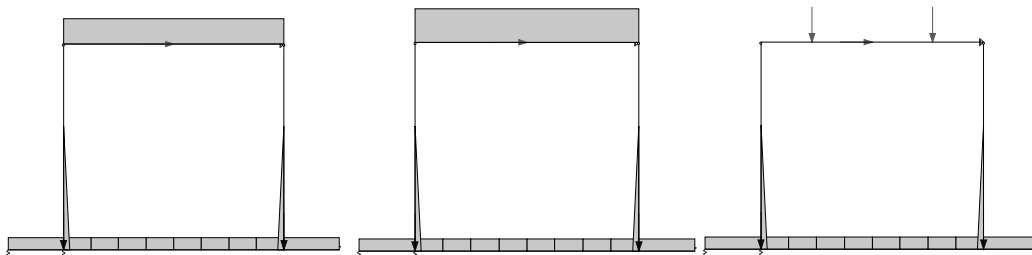
ESTADO 2:

Cargas permanentes + carga móvil + 2º estado para N. F. Por debajo de la losa de fondo

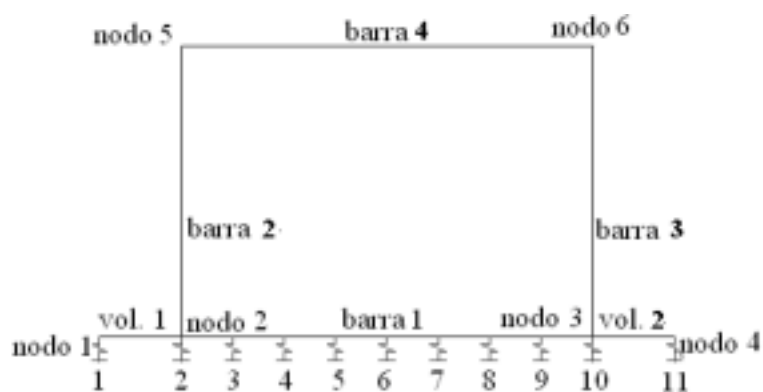
Este estado es discriminado en tres subestados:

- carga móvil adoptando el valor para Mmax
- carga móvil adoptando el valor para Qmax
- carga móvil concentrada según e esquema correspondiente a la locomotora

Esquemas de cargas para ESTADO 2



ESTRUCTURA SIMPLIFICADA

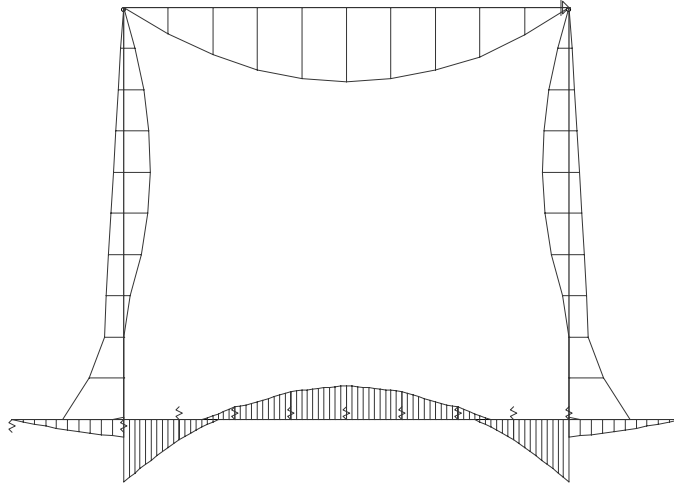


SOLICITACIONES (envolventes)

REACCIONES

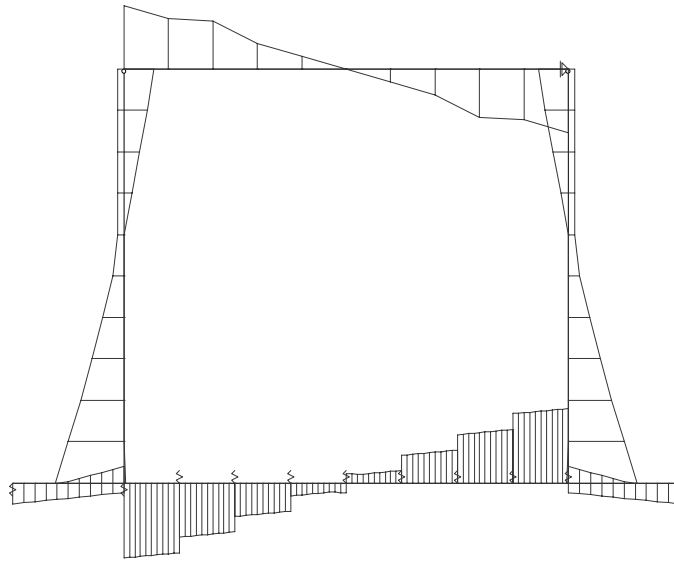
Apoyo	Dirección	Mín.	Máx.
1	Y	0,00	3,43
2	Y	0,00	3,41
3	Y	0,00	3,37
4	Y	0,00	3,32
5	Y	0,00	3,28
6	Y	0,00	3,27
7	Y	0,00	3,28
8	Y	0,00	3,32
9	Y	0,00	3,37
10	Y	0,00	3,41
11	Y	0,00	3,43

MOMENTO FLECOR



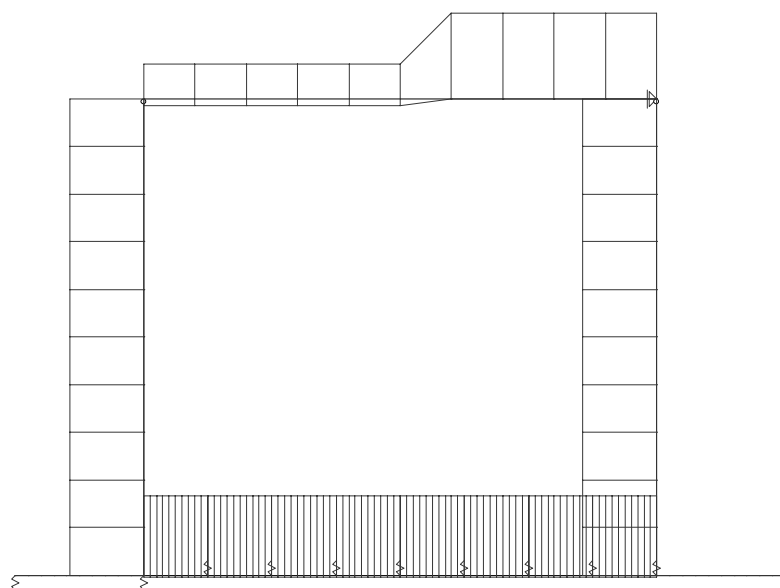
Barra	Nodo	Mín.	Máx.
1	inicial	0,00	6,16
	tramo	-3,36	0,00
	final	0,00	6,16
2	inicial	-6,03	0,00
	tramo	-1,72	2,67
	final	0,00	0,00
3	inicial	0,00	6,03
	tramo	-2,67	1,72
	final	0,00	0,00
4	inicial	0,00	0,00
	tramo	0,00	7,39
	final	0,00	0,00
Vol. 1	inicial	-1,74	0,20
	tramo	-1,36	0,00
	final	0,00	0,00
Vol. 2	inicial	-0,20	1,74
	tramo	0,00	1,36
	final	0,00	0,00

ESFUERZO DE CORTE



Barra	Nodo	Mín.	Máx.
1	inicial	0,00	12,39
	tramo	-1,63	1,63
	final	-12,39	0,00
2	inicial	-11,36	0,26
	tramo	-0,98	0,00
	final	-0,98	4,95
3	inicial	-0,26	11,36
	tramo	-1,31	1,84
	final	-4,95	0,98
4	inicial	-10,56	0,00
	tramo	0,00	0,00
	final	0,00	10,56
Vol. 1	inicial	-1,54	2,76
	tramo	-2,11	0,29
	final	-3,43	0,00
Vol. 2	inicial	-2,76	1,54
	tramo	-0,29	2,11
	final	0,00	3,43

ESFUERZO NORMAL



Barra	Nodo	Mín.	Máx.
1	inicial	-11,36	0,26
	tramo	-11,36	0,26
	final	-11,36	0,26
2	inicial	-10,56	0,00
	tramo	-10,56	0,00
	final	-10,56	0,00
3	inicial	-10,56	0,00
	tramo	-10,56	0,00
	final	-10,56	0,00
4	inicial	-4,95	0,98
	tramo	-12,24	0,98
	final	-12,24	0,00
Vol. 1	inicial	0,00	0,00
	tramo	0,00	0,00
	final	0,00	0,00
Vol. 2	inicial	0,00	0,00
	tramo	0,00	0,00
	final	0,00	0,00

DIMENSIONADO

Los resultados obtenidos se presentan a continuación en forma de planillas resumidas:

VIGA DE ACERO

UNDADES
Normal [t]
Momento [tm]
Tensión [tn/2]
Tensión 24000,00

		Perfil								Extremos		Capacidad		
Barra	Longitud [m]	Tipo	Sección	Momento de Inercia		Módulo Resistente		Radio de giro		Normal	Momento	Tensión [kg/cm ²]		Coeficiente seguridad
			F [cm ²]	Ixx [cm ⁴]	Iy [cm ⁴]	Wx [cm ³]	Wy [cm ³]	xx [cm]	yy [cm]	[mm]	[cm]	Trabajo	Admisible	
4	2,80	IP-N.300	69,00	9800,00	451,00	653,33	72,20	11,92	2,56	-12,09	7,09	-15094,39	1500	1,00

IP.N. 300

COMPRESION TENSIONES

Barras: Barra No 11

L1 [m]: 2,80 LA: 118,5

L2 [m]: 2,80 w: 2,4

Invertir

Cambiar Perfil

Barra Grupo

Selección Automática

Barra Grupo

Soluciones

Tensión [N/m²]

	N [N]	M [Nm]	V [kN]	Q [kN]	Calculo	Admisible
1	-12090	7220	2		-15094,4	-17442,9
2					6620,0	17442,9

Coef. Seguridad Mínimo: 1,1

Tabla 37: Resumen de Perfiles de Hierro en Estructura Metálica de Alcantarilla Ferroviaria.

VERIFICACIONES

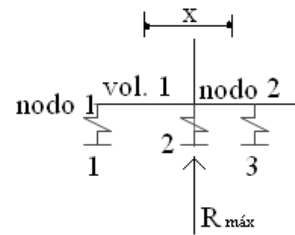
Verificación de las tensiones del suelo:

Tensión admisible: $\sigma_{adm.} = 5.00 \text{ t/m}^2$

Se contemplan dos situaciones: cuando: la napa freática se encuentra al nivel de la losa de tapa del conducto, y cuando se encuentra por debajo de la base del mismo.

1. Nivel freático coincidente con la losa de tapa:

$$p = \frac{R_{\max}}{x}$$



Presión de la napa: $\sigma_{napa} = \text{altura del nivel freático con respecto a la base del conducto}$

Tensión en el suelo = $\sigma_f = p + \sigma_{napa}$

$$\sigma_s = H_{\text{hidráulico}} \times \gamma_{\text{sat}}$$

Presión de suelo excavado:

Presión neta = $\sigma_{\text{neto}} = \sigma_f + \sigma_s$

2. Nivel freático por debajo de la losa de base:

$$p = \frac{R_{\max}}{x}$$

Tensión en el suelo = σ_f

Presión de suelo excavado:

$$\sigma_s = H_{\text{hidráulico}} \times \gamma_{\text{sat}}$$

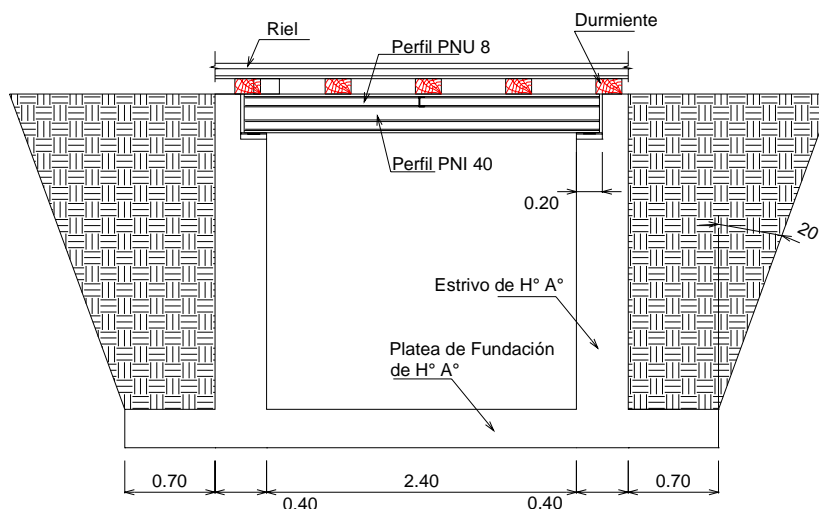
Presión neta = $\sigma_{\text{neto}} = \sigma_f + \sigma_s$

Los resultados se presentan a continuación:

Nivel freático = 0,00								
Nº de vanos	Sección	R máx. [ton]	p [ton/m ²]	σ_{napa} [ton/m ²]	σ_f [ton/m ²]	σ_{suelo} [ton/m ²]	σ_{neto} [ton/m ²]	Condición
1	b = 2,80 m	2,66	4,84	2,30	7,14	3,15	3,99	verifica

Nivel freático por debajo del nivel de base								
Nº de vanos	Sección	R máx. [ton]	p [ton/m ²]	σ_{napa} [ton/m ²]	σ_f [ton/m ²]	σ_{suelo} [ton/m ²]	σ_{neto} [ton/m ²]	Condición
1	b = 2,80 m	3,41	6,20	0,00	6,20	3,15	3,05	verifica

Verificación de la flotabilidad:



Suponemos la napa freática a nivel del borde superior de la losa de tapa:

Empuje del agua:

$E_{agua} = \text{Vol. de líquido desplazado} \times \gamma_{agua} = (\text{vol. } H^{\circ} + \text{vol. Interior del conducto}) \times \gamma_{agua}$

Fuerzas estabilizantes:

Peso de la estructura: $P_{est.} = \text{vol. } H^{\circ} \times \gamma_{H^{\circ}}$

Peso de suelo por encima de los voladizos de la tapa de fondo:

Se supone, que el suelo colabora en la estabilización del empuje del agua, con dos trapecios que nacen en los bordes de los voladizos con un ángulo de 20° con respecto a la vertical como se muestra en la figura.

P_s = Peso de los trapecios de suelo encima de los voladizos:

Fuerza estabilizante: $F_e = P_{est} + P_s$

Factor de seguridad: $F_s = F_e / E_{agua}$

Resumen de resultados:

Nº de vanos	Sección	E_{agua} [ton/m]	P_{est} [ton/m]	P_{suelo} [ton/m]	F_e [ton/m]	F_s	Condición
1	b = 2,80 m	11,10	8,17	5,35	13,53	1,22	verifica

VII.2.5. Canales de Descarga.

Los conductos de desagüe que toman los excesos de la cuenca descargan en canales a cielo abierto que terminan trasladándolos hasta la descarga en el canal colector SADE.

El sistema propuesto en esta obra posee dos canales, denominados canal Norte y Sur respectivamente, según su posición respecto de las vías del ferrocarril General Belgrano en su ramal Barranqueras – Metán.

El canal Norte, se ubican ordenadamente sobre los existentes, permitiendo el desplazamiento de los excesos generados en la cuenca propagándolos hasta ser captados por el colector rural SADE. La sección de los mismos es la tradicional sección trapezoidal con taludes de 1:1.5, es decir 1.5 metros de ancho por cada metro de profundidad del mismo hasta llegar a cota de solera. El tirante de funcionamiento se lo adecua al tirante del canal SADE con 1.60 metros, esto permite mejorar la performans del mismo, la pendiente longitudinal del mismo es de 0.0003 m/m y en los últimos 500 metros antes de llegar a los conductos este valor se modifica a 0.0004 m/m para lograr la unión con los conductos y que estos trabajen con un tirante hidráulico de 1.40 metros.

En el caso del canal Sur, la pendiente del primer tramo hasta progresiva 800, es decir hasta la alcantarilla de ruta nacional N° 95, el canal tiene una pendiente de 0.00096 m/m y luego esta pendiente es de 0.0002 m/m hasta la descarga del conducto de la calle 303.

Para el cálculo hidráulico de estos canales, se tomó como condición de borde la cota de pelo de agua prevista en el Proyecto Línea Tapenagá para el canal de saneamiento rural SADE en su progresiva de 15921.00, con una cota IGM de valor 87.68 y una cota de solera de 86.08.

Las soleras de estos canales permiten una adecuada propagación de los caudales del sistema permitiendo en todos los casos incorporar caudales del orden de la mitad de la capacidad del canal colector rural, valores sumamente conservadores por los tiempos en que estos son requeridos.

En su trayecto, ambos canales, Norte y Sur, atraviesan la ruta nacional N° 95 con alcantarillas del tipo O-41211, en el caso del canal Norte con una de 2 luces de 2.00 metros de ancho y una altura de 1.60 metros, con una cota de desagüe de 87.00 metros que es necesario modificar según el plano tipo de la Dirección Nacional de Vialidad en 0.75 metros hacia abajo, este plano de modificación de cota de desagüe se transcribe en el presente proyecto como Plano N° 24.

El canal Sur tiene en su traza una alcantarilla también del tipo O-41211 con una cota de desagüe IGM de 87.60 metros que también es necesario bajar en 0.75 metros que es lo máximo posible. Por este motivo este canal tiene dos pendientes bien diferentes, de 0.00096 m/m hasta progresiva 800.00 y de 0.0002 m/m hasta la descarga del conducto secundario de la calle Puerto Rico (303). Las dimensiones del canal Sur son de características similares a la del Norte pero con solera de 2.0 metros. En el Plano N° 25 se puede observar los perfiles tipos de estos canales.

VII.3. Cálculos métricos.

Los cálculos métricos del sistema de desagües pluviales de la cuenca de la avenida Francisco Canteros (304), se ha dividido en cuatro rubros, ellos son, Movimientos de Suelo, Desagües Pluviales, Obras Complementarias y Adecuación de la Infraestructura Existente, que totalizan 16 ítems. En la tabla siguiente se resumen los mismos:

Desagües Pluviales cuenca de la Avenida Francisco Canteros (304)
Resumen General del Cálculo Métrico - Alternativa II -

RUBRO	ITEM Nº	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
Movimiento de Suelos	1	Excavación no clasificada para conductos de desagüe pluvial	m ³	30 365.74
		Excavación no clasificada para Canal calle 306	m ³	5 951.88
		Excavación no clasificada para Canal Norte	m ³	63 110.58
		Excavación no clasificada para Canal Sur	m ³	23 288.39
	2	Relleno de suelo para conductos	m ³	17 418.42
Desagües Pluviales	3	Conducto de Hº Aº sobre pavimento 2x2.60x1.50	mt	195.95
		Conducto de Hº Aº sobre pavimento 1x3.25x1.50	mt	12.00
		Conducto de Hº Aº sobre pavimento 2x2.80x1.50	mt	196.30
		Conducto de Hº Aº sobre pavimento 1x2.40x1.50	mt	51.92
		Conducto de Hº Aº sobre pavimento 1x2.00x1.50	mt	48.32
		Conducto de Hº Aº sobre pavimento 1x1.60x1.50	mt	93.88
		Conducto de Hº Aº sobre pavimento 1x1.50x1.50	mt	1236.83
		Conducto de Hº Aº sobre pavimento 1x1.30x1.50	mt	114.18
		Conducto de Hº Aº sobre parterre 1x3.25x1.50	mt	103.93
		Conducto de Hº Aº sobre parterre 1x2.40x1.50	mt	147.80
		Conducto de Hº Aº sobre parterre 1x2.00x1.50	mt	211.54
	4	Conducto de vinculación de PVC Diám. 0,80 mt	mt	260.00
		Conducto de vinculación de PVC Diám. 1,00 mt	mt	11.00
	5	Sumideros en Pavimento	Un	2
	6	Sumideros de Tierra	Un	34
	7	Cámaras de Inspección y Limpieza para sumideros	Un	1
Obras	8	Modificación de alc. Canal Norte y Ruta Nac. 95	Un	1.00
	9	Modificación de alc. Canal Sur y Ruta Nac. 95	Un	1.00
	10	Puente Ferroviario - Calle 306 y 305	Un	1.00
	11	Puente Ferroviario - Avenida Francisco Canteros	Un	2.00
	12	Alcantarilla A-2 de 2x3.00x2.00 J = 30,00 (calle 9 y calle 306)	Un	1.00
	13	Alcantarilla A-2 de 2x4.00x2.50 J = 12,00 (calle 301 y calle 318)	U	1.00
	14	Alcantarilla A-2 de 1x4.00x2.50 J = 12,00 (calle 201 y calle 218)	Un	1.00
	15	Baranda metálica cincada para defensa	mt	5 342.00
Complementarias	16	Retiro de alcantarillas de bocacalle	Un	24
Adecuación de la Infraestructura existente	17	Demolición de pavimento	m ²	700
	18	Reparación de pavimento	m ³	1060
	19	Relocalización de cañerías de agua potable ø 400 (10 metros)	Un	3
		Relocalización de cañerías de agua potable ø 300 (20 metros)	Un	1
		Relocalización de cañerías de agua potable ø 200 (20 metros)	Un	1
		Relocalización de cañerías de agua potable ø 160 (20 metros)	Un	2
		Relocalización de cañerías de agua potable ø 110 (10 metros)	Un	1
		Relocalización de cañerías de agua potable ø 75 (10 metros)	Un	7
	20	Reconexión domiciliar de cañería de agua	Un	110
	21	Intersección con desagües cloacales	Un	1

Tabla 38: Cálculos métricos de la Alternativa seleccionada.

VII.4. Presupuestos.

En el anexo Planillas con los números 21 a 31, se adjuntan los análisis de precios de mayor relevancia en la obra, así como las planillas de determinaciones básicas para la obtención del presupuesto de la obra, identificando dos formas básicas de ítems, la primera mencionada como subítems y luego otra de mayor importancia con los principales ítems, los primeros serán utilizados posteriormente como componentes de los ítems principales, así se puede mencionar a los hormigones que serán luego componentes del ítem conductos por ejemplo.

Desagües Pluviales cuenca de la Avenida Francisco Canteros (304)
Presupuesto de Alternativa II

RUBRO	ITEM N°	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	Precios Unitarios	Total del ítem	Total por Rubro
Movimiento de Suelos	1	Excavación no clasificada para conductos de desagüe pluvial	m ³	30 365.74	\$ 7.08	\$ 215 018.44	\$ 1 099 222.22
		Excavación no clasificada para Canal calle 306	m ³	5 951.88	\$ 7.08	\$ 42 145.00	
		Excavación no clasificada para Canal Norte	m ³	63 110.58	\$ 7.08	\$ 446 883.21	
		Excavación no clasificada para Canal Sur	m ³	23 288.39	\$ 7.08	\$ 164 904.03	
	2	Relleno de suelo para conductos	m ³	17 418.42	\$ 13.22	\$ 230 271.53	
Desagües Pluviales	3	Conducto de Hº Aº sobre pavimento 2x2.60x1.50	mt	195.95	\$ 4 762.83	\$ 933 276.54	\$ 6 125 604.30
		Conducto de Hº Aº sobre pavimento 1x3.25x1.50	mt	12.00	\$ 3 832.84	\$ 45 994.08	
		Conducto de Hº Aº sobre pavimento 1x2.80x1.50	mt	196.30	\$ 3 346.23	\$ 656 864.95	
		Conducto de Hº Aº sobre pavimento 1x2.40x1.50	mt	51.92	\$ 3 120.17	\$ 161 999.23	
		Conducto de Hº Aº sobre pavimento 1x2.00x1.50	mt	48.32	\$ 2 531.94	\$ 122 343.34	
		Conducto de Hº Aº sobre pavimento 1x1.60x1.50	mt	93.88	\$ 2 182.00	\$ 204 835.25	
		Conducto de Hº Aº sobre pavimento 1x1.50x1.50	mt	1 236.83	\$ 2 093.41	\$ 2 589 192.29	
		Conducto de Hº Aº sobre pavimento 1x1.30x1.50	mt	114.18	\$ 2 039.46	\$ 232 855.35	
		Conducto de Hº Aº sobre parterre 1x3.25x1.50	mt	103.93	\$ 2 390.58	\$ 248 452.98	
		Conducto de Hº Aº sobre parterre 1x2.40x1.50	mt	147.80	\$ 1 922.76	\$ 284 183.93	
		Conducto de Hº Aº sobre parterre 1x2.00x1.50	mt	211.54	\$ 1 548.10	\$ 327 485.07	
		Conducto de vinculación de PVC Diám. 0.80 mt	mt	260.00	\$ 507.35	\$ 131 911.00	
		Conducto de vinculación de PVC Diám. 1.00 mt	mt	11.00	\$ 578.79	\$ 6 366.69	
	5	Sumideros en Pavimento	Un	2.00	\$ 5 540.35	\$ 11 080.70	
	6	Sumideros de Tierra	Un	34.00	\$ 4 883.79	\$ 166 048.86	
	7	Cámaras de Inspección y Limpieza para sumideros	Un	1.00	\$ 2 714.05	\$ 2 714.05	
Obras Complementarias	8	Modificación de alc. Canal Norte y Ruta Nac. 95	Un	1.00	\$ 49 763.11	\$ 49 763.11	\$ 2 176 274.36
	9	Modificación de alc. Canal Sur y Ruta Nac. 95	Un	1.00	\$ 18 836.26	\$ 18 836.26	
	10	Puente Ferroviario - Calle 306 y 305	Un	1.00	\$ 250 625.60	\$ 250 625.60	
	11	Puente Ferroviario - Avenida Francisco Canteros	Un	2.00	\$ 99 652.52	\$ 199 305.04	
	12	Alcantarilla A-2 de 2x3.00x2.00 J = 30,00 (calle 9 y calle 306)	Un	1.00	\$ 334 738.49	\$ 334 738.49	
	13	Alcantarilla A-2 de 2x4.00x2.50 J = 12,00 (calle 301 y calle 318)	Un	1.00	\$ 223 569.70	\$ 223 569.70	
	14	Alcantarilla A-2 de 1x4.00x2.50 J = 12,00 (calle 201 y calle 218)	Un	1.00	\$ 122 117.26	\$ 122 117.26	
Adecuación de la Infraestructura existente	15	Baranda metálica cincada para defensa	mt	5 342.00	\$ 182.95	\$ 977 318.90	\$ 2 597 753.71
	16	Retiro de alcantarillas	Un	24.00	\$ 569.24	\$ 13 661.76	
	17	Demolición de pavimento	m ²	700.00	\$ 13.09	\$ 9 123.00	
	18	Reparación de pavimento	m ²	1 060.00	\$ 240.44	\$ 254 876.00	
	19	Relocalización de cañerías de agua potable ø 400 (10 metros)	Un	3.00	\$ 9 592.20	\$ 28 776.60	
		Relocalización de cañerías de agua potable ø 300 (20 metros)	Un	1.00	\$ 10 779.34	\$ 10 779.34	
		Relocalización de cañerías de agua potable ø 200 (20 metros)	Un	1.00	\$ 4 214.92	\$ 4 214.92	
		Relocalización de cañerías de agua potable ø 160 (20 metros)	Un	2.00	\$ 3 662.12	\$ 7 324.24	
		Relocalización de cañerías de agua potable ø 110 (10 metros)	Un	1.00	\$ 1 915.92	\$ 1 915.92	
		Relocalización de cañerías de agua potable ø 75 (10 metros)	Un	1.00	\$ 1 184.09	\$ 1 184.09	
	20	Reconexión domiciliar de cañería de agua potable	Un	2.00	\$ 60.62	\$ 121.24	
	21	Intersección con desagües cloacales	Un	1.00	\$ 9 592.20	\$ 9 592.20	
						TOTAL =	\$ 9 660 854.59

Tabla 39: Presupuesto Total de Obra.

VII.5. Planos.

Ver Anexo Planos.

VII.6. Especificaciones técnicas generales y particulares.

Ver Anexo Especificaciones técnicas generales y particulares.

VIII. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE DESAGÜES PLUVIALES.

VIII.1. Operación.

La operación del sistema, corresponde al sistema de sumideros, conductos y canales, los cuales trabajan a gravedad y la intervención del equipo o cuadrilla municipal solo se realiza para el mantenimiento y limpieza del mismo.

Deberá incluirse para la operación de la estación de bombeo un equipo de cuatro (4) personas, las que se organizarán por turnos de 8 horas, el cuarto integrante del equipo cubrirá los francos, compensatorios y ausencias por enfermedad u otro motivo, de tal forma que esté disponible en la estación una persona durante las 24 horas del día.

La estación deberá recibir al menos dos veces al año una inspección completa por parte de personal idóneo, el que deberá emitir el informe de la revisión para que los responsables de la operación tengan la posibilidad de realizar las reparaciones y mantenimiento preventivo necesario de las máquinas como de los demás componentes del sistema.

El equipo encargado del monitoreo del canal reservorio, conductos y sumideros podrá ser a criterio de las autoridades, encargado a personal municipal que deberá ser preparado e instruido en dicha labor, así como disponer de las herramientas correspondientes para el desarrollo de dicha tarea.

A tal fin y con el propósito de que las autoridades municipales dispongan de un cronograma y presupuesto referido a las tareas de operación y mantenimiento del sistema de desagües proyectado aquí se adjunta en el punto VIII.3. Costos de operación y Mantenimiento que se estiman serán necesarios.

VIII.2. Mantenimiento.

La Limpieza que se realiza es manual, con una cuadrilla compuesta por un (1) capataz y cinco (5) ayudantes, provistos de herramientas menores para las tareas de desbarre de las cámaras y sumideros, y para la limpieza de los conductos, se trabajara en forma manual con herramientas de arrastre asistidas por un (1) tractor. Por medio de un equipo compuesto por un (1) cargador y un (1) camión, se traslada el material producto de la limpieza, a los predios previstos para su depósito.

Para la reparación del sistema de desagües, ponderando a lo largo de su vida útil, se considera la reconstrucción de un (1) sumidero de pavimento cada cuatro años, uno (1) de tierra por año, en el caso de las tapas de los conductos se tomarán tres tapas al año, este número es considerado debido a que la mayoría de las mismas se encuentran en calle.

Estas reparaciones se realizan con una cuadrilla compuesta por un (1) capataz y cinco (5) ayudantes, provistos de herramientas menores, una (1) hormigonera y un (1) cargador, con la asistencia de un (1) camión.

El tiempo anual, que demandan los trabajos de Limpieza, se establece en tres (3) meses y los correspondientes a Reparaciones en un (1) mes.

Para considerar los costos de mantenimiento de la estación de bombeo se ha compartido los mismos entre las cuatro cuencas que la estación puede satisfacer, es decir que se incluye en el detalle de gastos el costo proporciona de la energía, serenos y mantenimiento general de la planta de bombeo.

Se puede, de esta forma obtener un valor anual de mantenimiento de pesos ciento setenta mil sesenta y cinco con sesenta y tres centavos (\$ 170065.63).

VIII.3. Costos de Operación y Mantenimiento.

Costos de Operación y Mantenimiento

A - MATERIALES

Designación	Cantidad	Costo unitario	Costo \$/Un
Hormigón H 17	8.66 m3	225.80 \$/tn	1 955.43
Hormigón H 8	0.60 m3	210.21 \$/Kg	126.13
Acero	0.60 tn	3707.00 \$/Kg	2 224.20
TOTAL =			4305.75

B - EJECUCION EQUIPOS

Equipos y sus costos	Cantidad	Potencia H.P.	Valor \$
Tractor	1	140	126 000.00
Camion Volcador	1	160	100 000.00
Cargadora Frontal	1	112	60 000.00
Excavadora Cat 320	1	128	390 000.00
TOTAL =		412	676 000.00

Designación	Cantidad	Costo unitario	Costo \$/Un
Ex. No clasificada	3000.00 m³	4.51 \$/m³	13 526.7
TOTAL =			13 526.7

Costos de operación de los equipos	Valor	Coef. 1/d	Costo \$/d
Amortización e intereses	676000.00	0.00125	846.62
Reparación y repuestos	676000.00	0.00060	405.60
Combustibles y lubricantes	412	2.59020	1067.16
TOTAL =			2319.38

MANO DE OBRA

Categoría	Costo \$/h	Cantidad	hs/año	Costo \$/año
Oficial especializado	11.69	1.00	160.00	1870.40
Oficial	9.94	2.00	350.00	6958.00
Ayudante	8.67	10.00	350.00	30345.00
			Subtotal	39173.40
Vigilancia		10%		3917.34
Herramientas Menores		15%		5876.01
				48966.75
TOTAL =				88140.15

RESUMEN			\$/Año
Materiales	4305.75 \$/Año		4305.75
Ejecución	103986.27 \$/Año		103986.27
Rendimiento	1.00		
Costo Costo			108292.03
Coef. Resumen	1.5704		170065.63
PRECIO ADOPTADO =			170065.63

Tabla 40: Análisis de Precio del Mantenimiento de la Obra.

IX. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

IX.1. Determinación del área de estudio.

El área es la cuenca de aporte de la avenida Francisco Canteros, sus límites están definidos entre las calles San Martín (12) al Oeste, Superiora Palmira (17) al Norte, Calle 0000 adyacente a las ex - vías del ferrocarril Belgrano – ramal a Tres Isletas – al Este y Avenida Sarmiento (1) al Sur. Plano N° 4.

IX.2. Análisis del marco legal vigente.

La legislación ambiental relacionada con el proyecto es la siguiente:

CONSTITUCIÓN PROVINCIAL:

Art. 38º: Ecología y ambiente: Todos los habitantes de la provincia tienen el derecho inalienable a vivir en ambiente sano, equilibrado, sustentable y adecuado para el desarrollo humano, y participar en las decisiones y gestiones públicas para preservarlos, así como el deber de conservarlo y defenderlo.

De esta manera, la Constitución legitima a las personas para accionar ante autoridad jurisdiccional o administrativa, en defensa y protección de los intereses ambientales y ecológicos reconocidos explícita e implícitamente por ella y por las leyes.

LEYES PROVINCIALES:

DE SUELOS N° 3.035:

El objeto, es el mantenimiento y restauración de la capacidad productiva de los suelos. En el artículo 2º, inc. h) *autoriza a la Autoridad de Aplicación a entender de oficio o a petición especialmente cuando puedan incidir en el potencial productivo la realización de canales.*

Es aplicable en los casos en que las aguas pluviales derivadas a canales de desagüe de mayor jerarquía afecten de alguna manera a predios bajo explotación agropecuaria y/o forestal.

La Autoridad de Aplicación es la Dirección de Suelos y Agua Rural de la Subsecretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Ministerio de la Producción.

CODIGO DE AGUAS N° 3230: Es un sistema normativo que orienta la política hídrica provincial y regula las relaciones jurídico-administrativas que tengan por objeto los recursos hídricos.

En el inc) 4 del artículo 2º se define el uso de los recursos hídricos, atendiendo a la función interrelacionada de parámetros físicos, sociales y económicos en procura de satisfacer necesidades vitales e intereses de acuerdo a lo estipulado por este Código.

El Título III, Capítulo II, artículos 66° a 174° entiende sobre aspectos de la preservación de los recursos hídricos en lo referente a contaminación o degradación y vertidos de residuos.

La Autoridad de Aplicación es la Administración Provincial del Agua.

DE BIOCIDAS N° 3.378: Quedan sujetos a esta ley, los actos derivados del expendio, aplicación aérea o terrestre, transporte, almacenamiento, fraccionamiento con cargo o gratuita, exhibición y toda otra operación que implique el manejo de herbicidas, fungicidas, acaricidas, fertilizantes, bactericidas, avicidas, defoliantes y/o desecantes, insecticidas, repelentes, hormonas, antipolillas, insecticidas de uso domésticos y biocidas en general en las prácticas agropecuarias tanto en el ámbito urbano como rural.

En el caso de que en el ámbito del área del proyecto se localizare un lugar que se dedique a actividades comprendidas en la citada ley deberá verificarse el cumplimiento de la misma en lo que respecta a seguridad de no emitir residuos que tengan como destino final el desagüe objeto del proyecto.

La Autoridad de Aplicación es la Dirección de Sanidad Vegetal del Ministerio de la Producción.

DE RESIDUOS PELIGROSOS N° 3946: Trata de la generación, manipulación, transporte y disposición final de los residuos considerados peligrosos que puedan causar daños directa o indirectamente a seres vivos o contaminar el ambiente en general.

La aplicación de la citada ley abarca en primera instancia a las estaciones de servicios localizadas en el área del proyecto, así como otras que emitan residuos del tenor de lo dispuesto por la ley.

La Autoridad de Aplicación es la Subsecretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Ministerio de la Producción.

DE PRINCIPIOS RECTORES PARA LA PRESERVACION, RECUPERACION, CONSERVACION, DEFENSA Y MEJORAMIENTO AMBIENTAL N° 3.964: Tiene por objeto la preservación, conservación, defensa y mejoramiento del medio ambiente para lograr y mantener la biodiversidad y una óptima calidad de vida, quedando sujetos a ellas todos aquellos ambientes urbanos, agropecuarios y naturales y todos sus elementos constitutivos que por su función y características mantienen o contribuyen a mantener la organización ecológica más conveniente, tanto para el desarrollo de la cultura, de la ciencia, la tecnología y del bienestar de la población, como para la permanencia de la especie humana sobre la tierra, en armónica relación con el ambiente.

En el artículo 6° se prevé que las obras municipales que puedan modificar el ambiente deberán evaluar el impacto ambiental, quedando a criterio de la autoridad provincial su aprobación, razón por la cual se considera necesaria la consulta a la autoridad de aplicación.

La Autoridad de Aplicación es la Subsecretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Ministerio de la Producción.

DE INTERESES DIFUSOS N° 3.911: Declara la protección de los intereses difusos y colectivos, entendiéndose por tales los relacionados con la preservación, mantenimiento, mejora, defensa y recuperación del medio ambiente y los recursos naturales, el equilibrio ecológico, el resguardo de valores artísticos, arquitectónicos, urbanísticos-históricos, arqueológicos y paisajísticos, los derechos del usuario como receptor de servicios públicos y todo otro que afecte a una digna calidad de vida.

Concede y reconoce legitimación para accionar judicialmente en forma directa a toda persona física o jurídica en defensa de los intereses que protege la ley.

La Autoridad de Aplicación es el Juzgado de Primera Instancia en lo Civil y Comercial que corresponda a la Circunscripción respectiva.

DE PROTECCION DEL PATRIMONIO CULTURAL Y NATURAL N° 4.076: La finalidad es la protección y conservación del patrimonio cultural y natural de la Provincia del Chaco, tal es el caso de los inmuebles, objetos muebles de interés artístico, histórico, paleontológico, arqueológico, etnográfico, científico y técnico.

Si bien en el área del proyecto no se localizan inmuebles protegidos o declarados por la ley, se prevé la consideración hacia aquellos que puedan estar comprendidos por la misma en un futuro cercano.

La Autoridad de Aplicación es la Subsecretaría de Cultura del Ministerio de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología.

CODIGO DE FALTAS N° 4.209: Se aplica a las faltas que se explicitan en el Capítulo VI referente a la preservación y protección del medio ambiente y de las aguas. Se refiere a la variación del régimen, naturaleza, uso o calidad de las aguas o alteración de cauces naturales o artificiales sin previa autorización de la autoridad pertinente.

La aplicación de esta ley es ejercida por el Juez de Paz Municipal.

ORDENANZAS MUNICIPALES:

REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES N° 3.265/99: Por medio de esta ordenanza, se aprueba el Reglamento de Construcciones para la Ciudad de Presidencia Roque Sáenz Peña, regula la administración de las construcciones, la zonificación de la ciudad, el proyecto y ejecución de las obras, prescripciones y normas mínimas de habitabilidad.

Se detallan las características constructivas de las estaciones de servicios relativas a la seguridad y prevención de contaminación de suelo y agua.

RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS N° 415/78 y 1.249/88: Establecen el uso obligatorio de bolsas de polietileno para los residuos domiciliarios y el retiro por parte de la Municipalidad de los mismos.

Se relaciona con el problema de obstrucción y taponamiento de canales y alcantarillas por medio de las bolsas de basura.

IX.3. Diagnostico ambiental.

Antecedentes y consideraciones generales

La ciudad de Presidencia Roque Sáenz Peña, se halla ubicada en el centro de la Provincia del Chaco, cabecera del departamento Comandante Fernández.

Fue fundada en 1912, como resultado del proceso colonizador, definido por el avance militar, la extensión de líneas férreas, el auge algodonero, y la inmigración europea.

En relación al tendido de las líneas férreas, las mismas permitieron un rápido avance militar. Los regimientos que componían las Fuerzas de Operaciones distribuyeron sus tropas a lo largo del ferrocarril en construcción, lo que dio como resultado la pacificación definitiva del Chaco y la extensión de los límites hasta el río Pilcomayo.

Los regimientos 5 y 9 operaron en el territorio de Formosa, el regimiento 7 lo hizo desde Presidencia Roca, y el Regimiento 6 avanzó desde la localidad de Tostado en la provincia de Santa Fe, hasta el Km 173 del FFCC tramo Barranqueras – Metán, lugar donde el Comandante Carlos D. Fernández fundó la localidad de Presidencia Roque Sáenz Peña.¹

Es evidente la trascendencia que tuvo el FFCC en la historia de la localidad y como elemento conformador de la ciudad. Constituye una parte importante de la memoria urbana de la población ya que las vías del Ferrocarril General Belgrano dividieron a la ciudad en tres sectores claramente definidos:

La zona Norte, que a su vez se divide en dos sectores, el Noroeste y el Noreste donde se ubicaron hoteles, restaurantes, comercios, talleres, escuelas, iglesias y gran parte de la urbanización.

La zona Sur donde se instalaron las desmontadoras de algodón, se caracterizó por el desarrollo de nuevos barrios periféricos al área central, por el crecimiento desordenado y espontáneo. Por lo que se fueron generando en la ciudad problemas de hacinamiento, falta de vivienda, de obras de infraestructura, de prestación de servicios urbanos y contaminación ambiental entre otros. Plano N° 16.

Este asentamiento urbano tiene una localización privilegiada por encontrarse en el epicentro de una región productora y de desarrollo industrial. No solo ubicada estratégicamente en la

¹ – Atlas del Desarrollo Urbano del Nordeste Argentino- Ernesto J. A. Maeder – Ramón Gutiérrez – CONICET- 2003

Provincia del Chaco sino también en la Región y en el eje central del MERCOSUR, ya que por ruta nacional N° 16 hacia el Oeste, se conecta con las provincias de Santiago del Estero, Salta y Jujuy, también tiene conexión por esta misma ruta con Bolivia, Perú, Chile y puertos del Pacífico; hacia el Este con las provincias de Corrientes, Misiones, también con Brasil y puertos del Atlántico, siendo este corredor el más directo en la unión de los dos océanos.

La ruta nacional N° 95, comunica hacia el Norte con la provincia de Formosa y Paraguay, mientras que al Sur, es el eje longitudinal directo, que conecta con las provincias de Santa Fe y Córdoba.

Es importante la conexión ferroviaria que llega a terminales como Iquique y Antofagasta en Chile y Barranqueras en la hidrovía Paraná - Paraguay, el ramal sur comunica con todas las Provincias Argentinas.

De modo que es de suma importancia el tratamiento de los elementos que producen deterioro o degradación de la imagen urbana, como es el caso de los Desagües.

Designación de las calles de la ciudad

La designación de las calles, tiene una forma muy particular, por lo que se ha dedicado un espacio para explicarlo y facilitar la interpretación al momento de mencionarlas.

Estas, se han designado originalmente con números y luego se le agregaron nombres. Las que corren en el sentido Norte – Sur, llevan números pares, en un principio, la ciudad solo se extendía al ámbito comprendido por las cuatro avenidas principales, hoy casco céntrico. Por ello, la avenida (2) Hipólito Yrigoyen, da el inicio a la numeración que crece hacia el Oeste hasta la calle 64, que señala el límite de la planta urbana.

El sector urbano denominado Ensanche Sur, ubicado al sur del las vías del Ferrocarril General Belgrano con dirección al Oeste, llevan los mismos números pero se le agrega una centena, por lo tanto comienzan con la continuidad de la calle 2 que lleva el número 102 hasta el número 164.

Desde la avenida 2 hacia el Este, en el sector norte de las vías, se inicia con el número 300 hasta el 334 que corre paralela a la ruta nacional N° 95. En el Ensanche Sur a partir de la 102, llevan los números pares desde el 200 hasta la ruta nacional N° 95.

Las calles que corren en el sentido Este – Oeste, llevan números impares, las cuales se inician en la Avenida 1 “Sarmiento”, paralela a la vía, llegando hasta la calle 71 hacia el Norte. Esta numeración se da para el sector oeste de la avenida 2, ya que para el sector Este de esta, lleva los números 301 al 371.

Hacia el sector Sur de la Avenida 1, es decir en el Ensanche Sur, la numeración se inicia con el 101, también paralela a la vía, hasta la calle 147, siempre al Oeste de la calle 102, continuación de la avenida 2, al Este de la calle 102 la numeración de las calles van desde 201 a 247.

Datos de población y producción

La ciudad de Presidencia Roque Sáenz Peña de 76794 habitantes según el censo de 2001, es la única localidad del Departamento Comandante Fernández, al día de hoy la proyección de habitantes es de 88164, correspondiendo al 8.95 % del total provincial y con una densidad poblacional de 0.58 habitante/km². La población urbana es del 87.1 % del total de población, siendo que la que corresponde al área rural es de 11.370 habitantes para el censo citado.

La tasa de crecimiento demográfico en el período 1.991 – 2.001, fue del 1.93 % anual lo que totaliza para el intervalo 17.78 %, levemente superior a la registrada en la provincia que fue del 17.2 % y del país en su conjunto (10.5 %).

La población del Departamento, mayores de 14 años relacionadas a la ocupación se compone de, 5193 empleados públicos, 7383 con empleo en la actividad privada, 1143 en la categoría patronal y 4947 en calidad de monotributistas. El resto lo componen 7961 desocupados y 25969 de inactivos. De estos valores se destaca la baja cantidad de empleos del sector público con respecto al Gran Resistencia u otras ciudades de la región NEA.

En materia de instrucción, la población mayores de 15 años está compuesta por 51679, de los cuales 14058 no tienen instrucción o poseen escolaridad primaria incompleta, 25115 tienen escolaridad secundaria incompleta, 3116 tienen instrucción terciaria o universitaria incompleta y 3390 personas han completado los estudios universitarios o terciarios. Estos datos muestran dificultades en materia educativa ya que prácticamente el 50 % de la población mayor de 15 años no ha completado la escuela secundaria y el 27 % no tiene cumplida la enseñanza primaria.

En el Departamento existen 59 establecimientos escolares primarios con 15705 alumnos y 5550 alumnos en establecimientos secundarios.

Los hogares con necesidades básicas insatisfechas (NBI) son 5349, lo que corresponde al 24% del total de hogares censados, porcentaje ligeramente menor al valor provincial que es de 27 % de hogares con NBI, valores muy altos compartidos con otras ciudades y provincias de la región NEA. (Censo de Población y Vivienda 2001).

En cuanto a la cobertura de salud y seguridad social 30301 personas cuentan con obra social, lo que equivale al 39.6 % del total, valores que son muy superiores al de la provincia que es de solo el 16.6 %.

El servicio de salud pública está equipado por un hospital de Nivel I, con consultorios externos en medicina general, internación, farmacia, odontología, radiodiagnóstico y laboratorio de análisis clínicos. También cuenta con 5 puestos sanitarios de medicina general y enfermería. (Estadística Sanitaria del Chaco. 2001).

La ciudad, con una cobertura de 39599 hectáreas es cabecera del Departamento Comandante Fernández, que tiene una superficie de 150000 hectáreas, con 4793 hectáreas de tierras fiscales y está ubicado en el centro agropecuario de la provincia.

Aproximadamente en el 37 % del departamento se desarrolla agricultura de secano, y los cultivos predominantes son algodón (25000 ha), soja (20000 ha), girasol (5000 ha), maíz (3600 ha), sorgo (1200 ha) y cultivos hortícola como maíz para choclo, zapallo, mandioca, batata, papa y sandía, representando el 5.15 % del total provincial. (Ministerio de la Producción. 2005).

Los productores agrícolas del departamento son 599 (entre 0 a 10 ha), 153 (entre 11 y 30 ha) y 249 (más de 30 ha). (Ministerio de la Producción. 2001).

La producción forestal (rollos, rollizos, postes y leña) es de 25403 toneladas, el 2.17 % de la producción de la Provincia, valores muy bajos ya que este departamento cuenta con relativamente escasa cobertura forestal y en su mayoría ya explotados.

La existencia ganadera, bovinos mayoritariamente, es de 46200 cabezas, lo que significa el 2.2 % del total de la Provincia y ocupa el 50.7 % del territorio departamental. La baja incidencia de la actividad ganadera se debe a que en el departamento Comandante Fernández, por la calidad de los suelos y su relación histórica con el cultivo del algodón, pilar del desarrollo productivo provincial, ha primado la actividad agrícola. (Ministerio de la Producción. 2001).

Estructura urbana.

La ciudad se halla implantada con orientación muy próxima a la Norte – Sur, el desarrollo de la planta urbana es de resolución morfotipológica colonial; con estructura ortogonal, respondiendo a las leyes de Indias.

El eje estructurante básico a nivel de relación intraurbana son las vías del FFCC, dividen la ciudad en tres zonas ya que en la descarga de nuestra cuenca se inicia un ramal con dirección Norte hacia la localidad de Tres Isletas. La zona Norte está subdividida en Zona Noroeste y Zona Noreste por las vías abandonadas que tenían como destino las ciudades del norte como Tres Isletas y Juan José Castelli; y la Zona Sur, separada de la zona Norte por el ramal en funcionamiento que une Barranqueras con Metán en la provincia de Salta. En los últimos tiempos, esta zona creció al sur de la zona Sur de la ruta nacional N° 16.

El punto de referencia principal a nivel urbano es la plaza central “General José de San Martín” que se ubica entre las calles pares 12 y 10 e impares calles 5 y 7, o sea que define, juntamente con la calle San Martín, calle 12, el límite Oeste del área de estudio o cuenca de la avenida Francisco canteros (304). Alrededor de esta plaza y sobre la calle 12, se asientan importantes edificios como el obispado, la iglesia catedral, Banco de la Nación Argentina, Banco del Chaco S.A., la Dirección de Cultura, Establecimientos educativos, estación de servicio, el Complejo Termal de la ciudad y el hotel Gualok en la misma estructura. Plano N° 16.

Las calles primarias más importantes que recorren de Sur a Norte la ciudad son las siguientes: Calle “Servicio Penitenciario” Calle 44, que va desde la ruta nacional N° 16 hasta el final de la zona urbana determinada por la calle 71, conectándose con la ruta provincial N° 28; con el mismo recorrido la avenida “Malvinas Argentinas” calle 28, que en el tramo que va desde la ruta hasta las vías es de un ancho de 20 metros y pasando ésta su ancho es de 50 metros transformándose en el límite Oeste del casco urbano; Calle “San Martín” o calle 12, esta es la calle principal de la ciudad, Constituye el límite Oeste de la cuenca, también al igual que las anteriores principalmente va desde la ruta nacional N° 16 hasta el límite de la zona urbana en la calle 71, inclusive conectando con las colonia más próximas como “Pampa Alegría” ubicada unos 15km al Noroeste; Estas tres arterias, tienen una continuidad al llegar a las vías del Belgrano cosa que no ocurre con muchas calles, así la avenida Independencia que se inicia en la ruta nacional N° 16 no tiene paso a nivel, convirtiéndose en la avenida Hipólito Irigoyen o avenida 2 límite Este del casco urbano.

En tanto que, entre las calles primarias de mayor importancia se pueden identificar a las calles 9, 17, 33, 51 y 71, esta última es el límite de la zona protegida con defensas contra las inundaciones provenientes del área rural superior. Todas estas calles se inician en la ruta nacional N° 95 y cruzan la totalidad de la trama urbana ya que todas tienen paso a nivel sobre las vías abandonadas del Belgrano en su ramal hacia el Norte.

Este análisis, pretende demostrar que el área de la cuenca de la avenida Francisco Canteros (304), está implantada en pleno centro y limitada por calles de importancia para el desarrollo urbano, que conectan el área no sólo con los distintos sectores de la ciudad sino que también cuando la infraestructura de pavimento se construya se convertirá en la principal arteria de ingreso y salida de ómnibus de larga distancia que tienen a la ciudad de Sáenz Peña como punto de concentración ya que aquí concurren dos importantes rutas nacionales.

IX.4. Diagnóstico del medio natural.

La ciudad de Presidencia Roque Sáenz Peña se sitúa en el centro de la Provincia del Chaco, y cuenta según datos censales del año 2001 con más de 76.794 habitantes, lo que le condiciona su categoría como segunda ciudad en importancia dentro de la provincia, favorecida además por su situación geográfica estratégica en el corazón del domo central agrícola de la región.

La ubicación geográfica de los límites del ejido municipal en la topografía y morfología del área condicionan las características del drenaje superficial de los excesos pluviales generados en la ciudad, que se vierten predominantemente hacia el sistema hidrográfico de la cuenca del Río Tapenagá, según puede observarse en la Figura 46, a través de una serie de canales urbanos internos que descargan en 2 canales rurales principales: el sector Sudoeste de Sáenz Peña lo hace hacia el canal Bajo Hondo II, mientras que el sector de la cuenca de la avenida Francisco Canteros lo hace hacia el canal SADE, canal este que hacia aguas abajo también descarga en el Bajo Hondo II. Solo la porción extrema ubicada al Nordeste del ejido municipal (zona no coloreada) no pertenece a la cuenca del Tapenagá, aunque se trata en gran medida de una zona muy escasamente urbanizada. El

sentido regional del escurrimiento superficial es desde el Noroeste (aguas arriba), hacia el Sudeste (aguas abajo), siendo la descarga final, el valle de inundación del Río Paraná.

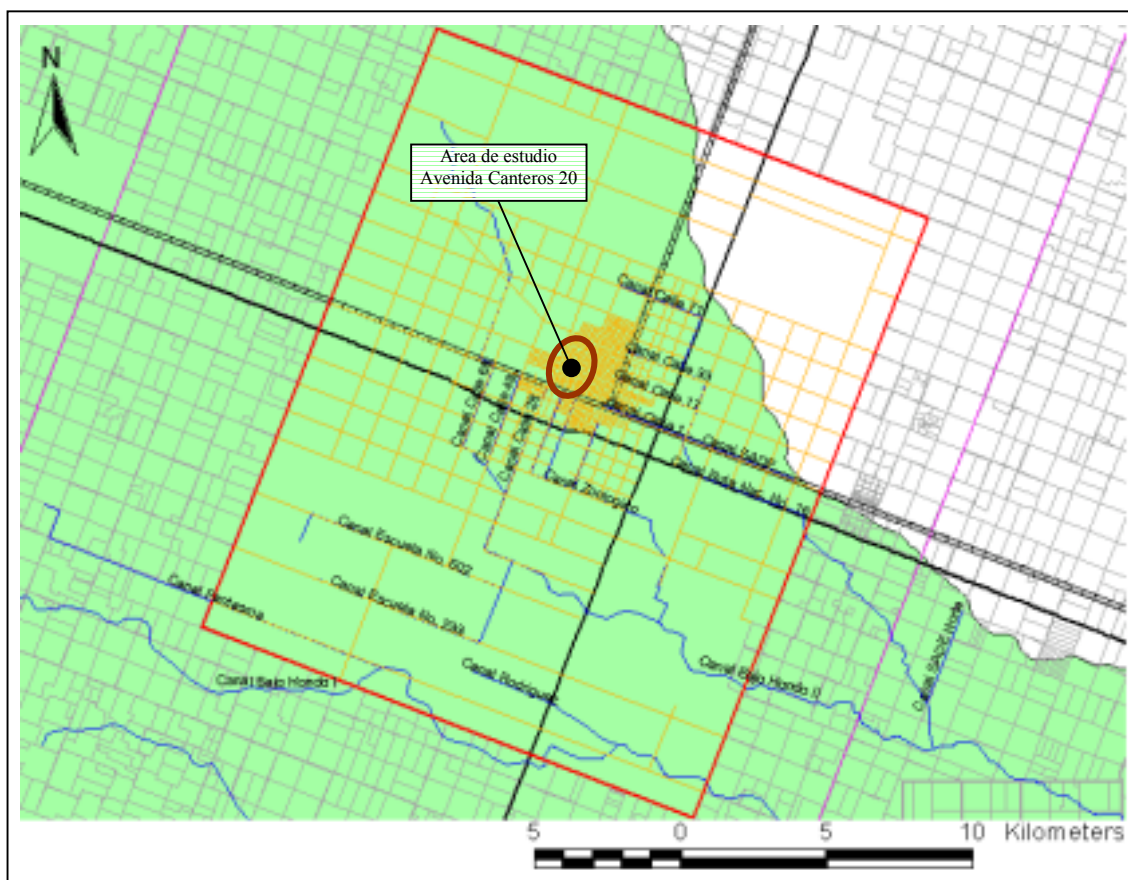


Figura 47: Ubicación de los límites del ejido municipal de la localidad de Presidencia Roque Sáenz Peña (línea roja), con identificación de canales urbanos y rurales principales y rutas principales. El área sombreada en verde pertenece a la cuenca del Río Tapenagá.

La ciudad de Sáenz Peña se sitúa en un ambiente topográfico de llanura aluvial con muy baja pendiente regional (20 a 40 cm/km), lo cual dificulta considerablemente la evacuación de los excedentes pluviales tanto urbanos como rurales, más aún si se tiene en cuenta la precariedad e insuficiente diseño y mantenimiento de los canales urbanos, que entorpece la operatividad y funcionamiento del drenaje global.

En la actualidad, el Ministerio de la Producción y la Administración Provincial del Agua se encuentran implementando el denominado “Saneamiento Hídrico y Desarrollo Productivo para la Línea Tapenagá”, que se trata de un proyecto integral, de gestión de los recursos hídricos y agropecuarios. En el marco de dicho proyecto, se está ejecutando como componente hídrica, una obra de canalización troncal que vinculará los canales urbanos y rurales de la zona de Presidencia Roque Sáenz Peña (cuenca Alta Río Tapenagá), con el cauce del Río que da nombre a la cuenca, ubicado aproximadamente unos 100km aguas abajo de la zona visualizada en la Figura 46. Una vez que se concluya esta conexión, indefectiblemente traerá aparejado una normalización en el escurrimiento general de la zona, asociándose asimismo un mejoramiento en la capacidad de transporte de los excedentes pluviales de Sáenz Peña.

El régimen anual de precipitaciones para la zona de Sáenz Peña es del orden de entre 1000mm y 1100mm, según puede apreciarse en la Figura 45 que muestra las líneas de isohietas medias anuales de toda la cuenca del Río Tapenagá.



Figura 48: Distribución de las líneas de isohietas medias anuales (serie 1956/2001) en el ámbito de las cuencas Alta, Media y Baja del Río Tapenagá, con la distribución de las estaciones pluviométricas de la red Policial – Administración Provincial del Agua con incidencia en la cuenca.

Este régimen de precipitaciones es muy variable año tras año, encontrándose en los registros anuales variaciones muy sensibles a los valores medios aquí presentados, con datos mínimos que rondan los 550mm por año y máximos de hasta 1460mm en un año. Asimismo, este régimen anual es fuertemente variable a lo largo de un año cualquiera. Durante los meses más cálidos se concentra el mayor porcentaje de las precipitaciones mientras que en los meses de invierno, las lluvias son considerablemente mínimas.

El régimen de temperaturas medias mensuales para la región de Presidencia Roque Sáenz Peña (y consecuentemente los valores de evapotranspiración potencial), oscilan en promedio según se observa en el siguiente cuadro:

Sáenz Peña	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	AÑO
Temperaturas medias [° C]	19	22	24	26	28	27	25	21	19	16	15	18	22
EVT Potencial [mm/mes]	62	92	121	160	168	141	118	76	52	35	32	50	1107

Tabla 41: Temperaturas medias mensuales y evapotranspiración potencial (Thorntwaite) para la estación de Presidencia Roque Sáenz Peña, según año hidrológico.

Puede observarse que los valores de evapotranspiración son relativamente altos en los meses de mayores precipitaciones (meses de verano). Sin embargo, esta condición no mejora ni se evidencia en el drenaje urbano que sin dudas, tiene tiempos de residencia mucho menores, del orden de apenas algunas horas y/o días.

Durante los meses más cálidos se concentra el mayor porcentaje de las precipitaciones mientras que en los meses de invierno, las lluvias son considerablemente mínimas.

Alrededor del 40% de la superficie está compuesta por cobertura boscosa ubicada sobre albardones y lomas medias, el resto de la superficie se encuentra ocupada por cultivos y pastizales que se asientan sobre lomas medias y bajas. Intercalados entre los bosques y pampas se localizan áreas bajas, planas y cóncavas con problemas de anegabilidad.

El sistema de drenaje del departamento está constituido por paleocauces de ríos actualmente inactivos “caños”. En el sector noroeste del departamento hay “caños” bien definidos que pueden trabajar como cauces de agua intermitente en época de lluvias excesivas, pero que en general se ocupan con sembrados. En el sector sur hay caños canalizados (Canales Bajo Hondo I, II y III) utilizados para el desagüe de las Colonias Napenay y Bajo Hondo.

Geológicamente corresponde a una cuenca tectónica rellena por sedimentos variados, en especial eólicos, y que por debajo de los sedimentos recientes hay un domo constituido por rocas metamórficas proterozoicas denominado Dorsal San Hilario, que hace que el área adquiera una suave convexidad y como consecuencia se conozca como Domo Central o Planicie Central.

El material originario de los suelos corresponde al grupo de los transportados por el viento (loess) y por el agua, aluvial local y arcillas lacustres. El loess está constituido por partículas limosas ricas en carbonato de calcio y el aluvial por arcillas, limos y arenas y que dieron origen a suelos poco desarrollados, perfil tipo A – C y desarrollados sobre material fósil, perfil tipo A – B – C, donde se encuentran materiales con predominio de arcilla a partir de los 20 cm.

Los suelos de acuerdo a sus características y propiedades, tales como el tipo y posición en el relieve, textura, estructura, permeabilidad, dotación de materia orgánica y nutriente entre otras, le otorgan capacidades y aptitudes de uso, que en la provincia se trata de agricultura, ganadería y producción forestal.

Estas capacidades y aptitudes se clasifican en ocho clases, siendo sus características más sobresalientes las siguientes:

- | | |
|------------------|--|
| <u>Clase I:</u> | Suelo sin limitaciones importantes por lo que es posible un amplio rango de explotación, incluyendo forraje cada cinco o seis años para incluir materia orgánica al suelo. |
| <u>Clase II:</u> | Ligeras limitaciones para cultivos, requieren prácticas simples de manejo y conservación de suelos; |

- Clase III: Tienen limitaciones moderadas para cultivos y requieren prácticas especiales de manejo y conservación;
- Clase IV: Limitaciones severas que restringen la elección de cultivos;
- Clase V: Son suelos inundables, utilizables por la ganadería o forestación;
- Clase VI: Limitaciones severas para cultivos, riesgos elevados de anegamiento, suelos ganaderos y forestales;
- Clase VII: Limitaciones muy severas, de uso ganadero o forestal.
- Clase VIII: Suelo sin utilidad práctica para uso ganadero o forestal, pero pueden servir como lugares de recreo, vida silvestre, etc.

En el cuadro a continuación se muestran las áreas que ocupan las distintas clases de suelos (capacidad de uso) y se referencia con el total provincial.

Cuadro de clases de capacidad de uso de los suelos del Departamento Comandante Fernández en comparación con los datos provinciales.

	<i>Clases de suelos por capacidad de uso en hectáreas</i>							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Departamento Comandante Fernández	0	56100	60700	10800	4400	8900	500	0
Total Provincial	9200	1400000	1500000	3600000	800000	2100000	480000	4800

Tabla 42: Clases de Suelo por Capacidades de uso en hectáreas. Fuente: Dirección de Suelos y Agua Rural del Ministerio de la Producción.2.005

Tal como se especificara en el punto 7 del Diagnóstico ambiental del medio antrópico, la calidad del aire suele verse afectada por la emisión de humos provocadas por las quemas de vegetación proveniente de podas y residuos vegetales así como de basura domiciliaria.

También la polvareda provocada por el tránsito de vehículos en las calles de tierra afecta la calidad del aire.

Los vecinos, buscan elevar el nivel topográfico de la calle para mejorar el tránsito en las situaciones de anegamiento, utilizando para ello una mezcla de tierra con escombros, alterando las cotas del terreno, las pendientes naturales y con ello el drenaje hacia canales o zanjales laterales y colectores.

No se detectaron molestias por emisiones de ruidos relativos al tránsito, los que son de muy bajo nivel sonoro.

La abundante arborización de las veredas, es una respuesta al rigor del clima muy cálido, estableciendo una fuerte relación verde – construido a nivel vivienda.

Es muy común observar que acercándose el medio día, los vecinos de los distintos sectores de la ciudad, sacan sus silletas y se sientan bajo la sombra de los árboles en las veredas.

Los árboles de las veredas son de altura media, promediando los 6 metros, de copa frondosa, desarrollan una volumetría esférica y arrojan una sombra compacta. Las especies son variadas, observándose en forma alternada: Lapachos, Casuarinas, Ficus, Gomeros, Moras, Paraísos, Sauces, Ceibos y Chivatos.

IX.5. Diagnóstico del medio antrópico.

Perfil urbano.

El perfil urbano es bajo y uniforme, está conformado por edificaciones de planta baja y dos pisos como máximo.



Figura 49: Calle San Martín o calle 12, principal arteria de la ciudad, esencialmente comercial.

Espacios verdes y/o recreativos.

Hay muy pocos espacios verdes, las plazas existentes se hallan separadas a distancias mayores a 800 metros en todos los casos.

Estos se reducen a los canteros que se hallan delante de las viviendas y parterres de avenidas como el de la Yrigoyen.

No hay un equilibrio entre los espacios exteriores urbanos que se comportan como pulmones verdes de la ciudad y los espacios construidos.

Degradación de la imagen urbana.

Los anegamientos provocados por las lluvias, la acumulación y estancamiento de agua en las calles y la repetición de esta situación, produce un deterioro en las construcciones, lo que se manifiesta en fachadas e interiores a través de marcas que indican los distintos niveles alcanzados por el agua. Las manchas de humedad, el mal estado de las carpinterías, los revoques caídos la decoloración y desprendimiento en capas de las pinturas, así como los pequeños muros de contención que los vecinos construyen para impedir el ingreso del agua a las viviendas, producen la degradación de la imagen urbana.



Esquina de avenida 2 y calle 307



Esquina de avenida 2 y calle 305

Calidad de vida.

La situación de anegamiento dificulta el desarrollo de todas las actividades, (laborales, productivas, educativas, culturales y recreativas), alterando el ritmo de trabajo y los horarios habituales de las personas que habitan o transitan el área.

Se alteran las condiciones mínimas de habitabilidad al producirse la afectación de la calidad sanitaria de las viviendas y su entorno, pues las aguas de precipitación se contaminan con excretas y basuras.

Cuando ingresa el agua a las viviendas ocasiona una pérdida paulatina pero progresiva del patrimonio de los afectados, deteriorando sus muebles y todas sus pertenencias, produciendo ello un perjuicio económico y se aumenta el riesgo de accidentes eléctricos en el hogar.

Además se produce una afectación emocional y pérdida de estima social de los vecinos, lo que se traduce en la falta de predisposición para reparar o realizar mejoras en sus hogares, lo que está íntimamente relacionado con las necesidades insatisfechas de la gente ante la protección contra eventualidades.

Componentes que engloban en conjunto lo que se define como la calidad de vida de los habitantes de la cuenca.

Desarrollo socio – económico y cultural:

Las actividades productivas (comerciales e industriales) podrían verse potenciadas con nuevas inversiones, así como también la modernización y mejoramiento de las residencias familiares, pero las mismas están supeditadas, a la vigencia del problema de anegamiento, esto se pudo observar de los en comentarios formulados por los vecinos de la cuenca ante la noticia del estudio que se realiza.

Se puede predecir que al solucionarse el problema de los desagües, esta área en estudio totalmente degradada, podría integrarse a la zona comercial y permitir su desarrollo y crecimiento, ya que espacialmente por su cercanía al centro comercial de la ciudad se encuentra en una posición inmejorable. Hasta se podría arriesgar un preconcepto asegurando que el área constituye una barrera que frena el progreso de la ciudad hacia el Este.

Densidad edilicia.

En el área de estudio, la edificación está distribuida en las manzanas, en forma abierta, definiendo un entorno ajardinado asociado con el espacio libre de la parcela y la expansión hacia las veredas. Las manzanas más próximas a la calle 12 evidencian una densificación de construcciones mayor que disminuye notablemente hacia el este.



Figura 50: Mosaico aerofotográfico del área de influencia del proyecto en la ciudad de Presidencia Roque Sáenz Peña (Foto año 1998).

Muchas de las viviendas existentes, se hallan desocupadas o abandonadas como consecuencia de la falta de desarrollo urbano de la zona producto fundamentalmente por la falta de infraestructura de pavimento y el anegamiento permanente que sufre el sector de la cuenca que se ubica entre la avenida Yrigoyen (2) y Canteros (304), y es campo propicio para concentración de intrusos.



Vivienda abandonada sobre calle 300.



Casa en estado de abandono sobre calle 302.

También existen numerosos terrenos baldíos que por el escaso o nulo mantenimiento son usados como basurales espontáneos, o que los pastos crecidos facilitan la proliferación de roedores y alimañas.

Circulación y transporte.

Las veredas son angostas, están protegidas por la sombra de la abundante arboleda existente y albergan canteros y canales de desagües pluviales.

Gran porcentaje de baldosas están flojas, rotas o faltan.

En el espacio que el Reglamento de Construcciones de la ciudad establece que debe reservarse para veredas, en lugar de contrapiso y baldosas en muchas de ellas, se ha dejado crecer el pasto, que se mantiene cortado a modo de extensión de los jardines en el frente de las viviendas.

La circulación vehicular de las calles no asfaltadas, es de poca frecuencia y el desplazamiento de los vehículos es a baja velocidad.

El mayor flujo se concentra en horarios pico, como las primeras horas de la mañana, las del medio día, y se compone fundamentalmente por vehículos que van o retornan a sus hogares, desde las escuelas o trabajos.

Las calles asfaltadas, en cambio, tienen mayor circulación, por la proximidad con el centro y por el tránsito desviado desde las calles de tierra.

La circulación vehicular, presenta una importante dificultad los días de lluvia, ya que el tránsito se interrumpe completamente sobre las calles de tierra de la cuenca y sobre todo en los días

de lluvia sobre las avenidas Yrigoyen y Canteros, por el riesgo que representa la altura de agua alcanzada y además porque los vecinos cortan la calzada para evitar que el tránsito de los vehículos provoquen olas que entren a las viviendas, evitando así algo de los daños provocados por el oleaje de los vehículos.

Se ha notado la existencia de carritos de tracción a sangre, conducidos en la mayoría de los casos por niños o adolescentes que llevan a cabo un cirujeo. Esta actividad, deja como saldo basura tirada en forma desordenada, pues destruyen las bolsas en las que los vecinos depositan las mismas.

Estado de conservación de las construcciones existentes.

En la cuenca hay construcciones nuevas y de las viejas, estas últimas por lo general están muy descuidadas y sin mantenimiento; en el sector de la cuenca con calles de tierra las casas afectadas por el anegamiento conservan la marca del nivel alcanzado por el agua a 30 o 45 centímetros sobre el nivel de vereda o como en los casos que ilustran las fotografías protegen la puerta de ingreso o realizan levantes de la vereda en forma exagerada violando el reglamento de construcción, todo con el fin de protegerse.



Figura 51: Marcas testigos del nivel alcanzado por el agua en períodos de anegamiento y protección de puertas e ingresos.

Todas las casas evidencian deterioros producidos a causa del anegamiento, revoques, pinturas, capas aisladoras, aberturas, veredas, pisos, etc., ocasionando perjuicios económicos a sus propietarios, quienes perdieron el interés por mantener y mejorar sus viviendas; lo que se traduce en la alteración y desmejoramiento de la imagen urbana.

En el área en cuestión hay viviendas abandonadas, sin mantenimiento y que en muchos casos están en ruinas, como las que ilustran las fotografías anteriores.

Valor y usos del suelo

El uso del suelo es básicamente residencial, de viviendas unifamiliares, hay comercios pero agrupados en calles como la San Martín (12) (calle principal), sobre avenida Yrigoyen (2) (muy pocos) y sobre calle John F. Kennedy (309), los pequeños almacenes y kioscos se distribuyen en

forma aleatoria. Esto responde a las condiciones desfavorables que ofrece la zona para la instalación de comercios importantes o el asentamiento de otras actividades productivas.

Los vecinos fueron testigos del traslado de comercios que se habían instalado en las zonas anegables y se vieron en la necesidad de dejar la zona, por ejemplo en la avenida Yrigoyen (2).

La cuenca tiene dos zonas bien definidas, la parte alta de la cuenca y la baja cuyo límite se encuentra aproximadamente sobre calle Juan José de Urquiza (6), la parte baja de la cuenca se caracteriza por el bajo valor de las propiedades, producido por las causas antes expuestas. Esto trae aparejado el bajo o casi nulo movimiento inmobiliario, por las escasas posibilidades de venta, y aún así la gente intenta desprenderse de las propiedades.

Alteración de las condiciones de saneamiento básico.

Al anegarse la zona, entra a las viviendas agua contaminada por residuos urbanos mezclados con los líquidos cloacales ya que la parte alta de la cuenca cuenta con este servicio, desaguando posteriormente en los canales.

En apariencia, el manejo de la basura tiene algunas falencias, el sistema de recolección de residuos no es lo suficientemente eficiente, lo que provoca la acumulación de la misma.

Por otra parte, los vecinos carecen de conciencia urbana y conducta ciudadana, pues arrojan basura en cualquier lado.



Figura 52: Acumulación de basura sobre calles y canales.

Esta situación es una constante que produce la depreciación del área, pero es necesario destacar que se ha observado que la misma se repite en distintos sectores de la ciudad.

Estado y afectación de la infraestructura.

El área está provista de toda la infraestructura necesaria, red de energía eléctrica, Plano N° 17; red de telefonía, Plano N° 18; red de agua potable, Plano N° 19; red de cloacas, Plano N° 20; circuitos cerrados de televisión por cable.

El único canal de desagües pluviales es a cielo abierto y se ubica en la calle Luis A. Barco (311) desde avenida Yrigoyen (2) hasta calle Moreno Villa (302), es de forma rectangular construido en mampostería, mantienen dimensiones constantes a lo largo de su recorrido de 221 metros, alcanzando 1.07 metros de ancho por 0.80 metros de profundidad, no cuenta con elementos de seguridad o protección para peatones y en los ingresos a propiedades posee durmientes de madera dura que permiten el paso vehicular.



Figura 53: Canal calle Luis A. Barco (311). Cruces peatonales y vehiculares.

Se han observado residuos sólidos acumulados en el fondo de estos canales, lo que sumado al crecimiento del pasto, impide su normal funcionamiento.



Figura 54: Basura en el fondo de los canales y pastos crecidos.

Estado del equipamiento urbano existente.

Como consecuencia del deterioro y condiciones desfavorables de toda el área, el equipamiento no puede ser usado en todo su potencial, se vuelve dificultoso el acceso a los mismos los días de lluvia y su mantenimiento requiere mayor esfuerzo y dedicación de sus responsables (limpieza de pisos post-anegamiento, desagote del agua acumulada, etc.)

Se ha observado que algunos edificios con amplios terrenos, son usados como basurales, como el caso particular de las escuelas.

Conservación del patrimonio cultural, del patrimonio modesto y/o sitios significativos.

Como se expresara en el punto “*Antecedentes y Consideraciones Generales*” de este diagnóstico ambiental, el FFCC es un elemento importante desde el punto de vista histórico y también lo es como elemento conformador y estructurante de la ciudad.

Por lo que se considera significativo no sólo la estación de trenes, que se encuentra en el área específica de estudio en avenida Sarmiento (1) entre calle M. Belgrano (10) y J. J. Urquiza (6), sino también todas las construcciones ferroviarias y su entorno inmediato, como el trazado de las vías y sus espacios contiguos, casillas de los guardabarreras, galpones, etc.



Figura 55: A la izquierda estación de trenes, y Museo de la Ciudad a la derecha conforman el entorno ferrocarrilero.

En cuanto a las señales, se ha comprobado que están muy deterioradas, no tienen el mantenimiento adecuado.



IX.6. Identificación de los Impactos Ambientales.

IX.6.1. Etapa de Estudios

La fase de estudios, tanto los básicos de ingeniería, como los de proyecto y ambientales ha generado interés y aceptación por gran parte de los vecinos de la cuenca, así como de los actores municipales que participaron en consultas y charlas. En el caso de los vecinos, se encontraron algunos con cierta reticencia a creer en el abordaje del problema de los anegamientos, esto es producto del prolongado tiempo que ha transcurrido desde la aparición de los primeros inconvenientes, por lo que se considera un impacto ambiental positivo.

IX.6.2. Etapa de Construcción

Esta etapa será la de mayores efectos o impactos negativos de media y relativa magnitud que podrán atenuarse aplicando medidas de mitigación.

La atmósfera se verá afectada en dos de sus cualidades representativas, la calidad y el ruido. Durante la construcción, la incidencia de estos factores es negativa especialmente en el área operativa y en los lugares donde se producen las actividades vinculadas a la obra, directa o indirectamente.

En la calidad del aire se presenta un aumento temporal de partículas en suspensión y sedimentables, además de gases fundamentalmente por el movimiento de suelos, excavaciones, circulación, movimiento de maquinarias y vehículos dentro y fuera del área y la operación de la planta de elaboración de materiales, depósitos e instalación del obrador.

En cuanto al ruido se producen incrementos temporales de los niveles sonoros tanto continuos (circulación de maquinarias) como puntuales (excavaciones, construcción de conductos y sumideros), operación de planta de elaboración de hormigón, carga y descarga en el depósito de materiales.

Los impactos más relevantes son la destrucción directa de las características de los suelos, compactación, pérdida de volúmenes de tierra y contaminación por vertidos de residuos en el obrador, depósito y planta elaboradora de materiales, excavaciones y construcción de los conductos de hormigón, así como el riesgo de derrames accidentales y fallas técnicas.

Un punto importante que se deberá considerar es que existe una gran demanda de suelo en la zona y todo el material sobrante de las excavaciones para el emplazamiento del conducto y sumideros, será aprovechado por el municipio local para el alteo de calles y caminos rurales, hecho que se considera impacto positivo.

Los recursos hídricos son analizados desde el punto de vista de los escurrimientos de agua pluvial en el área operativa, la calidad de la misma y el riesgo de contaminación en la obra, en el obrador, depósito y planta de elaboración de hormigón.

En la construcción se van alterar los escurrimientos ya que se van a realizar excavaciones para el emplazamiento de los conductos de hormigón.

En el área de servicios, obrador, depósito y planta de elaboración de materiales se van a generar residuos peligrosos (aceites usados de motores) además de los residuos provenientes de comedor y sanitarios, situación que generará contaminación del suelo y el agua.

La vegetación se ve afectada por la excavación y construcción de conductos y sumideros ya que provocará la remoción de algunos árboles que luego de terminada la misma deberá preverse su reposición.

En el medio socioeconómico, la ocupación y empleos se verán favorecidos ya que las actividades preliminares de armado de obrador, excavaciones, construcción de conductos y operación de maquinarias requerirán mano de obra local para diversos trabajos como el de mantenimiento y seguridad, razón por la cual se podrá evaluar como impacto positivo.

Las actividades productivas así como las de servicios (salud, educación, recreación y tránsito) y condiciones de habitabilidad serán afectadas de manera negativa por las acciones de implantación y operación del obrador, planta de elaboración de materiales, depósito, excavaciones, movimiento de maquinarias y construcción de conductos, ya que el área será restringida a la circulación y al movimiento habitual de dichas actividades lo que repercutirá en la alteración de la productividad.

El paisaje urbano será afectado por las acciones de implantación y operación del obrador, planta de elaboración de hormigón, depósito, excavaciones, movimiento de maquinarias y construcción de conductos ya que se producirá una degradación del mismo por intrusión visual, habrá restricción de accesibilidad y una transitoria desvalorización de dicho paisaje por la incorporación de condiciones sonoras no deseadas.

Por otra parte estas mismas acciones afectarán al medio perceptivo y cultural, ya que se producirán molestias e incomodidades en lo referente a hábitos y costumbres de los vecinos que habitan y circulan por el área operativa, así como por expectativas o temores de salida temporaria de operación de los servicios existentes (infraestructura, transporte, etc.).

El suelo, las condiciones de habitabilidad, viviendas y paisaje se verán impactadas de manera negativa ante eventuales derrames accidentales de provoquen contaminación o por fallas técnicas u operativas que pongan en riesgo la seguridad de las personas y/o sus bienes.

IX.6.3. Etapa de Operación

Los principales impactos positivos se visualizan en esta etapa ya que el funcionamiento esperado de todos los componentes de la obra, complementadas por las acciones de mantenimiento (limpieza y desbarre de conductos y reparación de sumideros) asegurarán el escurrimiento previsto de las aguas.

La calidad y drenaje de las aguas, el desarrollo del área y la relación con las actividades productivas, de servicios, equipamiento, habitabilidad, valorización y usos del suelo, calidad de vida, paisaje urbano, patrimonio cultural y hábitos y costumbres son los receptores de estos impactos positivos.

IX.7. Matriz de identificación y valoración de impactos

IX.7.1. Identificación de impactos

Identificados los impactos ambientales que produce la obra, se utiliza en esta oportunidad una matriz del tipo causa-efecto, que consiste en un cuadro de doble entrada en cuyas filas figuran las acciones impactantes durante las etapas de construcción y operación de la obra referidas a: estudios, tareas preliminares (implantación de obrador, depósito de materiales, planta elaboradora de materiales), movimiento de suelos (excavaciones), estructura (construcción de conductos), transporte dentro y fuera del área de servicios, construcción de estación de bombeo, protección de obras de infraestructura, movimiento de maquinarias, riesgos de derrames accidentales y fallas operativas, mantenimiento (desmalezamiento y limpieza de conductos y sumideros) y derrames accidentales en la operación.

En las columnas del Cuadro N° 1, figura el medio receptor con sus componentes: medio natural (atmósfera, suelos, recursos hídricos, vegetación, fauna), medio socioeconómico (población, actividades productivas, infraestructura, equipamiento, Tránsito y transporte y Valorización y uso del suelo) y medio cultural y perceptivo (aceptación e interés social, calidad de vida, paisaje urbano, patrimonio histórico cultural y hábitos y costumbres).

El punto de intersección determinado por las filas horizontales (que se denominan acciones) con las columnas verticales (que definen el medio receptor) identifica los impactos ambientales evaluados.

IX.7.2. Cuantificación de impactos

La cuantificación de los impactos se realiza mediante la correlación de las acciones impactantes con el medio impactado, evaluándose la importancia del impacto ambiental o grado de manifestación cuantitativa a través de la:

- 1) **Incidencia: positiva o negativa**, si la acción es beneficiosa o perjudicial sobre el medio receptor. (En el caso de que el impacto sea de incidencia positiva la celda de la planilla será de color verde y en caso de que sea de incidencia negativa la celda de la planilla será de color rojo).
- 2) **Intensidad: alta, media o baja**. Se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el medio en el ámbito específico donde actúa. Los impactos positivos, son representados con color verde oscuro, verde medio o verde claro y los impactos negativos con color rojo oscuro, rojo medio o rosado.

Consejo Federal de Inversiones – Informe Final

Consejo Federal de Inversiones – Informe Final

Pág. 202

Consejo Federal de Inversiones – Informe Final

Consejo Federal de Inversiones – Informe Final

Consejo Federal de Inversiones – Informe Final

Pág. 202

- Consejo Federal de Inversiones – Informe Final

- Los impactos positivos, se esperan en prácticamente todas las acciones de la obra, sobre todo en la ocupación y generación de empleos y en la aceptación e interés social de la obra.
- En la etapa de operación de la obra, la mayoría de los impactos serán positivos de mediana intensidad a largo plazo, y predominantemente indirectos.
- Los impactos negativos esperados en la operación, son de baja intensidad, directos o indirectos y a largo plazo, como ejemplo se puede citar el caso de que sucedan derrames accidentales que incidan sobre la calidad del suelo, los recursos hídricos, la habitabilidad y el paisaje urbano.

IX.8. Plan de mitigación, monitoreo y control

El “Plan de mitigación, monitoreo y control”, es un instrumento que adopta las medidas de manejo ambiental para la prevención y mitigación de los impactos negativos originados por la construcción de la obra y posteriormente en la etapa de operación.

Para la etapa de Construcción, la ejecución del “Plan de mitigación, monitoreo y control”, estará a cargo de la empresa contratista, debiendo presentar los informes para control y verificación a la supervisión de la obra.

En la etapa de Operación esta “Plan de mitigación, monitoreo y control”, estará a cargo del municipio, delegando esta acción en las áreas correspondientes.

Objetivos

- Asegurar el cumplimiento de la legislación ambiental vigente.
- Asegurar y controlar el cumplimiento de las medidas de mitigación y ante hechos no previstos, proponer las acciones correctivas.
- Introducción de las modificaciones necesarias en todos aquellos aspectos que resulten focos de conflictos ambientales, tanto en el medio natural, perceptivo como en el medio socioeconómico.

Diseño y organización del plan

El Plan, surge del análisis de las distintas etapas de la obra (construcción y operación) y de las actividades que se llevarán a cabo para identificar el riesgo ambiental que cada una de ellas origina. De esta manera, se podrá establecer las correspondientes medidas y procedimientos de manejo ambiental y para prevenir o mitigar dicho riesgo.

IX.8.1. Etapa de Construcción

Medidas de mitigación

Acciones impactantes	Medidas de Mitigación
Obrador, planta de elaboración de hormigón, depósito de materiales (arena, piedra, hierro, maderas, encofrados, caños).	<ul style="list-style-type: none"> a) Previo a la instalación, el Contratista presentará para aprobación por parte de la Supervisión, un croquis detallado, mostrando ubicación del obrador y planta de elaboración de hormigón con sus partes y detalles. Además, deberá presentar un registro gráfico (fotografías) de la situación previa a la obra, para asegurar su restitución plena. Se requerirá autorización a la no objeción municipal para la instalación. b) Presentar a la supervisión las características técnicas de la planta de elaboración de hormigón inherente a emisiones de ruidos que no serán sobrepasados durante su funcionamiento. Deberán extremarse las medidas para el buen funcionamiento en estos aspectos. c) Podrá emplazarse en propiedad privada con la autorización correspondiente. d) El sitio se señalizará para alertar sobre el movimiento de maquinarias, equipos y camiones. e) Los residuos sólidos, se depositarán adecuadamente para el retiro por el servicio municipal de recolección. El pozo séptico y la fosa de residuos sólidos deberán cumplir con los requerimientos ambientales de impermeabilización y tubería de infiltración. f) Para el tema de residuos peligrosos (aceites, lubricantes, otros), debe regirse de acuerdo la Ley Provincial N° 3.946 y su decreto Reglamentario N° 578/05 que establecen las normas sobre generación, manipulación, transporte y/o disposición final. g) El emplazamiento contendrá equipos de extinción de incendios y un responsable con material de primeros auxilios y deberá mantenerse en perfectas condiciones de funcionamiento durante todo el desarrollo de la obra. h) Una vez terminados los trabajos, se deberán retirar del obrador, todas las instalaciones fijas o desmontables que el contratista hubiera instalado para la ejecución de la obra, como así también eliminar las chatarras, escombros, cercos y divisiones. Se deberán rellenar pozos, desarmar o rellenar las rampas para carga y descarga de materiales, maquinarias, equipos, etc. i) El obrador, los depósitos y la planta de elaboración de hormigón serán desmantelados una vez que cesen las obras, dejando el área en perfectas condiciones e integrada al medio ambiente circundante, debiendo documentar con fotografías. j) Se recomienda, instalar el obrador en lugar despejado, de fácil identificación y accesibilidad, con la señalización correspondiente. k) Se recomienda la utilización de mano de obra local para trabajos

	inherentes a esta actividad.
Excavaciones no clasificadas	<ul style="list-style-type: none"> a) Reconocimiento del área operativa de la obra con el objeto de identificar sitios frágiles. b) Dada la magnitud de las excavaciones se deberán tomar las medidas de seguridad tales como vallado, cercado del área y vigilancia durante las 24 horas del día para evitar accidentes de personas. c) Se deberá asegurar un adecuado sistema de desagües transitorios dentro de la obra, a fines de evitar anegamientos peligrosos o molestos para los operarios y vecinos. d) En el aprovisionamiento de combustible y mantenimiento de maquinarias y equipos, incluyendo lavados y cambios de aceite, se evitará el vertido al suelo. e) El suelo o material sobrante de las excavaciones, se depositará en lugares previamente aprobados por la supervisión. Cuando sea posible se evitará el depósito en pilas que excedan los dos metros de altura. Dichas pilas deberán tener forma achatada para evitar la erosión. No se depositará material excedente de las excavaciones en las proximidades de líneas de desagüe.
Construcción de conductos de hormigón armado y sumideros	<ul style="list-style-type: none"> a) Priorizar la utilización de mano de obra local en tareas de construcción y apoyo logístico. b) Cumplimiento de la normativa de seguridad en la construcción (Decreto Nacional N° 911/96) y Resoluciones de la Superintendencia de Riesgos del Trabajo (N° 231/96 y 51/97); Legajo Técnico, Programa de Seguridad y Programa de Capacitación. c) Se deberá instalar carteles sobre prevención accidentes. d) Se identificará toda obra de infraestructura urbana, de servicios y particular factible de ser afectada como consecuencia de la construcción de la obra en cuestión. e) Se acordará con las Empresas, Autoridades y Propietarios, los términos legales y procedimientos para la afectación y restitución coordinada de la infraestructura afectada de tal manera que no genere conflictos, siendo necesario coordinar y realizar los trabajos necesarios que satisfagan a los terceros involucrados. f) Preservar la circulación, previendo medios alternativos de paso a los efectos de no interrumpir el tránsito y permitir el acceso a las propiedades particulares. g) Mantener permanentemente en servicio toda la infraestructura afectada por la obra comprendiendo la emplazada en espacio aéreo, sobre la superficie o soterrada, en particular mantener las líneas de transmisión eléctrica, telecomunicaciones, televisión, alcantarillas, sistema de evacuación de excedentes hídricos y efluentes cloacales. h) A la finalización de la obra, levantar el obrador y adecuar el paisaje en la zona de la obra, sanear y/o remediar áreas contaminadas o

	destruidas, disposición final de residuos, traslado de materiales reciclables, maquinarias, equipos utilizados.
Transporte dentro y fuera del área de servicio	<ul style="list-style-type: none"> a) Optimización del recorrido de vehículos afectados a la obra a efectos de minimizar el impacto vinculado a la emisión de partículas. b) Los vehículos deberán estar en buen estado mecánico de tal manera que produzcan la adecuada combustión y emisión de gases, humos y ruidos. c) Los caminos y calzadas por donde se transportarán los materiales que sean de tierra deberán ser regados para evitar la dispersión de partículas. d) Deberá comunicarse a la población sobre los recorridos de los vehículos y maquinarias a efectos de que tomen recaudos por el cambio de circulación y emisión de ruidos.
Movimientos de maquinarias	<ul style="list-style-type: none"> a) Cumplimiento de la normativa referida a emisión de humos y ruidos de escapes, señalizaciones, habilitaciones, seguro, luces. b) Señalización mediante carteles, vallas y/o cintas que delimiten el área operativa de trabajo a efectos de alertar sobre el movimiento de maquinarias y prevenir accidentes. c) Para situaciones excepcionales de trabajo, se realizará un adecuado anuncio de maniobras.
Derrames accidentales	<ul style="list-style-type: none"> a) En caso de derrames accidentales, los suelos contaminados serán retirados y sustituidos por otros de calidad y características similares. Los suelos retirados serán tratados de acuerdo a la legislación vigente sobre residuos peligrosos. A la finalización de la obra levantar el obrador, adecuar el paisaje en la zona de la obra, saneando y/o remediando áreas contaminadas o destruidas por derrames accidentales

Monitoreo y control.

El objetivo de realizar el monitoreo y control del cumplimiento de las medidas de mitigación, es para atenuar los impactos ambientales negativos del proyecto y evaluar los resultados alcanzados.

Este, se instrumentará en forma sistemática, creando un registro de las tareas que se realicen, las mismas podrán tener forma de planillas, para el control y elaboración de informes.

Estas planillas contendrán la información respecto de la actividad desarrollada, las fechas en que se llevaron a cabo, las observaciones realizadas, el método utilizado en la observación (inspección visual, verificación o control, toma de muestras para análisis en laboratorio, etc., la frecuencia con que se realizó el seguimiento (mensual, semestral). También se asentará en esta el tipo de material que se registra, (como ser fotografías, informes, otros)

Gestiones legales-administrativas.

Control de las gestiones necesarias para la obtención de los permisos ambientales.

Para ello es necesario el contacto con las autoridades locales (municipales y delegaciones provinciales) y ambientales provinciales para obtener los permisos ambientales, o en el caso de ser necesario modificaciones a cualquiera de los permisos o autorizaciones requeridos para la ejecución del proyecto.

Los permisos que obtendrá la empresa para presentar a la Supervisión son los siguientes:

- Permiso para localización del obrador.
- Permiso de extracción de árboles
- Manejo y disposición de residuos peligrosos.

Comunicación y participación social.

El objetivo, es que el contratista desarrolle formas eficaces de comunicación con la comunidad involucrada con la obra, con las autoridades municipales y provinciales de legislación ambiental e inherente a la obra y su funcionamiento, además de interactuar con entidades intermedias y ONGs de protección y defensa ambiental.

El contratista deberá informar oportuna y convenientemente, con un lenguaje accesible y claro a la comunidad, autoridades y a toda persona que lo requiera, acerca de los alcances, duración y objetivos de la obra a emprender.

A tal efecto, y antes de iniciar la obra, deberá presentar a la Supervisión un detalle del mismo contemplando todos los aspectos relativos a las interacciones de la obra con la comunidad.

Los operarios de la empresa contratista, deberán respetar las pautas culturales de los asentamientos humanos de la zona.

El contratista deberá dar a conocer a la comunidad la presencia de operarios y maquinarias, tipo de actividad y período de permanencia en el área de trabajo.

Para ello es necesario realizar:

- Presentación pública del Plan de la obra y el Plan de Mitigación, Monitoreo y Control.
- Reuniones con funcionarios y técnicos de las autoridades locales y ambientales.
- Reuniones con organizaciones de la comunidad.
- Difusión masiva del proyecto, su ejecución, impactos ambientales, medidas de mitigación y responsables.

Obradores y plantas de elaboración de H°.

Se deberá verificar en el obrador y la planta de elaboración de hormigón, la localización, tratamiento y disposición final de residuos líquidos y sólidos; niveles de ruido, gases, control de funcionamiento de maquinarias y equipos, así como la etapa de desmantelamiento. Antes de ingresar y posterior al desmantelamiento se deberá documentar con fotografías el estado del sitio.

Al finalizar se deberá realizar un análisis de suelo a efectos de determinar presencia o ausencia de hidrocarburos totales como indicador de contaminación.

Vegetación.

Verificar que se respete la vegetación existente de las veredas y que se repongan los árboles en las áreas donde son necesarias hacer las extracciones, producto del emplazamiento de algún componente del sistema hidráulico de la obra.

Contaminación de suelos.

Se verificará las condiciones de almacenamiento de aceites, grasas, otros. Prever láminas impermeables para colocar en áreas de almacenamiento de combustibles, lubricantes, otros.

Materiales excedentes.

Se controlará la disposición final de materiales excedentes fundamentalmente el suelo, ordenándolo y colocando el mismo de acuerdo a lo autorizado por la supervisión.

Movimiento de maquinarias y vehículos.

Fundamentalmente se deberá controlar la emisión de ruidos, humos y gases.

Generación de residuos.

Control de generación, almacenamiento y disposición final de los residuos sólidos y líquidos.

Incendios.

Serán prevenidos los incendios, evitando encender fuego sin tomar precauciones respecto de la posible propagación del mismo.

Control de derrames accidentales.

Se llevará a cabo un control, ante la eventualidad, de presencia de hidrocarburos en suelos y aguas en el área afectada.

Planilla de monitoreo

Fecha	Actividad	Medio de control	Frecuencia
	Permisos ambientales.	Documentos, Certificados de inscripción.	Trimestral
	Obrador, depósito, planta de elaboración de materiales.	Inspección visual, fotografías, informe.	Mensual
	Vegetación.	Inspección visual, fotografías, informe.	Mensual
	Contaminación de suelos y aguas.	Análisis hidrocarburos totales en suelos y aguas.	Semestral
	Materiales excedentes.	Inspección visual, informe.	Mensual
	Movimiento de maquinarias.	Inspección visual, informe.	Mensual
	Generación de residuos.	Inspección visual, informe.	Mensual
	Incendios.	Inspección visual, informe.	Mensual
	Derrames accidentales.	Análisis de suelos y aguas, fotografías, Informe.	En el evento
	Comunicación y participación social.	Informe. Registro de firmas de asistencia a reuniones.	Trimestral

IX.8.2. Etapa de Operación

Medidas de mitigación

Acciones impactantes	Medidas de Mitigación
Derrames accidentales.	a) En caso de derrames accidentales en la cuenca de la avenida Francisco Canteros (304), los suelos contaminados serán retirados y sustituidos por otros de calidad y características similares. Los suelos retirados serán tratados de acuerdo a la normativa vigente sobre residuos peligrosos.
Deterioro estructural de la obra de desagües.	a) Revisión periódica y reparación permanente de elementos dañados como ser, tapas de las cámaras de inspección y limpieza, tapas de cámaras de sumideros, etc.
Falta de Mantenimiento en la limpieza del sistema pluvial.	a) Limpieza periódica y sistemática de los distintos componentes del sistema pluvial tales como, sumideros, conductos de vinculación, cámaras, conductos secundarios y principales, canal reservorio y mantenimiento de la estación de bombeo.

Monitoreo y control

Planilla de control y monitoreo

Fecha	Actividad	Medio de control	Frecuencia
	Deterioro estructural de la obra de desagües.	Inspección visual, informe.	Semestral
	Derrames accidentales.	Análisis de suelos y aguas, fotografías, Informe.	En el evento
	Mantenimiento y limpieza del sistema pluvial.	Inspección visual, informe.	Semestral