



**ESTUDIO PITTAMIGLIO**

INGENIERIA HIDRÁULICA Y AMBIENTAL



# **SISTEMA DE DESAGÜES PLUVIALES Y SANEAMIENTO**

## **ESCUELA LOS BULEVARES**

### **MONTEVIDEO**

#### **MEMORIA JUSTIFICATIVA**

**OCTUBRE 2016**

**Revisión 00**

Ing. Marcelo Pittamiglio

Ing. Carlos Roda



## INDICE

1. Introducción.....	3
2. Descripción .....	3
3. Consideraciones previas .....	3
4. Metodología de cálculo de red pluvial .....	4
4.1. Caudales de diseño.....	4
4.2. Intensidad.....	4
4.3. Coeficiente de escorrentía .....	4
5. Diseño de red pluvial.....	5
5.1. Tirante normal .....	5
5.2. Pendiente mínima .....	5
6. Modelación hidráulica pluviales.....	5
6.1. Cálculo tirante normal .....	5
7. Pozo de bombeo aguas pluviales .....	6
7.1. Caudal de diseño .....	6
7.2. Volumen .....	7
7.3. Tubería de impulsión.....	7
7.4. Bombas .....	7
8. Pozo de bombeo aguas residuales .....	8
8.1. Caudal de diseño .....	8
8.2. Volumen.....	8
8.3. Tubería de impulsión.....	9
8.4. Bombas .....	9

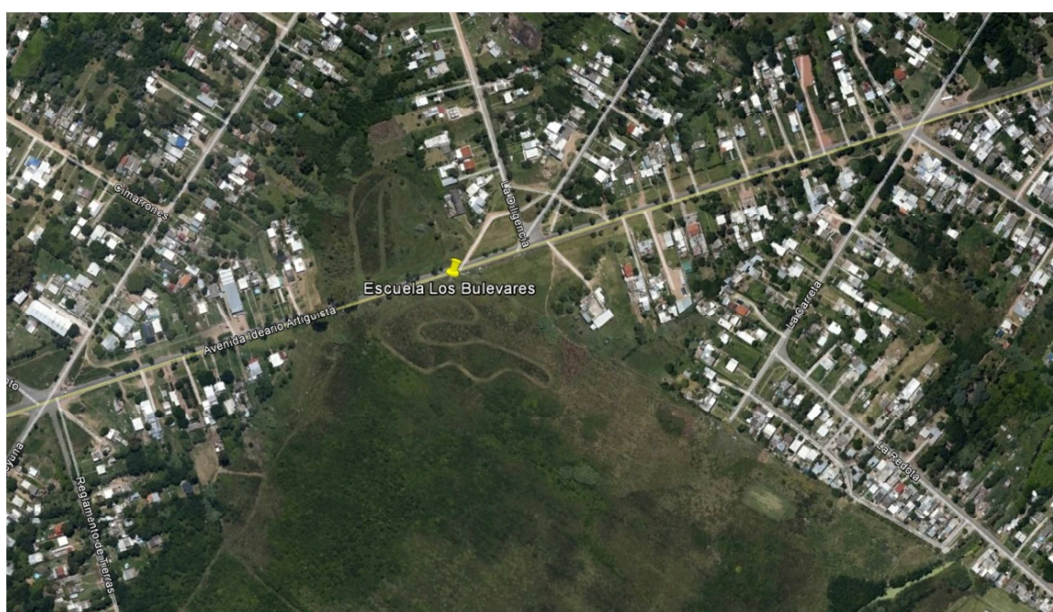


## 1. Introducción

El proyecto consiste en un edificio destinado a escuela en la ciudad de Montevideo.

Esta escuela contará con planta baja y planta alta, además de espacios exteriores y una cancha polideportiva abierta. Se prevé que en el futuro pueda construirse un jardín de infantes junto a la escuela.

El proyecto se implantará en la calle Av. Ideario Artiguista, esquina Calle La Carreta, en la ciudad de Montevideo.



## 2. Descripción

El desagüe de las aguas pluviales se realizará por bombeo hacia la cuneta existente en la calle Av. Ideario Artiguista.

Los desagües de techos y azoteas se canalizarán en columnas en forma independiente y se conectarán a nivel de planta baja con las bocas de desagüe previstas en la red pluvial. Tanto estas bajadas como los desagües de la cancha y cuneta irán a un pozo de bombeo pluvial que desagota en una cuneta existente por la calle Av. Ideario Artiguista.

Para el desagüe de aguas residuales, se proyecta una red hasta el pozo de bombeo, a partir del cual se enviarán al colector ubicado por la calle La Carreta a 560 metros.

## 3. Consideraciones previas

Teniendo en cuenta las limitaciones que deben afrontar los centros educativos para operar y mantener sistemas de bombeo, consideramos esta alternativa claramente inconveniente para la escuela. Cabe recordar que en caso de falla



del sistema de bombeo, las aguas cloacales se desbordarán con su consiguiente riesgo sanitario para la población de la escuela y de los predios vecinos.

Se considera fundamental continuar las gestiones necesarias para que la empresa CONAPROLE permita realizar una servidumbre de acueducto que viabilice realizar la totalidad de los desagües por gravedad.

## 4. Metodología de cálculo de red pluvial

### 4.1. Caudales de diseño

Para el cálculo del caudal de diseño de eventos extremos se utilizará el Método Racional:

$$Q = C * I * A$$

Siendo:

Q: caudal

C: Coeficiente de escorrentía

I: Intensidad de lluvia

A: Área de la cuenca

### 4.2. Intensidad

La intensidad de lluvia se calcula mediante la siguiente fórmula (Montana):

$$I = a * t^b$$

Siendo:

I: Intensidad

a y b: coeficientes que dependen del período de retorno considerado y del lugar

t: Tiempo de concentración

Resulta que para un período de retorno de 10 años y un tiempo de concentración de 5 minutos, la intensidad de lluvia es de 3.4mm/min.

### 4.3. Coeficiente de escorrentía

Se utiliza el coeficiente de escorrentía ponderado, considerando un valor para las zonas impermeables de 0.83 y 0.3 para las zonas verdes.

El coeficiente ponderado se calcula para cada cuenca mediante la siguiente relación:

$$C = \frac{(A_{per} * C_{per} + A_{imp} * C_{imp})}{A_{total}}$$



## 5. Diseño de red pluvial

Luego de calculados los caudales de diseño de cada elemento de la red de drenaje, se está en condiciones de verificar la geometría de los mismos.

### 5.1. Tirante normal

Para el diseño de las cunetas y tuberías, se debe verificar que el tirante sea inferior al 80% y 75% respectivamente. Dicha verificación se realiza mediante la aplicación de la fórmula de Manning para flujo uniforme:

$$Q = \frac{A * Rh^{\frac{2}{3}} * So^{\frac{1}{2}}}{n}$$

Siendo:

Q=caudal de diseño (m<sup>3</sup>/s)

A=Área de la tubería (m<sup>2</sup>)

Rh=Radio hidráulico (m)

So=Pendiente (m/m)

n=Rugosidad de Manning

Se asume para las canalizaciones un coeficiente de rugosidad para el PVC de 0.013.

### 5.2. Pendiente mínima

Además del tirante normal, se debe tener en cuenta la pendiente mínima dependiendo del diámetro de la tubería.

A continuación se muestra una tabla en dónde se detalla para cada caso el valor de la pendiente mínima:

Diámetro (mm)	P mínima (%)
110	1,00
160	0,80
200	0,60
250	0,50
315	0,50
400	0,50

## 6. Modelación hidráulica pluviales

### 6.1. Cálculo tirante normal

En base a la metodología explicada en capítulos anteriores, se realizan los cálculos para el diseño de las tuberías de la red de desagüe pluvial.



Tramo	Á total (m <sup>2</sup> )	C	I (mm/min)	Caudal (L/s)	Material	DN	Pend (%)	yn (m)	v (m/s)
T1	145,3	0,83	3,40	6,82	pvc	160	1	0,07	0,84
T2	263	0,83	3,40	12,35	pvc	160	1	0,10	0,96
T3	263	0,83	3,40	12,35	pvc	160	1	0,10	0,96
T4	125,3	0,83	3,40	5,88	pvc	160	1	0,06	0,81
T5	466,4	0,83	3,40	21,90	pvc	200	0,8	0,14	1,01
T6	165,2	0,83	3,40	7,76	pvc	160	1	0,08	0,87
T7	631,6	0,83	3,40	29,66	pvc	200	1,4	0,14	1,35
T8	731,3	0,83	3,40	34,35	pvc	200	7	0,09	2,60
T9	731,3	0,83	3,40	34,35	pvc	250	0,6	0,17	1,02
T10	886,1	0,83	3,40	41,62	pvc	250	0,8	0,18	1,18
T11	405,6	0,57	3,40	12,97	pvc	200	0,6	0,10	0,81
T12	542,6	0,57	3,40	17,35	pvc	200	1	0,11	1,06
T13	1175,5	0,76	3,40	50,87	pvc	250	1,2	0,18	1,45
T14	1312,4	0,74	3,40	55,25	pvc	250	1,4	0,18	1,57
T15	246,9	0,83	3,40	11,60	pvc	160	1	0,10	0,95
T16	197,6	0,83	3,40	9,28	pvc	160	1	0,08	0,90
T17	444,5	0,83	3,40	20,88	pvc	200	1	0,12	1,10
T18	580,5	0,83	3,40	27,26	pvc	200	1,1	0,14	1,20
T19	674,5	0,83	3,40	31,68	pvc	250	0,6	0,16	1,00

## 7. Pozo de bombeo aguas pluviales

Se diseña un pozo de bombeo húmedo, con bombas sumergibles.

A la salida de cada bomba se instalará una válvula de retención con el objetivo de evitar el retorno del líquido al parar las bombas, y de proteger el rotor de la bomba frente a paradas bruscas del bombeo.

### 7.1. Caudal de diseño

Para el cálculo del caudal de aguas pluviales que derivan en el pozo de bombeo, se utiliza el Método Racional, explicado anteriormente. El período de retorno y tiempo de concentración considerados, son de 5 años y 10 minutos respectivamente, lo que resulta en una intensidad de 2mm/min. El coeficiente de escurrimiento se calcula como se explicó, realizando un promedio ponderado de las áreas impermeables y permeables.

A continuación se muestran detalles de los cálculos:





Tramo	Á total (m²)	C	I (mm/min)	Caudal (L/s)
A pozo	1855	0,66	2,00	41,05

Resulta que el caudal total es de 41L/s.

## 7.2. Volumen

El volumen del pozo de bombeo se calcula a partir del caudal de diseño y del tiempo de ciclo de las bombas. Este último se considera igual a 10 minutos.

A continuación se detallan los cálculos realizados:

$$V = \frac{Q * Tc}{4}$$

Considerando el caudal de 0.041m³/s y un tiempo de ciclo de 10 minutos, resulta que el volumen será igual a 6.15m³.

A partir del volumen hallado, y considerando una sección en planta de 2.5m x 2.5m, resulta que la altura útil mínima será de 1m.

Se diseña el pozo de bombeo con una profundidad total de 2.6m y una altura útil de 1.5m.

## 7.3. Tubería de impulsión

Los efluentes del pozo de bombeo serán transportados mediante una tubería de impulsión hasta la cuneta existente.

Desde el pozo de bombeo proyectado hasta la cuneta, hay 96 metros. Se proyecta una tubería en PEAD de 8" de diámetro.

## 7.4. Bombas

La pérdida de carga en las tuberías de impulsión se calcula mediante la formulación de Hazen-Williams:

$$J = 10.643 * \left(\frac{Q}{C}\right)^{1.85} * D^{-4.87} * L$$
$$\Delta H = J * L$$

Siendo:

$\Delta H$ : pérdida de carga (m)

Q: Caudal (m³/s)

C: Coeficiente de Hazen-Williams

D: Diámetro interno de tubería (m)

L: Longitud total de tubería (m)

J: Pérdida de carga por unidad de longitud (m/m)



La longitud total de la tubería es la suma de la longitud real de la misma, más la longitud equivalente de las piezas existentes a lo largo de ésta.

La longitud equivalente de las piezas (válvulas, llaves de paso, codos, etc), es un valor empírico asociado a cada pieza, de tal forma que la pérdida de carga endicha pieza sea equivalente a la pérdida de carga en un tramo de la tubería de impulsión de igual longitud.

A partir de lo anterior, se define el equipo de bombeo:

Caudal (L/s)	Tuberías			Velocidad (m/s)	C Hazen Williams	Longitud tramo (m)	J (m/m)	Pérdida de carga (m)
	Material	DN (in)	Dint. (mm)					
41,10	pe10	8	176,5	1,68	100	95,7	0,027	3,95
						$\Delta H$ distribuida y localizada		4,0
						$\Delta H$ geométrico		6,0
						Presión necesaria		10,0

El equipo de bombeo deberá satisfacer las siguientes características:

$$Q=41\text{L/s}$$

$$H=11\text{mca}$$

$$P=6\text{hP}$$

Se proyecta la instalación de dos bombas, con un régimen de funcionamiento de 1+1 (una en funcionamiento + 1 de respaldo).

## 8. Pozo de bombeo aguas residuales

Se diseña un pozo de bombeo húmedo, con bombas sumergibles, aptas para trabajar con líquidos residuales.

Se instalarán dos bombas que trabajarán en régimen de una operativa y otra de respaldo.

A la salida de cada bomba se instalará una válvula de retención con el objetivo de evitar el retorno del líquido al parar las bombas, y de proteger el rotor de la bomba frente a paradas bruscas del bombeo.

### 8.1. Caudal de diseño

Se considera un caudal de 4L/s. Este caudal permitirá absorber los desagües de un futuro jardín de infantes. A su vez, permite una bomba con un porte importante, más difícil de obstruir. Se pide una bomba Flygt con rotor inatascable para evitar en la mayor medida de lo posible atascamientos en la bomba.

### 8.2. Volumen

El volumen se calcula aplicando el mismo criterio utilizado para el pozo de bombeo de pluviales. De esta manera, resulta que es necesario un volumen útil de 0.6 m<sup>3</sup>, considerando un tiempo de ciclo de 10 minutos.





A partir del volumen hallado, y considerando una sección en planta de 1.2 x 1.2m, resulta que la altura útil mínima será de 0.42m. Se proyecta un pozo de bombeo con una altura total de 1.95m y una altura útil de 0.6 metros, entre la cota de arranque y la cota de parada de la bomba.

### 8.3. Tubería de impulsión

Para establecer el diámetro de la tubería de impulsión de aguas residuales se deben cumplir todos los criterios que se mencionan a continuación:

- Diámetro mínimo: por tratarse de una tubería de impulsión de aguas residuales, el diámetro para evitar la obstrucción de la misma debe ser mayor a 63mm.
- Velocidad mínima: para evitar la sedimentación de sólidos dentro de la tubería se debe asegurar una velocidad de flujo mínima de 0.8m/s.
- Velocidad máxima: la velocidad máxima adecuada está relacionada directamente con la pérdida de carga de la tubería y las propiedades estructurales de la misma, por lo cual se considera una velocidad máxima de 1.5m/s.
- Pendiente mínima: En los tramos ascendentes la pendiente mínima es de 0.3%, mientras que en los tramos descendentes la pendiente mínima es de 0.6%. Esto es para evitar que se formen bolsones de aire en las tuberías.

Teniendo en cuenta los criterios mencionados, se dimensiona la tubería de impulsión con un PEAD de 90mm de diámetro.

### 8.4. Bombas

La pérdida de carga en la tubería y la longitud total de la misma, se calcula de igual manera que lo mencionado para el caso de pluviales.

A partir de esto, se determina el equipo de bombeo necesario:

Caudal (L/s)	Tuberías			Velocidad (m/s)	C Hazen Williams	Longitud tramo (m)	J (m/m)	Pérdida de carga (m)
	Material	DN (in)	Dint. (mm)					
4,00	pe10	3	79,4	0,81	100	560	0,018	10,19
							$\Delta H$ distribuida y localizada	10,2
							$\Delta H$ geométrico	5,0
							Presión necesaria	15,2

El equipo de bombeo deberá satisfacer las siguientes características:

$$Q=4L/s$$

$$H=15mca$$

$$P=2hP$$

Se proyecta la instalación de un equipo de bombeo con un régimen de 1+1 (1 en funcionamiento + 1 de respaldo).