

INDICE

1. OBJETO.

2. HIPÓTESIS SIMPLIFICATIVAS Y DE CÁLCULO. EXPLICACIÓN.

- 2.1. NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLE.
- 2.2. SISTEMAS DE CONDUCCIÓN Y TIPO DE VERTIDO.
- 2.3. MATERIAL A EMPLEAR. PARÁMETROS.
- 2.4. ESTIMACIÓN DE AGUAS RESIDUALES.
- 2.5. CÁLCULO HIDRÁULICO DE CONDUCTOS.
- 2.6. CÁLCULO MECÁNICO.
- 2.7. FORMA EN QUE SE HAN CALCULADO LAS CONDUCCIONES.

3. ELEMENTOS AUXILIARES.

4. ANEXO DE CÁLCULO.

1. OBJETO. INTRODUCCIÓN.

Con la ejecución de la red se pretende normalizar el sistema de alcantarillado de aguas residuales, consiguiendo que el servicio sea de calidad para los habitantes previstos para el sector y durante un período de años preestablecido de 50.

El sistema de alcantarillado planteado es separativo.

En general, los criterios básicos de partida a tener en cuenta en la red de alcantarillado a proyectar serán:

- Garantizar una evacuación adecuada para las condiciones previstas.
- Evacuar eficazmente los distintos tipos de aguas, sin que las conducciones interfieran las propiedades privadas.
- Garantizar la impermeabilidad de los distintos componentes de la red, que evite la posibilidad de fugas, especialmente por las juntas o uniones, la hermeticidad o estanqueidad de la red evitará la contaminación del terreno y de las aguas freáticas.
- Evacuación rápida sin estancamientos de las aguas usadas en el tiempo más corto posible, y que sea compatible con la velocidad máxima aceptable.
- Evacuación capaz de impedir, con un cierto grado de seguridad, la inundación de la red y el consiguiente retroceso.
- La accesibilidad a las distintas partes de la red, permitiendo una adecuada limpieza de todos sus elementos, así como posibilitar las reparaciones o reposiciones que fuesen necesarias.

2. HIPÓTESIS SIMPLIFICATIVAS. EXPLICACIÓN.

2.1.- NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLE.

Obligatoria

Una relación de la normativa obligatoria más importante a considerar en estos aspectos es la siguiente:

Nacional:

- RD 849/86 MOPU del 11-04-86. Ley del Agua. Tit.3cap.2º: vertidos. deroga apdo.2 anexo RD2473/85
- LEY 23/86 JE del 02-08-86 Ley de Costas, cap.4 secc.2: Vertidos en subsuelos, cauce, balsas.
- ORDEN del MOPU del 15-09-86 Pliego de Prescripciones Técnicas de tuberías de saneamiento de poblaciones.
- ORDEN del MOPU del 12-23-86 Normas a aplicar por la confederaciones hidrográficas: legalización de vertidos
- ORDEN del MOPU del 12-11-87 Reglamento dominio público hidráulico. Vertidos Residuales.
- RD 258/89 del MOPU del 03-10-89 Adopción de la Directiva 76/464/CEE y 86/280/CEE, sobre vertidos de aguas residuales al mar.
- ORDEN del MOPU del 13-03-89 Incluida O.12-11-87; Sustancias nocivas en vertidos de aguas residuales.

Recomendada:

- ORDEN del Ministerio de la Vivienda del 31-07-73 NTE-ISS: Instalación de evacuación de salubridad: saneamiento del edificio. BOE: 08-09-73
- ORDEN del Ministerio de la Vivienda del 09-01-74 NTE-ISD: Depuración y vertido de Aguas Residuales. BOE: 16-01-74
- ORDEN del Ministerio de la Vivienda del 18-04-77 NTE-ASD: Sistemas de Drenajes. BOE: 23 y 24-01-77

2.2.- SISTEMAS DE CONDUCCIÓN Y TIPO DE VERTIDO.

Las características de la solución adoptada, así como las hipótesis de cálculo consideradas para la resolución de los distintos tramos de la red , en general han sido:

- 1) Sistemas de conducción:
 - ✓ Según el carácter de las aguas a transportar: SEPARATIVO.
Cada acometida domiciliaria recogerá las aguas residuales de esa parcela.
 - ✓ Según la forma de circulación: POR GRAVEDAD.
- 2) Tipo de vertido.
Se trata de aguas residuales de origen industrial y pertenecientes a un polígono de carácter industrial, y por lo tanto con significativas cargas de contaminantes agresivos de origen químico o/y orgánico.

2.3.- MATERIAL A EMPLEAR. PARÁMETROS.

Utilizaremos Tubo de PVC estructurado clase 41 unión con junta elástica. Rígidez > 4 KN/m². Peso específico 1.4 g/cm³. Norma UNE 53332 SERIE 13.500 Kg/m². Entre las ventajas que encontramos en este material tenemos:

- Absoluta estanqueidad.
- Menor coste final de la obra terminada.
- La Junta Elástica permite la absorción de las contracciones y dilataciones del tubo.
- Rígidez elevada frente a cargas de trabajo y excelente comportamiento ante sobrepresiones momentáneas.
- Mejor comportamiento ante los agentes agresivos químicos de las aguas agresivas de este tipo de polígonos y ante la corrosión de las tierras.
- No existe peligro de obstrucción en los tubos, como resultado de la formación de residuos y óxidos. La sección útil de los tubos permanece prácticamente invariable.
- Mejor comportamiento ante los efectos de la helada.
 - No favorece el desarrollo de algas ni hongos.

Por todas estas razones se ha considerado su empleo más adecuado que el de tubos de hormigón armado ya que estos sufren el ataque corrosivo de las aguas, sobretodo industriales.

2.4.- ESTIMACIÓN DE AGUAS RESIDUALES.

El caudal de aguas residuales que circula por las redes separativas, es función de las necesidades servidas con la red de abastecimiento. En cualquier caso, este caudal será suma de los caudales de aguas domésticas y de aguas industriales calculados para la red de abastecimiento. La dotación que debe estimarse para zonas industriales es muy variable y depende de la tipología de industria.

Dotación de uso industrial: Valores medios para industrial son 2 l/s y hectárea con un coeficiente de punta de 2,4, o una dotación directa de 150 m3/Ha.día con un coeficiente de punta de 3, valores medios de una variedad de industrial con consumos diversos, como son:

Industria alimentaria: entre 130 y 2000 m3/Ha.día.

Industria de bebidas: entre 123 y 2000 m3/Ha.día.

Textiles: entre 1500 y 4000 m3/Ha.día.

Curtidos: 450 m3/Ha.día.

Madera, muebles: 100 m3/Ha.día.

Productos químicos: entre 300 y 3500 m3/Ha.día.

Dotación de uso sanitario: 250 l/hab.día. Se supone una media de 4 trabajadores/usuarios por cada 150 m2 de parcela de uso industrial. A este valor se le aplica un coeficiente de punta de 3, justificado por considerar el consumo en 8 horas de trabajo. En base a estas conclusiones, se determinaron los caudales de dotación de agua potable (Anejo nº 7). Para la consideración de los caudales residuales nos basamos en dicha dotación, minorando su valor debido al uso consuntivo en un 20%. De esta forma las dotaciones residuales punta son el 80% de las de abastecimiento:

USO:	SUPERFICIE(M2):	QABASTECIM	QRESIDUAL
Espacios Libres	29466,33	5,09	4,07
EQ. Comerciales	3002	0,86	0,69
EQ. Social	2985	0,86	0,69
EQ. Deportivo	5895	1,70	1,36
Manzana Industrial 1	8761,55	3,78	3,03
2	12535,47	5,42	4,33
3	11877,31	5,13	4,10
4	10705,48	4,62	3,70
5	10780,31	4,66	3,73
6	1906,39	0,82	0,66
7	7064,98	3,05	2,44
8	18464,25	7,98	6,38
9	10286,46	4,44	3,56
10	37456,97	16,18	12,95
11	24514,34	10,59	8,47
12	5624,43	2,43	1,94
13	10852,61	4,69	3,75
14	13811,26	5,97	4,77
15	13390,63	5,78	4,63
16	6039,52	2,61	2,09
TOTAL CAUDAL RESIDUAL: 77.34 l/s			

La consideración en el dimensionamiento del año horizonte se ha llevado a cabo bajo la presunción de que el polígono se encuentra totalmente desarrollado.

La otra variable tenida en cuenta en la determinación de los caudales de cálculo es la variabilidad horaria del vertido de aguas residuales. Por esta razón se han supuesto dos hipótesis de cálculo diferentes:

Combinación de hipótesis.

1) COMBINACIÓN DE MÁXIMOS:

Consumo máximo tanto sanitario como industrial.

2) COMBINACIÓN DE MÍNIMOS:

Consumo mínimo, por razones de velocidad y sedimentación consideramos un caudal mínimo del 25% del de Abastecimiento.

Los resultados para estas combinaciones se reflejan en el anexo de cálculo extraído del programa Cype. Infraestructuras Urbanas.

2.5.- CÁLCULO HIDRÁULICO DE CONDUCTOS.

Consideraciones previas:

- Velocidades mínima/máxima:

En el cálculo se considerará unos límites máximos y mínimos de las velocidades del fluido a lo largo de la red, que no se deberán sobrepasar para que exista una buena conservación de los materiales. La velocidad mínima para las aguas residuales, que garantiza la autolimpieza de la red, conviene que no baje de 0,60m/s con la sección llena por término medio; y en las cabeceras de la red de alcantarillado 0,70m/s. Con un caudal medio y con un calado de 1/5 del diámetro, el límite inferior está en 0,30m/s. Para caudales inferiores al medio se permitirán velocidades menores a los 0.3 m/s a costa de una mayor vigilancia y limpieza de los tramos entre pozos de registro en los que se den estas condiciones. El límite de velocidad máxima, que evita la erosión del conducto, a considerar en el cálculo dependerá del material que se vaya a emplear, pero se utilizará como regla general para todos los conductos la de 3m/s, pudiéndose llegar a 5m/s en tuberías de acero.

- Pendientes mínima.

Las pendientes mínimas en función de los diámetros de los conductos son:

DIÁMETRO (mm)	200	250	300	400	500	600	700	800	900
PENDIENTE (m/Km)	4.00	2.70	2.20	1.45	1.10	0.80	0.67	0.55	0.50

- Secciones mínimas:

En el cálculo de las tuberías se fijará unos diámetros mínimos que eviten que los objetos sólidos que puedan introducirse en ellas obstruyan éstas. Generalmente en pocas alcantarillas se utilizan diámetros de 200 ó 250 mm en materiales lisos, evitando siempre que existan muchas uniones.

En colectores más solicitados la sección mínima a utilizar será la de 315 mm. Todas las conexiones se harán a pozo de registro. En nuestro caso se considera un diámetro mínimo de 400 mm que tras realizar los cálculos hidráulicos ha resultado ser válido para toda la red, como se puede comprobar en el Anexo de cálculo.

MEMORIA DE CÁLCULO:

El cálculo hidráulico de secciones se realiza por medio de la siguiente fórmula de **Manning-Strickler**:

$$V = \frac{1}{n} * R_H^{\frac{2}{3}} * I^{\frac{1}{2}} \quad Q = \frac{1}{n} * R_H^{\frac{2}{3}} * I^{\frac{1}{2}} * A_H$$

siendo:

Q: Caudal en m³/s.

V: Velocidad del fluido en m/s.

A_H: Sección de la lámina de fluido (m²).

R_H: Radio hidráulico de la lámina de fluido, obtenido como la sección de agua dividida por el perímetro mojado (m).

n: Coeficiente de Manning. Para tuberías de PVC hemos tomado un valor de 0,009

I: Pendiente de la solera del canal (desnivel por longitud de conducción) (m/m).

La pendiente se calcula por el programa en función de los datos de cota inicial y cota final del tramo:

$$I = \frac{CI - CF}{L}$$

Se aplicarán los coeficientes correctores obtenidos de la tabla de Thorman y Franke, de modo que se puedan obtener las variaciones de caudal y de velocidades en función de la altura de llenado:

$$W = \frac{V_p}{V} = \left[\frac{2\beta - \operatorname{sen} 2\beta}{2(\beta + \gamma \operatorname{sen} \beta)} \right]^{0,625}$$

$$q = \frac{Q_p}{Q} = \frac{(2\beta - \operatorname{sen} 2\beta)^{1,625}}{9,69 * (\beta + \gamma \operatorname{sen} \beta)^{0,625}}$$

en donde, V = velocidad a sección llena

V_p = velocidad a sección parcialmente llena

Q = caudal a sección llena

Q_p = caudal a sección parcialmente llena

2 β = arco de la sección mojada

γ = coeficiente de Thorman, cuyo valor es:

$$\text{para } \eta = \frac{h}{D} \leq 0,5 \quad ; \quad \gamma = 0$$

$$\text{para } \eta = \frac{h}{D} > 0,5 \quad ; \quad \gamma = \frac{\eta - 0,5}{20} + \frac{20 * (\eta - 0,5)^3}{3}$$

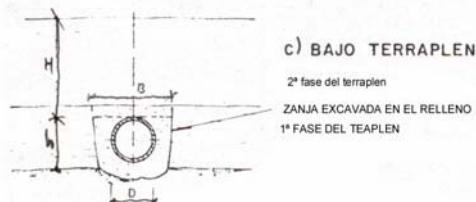
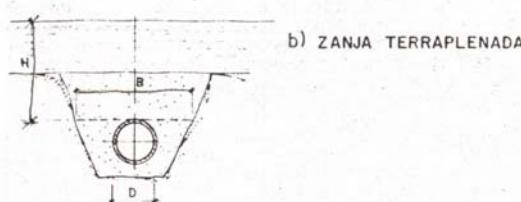
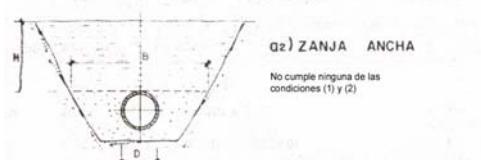
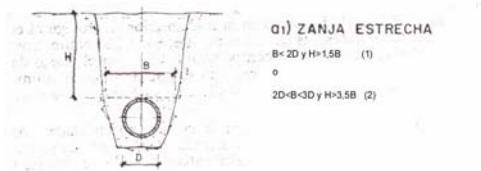
El cálculo se realiza por tramos y de forma secuencial, en orden creciente de acuerdo con la numeración de los nudos y tramos. En cada tramo se suman los caudales circulantes por los tramos anteriores. Se determinan los caudales y las velocidades, con sus mínimos y sus máximos respectivos.

2.6.- CÁLCULO MECÁNICO.

Los tubos de PVC de las series normalizadas podrán utilizarse sin necesidad de cálculo mecánico justificativo cuando se cumplan todas las siguientes condiciones:

- ✓ Altura máxima de relleno sobre la generatriz superior: En zanja estrecha: 6m; En zanja ancha, zanja terraplenada y bajo terraplén: 4m
- ✓ Altura mínima de relleno sobre la generatriz superior: Con sobrecargas móviles no superiores a 12 toneladas o sin sobrecargas móviles: 1m; Con sobrecargas móviles comprendidas entre 12 toneladas y 30 toneladas: 1,50m
- ✓ Terreno natural de apoyo, y de la zanja hasta una altura sobre la generatriz superior del tubo no inferior a dos veces el diámetro: rocas y suelos estables (que no sean arcillas expansivas o muy plásticas, fangos, ni suelos orgánicos CN, OL y OH de Casagrande).
- ✓ Máxima presión exterior uniforme debida al agua intersticial o a otro fluido en contacto con el tubo: 0.6 kp/cm²

La definición de los distintos tipos de zanja viene reflejada en el siguiente cuadro:



2.7.- FORMA EN QUE SE HAN CALCULADO LAS CONDUCCIONES.

En este proyecto, se ha utilizado el programa Cype “ Infraestructuras Urbanas”, versión 2000.1 (Creado por Cype Ingenieros S.A.) para el cálculo de la red de saneamiento que utiliza el método de recuento de caudales desde los aportes hasta el vertedero. El programa Cype resuelve la red, que ha de ser ramificada y con un solo suministro, pudiendo utilizar cualquiera de las diversas fórmulas para el cálculo de conducciones de saneamiento que existen según se desee. En este proyecto se ha utilizado la fórmula de Manning- Strickler:

$$V = \frac{1}{n} * R_H^{\frac{2}{3}} * I^{\frac{1}{2}} \quad Q = \frac{1}{n} * R_H^{\frac{2}{3}} * I^{\frac{1}{2}} * A_H$$

siendo:

Q: Caudal en m³/s.

V: Velocidad del fluido en m/s.

A_H: Sección de la lámina de fluido (m²).

R_H: Radio hidráulico de la lámina de fluido, obtenido como la sección de agua dividida por el perímetro mojado (m).

I: Pendiente de la solera del canal (desnivel por longitud de conducción) (m/m).

n: Coeficiente de Manning.

Estas fórmulas proporcionan un cálculo aproximado puesto que suponen un régimen de circulación uniforme en todo el trayecto, lo cual es prácticamente imposible en conducciones reales.

La introducción de una discretización de los caudales aportados por metro lineal en pequeños consumos puntuales a base de aumentar el número de nudos de la instalación, conduce a la obtención de un caudal variable linealmente con la longitud del tramo y las curvas correspondientes al calado y la velocidad, que podrán variar su trayectoria en función de si la conducción llega a entrar en carga.

Debido a que se proyecta una red de saneamiento separativa, se establecen las redes de aguas negras (fecales) y de aguas pluviales de modo independientes.

Para el diseño de la red de aguas negras se ha tenido en cuenta que las aportaciones tienen una doble entrada, por un lado el consumo propiamente industrial y por otro el sanitario común. Debido a esta circunstancia se han realizado distintas posibilidades de combinación de hipótesis de consumo.

Para el diseño de tanto la red de aguas fecales como la de pluviales es necesario partir de una serie de datos de agua recogida y topografía, teniendo en cuenta además una serie de

condicionantes como son las exigencias del caudal a evacuar, construcción, mantenimiento, economía, etc.

Los resultados de los cálculos para cada una de las combinaciones se muestran en el Anexo de cálculo de este anexo, obtenido del informe que emite directamente el programa Cype.

Para el diseño de la red se ha establecido una conducción principal que va por el Camino de la Sierra siguiendo la pendiente natural de este (descendente hacia Redován). Este colector va recogiendo las aguas que le llegan desde las dos zonas en que dicha carretera divide al sector a través de las calles que confluyen a ella.

La zona situada a la izquierda del Camino de la Sierra (sentido hacia Redován) al estar situada en alto, tiene una gran pendiente que hace que la velocidad en las conducciones sea alta, mientras que la zona situada a la derecha es sensiblemente más llana por lo que para garantizar el correcto funcionamiento hay que hacer excavaciones a contrapendiente en las zanjas de las conducciones para conseguir una pendiente suficiente que permita que el sistema funcione todo él por gravedad.

3. ELEMENTOS AUXILIARES.

En las redes de alcantarillado se suelen emplear y emplearemos, previo estudio de su idoneidad o no, los siguientes elementos auxiliares:

Pozo de Registro.

Puede ser prefabricado o construido en obra. Consta de tapa de registro, cuerpo y base del pozo, y peldaños de acceso. La sección transversal puede ser circular ($0.80 < \phi < 1.25$ m) o también puede ser cuadrada ($0.70 < \text{lado} < 1$ m), centrada con el eje del colector de diámetro igual al del pozo; para diámetros superiores se sitúan tangentes a una pared lateral y en las vías de tráfico intenso se colocan fuera de la calzada conectados mediante galería al colector. La conexión de alcantarillas, en colectores profundos, se realiza mediante un conducto vertical exterior al pozo (pozo de caída) o por medio de un pozo intermedio adosado, según sea el diámetro de la alcantarilla.

También se disponen pozos de caída o de salto para conservar la pendiente del colector inferior a la del vial.

Se proyectan pozos de registro mixtos (in situ/prefabricados), como recogen los planos. Para los diámetros de cálculo obtenidos no es necesario el empleo de pozos de especiales dimensiones.

Sifón Invertido:

Este tipo de sifones, proyectados para salvar un obstáculo que impida cualquier solución sin deprimir la alcantarilla, basa su diseño en conseguir una velocidad de circulación mínima para evitar sedimentaciones. Esta velocidad requerida es de 0,90 a 1 m/s para aguas residuales.

Cámara de Descarga.

Elemento situado en la cabecera de la red unitaria o separativa residual y adosado al primer pozo de registro, que sirve para realizar limpiezas periódicas en la red, sobre todo en los tramos finales durante las épocas de ausencia de lluvias. Se ubicarán en los tramos extremos. Se realizará con capacidad suficiente para asegurar una circulación de limpieza durante un tiempo superior a dos minutos. Se dispondrá una acometida de agua con diámetro de 2" y depósitos de 300 a 600 litros de capacidad.

Pozos de Resalto.

Pozo de registro donde se encuentran a diferente cota el conducto de llegada y el de salida. Se dispondrán cuando existan cambios de cota mayores de 80 cm entre los conductos que acometen a los pozos. También se utilizarán en los pozos de conexión de los edificios con la red general cuando el sistema del edificio sea semiseparativo.

4.- ANEXO DE CÁLCULO.

Listado general de la instalación

Nombre Obra: Polígono Industrial "San Carlos"

Fecha: 14/07/05

1. Descripción de la red de saneamiento

- Título: Polígono Industrial "San Carlos"
- Dirección: Redován (Alicante)

La velocidad de la instalación deberá quedar por encima del mínimo establecido, para evitar sedimentación, incrustaciones y estancamiento, y por debajo del máximo, para que no se produzca erosión.

2. Descripción de los materiales empleados

Los materiales utilizados para esta instalación son:

1A 2000 TUBO UPVC - Coeficiente de Manning: 0.00900

Descripción	Geometría	Dimensión	Diámetros mm
DN315	Circular	Diámetro	297.6
DN400	Circular	Diámetro	378.0

El diámetro a utilizar se calculará de forma que la velocidad en la conducción no exceda la velocidad máxima y supere la velocidad mínima establecidas para el cálculo.

3. Descripción de terrenos

Las características de los terrenos a excavar se detallan a continuación.

Descripción	Lecho cm	Relleno cm	Ancho mínimo cm	Distancia lateral cm	Talud
Terrenos cohesivos	20	20	60	20	1/3

4. Formulación

Para el cálculo de conducciones de saneamiento, se emplea la fórmula de Manning - Strickler.

$$Q = \frac{A \cdot Rh^{(2/3)} \cdot So^{(1/2)}}{n}$$

$$v = \frac{Rh^{(2/3)} \cdot So^{(1/2)}}{n}$$

donde:

- Q es el caudal en m³/s
- v es la velocidad del fluido en m/s
- A es la sección de la lámina de fluido (m²).
- Rh es el radio hidráulico de la lámina de fluido (m).
- So es la pendiente de la solera del canal (desnivel por longitud de conducción).
- n es el coeficiente de Manning.

5. Combinaciones

A continuación se detallan las hipótesis utilizadas en los aportes, y las combinaciones que se han realizado ponderando los valores consignados para cada hipótesis.

Combinación	Hipótesis Fecales
Hipótesis de máximos	0.80
Hipótesis de mínimos	0.25

Listado general de la instalación

Nombre Obra: Polígono Industrial "San Carlos"

Fecha: 14/07/05

6. Resultados

6.1 Listado de nudos

Combinación: Hipótesis de máximos

Nudo	Cota m	Prof. Pozo m	Caudal sim. l/s	Coment.
PS1	38.95	1.90	4.10	
PS2	39.00	2.15	0.00	
PS3	39.05	2.40	1.08	
PS4	39.08	2.55	2.59	
PS5	38.99	2.60	1.08	
PS6	38.76	2.50	0.93	
PS7	38.18	2.20	2.14	
PS8	37.75	2.10	1.21	
PS9	37.72	2.20	0.66	
PS10	37.37	2.15	1.36	
PS11	37.23	2.15	0.00	
PS12	36.98	2.20	1.28	
PS13	36.78	2.50	1.28	
PS14	36.56	2.60	1.18	
PS15	44.67	1.80	4.14	
PS16	51.50	1.80	3.06	
PS17	52.88	1.80	1.95	
PS18	45.80	1.80	2.11	
PS19	46.61	1.80	0.00	
PS20	53.68	1.80	0.93	
PS21	44.59	1.80	0.93	
PS22	46.48	1.80	1.86	
PS23	47.71	1.80	2.30	
PS24	42.34	1.80	1.22	
PS25	51.93	1.80	2.50	
PS26	42.51	1.80	2.46	
PS27	47.95	1.80	2.46	
PS28	38.52	2.25	3.80	
PS29	38.38	1.80	3.80	
PS30	37.66	2.00	0.94	
PS31	37.36	1.45	1.86	
PS32	37.35	1.20	0.00	
PS33	37.27	1.00	1.21	
PS34	37.34	1.00	1.86	
PS35	37.12	1.00	1.58	
PS36	37.09	1.70	2.13	
PS37	36.86	1.30	2.13	
PS38	36.75	1.70	2.35	
PS39	36.40	1.15	2.35	
PS40	36.59	2.00	2.20	
PS41	36.38	1.50	2.20	
SM	36.35	2.75	73.23	

Combinación: Hipótesis de mínimos

Nudo	Cota m	Prof. Pozo m	Caudal sim. l/s	Coment.
PS1	38.95	1.90	1.28	
PS2	39.00	2.15	0.00	
PS3	39.05	2.40	0.34	
PS4	39.08	2.55	0.81	
PS5	38.99	2.60	0.34	
PS6	38.76	2.50	0.29	

Listado general de la instalación

Nombre Obra: Polígono Industrial "San Carlos"

Fecha: 14/07/05

Nudo	Cota m	Prof. Pozo m	Caudal sim. l/s	Coment.
PS7	38.18	2.20	0.67	
PS8	37.75	2.10	0.38	
PS9	37.72	2.20	0.20	
PS10	37.37	2.15	0.42	
PS11	37.23	2.15	0.00	
PS12	36.98	2.20	0.40	
PS13	36.78	2.50	0.40	
PS14	36.56	2.60	0.37	
PS15	44.67	1.80	1.29	
PS16	51.50	1.80	0.96	
PS17	52.88	1.80	0.61	
PS18	45.80	1.80	0.66	
PS19	46.61	1.80	0.00	
PS20	53.68	1.80	0.29	
PS21	44.59	1.80	0.29	
PS22	46.48	1.80	0.58	
PS23	47.71	1.80	0.72	
PS24	42.34	1.80	0.38	
PS25	51.93	1.80	0.78	
PS26	42.51	1.80	0.77	
PS27	47.95	1.80	0.77	
PS28	38.52	2.25	1.19	
PS29	38.38	1.80	1.19	
PS30	37.66	2.00	0.29	
PS31	37.36	1.45	0.58	
PS32	37.35	1.20	0.00	
PS33	37.27	1.00	0.38	
PS34	37.34	1.00	0.58	
PS35	37.12	1.00	0.50	
PS36	37.09	1.70	0.67	
PS37	36.86	1.30	0.67	
PS38	36.75	1.70	0.73	
PS39	36.40	1.15	0.73	
PS40	36.59	2.00	0.69	
PS41	36.38	1.50	0.69	
SM	36.35	2.75	22.88	

6.2 Listado de tramos

Valores negativos en caudal o velocidad indican que el sentido de circulación es de nudo final a nudo de inicio.

Combinación: Hipótesis de máximos

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Pendiente %	Caudal l/s	Calado mm	Velocidad m/s	Coment.
PS1	PS2	74.00	DN400	0.28	4.10	45.10	0.54	
PS2	PS3	74.00	DN400	0.27	4.10	45.26	0.54	
PS3	PS4	46.61	DN400	0.26	16.46	90.57	0.80	
PS3	PS15	102.95	DN315	5.46	-11.27	38.24	-2.16	Vel.máx.
PS4	PS5	47.67	DN400	0.28	19.05	94.98	0.86	
PS5	PS6	46.04	DN400	0.30	20.13	96.25	0.89	
PS6	PS7	55.70	DN400	0.50	21.98	88.37	1.10	
PS6	PS19	100.00	DN315	7.86	-0.93	10.81	-1.15	
PS7	PS8	77.07	DN400	0.43	31.73	111.05	1.15	
PS7	PS28	100.09	DN315	0.29	-7.60	64.42	-0.69	
PS8	PS9	17.10	DN400	0.47	38.02	118.61	1.26	
PS8	PS21	97.00	DN315	7.05	-5.09	24.63	-1.86	
PS9	PS10	79.53	DN400	0.38	46.12	139.59	1.23	

Listado general de la instalación

Nombre Obra: Polígono Industrial "San Carlos"

Fecha: 14/07/05

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Pendiente %	Caudal l/s	Calado mm	Velocidad m/s	Coment.
PS9	PS30	39.60	DN315	0.36	-7.44	60.62	-0.73	
PS10	PS11	27.95	DN400	0.51	51.74	136.70	1.41	
PS10	PS36	60.00	DN315	0.29	-4.26	48.76	-0.57	
PS11	PS12	66.33	DN400	0.45	55.46	147.09	1.37	
PS11	PS24	75.17	DN315	6.80	-3.72	21.42	-1.67	
PS12	PS13	113.91	DN400	0.44	61.44	156.51	1.40	
PS12	PS38	70.34	DN315	0.39	-4.70	47.58	-0.66	
PS13	PS14	74.46	DN400	0.44	67.12	164.56	1.43	
PS13	PS40	59.31	DN315	0.35	-4.40	47.01	-0.62	
PS14	PS26	85.00	DN315	7.01	-4.93	24.30	-1.83	
PS14	SM	81.67	DN400	0.43	73.23	173.06	1.46	
PS15	PS16	96.00	DN315	7.11	-5.02	24.41	-1.85	
PS15	PS18	102.60	DN315	1.10	-2.11	25.21	-0.74	
PS16	PS17	102.60	DN315	1.35	-1.95	23.17	-0.78	
PS19	PS20	97.00	DN315	7.29	-0.93	11.00	-1.12	
PS21	PS22	80.00	DN315	2.36	-1.86	19.81	-0.93	
PS21	PS23	46.00	DN315	6.78	-2.30	17.11	-1.44	
PS24	PS25	135.00	DN315	7.10	-2.50	17.58	-1.50	
PS26	PS27	77.00	DN315	7.06	-2.46	17.49	-1.49	
PS28	PS29	100.04	DN315	0.31	-3.80	45.14	-0.57	
PS30	PS31	75.64	DN315	0.33	-4.92	50.48	-0.63	
PS30	PS35	135.30	DN315	0.30	-1.58	29.87	-0.44	
PS31	PS32	78.54	DN315	0.31	-3.06	40.89	-0.53	
PS32	PS33	35.49	DN315	0.34	-1.21	25.59	-0.42	Vel.mín.
PS32	PS34	63.28	DN315	0.30	-1.86	32.29	-0.45	
PS36	PS37	60.00	DN315	0.28	-2.13	34.95	-0.46	
PS38	PS39	67.74	DN315	0.30	-2.35	36.31	-0.49	
PS40	PS41	59.88	DN315	0.48	-2.20	31.24	-0.57	

Combinación: Hipótesis de mínimos

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Pendiente %	Caudal l/s	Calado mm	Velocidad m/s	Coment.
PS1	PS2	74.00	DN400	0.28	1.28	25.96	0.38	
PS2	PS3	74.00	DN400	0.27	1.28	26.05	0.38	
PS3	PS4	46.61	DN400	0.26	5.14	51.19	0.57	
PS3	PS15	102.95	DN315	5.46	-3.52	21.99	-1.52	Vel.máx.
PS4	PS5	47.67	DN400	0.28	5.95	53.58	0.61	
PS5	PS6	46.04	DN400	0.30	6.29	54.26	0.64	
PS6	PS7	55.70	DN400	0.50	6.87	50.00	0.78	
PS6	PS19	100.00	DN315	7.86	-0.29	6.29	-0.80	
PS7	PS8	77.07	DN400	0.43	9.92	62.17	0.82	
PS7	PS28	100.09	DN315	0.29	-2.38	36.55	-0.49	
PS8	PS9	17.10	DN400	0.47	11.88	66.15	0.90	
PS8	PS21	97.00	DN315	7.05	-1.59	14.25	-1.30	
PS9	PS10	79.53	DN400	0.38	14.41	76.99	0.88	
PS9	PS30	39.60	DN315	0.36	-2.32	34.47	-0.52	
PS10	PS11	27.95	DN400	0.51	16.17	75.52	1.01	
PS10	PS36	60.00	DN315	0.29	-1.33	27.90	-0.40	
PS11	PS12	66.33	DN400	0.45	17.33	80.78	0.99	
PS11	PS24	75.17	DN315	6.80	-1.16	12.41	-1.17	
PS12	PS13	113.91	DN400	0.44	19.20	85.47	1.01	
PS12	PS38	70.34	DN315	0.39	-1.47	27.23	-0.46	
PS13	PS14	74.46	DN400	0.44	20.98	89.42	1.03	
PS13	PS40	59.31	DN315	0.35	-1.38	26.92	-0.44	
PS14	PS26	85.00	DN315	7.01	-1.54	14.06	-1.29	
PS14	SM	81.67	DN400	0.43	22.88	93.52	1.06	

Listado general de la instalación

Nombre Obra: Polígono Industrial "San Carlos"

Fecha: 14/07/05

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Pendiente %	Caudal l/s	Calado mm	Velocidad m/s	Coment.
PS15	PS16	96.00	DN315	7.11	-1.57	14.13	-1.30	
PS15	PS18	102.60	DN315	1.10	-0.66	14.58	-0.52	
PS16	PS17	102.60	DN315	1.35	-0.61	13.41	-0.55	
PS19	PS20	97.00	DN315	7.29	-0.29	6.40	-0.78	
PS21	PS22	80.00	DN315	2.36	-0.58	11.49	-0.66	
PS21	PS23	46.00	DN315	6.78	-0.72	9.93	-1.01	
PS24	PS25	135.00	DN315	7.10	-0.78	10.20	-1.05	
PS26	PS27	77.00	DN315	7.06	-0.77	10.15	-1.05	
PS28	PS29	100.04	DN315	0.31	-1.19	25.87	-0.40	
PS30	PS31	75.64	DN315	0.33	-1.54	28.85	-0.44	
PS30	PS35	135.30	DN315	0.30	-0.50	17.24	-0.31	
PS31	PS32	78.54	DN315	0.31	-0.96	23.48	-0.37	
PS32	PS33	35.49	DN315	0.34	-0.38	14.80	-0.29	Vel.< 0.3 m/s
PS32	PS34	63.28	DN315	0.30	-0.58	18.62	-0.32	
PS36	PS37	60.00	DN315	0.28	-0.67	20.13	-0.33	
PS38	PS39	67.74	DN315	0.30	-0.73	20.90	-0.34	
PS40	PS41	59.88	DN315	0.48	-0.69	18.02	-0.40	

7. Envolvente

Se indican los máximos de los valores absolutos.

Envolvente de máximos

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Pendiente %	Caudal l/s	Calado mm	Velocidad m/s
PS1	PS2	74.00	DN400	0.28	4.10	45.10	0.54
PS2	PS3	74.00	DN400	0.27	4.10	45.26	0.54
PS3	PS4	46.61	DN400	0.26	16.46	90.57	0.80
PS3	PS15	102.95	DN315	5.46	11.27	38.24	2.16
PS4	PS5	47.67	DN400	0.28	19.05	94.98	0.86
PS5	PS6	46.04	DN400	0.30	20.13	96.25	0.89
PS6	PS7	55.70	DN400	0.50	21.98	88.37	1.10
PS6	PS19	100.00	DN315	7.86	0.93	10.81	1.15
PS7	PS8	77.07	DN400	0.43	31.73	111.05	1.15
PS7	PS28	100.09	DN315	0.29	7.60	64.42	0.69
PS8	PS9	17.10	DN400	0.47	38.02	118.61	1.26
PS8	PS21	97.00	DN315	7.05	5.09	24.63	1.86
PS9	PS10	79.53	DN400	0.38	46.12	139.59	1.23
PS9	PS30	39.60	DN315	0.36	7.44	60.62	0.73
PS10	PS11	27.95	DN400	0.51	51.74	136.70	1.41
PS10	PS36	60.00	DN315	0.29	4.26	48.76	0.57
PS11	PS12	66.33	DN400	0.45	55.46	147.09	1.37
PS11	PS24	75.17	DN315	6.80	3.72	21.42	1.67
PS12	PS13	113.91	DN400	0.44	61.44	156.51	1.40
PS12	PS38	70.34	DN315	0.39	4.70	47.58	0.66
PS13	PS14	74.46	DN400	0.44	67.12	164.56	1.43
PS13	PS40	59.31	DN315	0.35	4.40	47.01	0.62
PS14	PS26	85.00	DN315	7.01	4.93	24.30	1.83
PS14	SM	81.67	DN400	0.43	73.23	173.06	1.46
PS15	PS16	96.00	DN315	7.11	5.02	24.41	1.85
PS15	PS18	102.60	DN315	1.10	2.11	25.21	0.74
PS16	PS17	102.60	DN315	1.35	1.95	23.17	0.78
PS19	PS20	97.00	DN315	7.29	0.93	11.00	1.12
PS21	PS22	80.00	DN315	2.36	1.86	19.81	0.93
PS21	PS23	46.00	DN315	6.78	2.30	17.11	1.44
PS24	PS25	135.00	DN315	7.10	2.50	17.58	1.50
PS26	PS27	77.00	DN315	7.06	2.46	17.49	1.49

Listado general de la instalación

Nombre Obra: Polígono Industrial "San Carlos"

Fecha: 14/07/05

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Pendiente %	Caudal l/s	Calado mm	Velocidad m/s
PS28	PS29	100.04	DN315	0.31	3.80	45.14	0.57
PS30	PS31	75.64	DN315	0.33	4.92	50.48	0.63
PS30	PS35	135.30	DN315	0.30	1.58	29.87	0.44
PS31	PS32	78.54	DN315	0.31	3.06	40.89	0.53
PS32	PS33	35.49	DN315	0.34	1.21	25.59	0.42
PS32	PS34	63.28	DN315	0.30	1.86	32.29	0.45
PS36	PS37	60.00	DN315	0.28	2.13	34.95	0.46
PS38	PS39	67.74	DN315	0.30	2.35	36.31	0.49
PS40	PS41	59.88	DN315	0.48	2.20	31.24	0.57

Se indican los mínimos de los valores absolutos.

Envolvente de mínimos

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Pendiente %	Caudal l/s	Calado mm	Velocidad m/s
PS1	PS2	74.00	DN400	0.28	1.28	25.96	0.38
PS2	PS3	74.00	DN400	0.27	1.28	26.05	0.38
PS3	PS4	46.61	DN400	0.26	5.14	51.19	0.57
PS3	PS15	102.95	DN315	5.46	3.52	21.99	1.52
PS4	PS5	47.67	DN400	0.28	5.95	53.58	0.61
PS5	PS6	46.04	DN400	0.30	6.29	54.26	0.64
PS6	PS7	55.70	DN400	0.50	6.87	50.00	0.78
PS6	PS19	100.00	DN315	7.86	0.29	6.29	0.80
PS7	PS8	77.07	DN400	0.43	9.92	62.17	0.82
PS7	PS28	100.09	DN315	0.29	2.38	36.55	0.49
PS8	PS9	17.10	DN400	0.47	11.88	66.15	0.90
PS8	PS21	97.00	DN315	7.05	1.59	14.25	1.30
PS9	PS10	79.53	DN400	0.38	14.41	76.99	0.88
PS9	PS30	39.60	DN315	0.36	2.32	34.47	0.52
PS10	PS11	27.95	DN400	0.51	16.17	75.52	1.01
PS10	PS36	60.00	DN315	0.29	1.33	27.90	0.40
PS11	PS12	66.33	DN400	0.45	17.33	80.78	0.99
PS11	PS24	75.17	DN315	6.80	1.16	12.41	1.17
PS12	PS13	113.91	DN400	0.44	19.20	85.47	1.01
PS12	PS38	70.34	DN315	0.39	1.47	27.23	0.46
PS13	PS14	74.46	DN400	0.44	20.98	89.42	1.03
PS13	PS40	59.31	DN315	0.35	1.38	26.92	0.44
PS14	PS26	85.00	DN315	7.01	1.54	14.06	1.29
PS14	SM	81.67	DN400	0.43	22.88	93.52	1.06
PS15	PS16	96.00	DN315	7.11	1.57	14.13	1.30
PS15	PS18	102.60	DN315	1.10	0.66	14.58	0.52
PS16	PS17	102.60	DN315	1.35	0.61	13.41	0.55
PS19	PS20	97.00	DN315	7.29	0.29	6.40	0.78
PS21	PS22	80.00	DN315	2.36	0.58	11.49	0.66
PS21	PS23	46.00	DN315	6.78	0.72	9.93	1.01
PS24	PS25	135.00	DN315	7.10	0.78	10.20	1.05
PS26	PS27	77.00	DN315	7.06	0.77	10.15	1.05
PS28	PS29	100.04	DN315	0.31	1.19	25.87	0.40
PS30	PS31	75.64	DN315	0.33	1.54	28.85	0.44
PS30	PS35	135.30	DN315	0.30	0.50	17.24	0.31
PS31	PS32	78.54	DN315	0.31	0.96	23.48	0.37
PS32	PS33	35.49	DN315	0.34	0.38	14.80	0.29
PS32	PS34	63.28	DN315	0.30	0.58	18.62	0.32
PS36	PS37	60.00	DN315	0.28	0.67	20.13	0.33
PS38	PS39	67.74	DN315	0.30	0.73	20.90	0.34
PS40	PS41	59.88	DN315	0.48	0.69	18.02	0.40

Listado general de la instalación

Nombre Obra: Polígono Industrial "San Carlos"

Fecha: 14/07/05

8. Medición

A continuación se detallan las longitudes totales de los materiales utilizados en la instalación.

1A 2000 TUBO UPVC	
Descripción	Longitud m
DN315	2201.59
DN400	882.04

9. Medición excavación

Los volúmenes de tierra removidos para la ejecución de la obra son:

Descripción	Vol. excavado m3	Vol. arenas m3	Vol. zahorras m3
Terrenos cohesivos	5823.17	1897.88	3673.17
Total	5823.17	1897.88	3673.17

Volumen de tierras por tramos

Inicio	Final	Terreno Inicio m	Terreno Final m	Longitud m	Prof. Inicio m	Prof. Final m	Ancho fondo cm	Talud	Vol. excavado m3	Vol. arenas m3	Vol. zahorras m3	Superficie pavimento m2
PS1	PS2	38.25	38.30	74.00	1.90	2.15	80.00	1/3	147.45	52.68	86.46	134.33
PS2	PS3	38.30	38.35	74.00	2.15	2.40	80.00	1/3	182.95	52.68	121.96	146.79
PS3	PS4	38.35	38.38	46.61	2.40	2.55	80.00	1/3	134.31	33.18	95.90	98.67
PS3	PS15	38.35	44.10	102.95	1.80	1.80	70.00	1/3	162.22	59.81	95.24	165.70
PS4	PS5	38.38	38.30	47.67	2.55	2.60	80.00	1/3	147.82	33.94	108.53	104.17
PS5	PS6	38.30	38.06	46.04	2.60	2.50	80.00	1/3	140.41	32.78	102.46	99.87
PS6	PS7	38.06	37.48	55.70	2.50	2.20	80.00	1/3	146.42	39.65	100.51	113.37
PS6	PS19	38.06	46.04	100.00	1.80	1.80	70.00	1/3	157.73	58.10	92.68	161.02
PS7	PS8	37.48	37.05	77.07	2.20	2.10	80.00	1/3	171.98	54.87	108.46	146.53
PS7	PS28	37.48	37.95	100.09	2.20	2.25	70.00	1/3	232.66	58.15	167.55	189.61
PS8	PS9	37.05	37.02	17.10	2.10	2.15	80.00	1/3	37.33	12.17	23.23	32.22
PS8	PS21	37.05	44.02	97.00	1.80	1.80	70.00	1/3	152.66	56.35	89.55	156.05
PS9	PS10	37.02	36.67	79.53	2.20	2.15	80.00	1/3	181.17	56.62	115.63	152.50
PS9	PS30	37.02	37.09	39.60	2.20	2.00	70.00	1/3	82.83	23.01	57.06	71.71
PS10	PS11	36.67	36.53	27.95	2.15	2.15	80.00	1/3	62.39	19.90	39.36	53.15
PS10	PS36	36.67	36.52	60.00	2.15	1.70	70.00	1/3	107.13	34.86	68.10	101.62
PS11	PS12	36.53	36.28	66.33	2.15	2.20	80.00	1/3	151.24	47.23	96.57	127.25
PS11	PS24	36.53	41.77	75.17	1.80	1.80	70.00	1/3	118.49	43.67	69.58	121.01
PS12	PS13	36.28	36.08	113.91	2.20	2.50	80.00	1/3	298.84	81.10	204.96	231.66
PS12	PS38	36.28	36.18	70.34	2.20	1.70	70.00	1/3	128.64	40.87	82.88	120.31
PS13	PS14	36.08	35.86	74.46	2.50	2.60	80.00	1/3	226.83	53.01	165.46	161.45
PS13	PS40	36.08	36.02	59.31	2.40	2.00	70.00	1/3	134.95	34.46	96.36	111.30
PS14	PS26	35.86	41.94	85.00	1.80	1.80	70.00	1/3	134.04	49.38	78.75	136.86
PS14	SM	35.86	35.65	81.67	2.60	2.75	80.00	1/3	271.40	58.15	204.08	183.90
PS15	PS16	44.10	50.93	96.00	1.80	1.80	70.00	1/3	161.15	55.77	98.70	158.57
PS15	PS18	44.10	45.23	102.60	1.80	1.80	70.00	1/3	172.23	59.61	105.49	169.47
PS16	PS17	50.93	52.31	102.60	1.80	1.80	70.00	1/3	172.23	59.61	105.49	169.47
PS19	PS20	46.04	53.11	97.00	1.80	1.80	70.00	1/3	162.83	56.35	99.73	160.22
PS21	PS22	44.02	45.91	80.00	1.80	1.80	70.00	1/3	134.29	46.48	82.25	132.14
PS21	PS23	44.02	47.14	46.00	1.80	1.80	70.00	1/3	77.22	26.72	47.29	75.98
PS24	PS25	41.77	51.36	135.00	1.80	1.80	70.00	1/3	226.62	78.43	138.80	222.98
PS26	PS27	41.94	47.38	77.00	1.80	1.80	70.00	1/3	129.26	44.74	79.17	127.18
PS28	PS29	37.95	37.81	100.04	2.25	1.80	70.00	1/3	207.38	58.12	142.30	180.33
PS30	PS31	37.09	36.79	75.64	2.00	1.45	70.00	1/3	118.37	43.94	69.16	121.28
PS30	PS35	37.09	36.55	135.30	1.95	1.00	70.00	1/3	160.80	73.32	78.07	194.38
PS31	PS32	36.79	36.78	78.54	1.45	1.20	70.00	1/3	76.41	45.63	25.32	104.98
PS32	PS33	36.78	36.70	35.49	1.20	1.00	70.00	1/3	24.44	19.23	2.73	42.11

Listado general de la instalación

Nombre Obra: Polígono Industrial "San Carlos"

Fecha: 14/07/05

Inicio	Final	Terreno Inicio m	Terreno Final m	Longitud m	Prof. Inicio m	Prof. Final m	Ancho fondo cm	Talud	Vol. excavado m3	Vol. arenas m3	Vol. zahorias m3	Superficie pavimento m2
PS32	PS34	36.78	36.77	63.28	1.20	1.00	70.00	1/3	43.57	34.30	4.88	75.10
PS36	PS37	36.52	36.29	60.00	1.70	1.30	70.00	1/3	73.10	34.86	34.07	87.20
PS38	PS39	36.18	35.83	67.74	1.70	1.15	70.00	1/3	75.33	39.35	31.27	95.05
PS40	PS41	36.02	35.81	59.88	2.00	1.50	70.00	1/3	96.08	34.79	57.12	97.00

Número de pozos por profundidades

Profundidad m	Número de pozos
2.15	3
2.50	2
1.80	14
2.20	3
1.00	3
1.20	1
2.40	1
2.55	1
2.60	2
2.10	1
2.75	1
2.00	2
1.45	1
1.90	1
1.70	2
1.30	1
1.15	1
1.50	1
2.25	1
Total	42