

# **DOCUMENTO 2**

## **ANEJOS**

# **ANEJO I**

## **BASES DEL PROYECTO**

## Índice

1.	Introducción .....	3
2.	Obtención de datos .....	3
2.1.	Datos climatológicos .....	3
2.2.	Características del agua de riego .....	3
2.3.	Características edafológicas .....	3
2.4.	Factores agronómicos .....	4
2.5.	Datos catastrales y parcelación .....	4
2.6.	Datos orográficos .....	5
2.7.	Materiales .....	5
2.7.1.	Laterales .....	5
2.7.2.	Terciarias .....	5
2.7.3.	Red de distribución .....	5
2.8.	Datos del cultivo .....	6
2.8.1.	Necesidades nutricionales .....	6
2.8.2.	Conductividad del extracto de saturación del suelo .....	6

## 1. Introducción

Para el cálculo y dimensionado de un red de riego por goteo subterráneo se necesitará partir de unos datos que caractericen la finca en la que se instalará, en relación a su agronomía, climatología, orografía, agua de riego, parcelario, etc.

## 2. Obtención de datos

### 2.1. Datos climatológicos

Los datos climáticos para el cálculo de las necesidades hídricas se encontraron en la web del SIAR (Servicio de Información Agroclimática para el Regadío).

Concretamente se usaron los datos de la estación climatológica más cercana a la finca, de los últimos 6 años completos (2016-2022), la de Xàtiva (Valencia). Correspondientes a los parámetros de Precipitación, Precipitación efectiva y Evapotranspiración potencial.

### 2.2. Características del agua de riego

Los datos hidrológicos han sido obtenidos de dos fuentes principales: El análisis de agua y el proyecto que se realizó, para la construcción de la balsa de riego y la red de distribución que suministran agua a esta zona. Ambos realizados por la Cooperativa Valenciana de riegos Pla de bombes - Vista Bella, S.C.L de La Llosa de Ranes.

Del análisis del agua se obtuvo directamente el valor de la conductividad eléctrica del agua (CEw). Mientras que del proyecto de construcción de la balsa y la red de distribución se recabaron los datos de diámetro de la tubería que llega al hidrante y la velocidad con que esta llega, gracias a lo cual se podrá calcular el caudal de agua que llega a dicho hidrante.

### 2.3. Características edafológicas

Se obtuvieron los datos de las características del suelo mediante el análisis en laboratorio de la parcela 41 del polígono 10. La cual se usó como referencia ya que el resto de las parcelas no difieren en sus características respecto a esta y ya se disponía de antemano de este análisis de suelo.

Gracias a este se pudo conocer la textura del suelo, la cual será de vital importancia para conocer cómo se moverá el agua a través del suelo (si permeara rápida o lentamente).

## 2.4. Factores agronómicos

Para el cálculo, sobre todo del diseño agronómico, hay una serie de factores que dependen del tipo de cultivo, la orografía, el tipo de suelo, etc.... que son elegidos por el técnico según una serie de criterios muy variables. Estos son:

- El solape mínimo entre emisores.
- El porcentaje mínimo de suelo mojado.
- La eficiencia de aplicación.
- La uniformidad de distribución.
- La conductividad del extracto de saturación del suelo que produce una merma en la producción del 100% (CEes)

Además de la superficie, aunque esta está ligada principalmente a factores económicos (la cantidad de dinero a invertir), sociales (el número de parcelas que los vecinos han estado dispuestos a vender, las que se han heredado, donado, arrendado...) o topográficos (el límite de parcelas que podemos reunir sin accidentes geográficos que impidan la uniformidad de estas).

Por otro lado, hay factores exclusivamente elegidos por el técnico según sus propias necesidades (o las del propietario) como son:

- El marco de plantación (separación entre filas de árboles y separación entre arboles de una misma fila).
- Diámetro aéreo de la planta.
- Número de laterales por fila de planta.

## 2.5. Datos catastrales y parcelación

Las parcelas han sido obtenidas de la web del catastro: <https://www1.sedecatastro.gob.es/Cartografia/mapa.aspx?buscar=S>

Pero no se obtuvieron solo las parcelas como tal, también los caminos que cruzan la finca fueron facilitados por la web del ICV (Instituto Cartográfico Valenciano), los cuales servirán más adelante para subdividir estas parcelas mediante el programa QGIS.

Aun con esto las parcelas catastrales no serán las usadas como unidades uniformes de riego. Esto resulta imposible por la orografía (algunas parcelas tendrían una excesiva pendiente), su longitud sería demasiado grande como para que funcionasen adecuadamente todos los emisores de los laterales, su forma haría imposible el cálculo, etc... Es por ello por lo que estas parcelas se subdividirán o se juntarán con partes de otras parcelas para igualar las características de cada subunidad.

## 2.6. Datos orográficos

Para los datos orográficos (además de las ortofotos) se usó la página web del ICV-GVA: <https://icv.gva.es/va/> que mediante capas LIDAR ha permitido obtener datos de elevación del terreno, con una precisión de un valor por 0,5 m<sup>2</sup>.

Para el tratamiento de estos datos orográficos se ha usado el programa QGIS, gracias al cual se han transformado estos datos LIDAR en una capa de curvas de nivel y otra de puntos correspondientes a los nudos de la red de distribución (donde se encuentran las conexiones con las subunidades y bifurcaciones de esta red de distribución).

## 2.7. Materiales

### 2.7.1. Laterales

Los laterales elegidos han sido los Azud Premier PC AS DN16 con un caudal por emisor de 3,5 l y 1 m de distancia entre emisores.

Los datos facilitados por el fabricante con respecto a los laterales seleccionados ofrecen unos valores de longitud máxima de 172 m y de rango de presiones de autocompensación de entre 5 y 40 mca (aunque a efectos de proyecto estos serán 150 m y 10-20 mca como se verá más adelante).

### 2.7.2. Terciarias

Por otro lado, el tipo de tubería terciaria elegida ha sido PE100 PN6 conforme a norma UNE EN 12201.

La presión máxima que puede soportar esta tubería es de 60 mca. Pero no debemos aproximarnos a estos valores, ya que en momentos puntuales (como cierres de válvulas) o zonas como las tomas de los laterales se pueden producir picos de presiones que, al sobrepasar estas presiones nominales, acabasen dañando con el tiempo el material.

### 2.7.3. Red de distribución

Por último, en relación a los materiales, se tiene que mencionar el que compondrá la red de distribución que será PE100 conforme a la norma UNE EN 12201, diámetro mínimo DN40 y presión nominal según cálculos.

## 2.8. Datos del cultivo

### 2.8.1. Necesidades nutricionales

Una parte fundamental del éxito de una explotación cítrica es la aportación de nutrientes. Hoy en día con los sistemas de riego localizado estos son en su mayor parte proporcionados al cultivo disueltos en el agua de riego para lo cual se emplean equipos constituidos por bombas inyectoras y recipientes para contener dichos fertilizantes.

En el caso de este proyecto también serán necesarios y por tanto, se deberán dimensionar dichos elementos atendiendo a las necesidades nutricionales que demande esta finca. Para lo cual nos basaremos en los estudios hechos por Legaz y Primo-Millo en 1988 sobre nutrición NPK de cítricos según la edad del arbolado.

### 2.8.2. Conductividad del extracto de saturación del suelo

Para un adecuado desarrollo de los cítricos son necesarios unos parámetros de salinidad adecuados tanto en el suelo como en el agua de riego. Para el cálculo de las necesidades hídricas del cultivo se tienen en cuenta los valores que este tolera, los cuales según diversos estudios se encuentran en 9 dS/m.

# **ANEJO II**

## **DISEÑO AGRÓNOMICO**

## Índice

1.	Introducción .....	3
2.	Tratamiento de los datos .....	3
2.1.	Datos climatológicos .....	3
2.2.	Características del agua de riego .....	4
2.3.	Características edafológicas .....	4
2.4.	Factores agronómicos .....	4
3.	Diseño.....	6
3.1.	Necesidades Netas de riego .....	6
3.2.	Necesidades totales de riego .....	7
3.3.	Cálculo de las horas de riego y elección de emisores. ....	10
3.3.1.	Comparación entre emisores. ....	10
3.4.	Justificación de la sectorización .....	11
3.5.	Resultados .....	12

## 1. Introducción

En este apartado se calcularán las necesidades de riego para cítricos, variedad Navel Chocolate, mediante la herramienta DISAGRO\_RL. Las cuáles serán de gran importancia para la elección del emisor y el cálculo de los tiempos de riego.

Para ello se partirá de los datos climatológicos, características del agua de riego, edáficas y del cultivo, como marco de plantación, variedad, características del agua de riego, etc... comentados en el anejo "Bases del proyecto". Con el objetivo de determinar el caudal, número de emisores por árbol y tiempos de riego, así como el número de sectores máximo en los que se podrá dividir el riego.

## 2. Tratamiento de los datos

### 2.1. Datos climatológicos

Como se ha mencionado en el anejo "Bases del proyecto" los datos climatológicos proceden del SIAR los cuales una vez ordenados mediante una hoja Excel se ha calculado la media de cada mes para cada uno de los tres valores analizados (Precipitación, Precipitación efectiva y Evapotranspiración potencial).

Obteniendo los resultados presentados en la siguiente tabla:

Meses	Precipitación (mm)	P. Efect (mm)	Etp (mm)
<b>Enero</b>	69,92	36,18	32,49
<b>Febrero</b>	23,16	9,48	45,32
<b>Marzo</b>	83,24	44,96	74,82
<b>Abril</b>	45,30	22,22	92,87
<b>Mayo</b>	20,44	9,11	137,89
<b>Junio</b>	40,41	22,57	159,29
<b>Julio</b>	5,45	2,01	169,95
<b>Agosto</b>	22,65	11,04	144,56
<b>Septiembre</b>	38,14	18,31	98,06
<b>Octubre</b>	39,68	18,99	63,21
<b>Noviembre</b>	47,33	24,08	34,41
<b>Diciembre</b>	83,95	46,00	25,60

Tabla 1: Datos climáticos medios de los últimos 6 años en Xàtiva (Valencia)

## 2.2. Características del agua de riego

Como se ha comentado anteriormente el agua de riego de la zona presenta unas características normales para ser utilizada con este fin. La conductividad eléctrica del agua (CEw) en su debido apartado del citado análisis se observa que es de 1,13 dS/m medida a 25°C.

En cuanto al proyecto que dará los datos de presión y caudal sabemos que al hidrante entra una tubería que viene desde la balsa de riego de DN120 y con una velocidad de 1,51 m/s (así se ha calculado en dicho proyecto). Con estos datos y despejando la ecuación de continuidad:

$$D_i(mm) \geq 16,67 \times \sqrt{\frac{4 \times Q_i(m^3/h)}{\pi \times V_i}}$$

*Ecuación 1: Ecuación de continuidad*

Donde:

$D_i$ : Diámetro en milímetros

$Q_i$ : Caudal en m<sup>3</sup>/h

$V_i$ : Velocidad a la que circula el agua en dicha tubería

Resultando el caudal máximo puede llegar al hidrante 61,42 m<sup>3</sup>/h, aunque por precaución y simplificación de cálculos consideraremos que el caudal es de 60 m<sup>3</sup>/h. Gracias a esto se podrá calcular el número de sectores mínimo necesario para poder regar toda la finca.

## 2.3. Características edafológicas

En el anejo “Bases del proyecto” se expuso de donde se obtuvieron los datos de las características del suelo. Gracias al análisis citado en dicho punto se pudo observar que los valores de arena, limo y arcilla son 34,55 %; 30 % y 35,45 % respectivamente, los cuales corresponden a un suelo franco-arcilloso.

## 2.4. Factores agronómicos

En el primer caso en que los factores dependen de las características de la finca se ha tenido en cuenta el sistema de riego que se va a implementar, así como el cultivo o la superficie. Mas concretamente:

- El riego localizado subterráneo ofrece una mayor eficiencia de aplicación, debido a la ausencia de evaporación. Por lo cual se puede decir que esta será mayor a la del riego localizado tradicional que suele estar entre el 85-90 %. Aun así, como no se quiere sobre estimar este parámetro se tomará una eficiencia del 90 %, el valor mas grande del intervalo que se le estima al riego localizado tradicional.

- El solape mínimo con un emisor de 3,5 l/h no es necesario que sea muy grande, ya que, aunque la separación entre emisores sea amplia el área mojada es bastante grande y por tanto, con poco solape la distribución del agua será adecuada, por ello se exige un solape mínimo del 10 %.
- El porcentaje mínimo de suelo mojado ha sido elegido también por el tipo de emisor que se usará, ya que con el caudal de 3,5 l/h el porcentaje de suelo mojado será suficiente con buscar un 30 % de este, debido a que con este caudal se crean bulbos de humedad anchos.
- La conductividad máxima del extracto de saturación (CEes) viene marcada por el cultivo implantado, en este caso cítricos y según diversos estudios se sitúa en 9 dS/m.
- La superficie de la finca quedara limitada a 10,5 Ha, que es la superficie aproximada que se espera cultivar y se calculara con más exactitud en el próximo anejo “Diseño de subunidades”.

En el segundo caso, donde los factores dependen del manejo agronómico que se hará en el futuro se ha tenido en cuenta:

- Una buena mecanización de la finca, aunque los árboles alcanzasen tamaños grandes. Por ello, se han elegido calles amplias de 6 m, por donde pueda pasar maquinaria sin problema.
- El tamaño esperado de los árboles será más o menos normal al usado en la zona, por ello las separaciones entre arboles de una misma fila y el diámetro de copa serán de 4 m.
- El sistema radicular de los naranjos es bastante amplio y por tanto necesita riego por ambos lados de la fila de plantas para conseguir un buen crecimiento y producción posterior por lo que se ha elegido un doble lateral por fila de plantas.

Con los datos anteriormente presentados ya se tienen los datos de partida necesarios para calcular las necesidades hídricas del cultivo. Aunque de algunos de estos datos se deben de obtener unos parámetros iniciales mediante algún calculo:

Parámetro	Ecuación	Resultado
Área sombreada (m2)	$A_s = \pi \times \left(\frac{D_a}{2}\right)^2$	12,57
Porcentaje de área sombreada (%)	$P_{as} = \frac{A_s}{(a \times b)} \times 100$	52,36
Fracción de lavado	$LR = \frac{CE_w}{2 \times CE_{es}}$	0,06

*Tabla 2: Parámetros derivados de los datos iniciales*

Donde:

$D_a$  = Diámetro de la copa del árbol

$a$  = Separación entre filas de arboles

b = Separación entre arboles de una misma fila

$CE_w$  = Conductividad eléctrica del agua de riego

$CE_{es}$  = La conductividad del extracto de saturación del suelo que produce una merma en la producción del 100%

### 3. Diseño

#### 3.1. Necesidades Netas de riego

Como se ha comentado en la introducción para calcular las necesidades de riego de esta finca se usará el programa de Excel DISAGRO\_RL el cual calcula las necesidades hídricas del cultivo a partir de datos climáticos y condiciones de cultivo presentados en el punto 2, haciendo uso de la siguiente ecuación:

$$NR_n = K_1 \times K_c \times ET_o - P_e$$

Ecuación 1: Ecuación del balance hídrico

Donde:

$NR_n$  = Necesidades netas de riego

$K_1$  = Coeficiente reductor por localización

$K_c$  = Coeficiente de cultivo

$ET_o$  = Evapotranspiración del cultivo de referencia

$P_e$  = Precipitación efectiva

Meses	$K_c$	$NR_n$ (mm/mes)
Enero	0,60	15,47
Febrero	0,59	21,29
Marzo	0,60	35,62
Abril	0,56	41,69
Mayo	0,50	55,06
Junio	0,56	71,50
Julio	0,62	83,63
Agosto	0,71	82,24
Septiembre	0,67	52,33
Octubre	0,75	38,09
Noviembre	0,66	18,14
Diciembre	0,57	11,69

Tabla 3:  $K_c$  y Necesidades netas de riego por mes

Como paso intermedio se convierten los datos mensuales en diarios dando el resultado final de las necesidades en l/planta/día

$$Nec. netas (mm/día) = Nec. netas \left( \frac{mm}{mes} \right) / días del mes$$

Además, se obtienen las necesidades netas por día y planta con la siguiente formula:

$$Nec. netas \left( \frac{l}{día \times planta} \right) = Nec. netas \left( \frac{mm}{día} \right) \times Sup. ocupada por planta (m^2)$$

Meses	Necesidades netas (mm/mes)	Días por mes	Necesidades netas (mm/día)	Necesidades Netas (l/día/planta)
Enero	0	31	0	0
Febrero	11,81	28	0,42	10,12
Marzo	0	31	0	0
Abril	19,47	30	0,65	15,57
Mayo	45,94	31	1,48	35,57
Junio	48,94	30	1,63	39,15
Julio	81,62	31	2,63	63,19
Agosto	71,20	31	2,30	55,12
Septiembre	34,02	30	1,13	27,22
Octubre	19,10	31	0,62	14,79
Noviembre	0	30	0	0
Diciembre	0	31	0	0

Tabla 4: Necesidades netas por día y planta en litros.

### 3.2. Necesidades totales de riego

Conocidas las necesidades netas por día y planta se calculan las necesidades totales, en las que entran en juego el uso de aguas salinas, la eficiencia de aplicación y la uniformidad de distribución.

$$V = \frac{NRv}{1 - LR}$$

Ecuación 2: Uso de aguas salinas (Volumen 1)

V= Volumen

NR<sub>v</sub>= Necesidades netas del cultivo

LR= Fracción de lavado

Mes	Volumen 1 (l/día/planta)
Enero	0
Febrero	15,91
Marzo	0
Abril	20,92
Mayo	43,61
Junio	48,87
Julio	69,08
Agosto	64,97
Septiembre	33,67
Octubre	20,06
Noviembre	0
Diciembre	0

Tabla 5: Resultados volumen para uso de aguas salinas

$$V = \frac{NR_v}{EA}$$

Ecuación 3: Eficiencia de aplicación (Volumen 2)

V= Volumen

NR<sub>v</sub>= Necesidades netas del cultivo

EA= Eficiencia de aplicación

Mes	Volumen 2 (l/día/planta)
Enero	0
Febrero	16,56
Marzo	0
Abril	21,78

Mes	Volumen 2 (l/día/planta)
Mayo	45,42
Junio	50,90
Julio	71,94
Agosto	67,66
Septiembre	35,07
Octubre	20,89
Noviembre	0
Diciembre	0

Tabla 6: Resultados volumen para eficiencia de aplicación

Después se elige el caso más desfavorable (el que mayor volumen haga aplicar) y a este se le calculan las necesidades totales para su unidad de distribución:

$$NTn = \frac{V_{max}}{UE}$$

Ecuación 4: Necesidades totales de cultivo

Donde:

$V_{max}$  = Volumen máximo entre Volumen 1 y 2

UE = Uniformidad de distribución

Mes	Volumen máximo (l/h/planta)	UE o CU	Necesidades Totales (l/día y planta)
Enero	0	0,9	0
Febrero	16,56	0,9	18,40
Marzo	0	0,9	0
Abril	21,78	0,9	24,21
Mayo	45,42	0,9	50,46
Junio	50,90	0,9	56,55
Julio	71,94	0,9	79,93
Agosto	67,66	0,9	75,17
Septiembre	35,07	0,9	38,96
Octubre	20,89	0,9	23,21
Noviembre	0	0,9	0
Diciembre	0	0,9	0

*Tabla 7: Necesidades totales por planta y día en litros*

### 3.3. Cálculo de las horas de riego y elección de emisores.

Ya conociendo la cantidad total de agua que demandaran diariamente cada una de las plantas se puede pasar a ver como distribuir en el tiempo estos aportes. Para ello el programa abre una pantalla en la que se debe elegir los caudales que se estudiarán para el proyecto, en este caso de 2; 2,3; 3 y 3,5 l/h. Seguidamente en otra pantalla se escogen el número de sectores en que se dividirá la finca y los riegos por semana que se harán en cada mes. Así finalmente se calcularán las horas de riego para los diferentes tipos de emisor en cada jornada de riego.

#### 3.3.1. Comparación entre emisores.

El programa permite comparar los tiempos de riego (en el siguiente apartado se mostrará cómo se calculan). Aunque ya se habían concretado desde el principio, para este proyecto, los caudales y separaciones de los emisores debido a razones económicas. Pero aun así se presentan a continuación estas diferencias para justificar mediante datos la validez de esta decisión.

Para calcular los tiempos de riego primero se seleccionan cuantos días por semana se aportará riego al cultivo y con este dato se obtiene el intervalo medio entre riegos:

$$I = \frac{7}{NRS}$$

*Ecuación 5: Intervalo entre riegos*

NRS = Numero de riegos por semana

Y con estos intervalos se calculan las horas de riego:

$$t = \frac{NT_r}{Q_{planta}} \times I$$

*Ecuación 6: Tiempo de riego diario*

$NT_r$  = Necesidades totales diarias por planta

$Q_{planta}$  = Caudal por planta = Numero de emisores por planta\* x Caudal del emisor

\*El número de emisores por planta es 8 (4 metros de distancia entre arboles/1 metro de distancia entre emisores x 2 filas de plantas)

Mes	Intervalo entre riegos	Caudal emisor (litros/hora)			
		Tiempo de riego (horas)			
		2	2,3	3	3,5
Enero	7	0	0	0	0
Febrero	2,33	1,82	1,58	1,21	1,04
Marzo	7	0	0	0	0
Abril	2,33	2,80	2,44	1,87	1,60
Mayo	1,4	3,84	3,34	2,56	2,20
Junio	1,4	4,23	3,68	2,82	2,42
Julio	1	4,88	4,24	3,25	2,79
Agosto	1	4,25	3,70	2,84	2,43
Septiembre	1,75	3,68	3,20	2,45	2,10
Octubre	2,33	2,66	2,32	1,77	1,52
Noviembre	7	0	0	0	0
Diciembre	7	0	0	0	0
Máximos tiempos de riego		4,88	4,24	3,25	2,79

Tabla 8: Tiempos de riego según emisor y número de riegos por semana.

Como se puede ver los tiempos de riego serían superiores a las 3 horas (tiempo que no se pretende superar) en los meses de máximas necesidades incluso regando todos los días. La única solución para reducir estos tiempos sería disminuir la separación entre emisores, lo que aumentaría el número de emisores por planta y por tanto el caudal de riego por planta. Pero como se mencionaba en la elección de materiales la separación de 1 m entre emisores se mostraba adecuada por abaratar el coste de la instalación. Así pues, con estos datos la única opción posible es el emisor de 3,5 l/h y una separación de 1 m.

### 3.4. Justificación de la sectorización

Para mejorar el riego de la finca se adopta una sectorización de esta, pues se necesitaría que la comunidad de regantes suministrase un caudal demasiado grande si se quisiese regar toda a la vez.

Para ello el programa calcula los sectores máximos y mínimos dependiendo de las horas disponibles de riego (jornada efectiva de riego, JER) y la relación entre caudal necesario y caudal disponible:

$$\text{Numero minimo de sectores} = \frac{\text{Caudal por unidad de superficie} \times \text{Superficie}}{\text{Caudal disponible}}$$

*Ecuación 7: Calculo del número mínimo de sectores*

$$\text{Numero maximo de sectores} = \frac{JER}{\text{Maximos tiempos de riego}}$$

*Ecuación 8: Calculo del número máximo de sectores*

Justificación de la sectorización	
Caudal emisor seleccionado	3,5
Tiempo de riego máximas necesidades	2,85
Caudal por unidad superficie (m3/h/ha)	11,67
Superficie (Ha)	10
Jornada efectiva de riego (h)	16
Caudal disponible (m3/h)	60
Número mínimo de sectores	2
Número máximo de sectores	5
Número de sectores adoptados	4

*Tabla 9: Justificación de la sectorización*

### 3.5. Resultados

Resumiendo todo lo dicho anteriormente los parámetros necesarios para cubrir las necesidades hídricas del cultivo son los siguientes:

Resultados	
Caudal de emisores	3,5 l/h
Separación entre emisores	1 m
Emisores por planta	8
Marco de plantación	6 x 4 m
Nº de sectores	4

*Tabla 10: Resultados del diseño agronómico*

# **ANEJO III**

## **DISEÑO DE SUBUNIDADES**

## Índice

1.	Introducción .....	3
2.	Tratamiento de los datos .....	3
2.1.	Datos orográficos .....	3
2.2.	Datos catastrales y parcelación.....	3
2.3.	Materiales .....	4
2.3.1.	Laterales .....	4
2.3.2.	Terciarias .....	4
2.3.3.	Tuberías auxiliares.....	5
2.4.	Factores agronómicos .....	5
2.5.	Necesidades hídricas .....	5
3.	Diseño.....	6
3.1.	Longitud equivalente ( $l_e$ ) .....	6
3.2.	Distancia inicial ( $S_o$ ) .....	7
3.3.	Coeficiente de Christiansen ( $F_r$ ).....	7
3.4.	Perdida de carga en el lateral.....	7
3.5.	Variación de presión en el lateral.....	11
3.6.	Perdidas de carga admisibles en las terciarias .....	12
3.7.	Diámetros teóricos de las terciarias .....	13
3.8.	Diámetros normalizados .....	16
3.9.	Perdidas de carga en la terciaria .....	18
3.10.	Resultados .....	19
3.11.	Elementos de control y seguridad.....	21
3.11.1.	Tubería auxiliar .....	21
3.11.2.	Mallado de los laterales .....	21
4.	Mediciones .....	23

## 1. Introducción

Una vez conocidas las necesidades hídricas máximas del cultivo se procederá a cuantificar los parámetros que determinaran el buen funcionamiento de la instalación.

Para ello se partirá de los datos obtenidos en los anejos “Diseño agronómico” y “Bases del proyecto”. Con el objetivo de obtener las presiones de trabajo y diámetros de las terciarias de cada subunidad.

## 2. Tratamiento de los datos

### 2.1. Datos orográficos

Para extraer datos realmente útiles para este proyecto se ha usado la capa LIDAR correspondiente a la finca transformándola a DEM (digital elevation model) para que sea utilizable por QGIS. Una vez hecho esto se ha creado una capa de curvas de nivel mediante la función “Extraer curvas de nivel”.

Por otra parte, para las cotas de las tomas y bifurcaciones de la red de transporte, se ha creado una capa de puntos (SHP), la cual usando la herramienta “Muestra de valores raster” y la capa DEM del terreno como base, recibe valores para las coordenadas “z” de los puntos que componen dicha capa de nodos.

Como se puede observar en el plano 4.

### 2.2. Datos catastrales y parcelación

Como se ha dicho no solo se han usado las parcelas catastrales, sino que se seguirán una serie de criterios para crear las subunidades. Estos son:

- 1º Las subunidades se dividen principalmente por la topografía del terreno. Estas no podrán tener una diferencia de cuota de más de 20 m (25 de autocompensación-5 de pérdidas de carga), además las líneas de plantación seguirán las curvas de nivel en los casos de mayor pendiente para reducir la escorrentía. También, otros criterios orográficos serán los barrancos, márgenes, linderos y caminos.
- 2º La longitud de los laterales no podrá ser mayor a 140 m según los datos ofrecidos por el fabricante y la aplicación de una mayoración del 80 %. Como se ha visto en el anejo “Bases del proyecto”, apartado “2.7.1. Laterales”.
- 3º La forma de la subunidad no podrá ser tal que la terciaria se vea obligada a curvarse, ya que complicaría los cálculos excesivamente.
- 4º En los casos en que se cumplan los anteriores criterios el cultivo se orientará Norte-Sur para mejorar la insolación.

Según los criterios presentados en el párrafo anterior se han dividido o concentrado las parcelas que componen la finca en subunidades con características lo suficientemente uniformes como para poder realizar los cálculos de dimensionado de subunidades de riego pertinentes y nombradas, de la forma que se ve en el plano 5.

## 2.3. Materiales

### 2.3.1. Laterales

Según lo comentado en el anejo “Bases del proyecto”, apartado “Materiales” los laterales elegidos han sido los Azud Premier PC AS DN16 de 3,5 l/h de caudal y 1 m entre emisores, los cuales son de un diámetro interior de 13,8 mm.

El rango de presiones se ha reducido a 10-20 mca en lugar de 5 y 40 mca que es la capacidad de autocompensación que anuncia el fabricante. Esto se debe a que por la experiencia obtenida en el campo se sabe que los emisores por debajo de 10 mca empiezan a fallar y emitir menos caudal, por otro lado, las conexiones en espiga que se usan para unir distintos tramos de este tipo de tubería se pueden desconectar cuando las presiones superan los 20 mca.

Partiendo de los datos que facilita el fabricante se sabe que la longitud máxima de la tubería para un caudal de emisor de 3,5 l/h y una distancia entre emisores de 1 m es de 218 m, conociendo esto y el rango de autocompensación se podrá calcular la longitud equivalente (apartado 3.1. Longitud equivalente (le)). También teniendo en cuenta que el rango de presiones admisible será menor, se podrá calcular la longitud máxima de la tubería haciendo el cálculo inverso al del apartado 3.1.:

$$l_{max} = \left( \frac{\Delta h}{0,363 \times K_m \times M \times Q^{1,75}} \right)^{\frac{1}{2,75}} = 156,22 \text{ m}$$

*Ecuación 1: Ecuación de pérdidas de carga (despejada para calcular la longitud máxima de un lateral)*

Por ello, las subunidades utilizadas para el cálculo no pueden tener una longitud mayor a 150 m en la dirección de las tuberías con emisor incorporado.

Además, el coeficiente de variación de presión máximo que marca el fabricante es del 7%.

### 2.3.2. Terciarias

En cuanto a las terciarias se eligió, como se comenta en las “Bases del proyecto”, tubería de PE100 con una presión nominal de 0,6 MPa.

Así pues, estas tuberías deberían de ser capaces de soportar 60 mca de presión.

### 2.3.3. Tuberías auxiliares

En los primeros años de cultivo el sistema radicular del árbol no será lo suficientemente extenso como para obtener agua y nutrientes de los laterales enterrados, es por ello por lo que se deberá instalar una tubería ciega en la que se pincharan emisores sobrelínea (para este caso se ha elegido un sistema hidropónico) y se situaran válvulas de espiga de PP y DN16 en todas las tomas de las tuberías.

La tubería ciega será de PE40 y DN16 la cual se situará junto a la línea de árboles durante el 1º, 2º y 3º año para suministrarles agua ya que aun serán de pequeño porte y no podrán alcanzar la humedad de las tuberías enterradas con sus raíces.

Por otro lado, el emisor elegido será un conjunto hidropónico, el cual constará de un gotero y una piqueta conectados por un microtubo de 70 cm de longitud y 5x3 mm. Este emisor suministrara un caudal de agua de 4 l/h.

### 2.4. Factores agronómicos

Además de estos datos la distribución de las terciarias también es importante. Ya que no se realizará del mismo modo el cálculo de una subunidad alimentada por el extremo que una alimentada por en medio. Dado que las subunidades no son excesivamente largas no será necesario alimentar a los laterales por en medio, así pues, la terciaria se encontrará en el extremo de los laterales.

En cuanto a la alimentación de las terciarias por la disposición de las subunidades se ha creído conveniente optar por la alimentación por el extremo.

Como ya se ha dicho en el anejo “Diseño agronómico” se instalarán dos laterales por fila de plantas para conseguir un riego uniforme.

Además de estos datos, los caudales se corresponderán con, la longitud y numero, de laterales que sea posible instalar en la subunidad y por tanto del número de emisores totales en esta. Así como la pendiente de los laterales (que en todos se ha intentado que sean paralelos a las curvas de nivel) y terciaria que vendrá determinada por la orografía.

También cabe indicar que la presión y caudal en el hidrante será de 40 mca y 60 m3/h respectivamente.

### 2.5. Necesidades hídricas

Estos datos son los obtenidos en el anejo “Diseño agronómico”, en el cual se explica cómo se han calculado. En resumen, estos han sido los siguientes:

- Laterales de 3,5 l/h y 1 m de separación.
- 4 sectores.
- 8 emisores por planta.

- Marco de plantación de 6 x 4 m.

### 3. Diseño

Con esto, se dimensionan las terciarias de cada una de las subunidades de la finca. Para ello se ha usado el programa DimSub que facilitara los cálculos a partir de unos parámetros previos obtenidos gracias a los valores anteriormente citados. Estos parámetros previos son calculados por DimSub de la manera siguiente:

#### 3.1. Longitud equivalente ( $l_e$ )

Como el emisor es integrado el cálculo de la longitud equivalente vendrá dado indirectamente por los datos que el fabricante proporciona sobre la tubería. Concretamente a partir de la longitud máxima que es capaz de tener dicha tubería según las características elegidas en el anejo anterior, como son el caudal y la distancia entre emisores.

Para el cálculo de la longitud equivalente ( $l_e$ ) se usará la fórmula de la perdida de carga:

$$l_{max} = \left( \frac{\Delta h}{0,363 \times K_m \times M \times Q^{1,75}} \right)^{\frac{1}{2,75}}$$

*Ecuación 1: Ecuación de pérdidas de carga (despejada para calcular la longitud máxima de un lateral)*

$L_{max}$  = longitud máxima anunciada por el fabricante = 218 m

$\Delta h$  = perdida de carga máxima en la longitud de la tubería según el fabricante = 25 mca

Q = Caudal del emisor = 3,5 l/h

M = Coeficiente M

$$M = \frac{C}{D^{4,75}} = \frac{0,466}{13,8^{4,75}} = 1,794 \times 10^{-6}$$

C = Coeficiente C de Blasius

D = Diámetro interior de la tubería

$K_m$  = Coeficiente mayorante

$$K_m = \frac{S + l_e}{S} = \frac{1 + l_e}{1}$$

$l_e$  = longitud equivalente

S = Distancia entre emisores

Despejando se obtiene la siguiente ecuación:

$$l_e = \left( \frac{\Delta h \times S}{L_{max}^{2,75} \times 0,363 \times M \times Q^{1,75}} \right) - S = 0,589$$

*Ecuación 2: Ecuación de pérdidas de carga (despejada para calcular la longitud equivalente de un lateral)*

### 3.2. Distancia inicial ( $S_o$ )

$$S_o = L - (n \times S)$$

*Ecuación 3: Calculo de la distancia inicial*

L = Longitud del lateral

n = número de emisores

S = separación entre emisores

### 3.3. Coeficiente de Christiansen ( $F_r$ )

$$F_r = \frac{r + n \times F - 1}{r + n - 1}$$

*Ecuación 4: Calculo del coeficiente de Christiansen*

$r = S_o/S$

n = número de emisiones o derivaciones

F = Coeficiente de Christiansen (parametrizado en el programa según el número de emisores o derivaciones).

### 3.4. Perdida de carga en el lateral

Con estos datos, las coordenadas de inicio y final de la terciaria más algunas coordenadas del otro extremo de la parcela (estos introducidos mediante una imagen escalada en el programa, que dependerán de cada una de las parcelas) el programa calculará automáticamente la superficie a regar y la longitud de la terciaria.

Con ello, se obtienen dos parámetros, la longitud máxima del lateral (que servirá para saber cuál es el más desfavorable y a partir de este calcular la presión necesaria en la subunidad) y la superficie irregular, que dividida por la longitud de la terciaria nos dará la longitud media de los

laterales, gracias a la cual se calcula el caudal medio por lateral y este a su vez se multiplicara por el número de laterales que caben en la longitud de la terciaria, estos últimos obtenidos según las distancias entre laterales de la misma fila y la distancia entre laterales de distintas filas.

Con todo esto se multiplican los caudales de cada emisor por el número de emisores en la longitud media del lateral obteniendo el caudal por lateral y finalmente multiplicando el caudal medio por lateral por el número de laterales que permite adoptar la longitud de la terciaria.

A partir de estos datos obtenidos mediante DimSub se usarán para el siguiente calculo. Los emisores dado que son los encargados de suministrar el agua a la zona radicular de los árboles disponen de un pequeño caudal (3,5 l/h en este caso) es por ello que, se produce una disminución progresiva del caudal circulante en el lateral, que junto a fricciones y turbulencias creadas por el material y las irregularidades en el lateral que provocan los propios emisores producen unas perdidas de carga a lo largo de este.

Para suplirlas, la presión de entrada deberá ser mayor a la del final del lateral por lo que se debe de conocer este dato. En el caso que se esta viendo el lateral que se debe conocer es el más desfavorable (el de mayor longitud) para lo que se ha realizado el siguiente calculo:

$$h_L = F \times K_m \times M_L \times L \times Q_L^{1,75}$$

*Ecuación 5: Ecuación de pérdidas de carga de un lateral*

Siendo:

$h_L$  = *Perdidas de carga en el lateral*

$F$  = *Coficiente de Christiansen (ya explicado su cálculo)*

$K_m$  = *Coficiente mayorante dado por:*

$$K_m = \frac{S + l_e}{S} = \frac{1 + l_e}{1}$$

$l_e$  = *longitud equivalente*

$S$  = *Distancia entre emisores*

$M_L$  = *Coficiente M:*

$$M_L = \frac{C}{D^{4,75}} = \frac{0,466}{13,8^{4,75}} = 1,794 \times 10^{-6}$$

$C$  = *Coficiente C de Blasius*

$D$  = *Diámetro interior de la tubería*

$L$  = *Longitud del lateral más desfavorable*

$Q_L$  = *Caudal del lateral*

Para realizar este calculo se han tenido en cuenta los siguientes datos:

DISEÑO DE SUBUNIDADES

Subunidad	Sector	Longitud del lateral (m)	Caudal del lateral (l/h)	Distancia inicial (So)
1	1	27,28	95,48	-0,42
2	1	36,4	127,4	0,4
3	1	40,3	141,05	0,3
4	1	42,4	148,4	0,4
5	1	78,4	274,4	0,4
6	1	129,3	452,55	1
7	1	43,4	151,9	0,4
8	1	79,7	278,95	-0,3
9	1	75,1	262,85	0
10	1	67,45	236,075	0,45
11	2	20,2	70,7	0,2
12	2	23,4	81,9	0,4
13	2	76,9	269,15	0
14	2	47,26	165,41	0,26
15	2	38,9	136,15	0
16	2	75	262,5	0
17	2	63,5	222,25	0,5
18	2	103,3	361,55	0,3
19	2	50	175	0
20	2	64,72	226,52	-0,28
21	2	86,6	303,1	-0,4
22	3	48,4	169,4	0,4
23	3	64,4	225,4	-0,4
24	3	54,6	191,1	-0,4
25	3	52	182	0
26	3	94,7	331,45	-0,3
27	3	55,9	195,65	0
28	3	53,6	187,6	-0,4
29	3	54,8	191,8	-0,2
30	4	53,4	186,9	0,4
31	4	48,7	170,45	-0,3
32	4	96,8	338,8	0
33	4	60,3	211,05	0,3
34	4	45,8	160,3	-0,2
35	4	47,7	166,95	-0,3

Subunidad	Sector	Longitud del lateral (m)	Caudal del lateral (l/h)	Distancia inicial (So)
<b>36</b>	4	76,07	266,245	0

*Tabla 1: Datos de partida para el calculo de las perdidas de carga en cada lateral*

Los resultados se pueden consultar en la siguiente tabla:

Subunidad	Perdida de carga del lateral (mca)
1	0,09
2	0,19
3	0,25
4	0,29
5	1,54
6	6,03
7	0,31
8	1,61
9	1,36
10	1,02
11	0,04
12	0,06
13	1,46
14	0,39
15	0,23
16	1,36
17	0,86
18	3,26
19	0,45
20	0,91
21	2,02
22	0,41
23	0,91
24	0,58
25	0,50
26	2,58
27	0,61

Subunidad	Perdida de carga del lateral (mca)
28	0,55
29	0,58
30	0,54
31	0,42
32	2,75
33	0,75
34	0,36
35	0,40
36	1,41

Tabla 2: Perdidas de carga en el lateral mas desfavorable de cada sector

### 3.5. Variación de presión en el lateral

Aunque generalmente en este proyecto no ocurre (dado que se ha pretendido que las líneas de cultivo sean lo mas planas posibles, sin pendiente) se puede dar el caso de algunas subunidades en las que los laterales tienen cierta pendiente, lo cual hace necesario tener esto en cuenta para el cálculo.

Así pues, se ha sumado el desnivel a la perdida de carga del siguiente modo:

$$\frac{P_{OL}}{\gamma} = \Delta Z_L + h_L$$

Ecuación 6: Calculo de la variación de presión en un lateral.

Este es el caso de las subunidades 19 y 33:

Subunidad	Pendiente del lateral	Variación de presión en el lateral (mca)
19	-21,69	-10,61
33	-7,46	-4,5

Tabla 3: Variaciones de presión en laterales con pendiente.

Para el resto de las subunidades la variación de presión será igual a la perdida de carga en el lateral.

### 3.6. Perdidas de carga admisibles en las terciarias

Para dimensionar las terciarias será necesario saber cuáles son las pérdidas de carga que se pueden admitir en ellas.

Por tanto, sabiendo que para todos los casos la perdida de carga admisible en el lateral será de 10 mca y partiendo de los siguientes datos:

Subunidad	Desnivel de la terciaria (m)	Desnivel del lateral (m)	Perdida de carga del lateral (mca)
1	-11,96	0	0,09
2	0,00	0	0,19
3	0,00	0	0,25
4	0,00	0	0,29
5	4,86	0	1,54
6	-10,31	0	6,03
7	0,00	0	0,31
8	0,00	0	1,61
9	0,00	0	1,36
10	-6,87	0	1,02
11	0,00	0	0,04
12	-2,21	0	0,06
13	0,00	0	1,46
14	4,22	0	0,39
15	0,00	0	0,23
16	0,00	0	1,36
17	-3,51	0	0,86
18	-3,86	0	3,26
19	0,00	-10,84	0,45
20	5,08	0	0,91
21	-4,71	0	2,02
22	4,04	0	0,41
23	6,41	0	0,91
24	7,44	0	0,58
25	-4,57	0	0,5
26	-7,24	0	2,58
27	-3,00	0	0,61

Subunidad	Desnivel de la terciaria (m)	Desnivel del lateral (m)	Perdida de carga del lateral (mca)
28	-3,98	0	0,55
29	-3,63	0	0,58
30	2,76	0	0,54
31	4,55	0	0,42
32	-7,13	0	2,75
33	0,00	-4,50	0,75
34	2,21	0	0,36
35	-2,51	0	0,4
36	2,44	0	1,41

Tabla 4: Datos para el cálculo de la pérdida de carga admisible en las terciarias.

Para calcular mediante la siguiente ecuación la pérdida de carga admisible:

$$\Delta h_T = \Delta H - \Delta Z_T - \Delta Z_L - h_L$$

Ecuación 7: Perdida de carga admisible en terciarias

Siendo:

$\Delta H =$  Perdida de carga admisible en laterales

$\Delta Z_T =$  Desnivel de la terciaria

$\Delta Z_L =$  Desnivel del lateral

$h_L =$  Perdida de carga del lateral

Los resultados se podrán consultar en el siguiente apartado.

### 3.7. Diámetros teóricos de las terciarias

Para el cálculo de los diámetros de las terciarias se usaran los datos calculados anteriormente, estos se resumen en la siguiente tabla:

Subunidad	Perdida de carga admisible (mca)	Caudal al inicio de la terciaria (l/h)	Longitud de la terciaria (m)
1	21,87	3558,65	118,43
2	9,81	1417,45	33,19

Subunidad	Perdida de carga admisible (mca)	Caudal al inicio de la terciaria (l/h)	Longitud de la terciaria (m)
3	9,75	1862,66	38,43
4	9,71	2200,85	38,04
5	3,61	4843,1	58,54
6	14,28	7479,06	54,28
7	9,69	5342,12	145,08
8	8,39	6039,75	78,25
9	8,64	4575,15	86,28
10	15,85	4377,73	81,81
11	9,96	822,66	41,64
12	12,16	747,62	39,52
13	8,54	7279,61	75,34
14	5,39	2790,12	71,59
15	9,77	2524,37	61,59
16	8,64	4833,11	58,83
17	12,65	4587,74	62,67
18	10,55	5655,74	50,84
19	20,61	5166,99	101,74
20	4,01	1297,02	16,17
21	12,69	3141,56	76,03
22	5,55	1962,02	33,38
23	2,68	3511,02	38,38
24	1,98	2601,81	49,63
25	14,07	2264,22	36,28
26	14,66	6444,21	68,95
27	12,38	2423,17	33,33
28	13,43	1912,8	34,89
29	13,05	2279,26	34,22
30	6,7	1870,17	33,27
31	5,03	900,81	36,39
32	14,38	6723,86	97,65
33	13,8	3263,89	46,93
34	7,44	1539,68	27,23
35	12,11	1061,99	19,04
36	6,15	4210,84	49,72

Tabla 5: Datos para el cálculo de los diámetros teóricos de las terciarias

Para calcular los diámetros teóricos de la terciaria se usará la ecuación de la perdida de carga:

$$D_{iT} = \left( \frac{F_T \times L_T \times C \times K_{mT} \times Q_T^{1,75}}{\Delta h_T} \right)^{\frac{1}{4,75}}$$

*Ecuación 8: Calculo del diámetro teórico según perdida de carga admisible*

Siendo:

*F<sub>T</sub> = Coeficiente de Christiansen (calculado según se ha explicado)*

*L<sub>T</sub> = Longitud de la terciaria*

*C = Coeficiente de Blasius = 0,466*

*K<sub>mT</sub> = Coeficiente mayorante = 1,3*

*Q<sub>T</sub> = Caudal (según subunidad)*

*h<sub>T</sub> = Perdida de carga admisible en la terciaria (según subunidad)*

Los resultados de este cálculo se pueden consultar en la siguiente tabla:

Subunidad	Diámetro interior teórico (mm)
1	21,87
2	13,69
3	15,51
4	16,40
5	30,12
6	26,35
7	30,69
8	29,22
9	26,29
10	22,66
11	11,94
12	10,75
13	30,54
14	23,64
15	19,73
16	25,11
17	22,74

Subunidad	Diámetro interior teórico (mm)
18	24,44
19	24,00
20	14,13
21	20,72
22	17,45
23	25,68
24	26,85
25	15,80
26	25,53
27	15,92
28	14,70
29	15,62
30	16,45
31	14,00
32	28,49
33	18,85
34	14,38
35	11,20
36	25,28

Tabla 6: Diámetros teóricos de cada subunidad

### 3.8. Diámetros normalizados

Dado que los diámetros disponibles son de 40, 50, 63, 75 y 90 (se descartan los de 32 e inferiores debido a los problemas que estos pueden ocasionar en campo por obstrucciones y demás) los diámetros nominales de las terciarias quedaran de la siguiente forma:

Subunidad	Diámetro terciaria (m)
1	40
2	40
3	40
4	40

Subunidad	Diámetro terciaria (m)
5	40
6	40
7	40
8	40
9	40
10	40
11	40
12	40
13	40
14	40
15	40
16	40
17	40
18	40
19	40
20	40
21	40
22	40
23	40
24	40
25	40
26	40
27	40
28	40
29	40
30	40
31	40
32	40
33	40
34	40
35	40
36	40

*Tabla 7: Diámetros normalizados de las terciarias de cada subunidad*

### 3.9. Pérdidas de carga en la terciaria

Una vez dimensionadas y normalizadas las tuberías a los diámetros comerciales las pérdidas de carga en estas no serán las mismas que las usadas para el cálculo del diámetro teórico.

Es por ello por lo que se calcularán las pérdidas de carga en la terciaria siguiendo la misma fórmula que en el apartado anterior, pero en este caso el diámetro será conocido y la incógnita será la pérdida de carga de la siguiente forma:

$$h_T = F \times K_m \times M_T \times L_T \times Q_T^{1,75}$$

*Ecuación 9: Pérdida de carga en la terciaria*

Siendo:

$h_T =$  Pérdidas de carga en la terciaria

$F =$  Coeficiente de Christiansen (ya explicado su cálculo)

$K_m =$  Coeficiente mayorante = 1,3

$M_L =$  Coeficiente  $M$ :

$$M_L = \frac{C}{D^{4,75}}$$

$C =$  Coeficiente  $C$  de Blasius

$D =$  Diámetro interior de la tubería

$L =$  Longitud de la terciaria

$Q_T =$  Caudal de la terciaria (subunidad)

Con todo esto se obtienen los siguientes resultados:

Subunidad	Presión inicio (mca)
1	0,16
2	10,30
3	10,46
4	10,55
5	18,16
6	16,38
7	15,50
8	15,17
9	13,58

Subunidad	Presión inicio (mca)
10	6,16
11	10,10
12	7,89
13	15,93
14	15,45
15	10,87
16	13,15
17	11,11
18	13,71
19	24,04
20	16,04
21	8,36
22	14,65
23	17,94
24	18,58
25	6,25
26	13,00
27	7,91
28	6,79
29	7,24
30	13,49
31	15,04
32	15,05
33	14,53
34	12,67
35	7,94
36	15,16

*Tabla 8: Presiones al inicio de cada terciaria.*

### 3.10. Resultados

Y con esto se obtiene la siguiente tabla resumen con los resultados que se han calculado con la ayuda de DimSub:

DISEÑO DE SUBUNIDADES

Subunidad	Variación de presión en el lateral (mca)	Perdida de carga admisible (mca)	Diámetro interior teórico (mm)	Diámetro 1 terciaria (m)	Presión inicio (mca)
1	0,09	21,87	21,87	40	0,16
2	0,19	9,81	13,69	40	10,30
3	0,25	9,75	15,51	40	10,46
4	0,29	9,71	16,40	40	10,55
5	1,54	3,61	30,12	40	18,16
6	6,03	14,28	26,35	40	16,38
7	0,31	9,69	30,69	40	15,50
8	1,61	8,39	29,22	40	15,17
9	1,36	8,64	26,29	40	13,58
10	1,02	15,85	22,66	40	6,16
11	0,04	9,96	11,94	40	10,10
12	0,06	12,16	10,75	40	7,89
13	1,46	8,54	30,54	40	15,93
14	0,39	5,39	23,64	40	15,45
15	0,23	9,77	19,73	40	10,87
16	1,36	8,64	25,11	40	13,15
17	0,86	12,65	22,74	40	11,11
18	3,26	10,55	24,44	40	13,71
19	-10,61	20,61	24,00	40	24,04
20	0,91	4,01	14,13	40	16,04
21	2,02	12,69	20,72	40	8,36
22	0,41	5,55	17,45	40	14,65
23	0,91	2,68	25,68	40	17,94
24	0,58	1,98	26,85	40	18,58
25	0,5	14,07	15,80	40	6,25
26	2,58	14,66	25,53	40	13,00
27	0,61	12,38	15,92	40	7,91
28	0,55	13,43	14,70	40	6,79
29	0,58	13,05	15,62	40	7,24
30	0,54	6,7	16,45	40	13,49
31	0,42	5,03	14,00	40	15,04
32	2,75	14,38	28,49	40	15,05
33	-4,5	13,8	18,85	40	14,53
34	0,36	7,44	14,38	40	12,67
35	0,4	12,11	11,20	40	7,94
36	1,41	6,15	25,28	40	15,16

*Tabla 9: Resultados técnicos del dimensionado de las subunidades*

### 3.11. Elementos de control y seguridad

En este apartado se va a estudiar en detalle los otros elementos auxiliares que constituirán cada subunidad, como serán: la tubería ciega auxiliar, los goteros sobrelínea para dicha tubería, la terciaria que servirá de colector de limpieza...

#### 3.11.1. Tubería auxiliar

Como se ha comentado será necesaria una tubería auxiliar (constituida por una tubería ciega y emisores pinchados, en concreto conjuntos hidropónicos) en los primeros años de cultivo. Para conocer cuantos metros de esta se necesitarán hay que tener en cuenta que se ha calculado un doble lateral por fila de planta. Por tanto, la mitad de estos laterales será la longitud de tubería auxiliar necesaria:

$$L_{tub. ciega} = \frac{L_{laterales}}{2}$$

*Ecuación 10: Longitud de tubería ciega necesaria*

Por otro lado, el número de conjuntos hidropónicos también se puede obtener a partir de aquí. Será necesario uno por árbol, y según el marco de plantación habrá un árbol cada 4 metros en cada línea. Por tanto, como conocemos la longitud total de las líneas de cada subunidad (longitud de tubería ciega) podemos conocer el número de árboles y por tanto de conjuntos hidropónicos necesarios:

$$N^{\circ} \text{ conj. hidroponicos} = \frac{L_{tub. ciega}}{4}$$

*Ecuación 11: Numero de conjuntos hidropónicos necesarios*

#### 3.11.2. Mallado de los laterales

Uno de los problemas que pueden surgir con el riego por goteo subterráneo es la entrada y salida de aire de las tuberías. Dado que, para que entre el agua a la tubería, de esta se tiene que eliminar el aire, se debe de idear un sistema por el cual pueda entrar y salir el aire sin dejar escapar el agua.

Para ello, se situará una ventosa en la parte mas alta de cada sector, la cual se encargará de dar solución a este problema para la red de distribución y en parte para las terciarias. Pero en los laterales este problema no se soluciona debido al pequeño tamaño de sus diámetros. Cuando el agua llega, esta cubre por completo la entrada al lateral impidiendo la salida del aire, que solo es capaz de escapar por los emisores.

En el caso del riego localizado convencional los emisores actúan a modo de ventosa, dejando salir y entrar el aire, pero en el caso del subterráneo debido a que la tierra cierra esta salida (además de disponer la propia tubería de sistema antisucción, que impide aún más este proceso) se debe de dar un sistema a cada lateral para dejar entrar y salir aire sin dejar escapar el agua de él.

Se podría plantear instalar una ventosa en cada lateral, pero dado que esto resultaría muy caro se decide hacer lo siguiente. Hacer una malla con todos los laterales, conectándolos entre ellos al lado contrario de la conexión con la terciaria. Para ello:

- Se conectarán los laterales mediante tubería ciega (de las mismas características que la auxiliar vista en el punto 3.11.1.).
- Para realizar esta conexión se usarán T's de espiga.
- Se instalará una ventosa a un extremo de la tubería que crea el mallado.
- Se instalará una válvula de espiga para la limpieza de los laterales al lado contrario a donde se situará la ventosa.

Este sistema en conjunto se puede observar de forma esquemática en el plano 9: Esquema de la instalación de las subunidades. El cual no sigue una escala para facilitar la visualización de los elementos (ya que el diámetro de las tuberías es de un orden mucho menor a la longitud de estas, por tanto, su diámetro se ha sobre dimensionado respecto a su longitud).

Para llevar a cabo la instalación de este sistema serán necesarios:

- Longitud de tubería medida sobre plano (la longitud de esta tubería difiere de la de la terciaria debido a las subunidades tienen una geometría irregular).
- T's de espiga, que se calculan de esta forma:

$$N^{\circ} \text{ de } T's = \frac{\text{Longitud de la terciaria} \times 2}{6}$$

*Ecuación 12: N° de T's por subunidad*

- Una ventosa por subunidad
- Una válvula de espiga por subunidad

#### 4. Mediciones

Una vez se ha dimensionado la instalación de cada subunidad se pueden hacer unas tablas resumen como las siguientes:

Subunidad	Longitud laterales (m)	Longitud Terciaria (m)	Longitud tubería auxiliar (m)	Nº de conjuntos hidropónicos necesarios
1	967	118	484	121
2	399	33	200	50
3	523	38	262	65
4	619	38	310	77
5	1374	59	687	172
6	2126	54	1063	266
7	1507	145	754	188
8	1698	78	849	212
9	1292	86	646	162
10	1241	82	621	155
11	226	42	113	28
12	209	40	105	26
13	2050	75	1025	256
14	785	72	393	98
15	702	62	351	88
16	1362	59	681	170
17	1300	63	650	163
18	1605	51	803	201
19	1447	102	724	181
20	363	16	182	45
21	884	76	442	111
22	554	33	277	69
23	982	38	491	123
24	725	50	363	91
25	635	36	318	79
26	1816	69	908	227
27	678	33	339	85
28	533	35	267	67
29	638	34	319	80
30	528	33	264	66
31	251	36	126	31
32	1898	98	949	237

DISEÑO DE SUBUNIDADES

Subunidad	Longitud laterales (m)	Longitud Terciaria (m)	Longitud tubería auxiliar (m)	Nº de conjuntos hidropónicos necesarios
<b>33</b>	923	47	462	115
<b>34</b>	429	27	215	54
<b>35</b>	295	19	148	37
<b>36</b>	1189	50	595	149
<b>Total</b>	34753	2028	17377	4344

*Tabla 10: Mediciones de tuberías y emisores por sector*

Subunidad	Longitud de tubería ciega (m)	Nº de T's de espiga	Nº de Ventosas	Nº de válvulas de espiga
<b>1</b>	125	39	1	1
<b>2</b>	33	11	1	1
<b>3</b>	37	13	1	1
<b>4</b>	44	13	1	1
<b>5</b>	95	20	1	1
<b>6</b>	105	18	1	1
<b>7</b>	180	48	1	1
<b>8</b>	80	26	1	1
<b>9</b>	100	29	1	1
<b>10</b>	100	27	1	1
<b>11</b>	42	14	1	1
<b>12</b>	42	13	1	1
<b>13</b>	97	25	1	1
<b>14</b>	100	24	1	1
<b>15</b>	60	21	1	1
<b>16</b>	54	20	1	1
<b>17</b>	70	21	1	1
<b>18</b>	108	17	1	1
<b>19</b>	100	34	1	1
<b>20</b>	30	5	1	1
<b>21</b>	120	25	1	1
<b>22</b>	33	11	1	1
<b>23</b>	54	13	1	1

Subunidad	Longitud de tubería ciega (m)	Nº de T's de espiga	Nº de Ventosas	Nº de válvulas de espiga
24	50	17	1	1
25	37	12	1	1
26	120	23	1	1
27	44	11	1	1
28	35	12	1	1
29	36	11	1	1
30	36	11	1	1
31	58	12	1	1
32	170	33	1	1
33	125	16	1	1
34	47	9	1	1
35	20	6	1	1
36	110	17	1	1
<b>Total</b>	2697	676	36	36

*Tabla 11: Mediciones del mallado de las subunidades*

# **ANEJO IV**

## **DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN**

## Índice

1.	Introducción .....	3
2.	Tratamiento de los datos .....	3
2.1.	Esquema de la red de distribución .....	3
2.2.	Materiales .....	3
2.2.1.	Tuberías .....	3
2.2.2.	Elementos de conexión .....	4
2.3.	Orografía .....	4
2.4.	Necesidades por subunidad .....	4
3.	Diseño.....	5
3.1.	Planteamiento de los datos para el diseño .....	5
3.2.	Método de calculo.....	7
3.2.1.	Cálculo de los caudales de línea .....	7
3.2.2.	Dimensionado de la red de distribución .....	9
3.3.	Elementos de seguridad .....	13
4.	Resultados .....	13
5.	Mediciones .....	15

## 1. Introducción

Con las subunidades diseñadas y conociendo los caudales y presiones necesarios para cada una de ellas, se calculará ahora los diámetros y timbrajes necesarios para la red de distribución que llevará el agua del hidrante al cabezal y del cabezal a cada una de las subunidades.

Con este objetivo, se partirá de los resultados obtenidos en el anejo “Diseño de subunidades” y otros datos presentados en el anejo “Bases del proyecto”. Para lo cual se usará la herramienta RGW2020.

## 2. Tratamiento de los datos

### 2.1. Esquema de la red de distribución

Primeramente, para diseñar la red de tuberías que llevara agua a todas las subunidades se ha trazado un esquema de esta siguiendo ciertos criterios como:

- La división en sectores. La finca se divide en 4 sectores de riego, cada uno de los cuales dispondrá de una tubería independiente de las del resto de sectores que empezará en el cabezal y llegará a cada una de las subunidades. Además, otra tubería llevara agua desde el hidrante al cabezal.
- El acceso a las tuberías. Las tuberías no podrán cruzar campos o situarse en zonas donde resulte difícil desenterrarlas para realizar reparaciones.
- Buscar el trayecto más eficiente a las terciarias. Las tuberías irán lo más cerca posible a las terciarias, para no tener que hacer bifurcaciones excesivas y añadir metros de tubería innecesarios.
- Disposición de los nodos. La red de tuberías está constituida por una serie de nodos. Los cuales se encuentran en primera instancia en los puntos de entrada y salida de la red, esto es, la salida del cabezal y las conexiones con las terciarias respectivamente. Y en segundo lugar, se encuentran en las bifurcaciones que a la red se le realizan para llevar agua a subunidades que se encuentran en paralelo.

Esta red de distribución se puede observar con más detalle en el plano 7.

### 2.2. Materiales

#### 2.2.1. Tuberías

Como se ha comentado en el anejo “Bases del proyecto” el material utilizado en la red de distribución será PE100. Los diámetros elegidos partirán del de 40 mm de diámetro nominal, por facilidad de suministro y su timbraje será de 6 Bar a 20 °C.

### 2.2.2. Elementos de conexión

La red de tuberías necesitara de conexiones para los distintos diámetros de tuberías, las bifurcaciones o las conexiones de las terciarias, las cuales serán de polipropileno. Estos serán:

- Codos de 90º
- Codos de 45º
- Ts
- Reducciones

### 2.3. Orografía

Otro dato importante para conocer las necesidades de tubería de cada tramo es la cota de los nodos de la red. Para ello se ha seguido el mismo procedimiento que el explicado en el punto “2.1. Datos orográficos” del anejo “Diseño de subunidades”, obteniendo como resultado el plano 4

### 2.4. Necesidades por subunidad

Como se ha calculado en el anejo “Diseño de subunidades” cada una de estas tiene unas necesidades de caudal y presiones que se resumen en la siguiente tabla:

Subunidad	Descripción Subunidad	Sector	Caudal inicio (l/h)	Presión inicio (mca)	Cota inicio (m)
1	10-35-A	1	3558,65	0,13	150,01
2	10-35-B	1	1417,45	10,26	153,70
3	10-35-C	1	1862,66	10,39	156,32
4	10-35-D	1	2200,85	10,48	159,19
5	10-36-A	1	4843,06	17,77	148,67
6	10-36-B	1	7815,00	29,58	146,37
7	10-36-C	1	5342,13	15,43	144,51
8	10-36-D	1	6039,75	14,76	136,98
9	10-36-E	1	4575,15	13,24	138,02
10	10-41-A	1	4377,73	5,90	150,88
11	10-41-B	1	822,66	10,09	146,70
12	10-41-C	1	747,62	7,87	147,20
13	10-41-D	2	7279,61	15,56	134,68
14	10-65-A	2	2790,12	15,35	131,76
15	10-65-B	2	2524,37	10,81	131,24
16	10-40-A	2	4833,11	12,80	133,60
17	10-42-A	2	4587,74	10,55	131,25
18	10-39-A	2	5655,74	18,17	128,94
19	10-39-B	2	5166,99	24,16	127,74
20	10-4-A	2	1297,02	13,81	126,92

Subunidad	Descripción Subunidad	Sector	Caudal inicio (l/h)	Presión inicio (mca)	Cota inicio (m)
21	10-4-B	2	3141,56	7,85	122,22
22	4-32-A	3	1834,88	10,77	161,97
23	4-31-A	3	3511,02	17,70	150,58
24	4-32-B	3	2601,81	18,44	154,35
25	4-31-B	3	2264,22	6,13	148,02
26	4-32-C	3	6444,21	11,83	149,21
27	4-31-C	3	2423,17	7,75	143,63
28	4-32-D	3	1912,80	6,65	141,47
29	4-31-D	3	2279,26	7,07	140,64
30	4-76-A	4	1870,17	13,35	135,25
31	4-76-B	4	900,81	14,93	134,46
32	4-26-A	4	6723,86	13,08	133,59
33	4-23-A	4	3263,89	14,72	133,88
34	4-23-B	4	1539,69	12,58	134,80
35	4-23-C	4	1061,99	7,84	134,50
36	4-24-A	4	4210,84	14,80	125,56

Tabla 1: Resultados del dimensionado de subunidades

### 3. Diseño

Para dimensionar la red de distribución se ha usado el programa RGW2020 el cual calcula los diámetros y timbraje de las tuberías que componen esta red mediante criterios clásicos (restricción de velocidad) o criterios de optimización técnico-económica. Aunque en este caso se ha optado por realizar los cálculos solo mediante la restricción de velocidad.

Esto se debe a que la red no es lo suficientemente extensa ni cuenta con necesidades energéticas de bombeo que hagan plantearse una minimización de los costes tanto de inversión inicial como de mantenimiento, mas allá de los que se pretenden ajustando los diámetros y timbraje de las tuberías a las necesidades mínimas que se calcularan.

#### 3.1. Planteamiento de los datos para el diseño

Para el cálculo de la red primeramente se han tenido que ordenar los datos acorde a como son utilizados en RGW2020. Estos son: nudo de entrada a la tubería (+), nudo de salida de la tubería (-), longitud de la tubería, cota al final de la tubería (-), consumo en la subunidad (si procede) y presión requerida en la subunidad (si procede). Dando como resultado una tabla como la siguiente:

DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCION

Línea	Nudo (+)	Nudo (-)	Longitud (m)	Cota nudo (-)	Consumo nudo (-) (m3)	Presión requerida
1	1	2	155,21	147,17		
2	2	3	96,74	150,88	4,38	5,90
3	3	4	30,43	147,33		
4	4	5	50,73	144,51	5,34	15,43
5	5	6	27,74	138,02	4,58	13,24
6	6	7	88,65	136,98	6,04	14,76
7	5	8	148,56	148,67	4,84	17,77
8	4	9	43,05	146,37	7,82	29,58
9	9	10	112,55	159,19	2,20	10,48
10	10	11	37,89	156,32	1,86	10,39
11	11	12	38,30	153,70	1,42	10,26
12	12	13	72,33	150,01	3,56	0,13
13	2	14	18,72	147,20	0,75	7,87
14	14	15	12,49	146,70	0,82	10,09
15	15	16	69,01	134,68	7,28	15,56
16	16	17	18,82	133,60	4,83	12,80
17	17	18	63,10	131,28		
18	18	19	16,92	131,76	2,79	15,35
19	18	20	15,29	131,24	2,52	10,81
20	20	21	1,87	131,25	4,59	10,55
21	20	22	64,39	128,94	5,66	18,17
22	22	23	2,35	127,74	5,17	24,16
23	22	24	105,04	126,92	1,30	13,81
24	24	25	27,37	122,22	3,14	7,85
25	2	26	123,12	143,63	2,42	7,75
26	26	27	36,52	148,02	2,26	6,13
27	27	28	2,05	149,21	6,44	11,83
28	27	29	10,67	150,58	3,51	17,7
29	29	30	33,51	161,97	1,83	10,77
30	29	31	35,08	154,35	2,60	18,44
31	26	32	33,74	140,64	2,28	7,07
32	32	33	2,00	141,47	1,91	6,65
33	2	34	204,22	135,25	1,87	13,35
34	34	35	35,34	133,39		
35	35	36	93,40	134,46	0,90	14,93
36	36	37	22,29	133,59	6,72	13,08
37	37	38	105,58	125,56	4,21	14,8
38	35	39	53,62	133,88	3,26	14,72
39	39	40	69,92	134,50	1,06	7,84
40	40	41	0,70	134,80	1,54	12,58

Tabla 2: Datos ordenados para el cálculo mediante RGW2020

Estos datos darán la información necesaria para los cálculos de cada tramo de tubería, pero además de estos, serán necesarios una serie de datos generales que caracterizaran a toda la red, los cuales son:

- Alimentación de la red: Desde hidrante
- Material de las tuberías: PE 100 UNE EN 12201
- Criterio de dimensionado: Restricción de velocidad.
- Nº de líneas: 40
- Tª de cálculo: 20°C
- Coeficiente Mayorante, Km: 1,2
- Cota del nudo de inicio: 159,23 m
- Perdidas del cabezal de filtrado: 6 mca
- Perdida de carga de las válvulas: 2 mca
- Velocidad máxima admisible: 2 m/s
- Tiempo de riego por sector: 3 h
- Jornada efectiva de riego: 16 h
- Presión en hidrante: 40 mca
- Caudal del hidrante: 60 m3/h

### 3.2.Método de calculo

#### 3.2.1. Cálculo de los caudales de línea

Una vez ha sido correctamente definida la topología de la red y las condiciones de funcionamiento se ha procedido a los cálculos de la red.

Para cada sector el caudal circulante por línea se calcula aplicando la ecuación de continuidad en los nudos de la red, empezando por los extremos aguas abajo y siguiendo un sentido inverso al de circulación del agua.

El cálculo de los caudales de la línea para el dimensionado de la red se determina adoptando el caudal máximo circulante por cada línea para todos los sectores de la red.

$$Q_{ij} = \sum_{i=1}^{n_i} Q_{ji} + q_j$$

*Ecuación 1: Ecuación de continuidad.*

Siendo:

$Q_{ij}$  = Caudal desde el inicio de la línea al nudo  $j$

$Q_{ji}$  = Caudal desde el final de línea al nudo  $j+1$

$q_j$  = Caudal consumido en el nudo  $j$

Una vez introducidos correctamente todos los datos la aplicación calcula los caudales máximos por línea y el diámetro mínimo que debe tener cada línea para la velocidad de circulación máxima admisible.

$$D_{\min (i)} > \sqrt{\frac{4 \times Q_{Li}}{\pi \times V_{max}}}$$

*Ecuación 2: Diámetro para un caudal y una velocidad determinados*

Siendo:

$D_{\min (i)}$  = Diámetro interior teórico

$Q_{Li}$  = Caudal de línea

$V_{max}$  = Velocidad máxima de circulación del agua

Línea	Caudal línea	Diámetro int. Teórico (mm)
1	41,70	85,9
2	41,70	85,9
3	37,32	81,2
4	20,80	60,6
5	10,61	43,3
6	6,04	32,7
7	4,84	29,3
8	16,52	54,0
9	9,04	40,0
10	6,84	34,8
11	4,98	29,7
12	3,56	25,1
13	38,85	82,9
14	38,10	82,1
15	37,28	81,2
16	30,00	72,8
17	25,16	66,7
18	2,79	22,2
19	22,37	62,9
20	4,59	28,5
21	15,26	51,9
22	5,66	31,6
23	4,44	28,0
24	3,14	23,6
25	23,40	64,3
26	16,78	54,5
27	6,44	33,8
28	8,07	37,8
29	1,96	18,6

Línea	Caudal línea	Diámetro int. Teórico (mm)
30	2,60	21,4
31	4,19	27,2
32	1,91	18,4
33	19,57	58,8
34	17,70	55,9
35	11,84	45,7
36	10,93	44,0
37	4,21	27,3
38	5,87	32,2
39	2,60	21,4
40	1,54	16,5

Tabla 3: Caudales de línea y diámetros interiores teóricos

### 3.2.2. Dimensionado de la red de distribución

Una vez calculados los diámetros teóricos interiores en la fase anterior se procede a normalizar los mismos adoptando el inmediato superior de las tuberías comerciales disponibles.

El siguiente paso es el cálculo de las velocidades reales de circulación:

$$V_i = \frac{4 \times Q_{L_i}}{\pi \times D_{N_i}^2}$$

Ecuación 3: Velocidad de circulación para un caudal y un diámetro determinados

Y de la pérdida de carga en cada línea, la cual se calculará mediante la fórmula de Darcy-Weisbach, calculando el factor de fricción mediante la fórmula de White-Colebrook:

$$h_i = 0,0826 \times f_i \times L_i \times K_m \times \frac{Q_i^2}{D_i^5}$$

Ecuación 4: Formula de Darcy-Weisbach

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left( \frac{2,51}{Re \sqrt{f}} + \frac{K_r / D_i}{3,7} \right)$$

Ecuación 5: Formula de White-Colebrook

DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCION

Línea	Díámetro nominal (mm)	Presión de trabajo (MPa)	Díámetro interior (mm)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga (m)
1	110	1,00	96,8	1,57	4,13
2	110	0,60	101,6	1,43	2,04
3	90	0,60	83,0	1,92	1,40
4	75	1,00	66,0	1,69	2,44
5	50	1,00	44,0	1,94	2,81
6	40	1,00	35,2	1,72	9,53
7	40	1,00	35,2	1,38	10,72
8	63	1,00	55,4	1,90	7,35
9	50	0,60	46,8	1,46	3,16
10	40	1,00	35,2	1,95	5,10
11	40	1,00	35,2	1,42	2,90
12	40	1,00	35,2	1,02	3,00
13	110	1,00	96,8	1,47	0,44
14	110	1,00	96,8	1,44	0,28
15	110	1,00	96,8	1,41	1,50
16	90	1,00	79,2	1,69	0,73
17	90	1,00	79,2	1,42	1,77
18	40	1,00	35,2	0,80	0,46
19	75	1,00	66,0	1,82	0,84
20	40	1,00	35,2	1,31	0,12
21	63	1,00	55,4	1,76	4,12
22	40	1,00	35,2	1,61	4,85
23	40	1,00	35,2	1,27	6,48
24	40	1,00	35,2	0,90	0,91
25	75	1,00	66,0	1,90	7,34
26	63	1,00	55,4	1,93	2,78
27	40	1,00	35,2	1,84	0,25
28	50	0,60	46,8	1,30	0,49
29	40	1,00	35,2	0,56	0,48
30	40	1,00	35,2	0,74	0,83
31	40	1,00	35,2	1,20	1,88
32	40	1,00	35,2	0,55	0,03
33	75	1,00	66,0	1,59	8,79
34	75	1,00	66,0	1,44	1,27
35	63	1,00	55,4	1,36	3,77
36	50	1,00	44,0	2,00	2,38
37	40	1,00	35,2	1,20	5,92
38	40	1,00	35,2	1,67	5,47
39	40	1,00	35,2	0,74	1,66
40	40	1,00	35,2	0,44	0,01

Tabla 4: Diámetros nominales. Velocidades y perdidas de carga para diámetros nominales

Después de esto, se calcularán las pérdidas de carga acumulada en las líneas que conectan el nudo  $i$  con el origen de la red:

$$h_{acumulada[1-i]} = \sum_{j=i}^1 h_{r_i} \quad \forall j \in Serie(1, i)$$

*Ecuación 6: Ecuación de pérdidas de carga acumulada*

Calculadas las perdidas de carga se puede pasar a calcular las presiones estáticas en cada nodo a partir de la siguiente formula:

$$\frac{P_{r_i}}{\gamma} = Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} - Z_i - h_{acum_{1-i}}$$

*Ecuación 7: Presión estática para el nodo  $i$*

Siendo:

$$\frac{P_{r_i}}{\gamma} = \text{Presión estática en el nodo } i$$

$$Z_1 = \text{Cota del nodo inicial (hidrante)}$$

$$\frac{P_1}{\gamma} = \text{Presión en el nodo inicial (hidrante)}$$

$$Z_i = \text{Cota del nodo } i$$

$$h_{acum_{1-i}} = \text{Perdida de carga acumulada entre el hidrante y el nodo } i$$

Una vez calculadas las presiones estáticas y conociendo las pérdidas de carga acumulada se puede obtener la presión resultante para cada nodo de la siguiente forma:

$$\frac{P_{(resultante)_i}}{\gamma} = \frac{P_{r_i}}{\gamma} - h_{acum_{1-i}}$$

*Ecuación 8: Calculo de la presión resultante en cada nudo*

Siendo:

$$\frac{P_{(resultante)_i}}{\gamma} = \text{Presión resultante en } i$$

$$\frac{P_{r_i}}{\gamma} = \text{Presión estática en el nodo } i$$

$$h_{acum_{1-i}} = \text{Perdida de carga acumulada entre el hidrante y el nodo } i$$

A partir de las presiones obtenidas para cada nodo se pueden calcular los déficits de presión en estos. Para ello se seguirá la formula siguiente:

$$\text{Deficit} \left( \frac{P}{\gamma} \right)_i = \frac{P_{req_i}}{\gamma} - \frac{P_{(resultante)_i}}{\gamma}$$

*Ecuación 9: Calculo del déficit de presión en cada nudo*

Siendo:

$$\text{Deficit} \left( \frac{P}{\gamma} \right)_i = \text{Déficit de presión en } i$$

$$\frac{P_{reqi}}{\gamma} = \text{Presión requerida en } i \text{ (presión necesaria en la subunidad)}$$

$$\frac{P_{(resultante)_i}}{\gamma} = \text{Presión resultante en } i \text{ (presión obtenida en el cálculo anterior)}$$

Línea	Pérdida acumulada (m)	Presión estática (m)	Presión resultante (m)	Déficit de presión en nudo (m)
1	4,13	52,1	47,9	-47,9
2	6,17	48,3	42,2	-36,0
3	7,56	51,9	44,3	-44,3
4	10,00	54,7	44,7	-29,2
5	12,81	61,2	48,4	-34,8
6	22,34	62,3	39,9	-24,7
7	20,72	50,6	29,8	-11,7
8	14,91	52,9	38,0	-21,6
9	18,06	40,0	22,0	-11,4
10	23,16	42,9	19,7	-9,3
11	26,07	45,5	19,5	-9,2
12	29,07	49,2	20,2	-20,0
13	4,57	52,0	47,5	-39,6
14	4,85	52,5	47,7	-37,6
15	6,35	64,6	58,2	-42,3
16	7,08	65,6	58,6	-45,4
17	8,85	67,9	59,1	-59,1
18	9,30	67,5	58,2	-42,7
19	9,69	68,0	58,3	-47,4
20	9,81	68,0	58,2	-47,1
21	13,81	70,3	56,5	-32,4
22	18,66	71,5	52,8	-39,1
23	20,29	72,3	52,0	-36,0
24	21,20	77,0	55,8	-47,5
25	11,47	55,6	44,1	-36,2
26	14,25	51,2	37,0	-30,7
27	14,49	50,0	35,5	-22,5
28	14,73	48,6	33,9	-16,0
29	15,22	37,3	22,0	-7,4
30	15,57	44,9	29,3	-10,7
31	13,34	58,6	45,2	-38,0

Línea	Pérdida acumulada (m)	Presión estática (m)	Presión resultante (m)	Déficit de presión en nudo (m)
32	13,37	57,8	44,4	-37,6
33	12,92	64,0	51,1	-37,6
34	14,19	65,8	51,6	-51,6
35	17,96	64,8	46,8	-31,8
36	20,35	65,6	45,3	-30,2
37	26,27	73,7	47,4	-32,2
38	19,66	65,3	45,7	-31,2
39	21,32	64,7	43,4	-35,5
40	21,32	64,4	43,1	-30,4

*Tabla 5: Perdidas de carga acumulada, presión estática y déficits de presión en la línea.*

Como ninguna de estas pérdidas acumuladas es mayor a 40 mca que es la presión disponible en el hidrante, se comprueba que la red podrá distribuir agua de manera correcta a todos los puntos de la finca.

### 3.3. Elementos de seguridad

Se instalarán ventosas en los puntos más altos de la red de distribución para evitar que la presión de la tubería caiga por debajo de la presión atmosférica, lo que podría provocar el colapso de la tubería o daños por cavitación.

Como la red de distribución está dividida en cuatro tuberías independientes para cada uno de los sectores, se deberá de instalar una ventosa en cada una de las redes de distribución que llevan el agua a las subunidades de cada sector.

Para cada sector su punto más alto se encuentra en el nodo:

Sector 1: Nodo 10.

Sector 2: En este caso el punto más alto se encuentra en el cabezal, donde ya se encuentra una ventosa aguas abajo de la electroválvula y por tanto no será necesaria otra.

Sector 3: Nodo 30.

Sector 4: Al igual que en el sector 2 el punto más alto se encuentra en el cabezal, donde ya se encuentra una ventosa aguas abajo de la electroválvula y por tanto no será necesaria otra.

## 4. Resultados

Todo lo calculado anteriormente en este anejo se puede resumir en la siguiente tabla:

DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCION

Línea	Nudo (+)	Nudo (-)	Caudal línea	Diámetro int. Teórico (mm)	Diámetro nominal (mm)	Presión de trabajo (MPa)
1	1	2	41,70	85,9	110	1,00
2	2	3	41,70	85,9	110	0,60
3	3	4	37,32	81,2	90	0,60
4	4	5	20,80	60,6	75	1,00
5	5	6	10,61	43,3	50	1,00
6	6	7	6,04	32,7	40	1,00
7	5	8	4,84	29,3	40	1,00
8	4	9	16,52	54,0	63	1,00
9	9	10	9,04	40,0	50	0,60
10	10	11	6,84	34,8	40	1,00
11	11	12	4,98	29,7	40	1,00
12	12	13	3,56	25,1	40	1,00
13	2	14	38,85	82,9	110	1,00
14	14	15	38,10	82,1	110	1,00
15	15	16	37,28	81,2	110	1,00
16	16	17	30,00	72,8	90	1,00
17	17	18	25,16	66,7	90	1,00
18	18	19	2,79	22,2	40	1,00
19	18	20	22,37	62,9	75	1,00
20	20	21	4,59	28,5	40	1,00
21	20	22	15,26	51,9	63	1,00
22	22	23	5,66	31,6	40	1,00
23	22	24	4,44	28,0	40	1,00
24	24	25	3,14	23,6	40	1,00
25	2	26	23,40	64,3	75	1,00
26	26	27	16,78	54,5	63	1,00
27	27	28	6,44	33,8	40	1,00
28	27	29	8,07	37,8	50	0,60
29	29	30	1,96	18,6	40	1,00
30	29	31	2,60	21,4	40	1,00
31	26	32	4,19	27,2	40	1,00
32	32	33	1,91	18,4	40	1,00
33	2	34	19,57	58,8	75	1,00
34	34	35	17,70	55,9	75	1,00
35	35	36	11,84	45,7	63	1,00
36	36	37	10,93	44,0	50	1,00
37	37	38	4,21	27,3	40	1,00
38	35	39	5,87	32,2	40	1,00
39	39	40	2,60	21,4	40	1,00
40	40	41	1,54	16,5	40	1,00

*Tabla 6: Resultados de los cálculos efectuados en este anejo*

Estos resultados también se pueden consultar en el plano 7: Plano de obra de la red de distribución.

## 5. Mediciones

Y a efectos de proyecto se necesita saber cuántos metros de tubería de cada tipo serán necesarios para la ejecución de este, lo cual se puede ver a continuación:

Diámetro nominal (mm)	Presión de trabajo (MPa)	Longitud (m)
110	1	255,43
110	0,6	96,74
90	1	81,92
90	0,6	30,43
75	1	428,70
63	1	293,65
50	1	50,03
50	0,6	66,92
40	1	923,95

*Tabla 7: Mediciones por tipo de tubería*

Mediciones elementos de seguridad	
Ventosas	2

*Tabla 8: Mediciones elementos de seguridad*

# **ANEJO V**

## **DISEÑO DEL CABEZAL**

## Índice

1.	Introducción .....	3
2.	Tratamiento de los datos .....	3
2.1.	Características del agua de riego .....	3
2.2.	Necesidades nutricionales .....	3
2.3.	Materiales .....	4
2.3.1.	Equipo de filtrado .....	4
2.3.2.	Equipo de fertilización .....	4
2.3.3.	Electroválvulas .....	5
2.3.4.	Elementos de control y seguridad .....	6
2.3.5.	Programador de riego .....	6
3.	Diseño .....	6
3.1.	Equipo de filtrado .....	6
3.2.	Equipo de fertilización .....	7
3.2.1.	Depósitos de fertilizante .....	7
3.2.2.	Inyectores de fertilizantes .....	9
3.2.3.	Combinación de fertilizantes durante el tiempo de abonado .....	11
3.2.4.	Filtros fertilizantes .....	13
3.2.5.	Mezclador .....	14
3.3.	Elementos de control y seguridad .....	14
3.3.1.	Manómetros .....	14
3.3.2.	Ventosas .....	14
3.3.3.	Válvulas .....	14
3.4.	Tuberías .....	15
3.4.1.	Tuberías del sistema de filtrado y colector de distribución a sectores. ....	15
3.4.2.	Tuberías de los circuitos auxiliares .....	16
3.5.	Programador .....	16
3.6.	Instalaciones .....	17
3.6.1.	Zona de mezclas y circuito de llenado de tanques fertilizantes .....	17
3.6.2.	Muro cubicación fertilizantes .....	18
4.	Mediciones .....	19

## 1. Introducción

Conociendo ya que por el cabezal pasará un caudal máximo de 41,83 m<sup>3</sup>/h cuando se esté regando el sector 1, se podrá dimensionar las necesidades que tendrá el cabezal para realizar todas sus funciones.

En este caso los datos para el diseño del cabezal vendrán dados por los resultados obtenidos, principalmente, en los anteriores anejos de diseño, aunque otros como las necesidades de fertilización o normativas a cumplir como se ha comentado en el anejo “Bases del proyecto”.

## 2. Tratamiento de los datos

### 2.1. Características del agua de riego

En anteriores apartados se ha hablado de las características del agua de riego en términos fisicoquímicos (elementos disueltos o pH) pero no se han comentado los sólidos en suspensión presentes en el agua que son primordiales para el cálculo del sistema de filtrado.

En este caso se ha hecho un análisis simple de los sólidos en suspensión presentes en el agua. Se ha recogido un litro de dicha agua de riego y se ha dejado sin agitar durante 24 horas, pudiéndose observar que no se encontraban precipitados. Lo que indicando que el agua no presenta sólidos en suspensión de gran tamaño ni en gran cantidad. Por tanto, se cataloga esta agua como de calidad media (se podría catalogar como buena, pero se prefiere no llevar los datos tan ajustados y dejar márgenes de seguridad).

### 2.2. Necesidades nutricionales

Según lo dicho en el anejo “Bases del proyecto” las necesidades nutricionales de nitrógeno fosforo y potasio se han obtenido de los estudios realizados por Legaz y Primo-Millo en 1988.

Para el cálculo del sistema de inyección de fertilizante se calcularán las necesidades máximas del cultivo cuando este ya sea adulto. Siendo las siguientes:

- N: 320 kg/ha a partir del 10º año (Aun así, se limitará a 200 kg/ha para cumplir la Norma de PIC de la Comunidad Valenciana)
- P: 68 kg/ha a partir del 10º año
- K: 160 kg/ha a partir del 10º año

Además, otro nutriente muy importante en zonas con suelos muy básicos que bloquean la absorción de hierro, como en la que se emplaza esta finca, es el quelato de hierro. El cual la dosis máxima de aplicación según Legaz et al., 1995, será de:

- EDDHA-Fe o EDDHMA-Fe: 30 g/árbol = 12,48 kg/ha (ya que según el marco de plantación usado en la finca habrá 416 árboles/ha) además estas dosis se repartirán durante el año a 10 g/árbol en abril, junio y septiembre cada uno.

El resto de los elementos nutricionales (Zn, Mg, Mn, Ca...) serán aportados al cultivo cuando la cuba de quelatos, previa limpieza, no esté siendo usada para estos o con los NPK si son

compatibles. Estos nutrientes no entran dentro del cálculo del equipo de inyección porque sus cantidades no son significativas respecto a los NPK y los quelatos.

## 2.3. Materiales

### 2.3.1. Equipo de filtrado

Toda instalación de riego localizado necesita de un equipo de filtrado, el cual garantizara que los sólidos en suspensión que contenga el agua sean los mínimos y lo más pequeños posible, de modo que se minimice el peligro de obturación de los emisores.

Para esta finca se han elegido la serie de filtros Helix Automatic 200/300 del fabricante Azud. Puesto que se requería de un equipo de filtrado autolimpiante, de modo que se minimizase todo lo posible la mano de obra empleada en su mantenimiento.

### 2.3.2. Equipo de fertilización

#### 2.3.2.1. Depósitos de fertilizante

Como se ha comentado anteriormente será necesario instalar depósitos en los que almacenar fertilizantes para su posterior dosificación. Estos se dividirán en dos tipos:

- Depósitos para fertilizantes complejos NPK, de los cuales se necesitarán:
  - 1 para el nitrógeno al 20%
  - 1 para el complejo 12-6-3
  - 1 para el complejo 4-3-12
- Un depósito para el quelato de hierro

Estos deberán de cumplir las condiciones de que sean resistentes a los productos químicos, en concreto a dichos fertilizantes y deberán tener un tamaño acorde a las necesidades nutricionales de la finca al tiempo que no se superan las concentraciones en riego de 1 kg de fertilizante por cada 100 litros de agua.

#### 2.3.2.2. Bombas inyectoras de fertilizante

Para suministrar los fertilizantes al sistema de riego es necesario un elemento que impulse el complejo nutricional desde los depósitos a las tuberías de riego, este será la bomba inyectora. La cual deberá tener el suficiente caudal para que con los tiempos máximos de abonado y los mínimos de riego se cumplan las necesidades nutricionales del cultivo.

Además, se deberá de contar con dos bombas inyectoras, una para los complejos NPK y otra para los quelatos, ya que estos dos tipos de fertilizante no se pueden mezclar antes de ser introducidos en el agua de riego (donde su concentración ya será mucho menor). Debido a que el quelato se degrada y precipita en medios altamente ácidos, como podría darse el caso en el sistema de inyección de fertilizante dependiendo de cómo se combinen estos.

Para cumplir con estos requisitos se ha elegido la serie de bombas inyectoras eléctricas SEKO PS1, de la cual se deberá de dimensionar el caudal nominal según los estándares presentados en este apartado.

### 2.3.2.3. Agitador

Sobre todo, para la cuba de quelatos es imprescindible disponer de un sistema que periódicamente este moviendo la disolución para que los solutos no precipiten. Se habla principalmente del hierro quelatado porque su solubilidad es muy sensible a las alteraciones del medio como pH o temperatura.

Aun con esto también se usará el agitador para el resto de los fertilizantes, ya que, aunque se distribuyen en forma líquida y no deberían de precipitar en el depósito es recomendable su empleo para evitar posibles problemas de partículas que hayan podido introducirse en este y obturar el sistema.

Para cumplir con estas necesidades se han elegido la serie de mezcladores soplantes SEKO BL

### 2.3.2.4. Filtros fertilizantes

Para evitar que cualquier problema de precipitados o partículas extrañas en suspensión pudiesen afectar al resto del sistema de riego se instalaran unos filtros a la salida de los depósitos que se encarguen de evitar estos problemas. Para ello se han elegido los filtros Azud Modular.

### 2.3.2.5. Control de caudales de fertilizantes

Para el equipo de inyección planteado en este proyecto se pretende conseguir unas dosis de N, P y K concretas por superficie y mes de abonado.

Para ello se ha diseñado un sistema en el que cada uno de los fertilizantes N20, 4-3-12 y 12-6-3 se inyectaran durante un tiempo determinado en cada riego según la época del ciclo vegetativo. Con este objetivo se requiere automatizar la apertura de cada tubería de fertilizante independientemente desde cada deposito a la bomba inyectora, de modo que se suministre del modo más preciso posible las dosis de nitrógeno, fosforo y potasio para cada estado del cultivo.

Así pues, esto se pretende conseguir con electroválvulas de bola, de modo que sean abiertas y cerradas en serie (una detrás de otra) a la vez que se activa la bomba inyectora del NPK.

## 2.3.3. Electroválvulas

El riego de cada sector se controlará mediante la apertura y cierre de una electroválvula de membrana en el inicio de la tubería de cada uno de estos. Para ello se instalarán válvulas hidráulicas de fundición de diámetros nominales 100 mm, 75 mm, 63 mm y presión nominal de 16 atm.

## 2.3.4. Elementos de control y seguridad

### 2.3.4.1. Manómetros

Para conocer las presiones a la que se encuentra la instalación se instalarán manómetros a la entrada y salida de filtros (elemento con mayor pérdida de carga del sistema). Se emplearán manómetros de glicerina.

### 2.3.4.2. Válvulas antirretorno

Las válvulas antirretorno serán necesarias en aquellos puntos del cabezal donde se quiera evitar que el agua fluya en la dirección contraria a la debida. Con este objetivo se han seleccionado válvulas de retención de PVC de muelle para los mas pequeños y de fundición para los mas grandes.

### 2.3.4.3. Ventosas

Ya que las ventosas serán otro elemento de gran importancia para aquellos puntos de tuberías donde se puedan generar depresiones momentáneas, acumulaciones de aire arrastrado por el agua o necesitar de una salida para el aire contenido en la tubería, se deberán instalar ventosas de triple efecto.

## 2.3.5. Programador de riego

Para la coordinación de todos los elementos citados será imprescindible la instalación de un programador de riego, el cual activará y desactivará los elementos para garantizar un riego eficiente.

En este caso se ha elegido la serie de programadores Agronic de Progres S.A. del cual se dimensionarán más adelante las salidas necesarias para controlar todos los elementos presentes.

## 3. Diseño

### 3.1. Equipo de filtrado

Para el cálculo del equipo de filtrado, se deberá tener en cuenta unos criterios mínimos que ayudaran a elegir el más adecuado:

- El diámetro mínimo de paso de los emisores es de 0,1-0,13 mm.
- El caudal máximo en la instalación será de unos 42 m<sup>3</sup>/h.
- La pérdida de carga debe ser inferior a 1-2 mca
- La velocidad de filtración debe de situarse entre 130-350 m/h

Observando los parámetros que ofrecen en la página web del equipo seleccionado se puede calcular el número de filtros necesarios para esta instalación.

Para un agua de calidad media como de la que se dispone en la finca:

- Capacidad de filtrado a 130  $\mu\text{m}$  = 24 m<sup>3</sup>/h:

$$N^{\circ} \text{ minimo de filtros} = \frac{42}{24} = 1,75 \approx 2$$

- Capacidad de filtrado a 100  $\mu\text{m}$  = 22 m<sup>3</sup>/h:

$$N^{\circ} \text{ maximo de filtros} = \frac{42}{22} = 1,9 \approx 2$$

Por tanto, según la capacidad de filtrado se necesita el modelo de 2 filtros por cada uno de los cuales pasaran 21 m<sup>3</sup>/h. Además de esto el filtro no podrá superar una pérdida de carga de 1-2 mca:

- Con 2 filtros (modelo 202) la perdida de carga con 21 m<sup>3</sup>/h será de 1-1,2 mca. Por tanto, este modelo es válido.

El último factor a tener en cuenta es la velocidad de filtrado, que como hemos dicho se deberá de situar, para un filtrado optimo, entre 130-350 m/h.

- Con los datos ofrecidos por el fabricante vemos que la superficie de filtrado de cada filtro es de 1620 cm<sup>2</sup>, y según se ha calculado el caudal por filtro será de 21 m<sup>3</sup>/h. Por tanto:

$$\text{Velocidad de filtrado} = \frac{21}{0,1620} = 129,63 \text{ m/h} \approx 130 \text{ m/h}$$

En definitiva, serán necesarios dos filtros para la instalación proyectada y se ha elegido el modelo Azud Helix Automatic 202

## 3.2. Equipo de fertilización

### 3.2.1. Depósitos de fertilizante

Como se ha citado en los antecedentes los valores de fertilización esperados a máxima producción son de 200 kg de N/Ha y año, 68 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/Ha y año y 160 kg de K<sub>2</sub>O/Ha y año. Además de 132 kg de quelato de hierro para toda la finca (30 g/árbol, lo que representa 1,8 g de Fe/árbol y año). Estos se repartirán anualmente como se indica a continuación (para toda la finca y en kg) según las necesidades del cultivo en cada etapa vegetativa:

	N	P	K	Quelato-Fe
<b>Enero</b>	0	0	0	0
<b>Febrero</b>	0	0	0	0
<b>Marzo</b>	209	71	117	0
<b>Abril</b>	251	142	167	44

	N	P	K	Quelato-Fe
<b>Mayo</b>	314	107	218	0
<b>Junio</b>	377	107	251	44
<b>Julio</b>	418	107	251	0
<b>Agosto</b>	314	107	335	0
<b>Septiembre</b>	209	71	335	44
<b>Octubre</b>	0	0	0	0
<b>Noviembre</b>	0	0	0	0
<b>Diciembre</b>	0	0	0	0

*Tabla 1: Necesidades nutricionales mensuales en kg*

Así pues, se observa que las mayores necesidades de fertilización se producen en:

- Julio para el nitrógeno con 418 kg
- Abril para el fosforo con 142 kg.
- Agosto-septiembre para el potasio con 335 kg
- Abril, Junio y Septiembre en la misma cantidad para el quelato de hierro 44 kg

Los fertilizantes que se usarán serán líquidos (a excepción del quelato):

- N-20 con un 20 % de nitrógeno
- NPK 12-6-3 con 12 % de nitrógeno, 6 % de fosforo y 3 % de potasio.
- NPK 4-3-12 con 4 % de nitrógeno, 3 % de fosforo y 12 % de potasio.
- Quelato de hierro el cual se disolverá al 4 % en agua (40 kg/1000 litros de agua).

Combinando los distintos fertilizantes NPK de forma que se minimicen los litros de abono a usar y teniendo en cuenta que un litro de abono son 1,2 kg. Se calcula mediante iteración de la siguiente forma:

$$\begin{cases} 0,2x + 0,12y + 0,04z = a \\ 0,06y + 0,03z = b \\ 0,03y + 0,12z = c \end{cases}$$

Donde (x + y + z) tiene que ser mínimo y todas las variables positivas

*Ecuación 3: Restricciones para la combinación más optima de fertilizantes*

En el que:

- x = kg de N20 para cada mes
- y = kg de NPK 12-6-3 para cada mes
- z = kg de NPK 4-3-12 para cada mes

- a = Necesidades totales de nitrógeno de la finca en kg para cada mes
- b = Necesidades totales de fosforo de la finca en kg para cada mes
- c = Necesidades totales de potasio de la finca en kg para cada mes

Estas necesidades de fertilizante se usarán para calcular el volumen de abono liquido necesario de la siguiente forma:

$$\frac{kg \text{ de NPK}}{1,2} = l \text{ de NPK}$$

Dando lugar a la siguiente tabla:

	N 20	12 6 3	4 3 12	Quelato-Fe
<b>marzo</b>	1027	787	768	0
<b>abril</b>	669	1890	905	1090
<b>mayo</b>	1581	984	1545	0
<b>junio</b>	2108	827	1860	1090
<b>julio</b>	2596	39	3435	0
<b>agosto</b>	1691	433	2647	0
<b>septiembre</b>	1075	551	1240	1090

*Tabla 2: Necesidades de fertilizante para toda la finca por mes y en litros*

Por tanto, se instalarán los siguientes depósitos:

- 3000 litros para N-20.
- 3000 litros para NPK 12-6-3 (pues es el tamaño mínimo del que dispone el fabricante de este tipo)
- 5000 litros para NPK 4-3-12
- 1000 litros para Quelato-Fe.
- Y un contenedor de 1000 litros para acido, tanto nítrico como fosfórico (los cuales no se mezclarán a la vez y se limpiarán entre usos). Este no se dimensionará, ya que será usado en puntuales ocasiones para limpiar las tuberías al tiempo que se fertiliza. Por tanto, los aportes nutricionales de estos ácidos se descontarán de los aportados por los NPK, de los cuales se reducirán las cantidades en los meses en que se usen estos primeros.

### 3.2.2. Inyectores de fertilizantes

Se propone usar dos inyectores hidráulicos eléctricos (uno para el NPK y otro para el quelato, de modo que se evite la mezcla de ambos fertilizantes y su precipitación) debido a que son el tipo de sistema de inyección más preciso de todos.

Para dimensionar el modelo a emplear se debe conocer el caudal máximo que se necesitara inyectar a la red de riego. Teniendo en cuenta que los fertilizantes se inyectaran en serie al riego (un tiempo para el N20, seguidamente otro para el 12-6-3, después el 4-3-12 y finalmente el quelato). Por tanto, el caudal se obtendrá mediante el sumatorio de las cantidades de los cuatro

fertilizantes dividido por el tiempo de riego que se puede dedicar a la fertilización mensualmente (80 % del tiempo de riego)

	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre
<b>N 20</b>	347,89	226,59	535,16	713,76	879,04	572,48	363,88
<b>12 6 3</b>	266,58	639,79	333,22	279,91	13,33	146,62	186,61
<b>4 3 12</b>	259,91	306,57	523,16	629,79	1162,95	896,37	419,86
<b>Quelato de hierro</b>	0,00	368,90	0,00	368,90	0,00	0,00	368,90
<b>Total</b>	347,89	226,59	535,16	713,76	879,04	572,48	363,88
<b>Tiempo disponible para el abonado (h)</b>	16,28*	20,81	44,64	48,51	70,68	66,46	33,46

*Tabla 3: Necesidades de fertilizante por mes en litros y tiempos de abonado para el sector más grande.*

En la tabla anterior se puede observar en que meses se necesitará una mayor fertilización y que tiempos de abonado quedarán disponibles, gracias a lo cual se podrán conocer las necesidades máximas de caudal de las inyectoras como muestra la siguiente ecuación:

$$Q_{inyect.} = \frac{\sum \text{Volumen de fertilizantes}}{\text{Tiempo de abonado}}$$

*Ecuación 1: Calculo del caudal de inyección de fertilizante*

Necesidades de caudal total							
	marzo*	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre
<b>Tiempos de fertilización mensual en h para cada sector</b>	16,28	20,81	44,64	48,51	70,68	66,46	33,46
<b>Volumen de fertilizante para el mayor sector en l</b>	874,38	1541,85	1391,54	1992,37	2055,32	1615,47	1339,25
<b>Caudal de fertilizante (l/h) para el mayor sector</b>	53,69	74,10	31,17	41,07	29,08	24,31	40,02

\*Los tiempos de riego en marzo se han obtenido de las horas de riego de febrero. Ya que, dada la necesidad de fertilizar, se deberá de regar aun no necesítandolo, de ahí que sí que haya tiempo de riego pese a los cálculos obtenidos en anteriores anejos. Y se ha creído conveniente usar los tiempos de riego de febrero por ser el mes con características climáticas más próximas a las de marzo.

*Tabla 4: Caudales para las necesidades totales según el sector más grande*

Así pues, se observa que las necesidades de máximo caudal se dan en el mes de abril con 74,10 l/h y por tanto se deberá de seleccionar una bomba que inyecte un caudal de como mínimo 74,10 l/h.

Acudiendo al mercado de equipos de riego se decide adoptar la bomba inyectora Seko PS1 modelo 316 de 110 l/h a 8 bar, 0,25kW y 230V.

### 3.2.3. Combinación de fertilizantes durante el tiempo de abonado

Como se ha dicho anteriormente los fertilizantes se inyectarán en serie. Esto es, según el caudal mensual dado a la inyectora (esta puede regularse entre 0 y 110 l/h mediante una rueda en su bastidor), se le otorgara un tiempo a cada fertilizante del tiempo total de abonado, activándose una electroválvula que abre el tanque de dicho fertilizante, al mismo tiempo que se enciende la inyectora. Esto será en el caso de los NPK, para el quelato no habrá electroválvula, simplemente se activará la inyectora correspondiente (recordemos que el quelato de Fe en presencia de P precipita formando un compuesto similar a la tiza y de color rojizo, que obstruiría filtros, inyectoras, válvulas... es por esto por lo que se usaran inyectoras independientes para quelatos y NPK)

Para calcular cómo funcionará este método de combinación de fertilizantes, se empezará por calcular el sector de mayor tamaño y después se obtendrán los resultados de los otros sectores en proporción a los caudales de cada uno.

El sector 1 será fertilizado con el máximo tiempo disponible y los siguientes volúmenes de fertilizante por día:

Volúmenes de fertilizante por día							
	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
<b>N 20</b>	26,15	17,60	24,17	33,31	28,36	18,47	21,23
<b>12 6 3</b>	20,04	49,69	15,05	13,06	0,43	4,73	10,89
<b>4 3 12</b>	19,54	23,81	23,63	29,39	37,51	28,92	24,49
<b>Quelato de hierro***</b>	0,00	28,65	0,00	17,22	0,00	0,00	21,52
<b>Total</b>	65,72	119,75	62,84	92,98	66,30	52,11	78,12
<b>Tiempos de abonado diarios (h)</b>	1,22	1,62	2,02	2,26	2,28	2,14	1,95

Tabla 5: Volúmenes de fertilizante diarios y tiempos de fertilización para el sector 1

Así pues, se calcula el tiempo proporcional de cada fertilizante para inyectar los volúmenes de la tabla anterior. De la siguiente forma:

$$\text{Tiempo de } F_n = \frac{V. \text{ de } F_n \times T. \text{ de abonado diario}}{T. \text{ de } F_1 + T. \text{ de } F_2 + T. \text{ de } F_3 + T. \text{ de } F_4}$$

*Ecuación 2: Tiempos de inyección de cada fertilizante para el sector de mayor tamaño.*

Con esto se obtienen los siguientes tiempos:

Tiempos de inyección en horas para el sector 1							
	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
<b>N 20</b>	0,49	0,24	0,78	0,81	0,98	0,76	0,53
<b>12 6 3</b>	0,37	0,67	0,48	0,32	0,01	0,19	0,27
<b>4 3 12</b>	0,36	0,32	0,76	0,72	1,29	1,19	0,61
<b>Quelato de hierro***</b>	0,00	0,39	0,00	0,42	0,00	0,00	0,54

*Tabla 6: Tiempos de inyección del sector 1 en horas*

Finalmente obtenemos los tiempos de cada sector en proporción a los caudales de agua que son necesarios para regar cada uno.

Caudales de riego por sector (m3/h)	
<b>sector 1</b>	41,825
<b>sector 2</b>	38,847
<b>sector 3</b>	23,281
<b>sector 4</b>	19,571
<b>Total</b>	123,524

*Tabla 7: Caudales de riego por sector*

Para calcular esto se ha seguido la siguiente formula:

$$T. sector_n = \frac{T. sector_1 \times Q sector_n}{Q sector_1}$$

*Ecuación 3: Tiempo de abonado por sector y fertilizante.*

Organización final de los tiempos de cada fertilizante								
		Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
	Porcentaje de trabajo de la bomba inyectora	48,81	67,37	28,34	37,33	26,44	22,10	36,38
<b>Sector 1</b>	N 20	0:29:13	0:14:15	0:46:31	0:48:40	0:58:30	0:45:35	0:31:49

		Organización final de los tiempos de cada fertilizante						
		Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
	12 6 3	0:22:23	0:40:14	0:28:58	0:19:05	0:00:53	0:11:41	0:16:19
	4 3 12	0:21:50	0:19:17	0:45:29	0:42:56	1:17:24	1:11:23	0:36:43
	Quelato de hierro	0:00:00	0:23:12	0:00:00	0:25:09	0:00:00	0:00:00	0:32:16
	Total	1:13:26	1:36:58	2:00:58	2:15:50	2:16:48	2:08:38	1:57:07
<b>Sector 2</b>	N 20	0:27:08	0:13:14	0:43:12	0:45:12	0:54:21	0:42:20	0:29:33
	12 6 3	0:20:48	0:37:22	0:26:54	0:17:44	0:00:49	0:10:51	0:15:09
	4 3 12	0:20:17	0:17:54	0:42:14	0:39:53	1:11:54	1:06:18	0:34:06
	Quelato de hierro	0:00:00	0:21:33	0:00:00	0:23:22	0:00:00	0:00:00	0:29:58
	Total	1:08:13	1:30:03	1:52:21	2:06:10	2:07:04	1:59:29	1:48:47
<b>Sector 3</b>	N 20	0:16:16	0:07:56	0:25:54	0:27:05	0:32:34	0:25:22	0:17:43
	12 6 3	0:12:28	0:22:24	0:16:07	0:10:37	0:00:30	0:06:30	0:09:05
	4 3 12	0:12:09	0:10:44	0:25:19	0:23:54	0:43:05	0:39:44	0:20:26
	Quelato de hierro	0:00:00	0:12:55	0:00:00	0:14:00	0:00:00	0:00:00	0:17:57
	Total	0:40:53	0:53:58	1:07:20	1:15:37	1:16:09	1:11:36	1:05:12
<b>Sector 4</b>	N 20	0:13:40	0:06:40	0:21:46	0:22:46	0:27:23	0:21:20	0:14:53
	12 6 3	0:10:29	0:18:50	0:13:33	0:08:56	0:00:25	0:05:28	0:07:38
	4 3 12	0:10:13	0:09:01	0:21:17	0:20:06	0:36:13	0:33:24	0:17:11
	Quelato de hierro	0:00:00	0:10:51	0:00:00	0:11:46	0:00:00	0:00:00	0:15:06
	Total	0:34:22	0:45:22	0:56:36	1:03:34	1:04:01	1:00:12	0:54:48

Tabla 7: Tiempos en horas, minutos y segundos de abonado por fertilizante, sector y mes.

Recopilando, los elementos necesarios para distribuir el fertilizante en el tiempo (meses y días de riego) y el espacio (sectores) serán:

- 2 bombas inyectoras SEKO PS1 de 110 l/h, 8 Bar, 0,25 kW y 230 V
- 3 electroválvulas de bola para tubería de PVC DN20

### 3.2.4. Filtros fertilizantes

La serie de filtros elegida ha sido la Azud Modular 100, la cual tiene una capacidad de filtrado de como mínimo 5 m<sup>3</sup>/h, una superficie de filtrado de 160 cm<sup>2</sup> y una pérdida de carga que ronda los 0,5 mca para un caudal de 0,05 m<sup>3</sup>/h, para el modelo de 3/4".

Por tanto, se observa que los parámetros cumplen holgadamente con las necesidades de filtrado y se instalara el citado modelo Azud Modular 100 de 3/4".

### 3.2.5. Mezclador

Para estos depósitos se ha elegido un soplante, concretamente el SEKO BL de 1 CV de potencia.

## 3.3. Elementos de control y seguridad

### 3.3.1. Manómetros

Otro parámetro que controlar en el cabezal es la presión en ciertos puntos. Para ello se instalarán 3 manómetros de 10 bar en los siguientes puntos:

- Entrada de filtros.
- Salida de filtros

### 3.3.2. Ventosas

En este cabezal se instalarán ventosas trifuncionales en las zonas con mayor peligro de acumulación de aire o de falta de este, en los procesos de vaciado de tuberías. Estos son:

- Salidas de filtros.
- Entrada de filtros.
- Aguas abajo de las electroválvulas de inicio de los sectores en los que el punto más alto se encuentra en el cabezal (sectores 2 y 4).

### 3.3.3. Válvulas

Las válvulas serán las encargadas de dirigir los flujos de agua hacia las zonas deseadas, ya sea: sector de riego, llenado de depósitos, llenado de turboatomizadores o inyección de fertilizantes. Además, servirán para regular el flujo de aire que el soplante usa para mezclar cada depósito.

#### 3.3.3.1. Electroválvulas

Estas serán las encargadas de controlar que sector será el que se riega en cada momento. Para ello se instalará una electroválvula de fundición y membrana en el inicio de las tuberías de distribución de cada sector. Para este caso se han elegido de PN16 y diámetros nominales 110, 75 y 63. También serán necesarias electroválvulas (en este caso de bola) a la salida de los depósitos de fertilizante, como se ha mencionado en el punto 3.2.3.

#### 3.3.3.2. Válvulas de compuerta

Para poder cerrar manualmente con mayor seguridad la entrada de agua al cabezal se instalará una válvula de compuerta en la tubería que lleva el agua del hidrante al cabezal, justo aguas arriba del equipo de filtrado. Esta deberá de soportar 16 atm de presión y ser de un diámetro nominal de 100 mm.

### 3.3.3.3. Válvulas de bola

Para el gobierno de los flujos de agua en las tuberías auxiliares como en los siguientes puntos:

- Sistema de llenado de depósitos/llenado de turboatomizadores. Será necesario impedir el paso de líquido del sistema de llenado de depósitos al sistema de llenado de turboatomizadores, ya que comparten tuberías. Para ello se situará una válvula de bola en la tubería que une este circuito con la tubería principal de riego. Además, otra válvula de bola en cada final de tubería de llenado de los depósitos, para poder elegir cual llenar. Y otras dos válvulas una en la parte interior y otra en la exterior del cabezal para controlar la apertura o cerrado de todo el sistema.
- Sistema de agitación de fertilizantes. Una válvula de bola en cada final de tubería de mezclado, de modo que se pueda elegir en que depósito inyectar más aire.

### 3.3.3.4. Válvulas antirretorno

Las válvulas antirretorno serán usadas en aquellos puntos en los que se pretende que el flujo de líquido (tanto agua como abono) sea obligatoriamente unidireccional.

- Este es el caso de la inyección de fertilizante, se instalará una válvula antirretorno en cada una de las tuberías de inyección de fertilizante, justo antes de que estas se conecten a la tubería de riego principal. Para evitar que el agua fluya hacia las bombas inyectoras de fertilizante, siendo estas de PVC y DN50.
- También en cada tubería que sale de los depósitos de fertilizante, aguas arriba de la electroválvula del depósito, eligiendo también válvulas antirretorno de PVC y DN20.
- Finalmente, otro punto en el que se debe de instalar este tipo de válvulas es en la salida de agua del filtro, de modo que no fluya el agua en dirección al equipo de filtrado, ya que esta puede contener fertilizantes que obstruyan más rápidamente los filtros. Para este caso se ha elegido una válvula antirretorno de fundición y DN100.

## 3.4. Tuberías

### 3.4.1. Tuberías del sistema de filtrado y colector de distribución a sectores.

La tubería de entrada de agua al sistema de filtrado y la del colector que suministrará el agua a todas las tuberías de las redes de distribución de cada sector tendrá el diámetro calculado en el anexo "diseño de la red de distribución" para la tubería que suministra agua al cabezal desde el hidrante. Este es DN110, con una presión nominal de 10 atm y el material empleado será PE100.

Además, aguas abajo del colector se encontrarán 4 tuberías, una por cada sector de la finca. Dos de DN110, una DN75 y otra de DN63, todas de PN10 a excepción de la que inicia el sector 2 que será de PN6. La longitud de estas tuberías no se puede definir, ya que vendrá dada por la situación de los elementos en el cabezal a la hora del montaje. Por ello se presupuestarán

longitudes superiores a las que se estiman necesarias, así pues: 2 m para las de inicio de los sectores y 10 metros para la tubería de entrada y salida de los filtros.

### 3.4.2. Tuberías de los circuitos auxiliares

#### 3.4.2.1. Tuberías del sistema de inyección de fertilizante

Para este circuito el material elegido será el PVC ya que es barato y resiste muy bien el paso de elementos químicos que pueden ser corrosivos como los fertilizantes. Como los caudales no son muy grandes, un diámetro nominal de 20 mm será suficiente para este caso (además de adaptarse mejor a las electroválvulas y filtros que son de 3/4"), y una presión nominal de 10 atm, ya que la bomba inyectora trabajara a 8 Bar (7,89 atm).

Al igual que en el resto de las tuberías del cabezal es complicado dar una longitud a estas, por ello se presupuestarán 50 m de tubería de PVC de DN20 y PN10.

#### 3.4.2.2. Tuberías del circuito auxiliar del sistema de llenado de depósitos y de turboatomizadores.

Al igual que en el circuito anterior por este deberán de pasar fertilizantes, por tanto, el PVC será una buena opción. Pero a diferencia de este los caudales serán mayores, se espera poder llenar el depósito más grande de (5m<sup>3</sup>) en 15-20 min para lo cual se necesitará un caudal de 15-20 m<sup>3</sup>/h, para ello será necesario un diámetro nominal de 40 mm (aunque se elige de 50 mm por evitar imprevistos futuros) dado que la presión a la que entrara el agua desde la tubería principal de riego será de unos 40 mca no se aceptara instalar tuberías de PN4, por estar demasiado al límite en este parámetro, por tanto, se instalaran tuberías de PVC DN50 y PN6.

También para estas tuberías se presupuestará por encima de las necesidades estimadas, debido a la misma razón que en los apartados 3.4.2.1., para estas tuberías se necesitará disponer de 50 m de tubería de PVC DN50 y PN6.

#### 3.4.2.3. Tuberías del circuito del agitador

Como el aire tiene mucha menor densidad que el agua (y se puede comprimir) este no debe de presentar un problema para la integridad del circuito si se usan los mismos materiales que para el agua.

Por tanto, se usarán las mismas tuberías que para el circuito de llenado de depósitos y turboatomizadores, aun pudiéndose usar tubería de menor timbraje por un pequeño ahorro en el presupuesto final, esto redundaría en una mayor complicación para el proveedor de esta.

Es por ello por lo que serán necesarios 50 m de tubería de PVC DN50 y PN6.

### 3.5. Programador

Para controlar todos estos elementos que componen el cabezal de riego se necesitara de un programador que nos proporcione como mínimo:

- Control de 4 sectores.
- 8 programas de riego.
- 4 controlador de inyección de fertilizantes
- 1 controlador de bomba soplante
- 1 controlador de limpieza de filtros.

Teniendo en cuenta estas características se ha elegido el programador de riego Agronic 2500 de Progres S.A. El cual cuenta con las características añadidas de:

- 18 salidas digitales.
- Salidas de relé o latch de 2 o 3 hilos.
- Alimentación a 12 V.
- Salidas a 12 o 24 V.
- Radioenlace 433 MHZ para PC

### 3.6.Instalaciones

#### 3.6.1. Zona de mezclas y circuito de llenado de tanques fertilizantes

La zona de mezclas de la finca debe de constar de una toma de agua para rellenar los turboatomizadores la cual vendrá desde el equipo de filtrado hasta el exterior del cabezal donde se situará esta instalación. Y estará formado por:

- Una tubería de PE 100 UNE EN 12201 DN 40 (la cual no es necesario dimensionar ya que esta agua no debe de cumplir ningún parámetro de presión, velocidad, caudal u otro)
- Una válvula de bola en el exterior que pueda abrir y cerrar el flujo de agua a voluntad del operario.
- Una válvula de bola en el interior del cabezal por seguridad (evitar que se pueda abrir la tubería por gente ajena a la finca).
- Un acople rápido de polipropileno para acoplar y desacoplar la manguera de llenado del turbo o la de descarga del camión cisterna.
- Un suelo impermeabilizado con cemento, cóncavo y con bordes de manera que los posibles vertidos que se produzcan se mantengan dentro de este hasta que se evaporen.

Además de para llenar los tanques de los turboatomizadores, esta instalación tendrá dos funciones más:

- Una función inversa para distribuir el fertilizante a sus correspondientes tanques y depósitos cuando los camiones cisterna los traigan a la finca. Para ello, se cerrará la válvula de entrada de agua a este circuito y se abrirá la correspondiente válvula del depósito que se deba rellenar bombeando el camión cisterna el fertilizante líquido a dicho depósito.
- Y otra para el llenado de los depósitos de fertilizantes con agua si fuese necesario. Esto se conseguirá cerrando la válvula que deja salir el agua de este circuito a la zona de mezclas y abriendo la válvula que deja entrar el agua al circuito desde la salida de agua de los filtros, además de las válvulas que se pretendan llenar.

### 3.6.2. Muro cubicación fertilizantes

Los depósitos de fertilizantes deben situarse en el interior de una barrera impermeable que pueda contener el 110 % del contenido del tanque de mayor capacidad. El depósito de mayor capacidad en este caso es de 5 m<sup>3</sup> y la superficie en la que se situaran será la que ocupen estos depósitos:

- 1 de 5000 litros, 193 cm de diámetro y 210 de altura.
- 2 de 3000 litros, 149 cm de diámetro y 206 de altura.
- 3 de 1000 litros y 120 x 100 cm de superficie en planta.

Por tanto, se dispondrá una fila con los depósitos de 3000 y el de 5000 litros, que ocuparan una longitud de 500 cm por 200 cm de ancho aproximadamente, aunque se aumentará en 50 cm más para poder cubicar mejor el líquido (5,5 m x 2,5 m). También hay que tener en cuenta que como este recipiente se crea por si se rompe uno de los depósitos hay que tener en cuenta el volumen que ocuparían los otros dos depósitos dentro del recipiente.

$$volumen\ cubicacion = ancho_r \times largo_r \times altura_{rd} - 2 \left[ \left( \frac{diametro_d}{2} \right)^2 \times \pi \times altura_{rd} \right]$$

*Ecuación 4: Volumen de cubicación del deposito cilíndrico de mayor tamaño*

Despejando se obtiene una altura del recipiente o donde llegara el líquido derramado de 0,696 m.

Además, se creará otro elemento para poder acceder a la parte superior de los depósitos: una pasarela de obra. Esta tendrá 0,5 m de ancho y su altura tendrá en cuenta la altura que tiene una persona media hasta la axila (1,4 m), además de la altura que tienen los depósitos (2,1 m):

$$Altura\ pasarela = Altura\ de\ los\ depositos - altura\ hasta\ axila = 0,7\ m$$

*Ecuación 5: Altura de la pasarela que divide los dos recipientes de cubicación*

Por tanto, la altura será de 0,70 m de altura, muy similar a la de la barandilla de cubicación de los tanques para fertilizante NPK por lo que ambas se harán de 0,70 m.

El otro recipiente, que cubicara los tanques de 1000 litros se calculara teniendo en cuenta que 2 tanques de 120 cm de largo por 100 cm de ancho hacen una superficie de 240 cm (aproximaremos a 3 m) por 100 cm (aproximaremos a 1,50 m) además de la altura citada de 70 cm; y la siguiente ecuación:

$$volumen\ cubicacion = ancho_r \times largo_r \times alto_{rd} - 2[ancho_d \times largo_d \times altura_{rd}]$$

*Ecuación 6: Volumen de cubicación de uno de los depósitos cuadrados*

Lo que hace un volumen de 2,31 m<sup>3</sup>, por lo que hay volumen suficiente como para retener los 1000 litros de un depósito más el 10%.

#### 4. Mediciones

Los elementos calculados en este anejo se pueden resumir en los siguientes equipos:

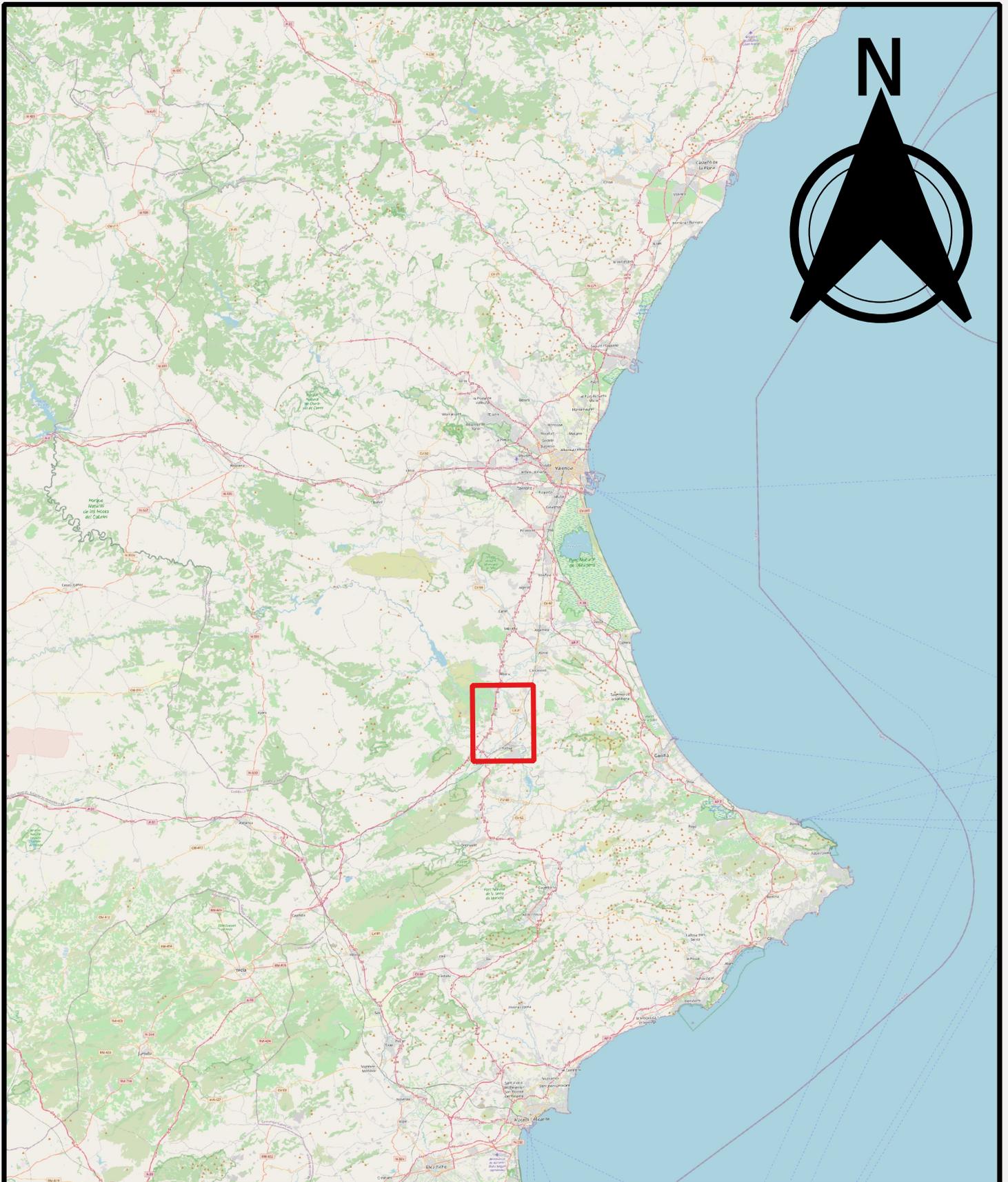
Resumen de resultados	
<b>Equipo de filtrado</b>	1 equipo Azud Hélix Automatic 202
<b>Equipo de fertilización</b>	2 depósitos de 1000 l
	2 depósitos de 3000 l
	1 depósitos de 5000 l
	2 inyectoras SEKO PS1 316 de 110 l/h
	1 bomba soplante SEKO BL de 1 CV
	5 filtros Azud Modular 100 de 3/4"
	4 electroválvulas de bola de 3/4"
<b>Elementos de control y seguridad</b>	2 manómetros de glicerina de 0-10 Bar
	4 ventosas GTR-1T de triple efecto PN16
	1 válvula de compuerta de fundición y DN100
	13 válvulas de bola de PVC DN50
	4 válvulas de bola de PVC DN20
	1 válvula antirretorno de fundición DN100
	7 válvulas antirretorno de PVC DN20
	2 válvulas de membrana de fundición, DN100 y PN16
	1 válvulas de membrana de fundición, DN75 y PN16
	1 válvulas de membrana de fundición, DN63 y PN16
<b>Tuberías</b>	10 m tubería de PE100 DN110 PN10

	2 m tubería de PE100 DN110 PN6
	2 m tubería de PE100 DN75 PN10
	2 m tubería de PE100 DN63 PN10
	50 m tubería de PVC DN20 y PN10
	100 m tubería de PVC DN50 y PN6
<b>Programador de riego</b>	Agronic 2500 de Progres

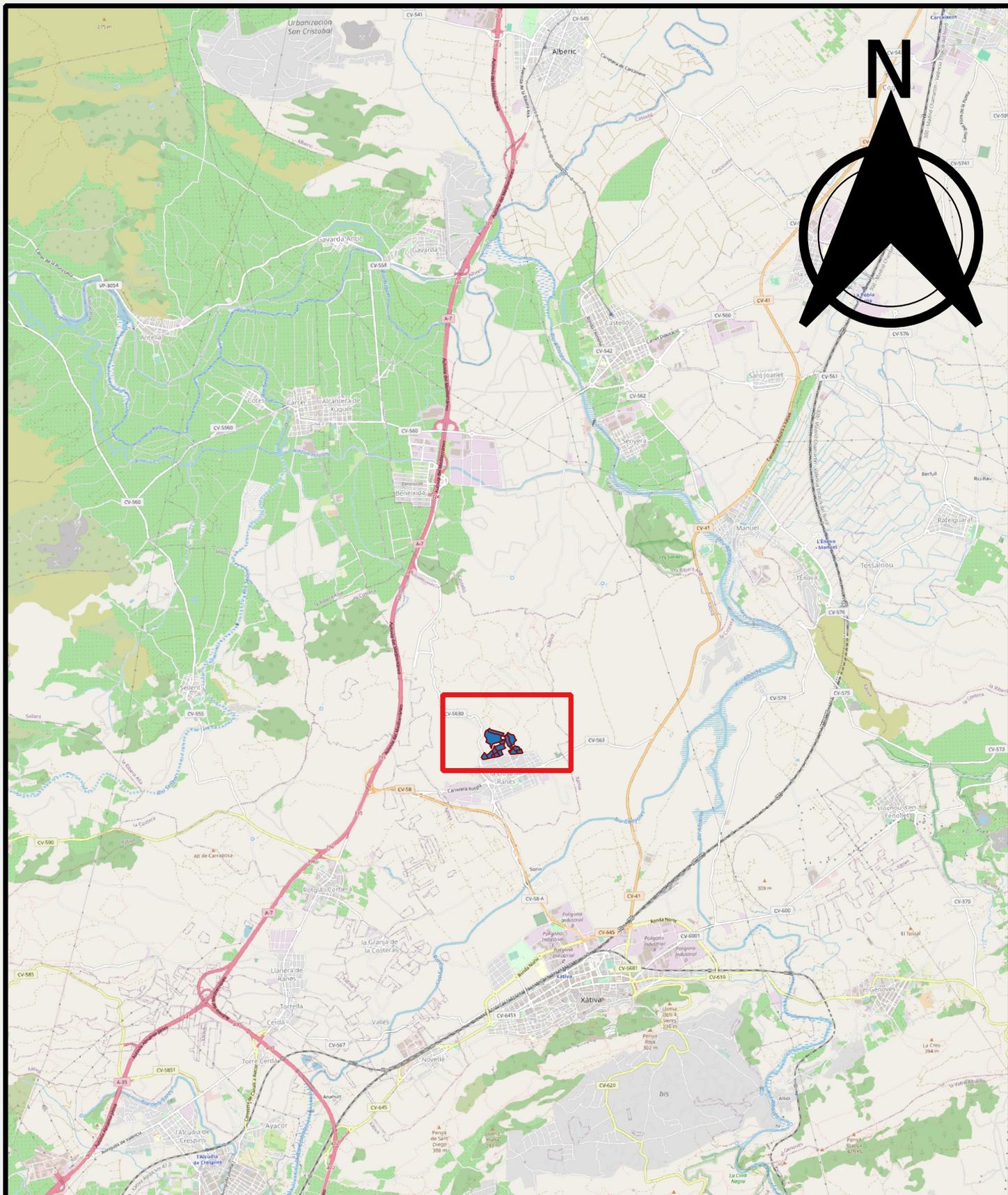
*Tabla 8: Resultados y mediciones del anejo*

# **DOCUMENTO 3**

## **PLANOS**

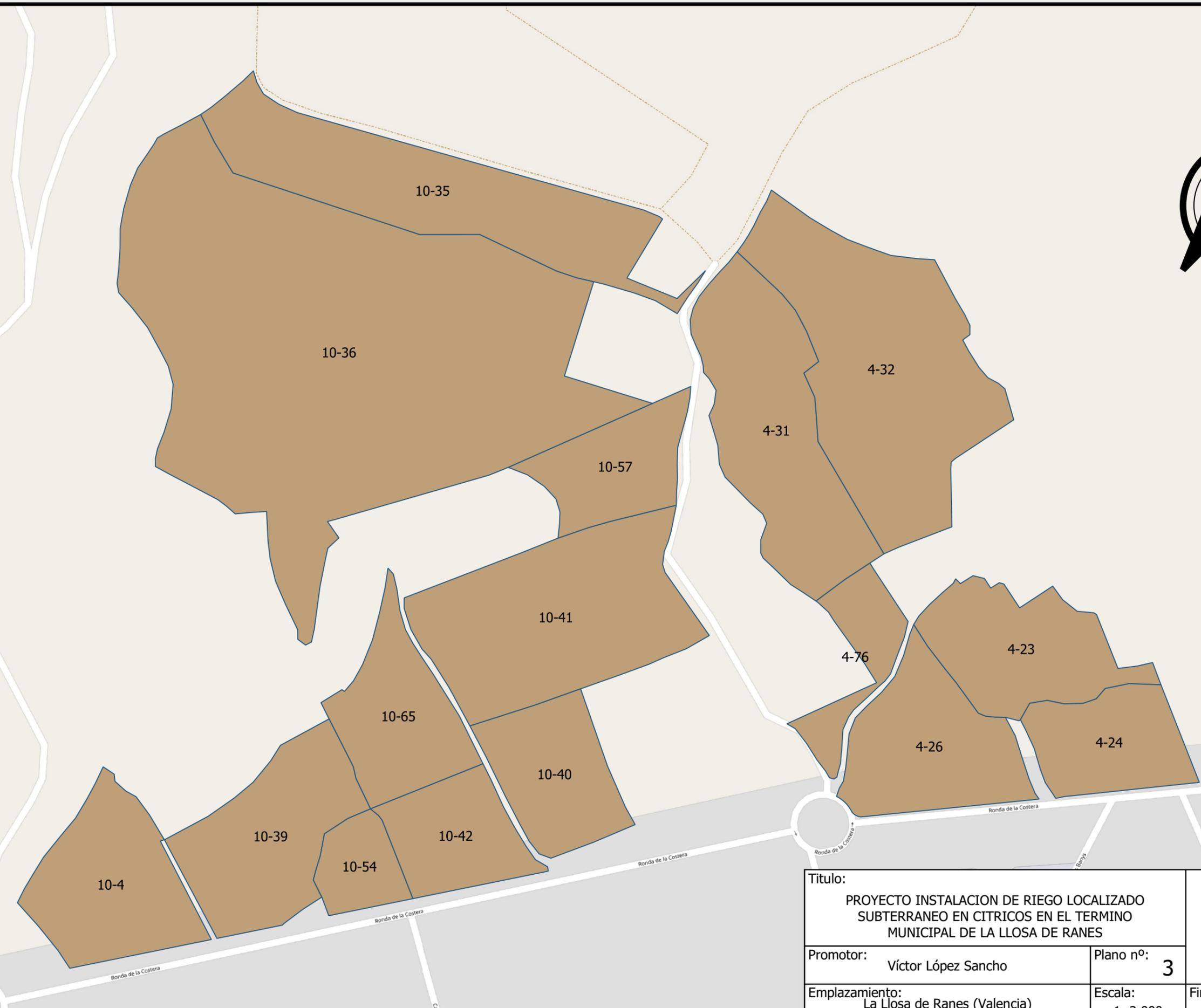
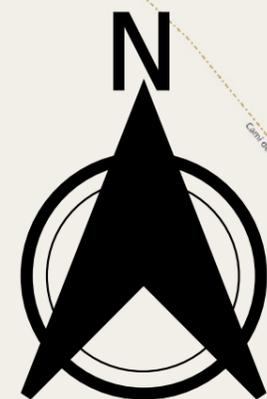


<b>Título:</b> PROYECTO INSTALACION DE RIEGO LOCALIZADO SUBTERRANEO EN CITRICOS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE LA LLOSA DE RANES		 Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agronòmica i del Medi Natural
<b>Promotor:</b> Víctor López Sancho	<b>Plano nº:</b> 1	
<b>Emplazamiento:</b> La Llosa de Ranes (Valencia)	<b>Escala:</b> 1: 1.000.000	<b>Firma:</b>
<b>Plano:</b> Situación	<b>Fecha:</b> 03/01/2024	



<b>Título:</b> PROYECTO INSTALACION DE RIEGO LOCALIZADO SUBTERRANEO EN CITRICOS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE LA LLOSA DE RANES		 Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrònica i del Medi Natural
<b>Promotor:</b> Víctor López Sancho	<b>Plano nº:</b> 2	
<b>Emplazamiento:</b> La Llosa de Ranes (Valencia)	<b>Escala:</b> 1: 50.000	
<b>Plano:</b> Situacion y emplazamiento	<b>Fecha:</b> 03/01/2024	

<b>Firma:</b>	
---------------	--

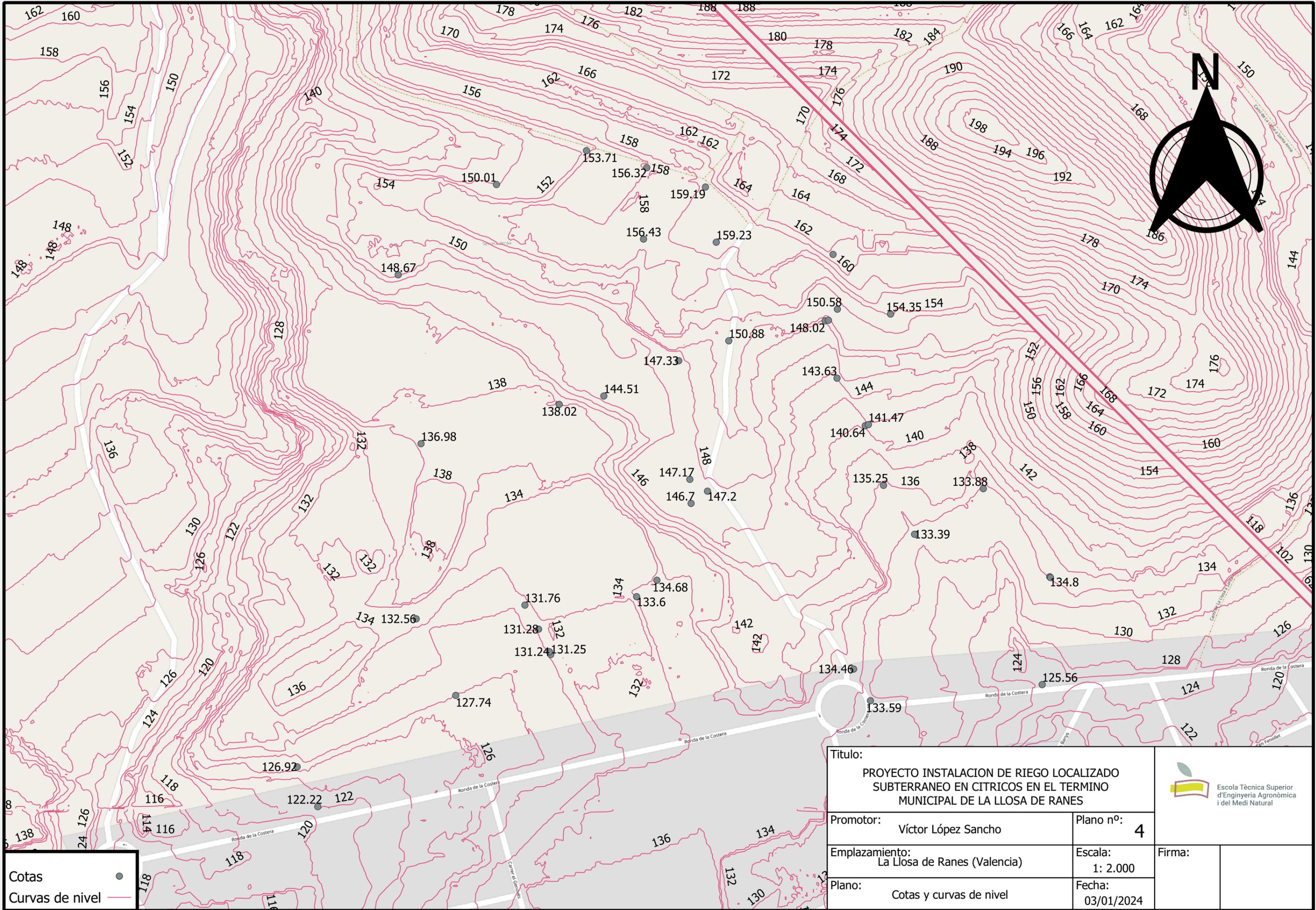


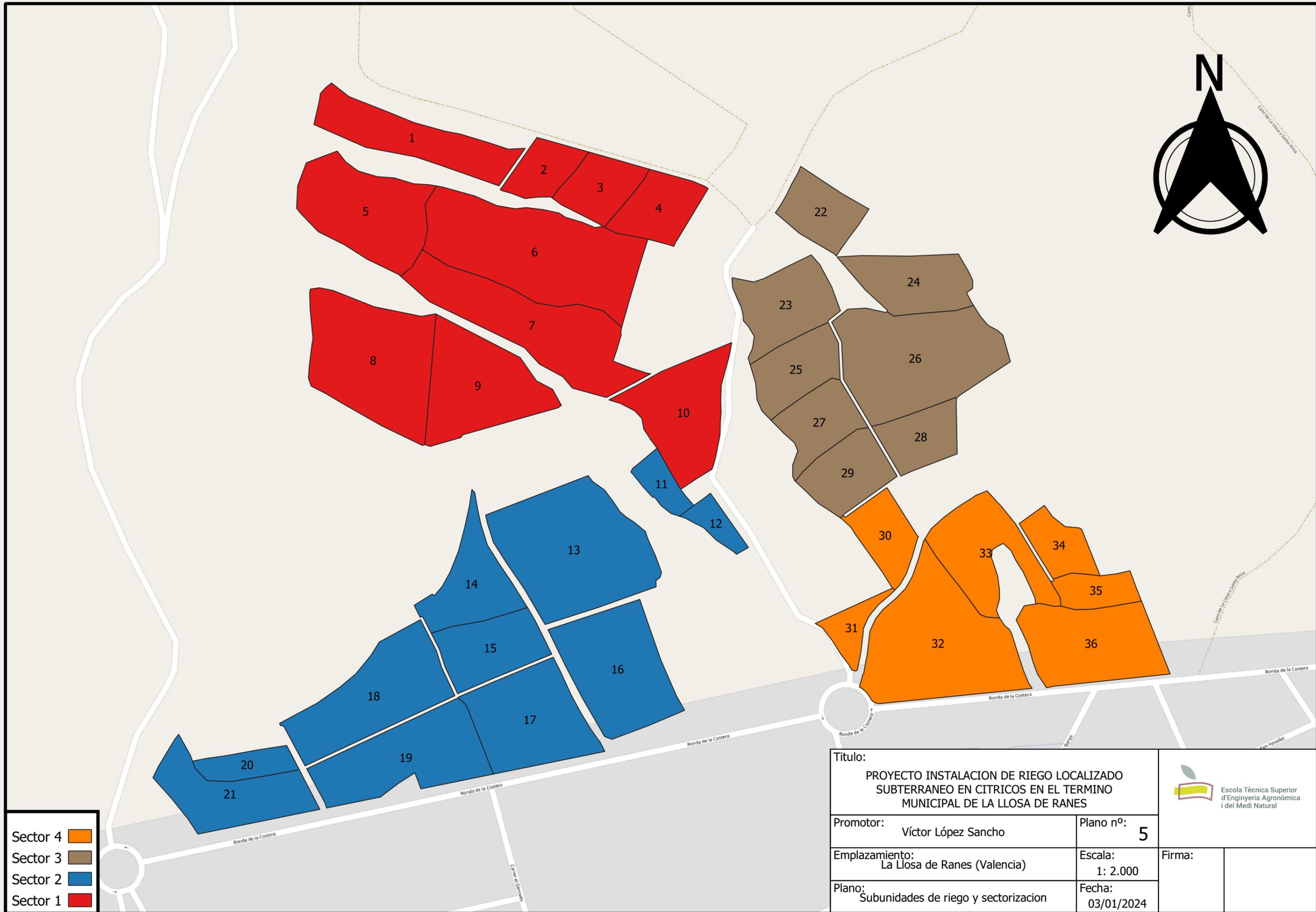
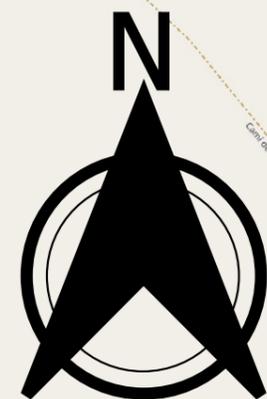
Poligonos-Parcelas 

<b>Título:</b> PROYECTO INSTALACION DE RIEGO LOCALIZADO SUBTERRANEO EN CITRICOS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE LA LLOSA DE RANES	
<b>Promotor:</b> Víctor López Sancho	<b>Plano nº:</b> 3
<b>Emplazamiento:</b> La Llosa de Ranes (Valencia)	<b>Escala:</b> 1: 2.000
<b>Plano:</b> Parcelas afectadas por el proyecto	<b>Fecha:</b> 03/01/2024



**Firma:** 





Sector 4	
Sector 3	
Sector 2	
Sector 1	

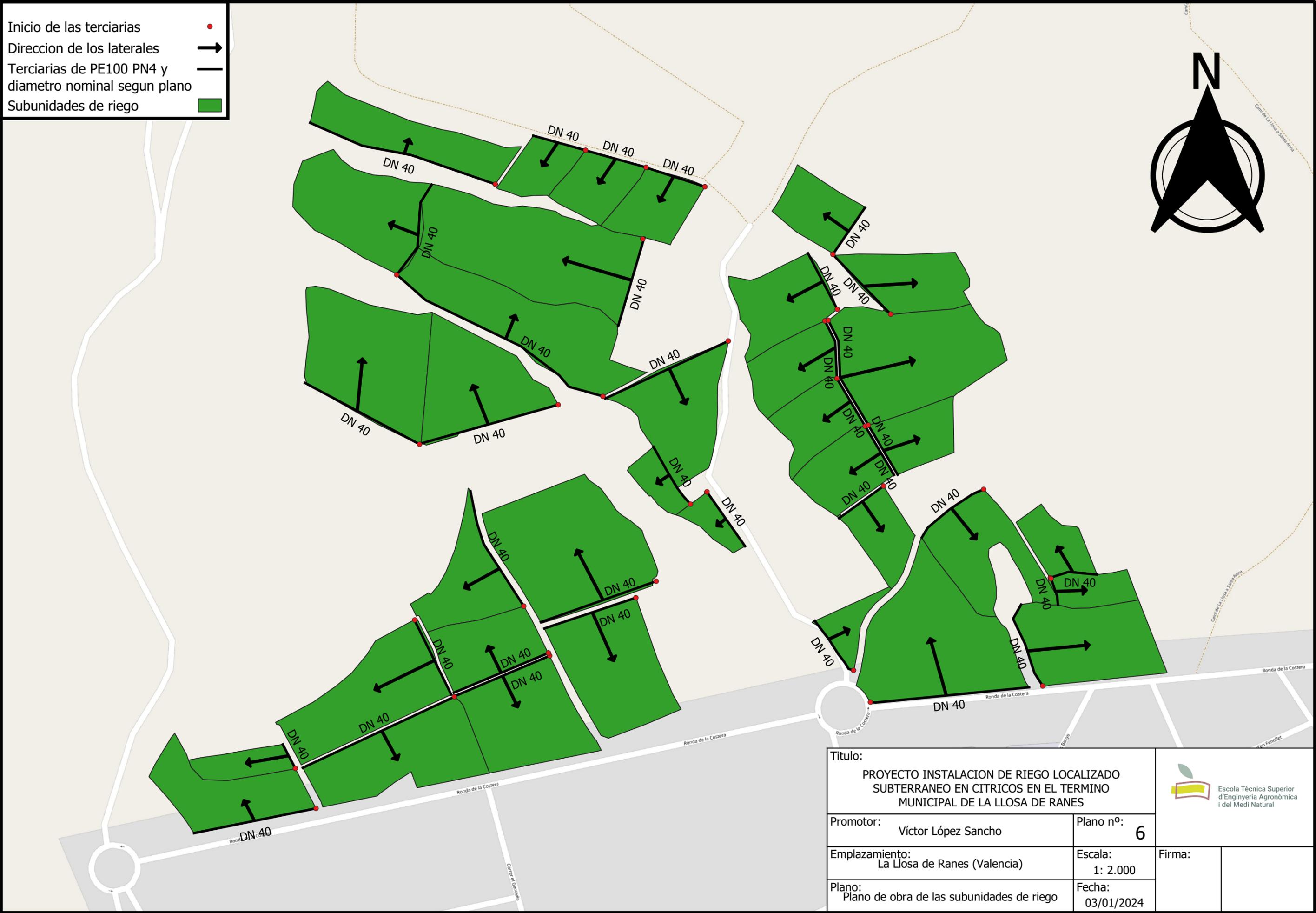
<b>Título:</b> PROYECTO INSTALACION DE RIEGO LOCALIZADO SUBTERRANEO EN CITRICOS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE LA LLOSA DE RANES			
<b>Promotor:</b> Víctor López Sancho	<b>Plano nº:</b> 5	<b>Firma:</b>  	
<b>Emplazamiento:</b> La Llosa de Ranes (Valencia)	<b>Escala:</b> 1: 2.000		
<b>Plano:</b> Subunidades de riego y sectorizacion	<b>Fecha:</b> 03/01/2024		

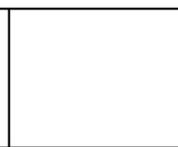
Inicio de las terciarias 

Direccion de los laterales 

Terciarias de PE100 PN4 y diametro nominal segun plano 

Subunidades de riego 



<b>Título:</b> PROYECTO INSTALACION DE RIEGO LOCALIZADO SUBTERRANEO EN CITRICOS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE LA LLOSA DE RANES		 Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agronòmica i del Medi Natural
<b>Promotor:</b> Víctor López Sancho	<b>Plano nº:</b> 6	
<b>Emplazamiento:</b> La Llosa de Ranes (Valencia)	<b>Escala:</b> 1: 2.000	
<b>Plano:</b> Plano de obra de las subunidades de riego	<b>Fecha:</b> 03/01/2024	<b>Firma:</b> 

Nodos red de distribución

Cabezal

Hidrante

Numero y tipo de tubería hidrante-cabezal

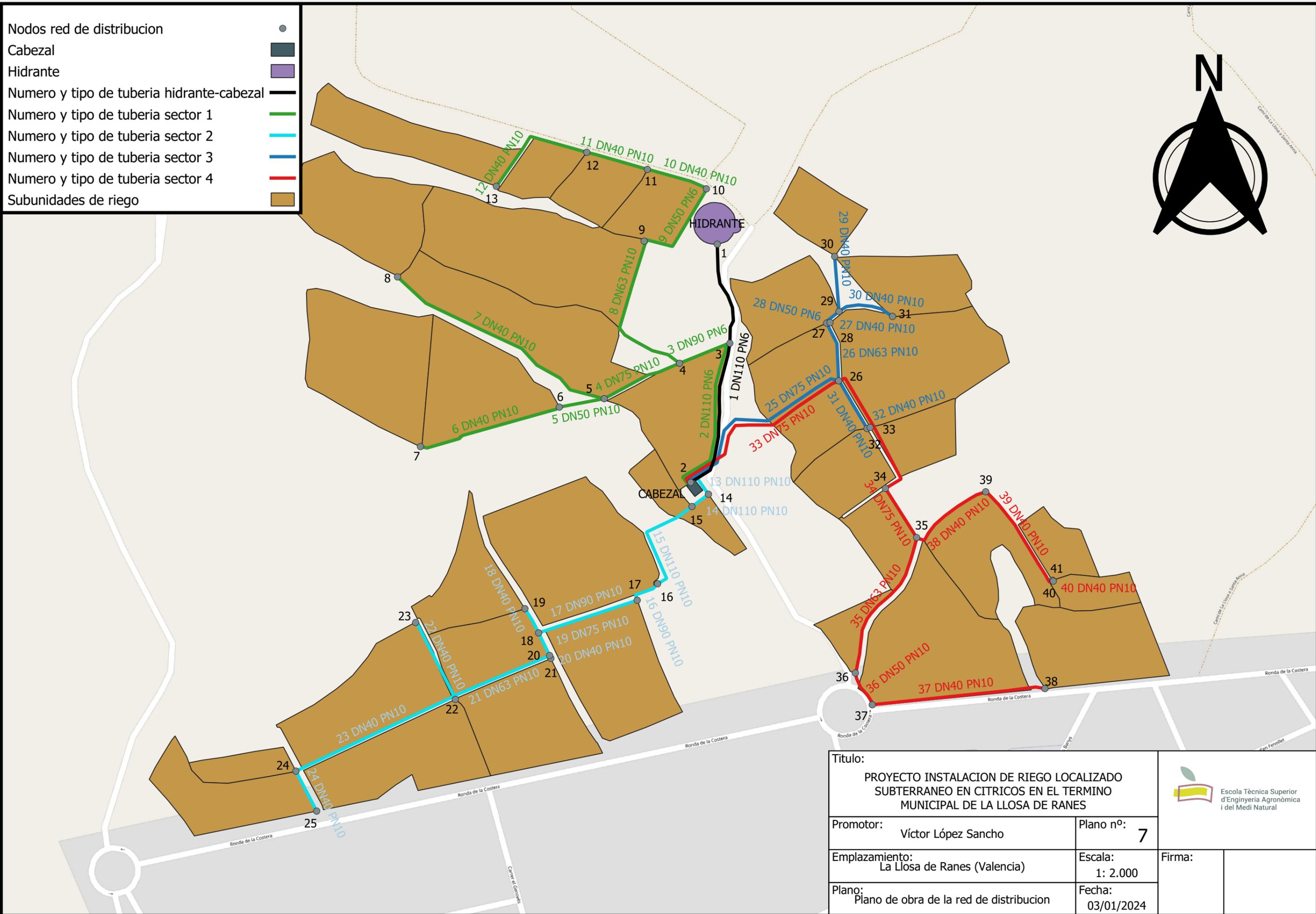
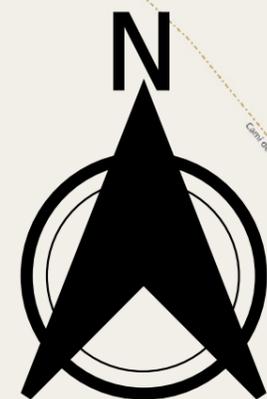
Numero y tipo de tubería sector 1

Numero y tipo de tubería sector 2

Numero y tipo de tubería sector 3

Numero y tipo de tubería sector 4

Subunidades de riego



<b>Título:</b> PROYECTO INSTALACION DE RIEGO LOCALIZADO SUBTERRANEO EN CITRICOS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE LA LLOSA DE RANES	
<b>Promotor:</b> Víctor López Sancho	<b>Plano nº:</b> 7
<b>Emplazamiento:</b> La Llosa de Ranes (Valencia)	<b>Escala:</b> 1: 2.000
<b>Plano:</b> Plano de obra de la red de distribución	<b>Fecha:</b> 03/01/2024



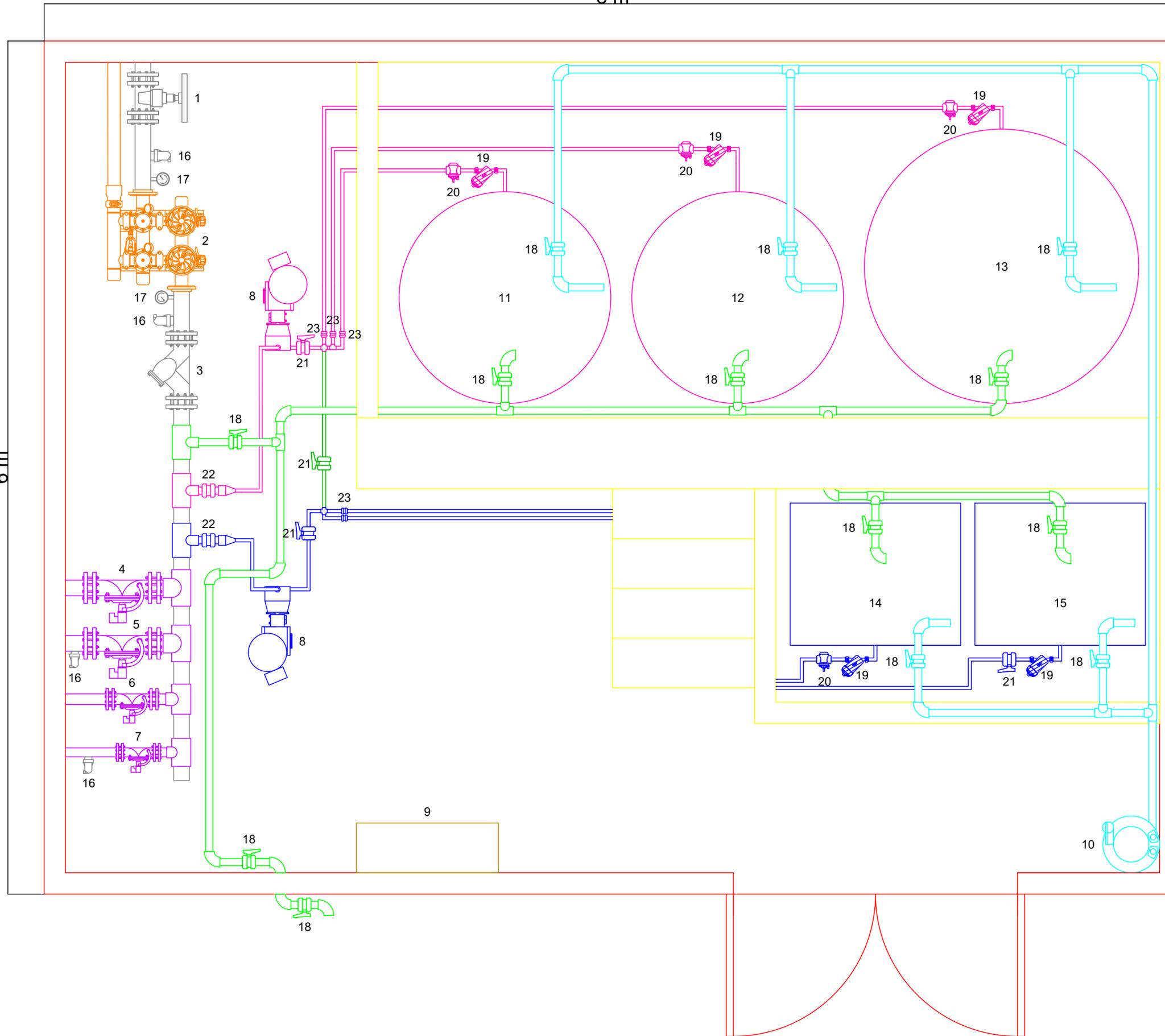
Firma:

8 m

6 m

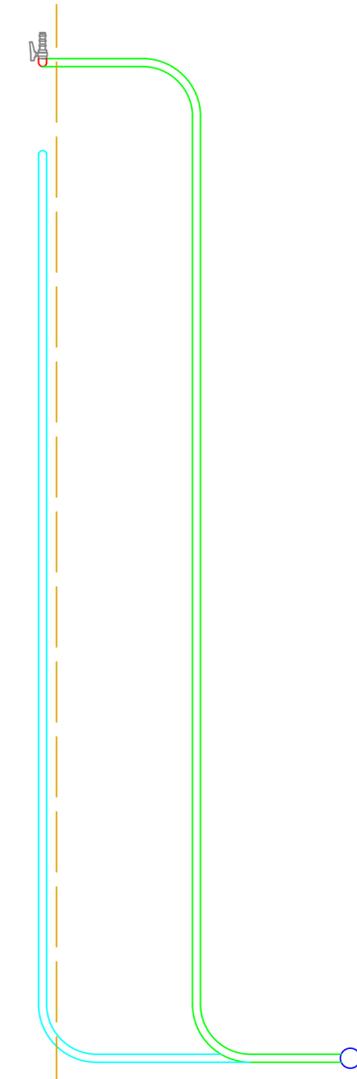
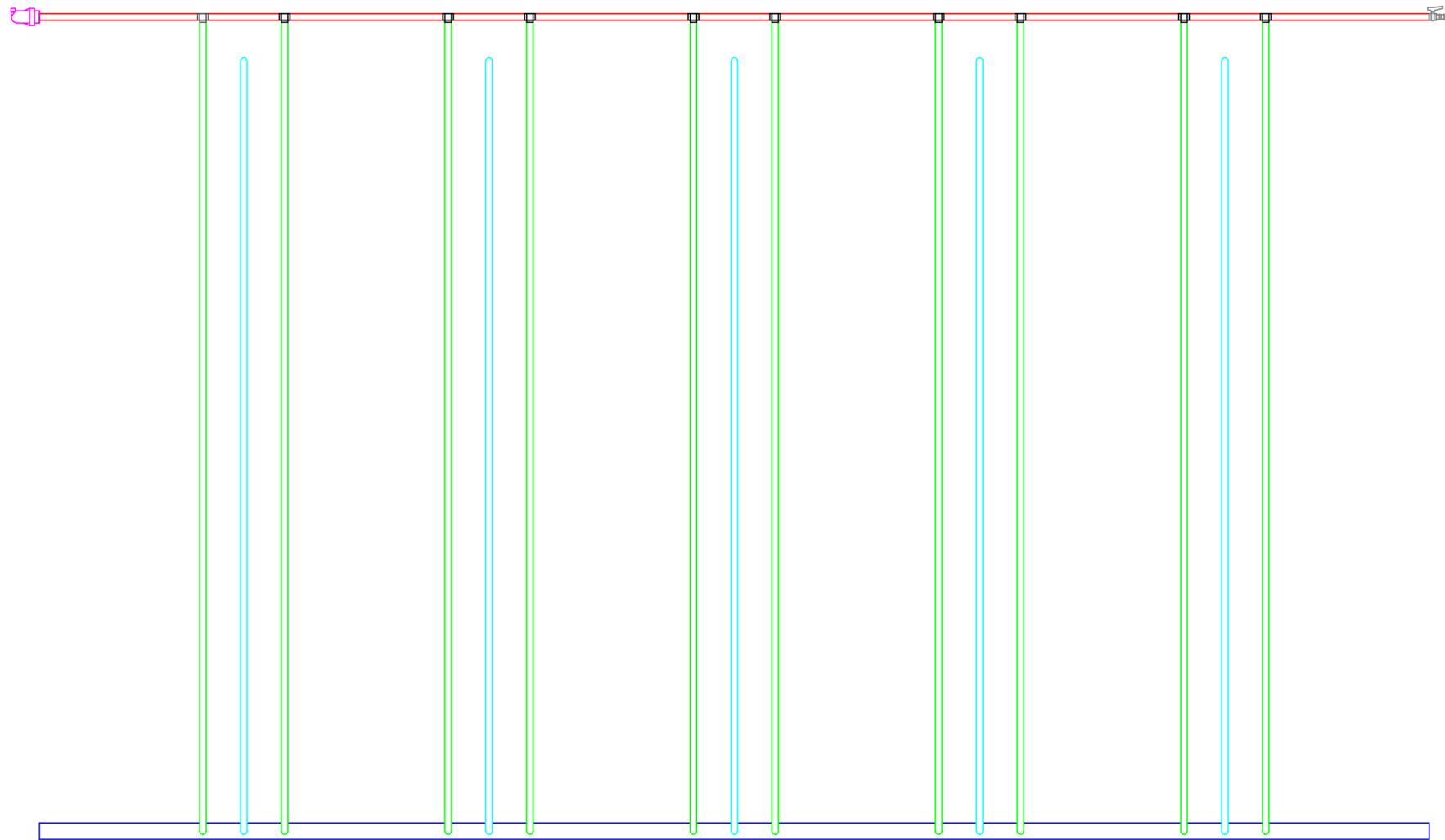
- Edificio
- Muro de cubicación de fertilizantes
- Zona de mezclas y circuito de llenado de turboatomizadores-depósitos
- Circuito de agitación
- Sistema de inyección de quelatos y otros fertilizantes
- Sistema de inyección de NPK
- Electroválvulas y tuberías de inicio de sector
- Equipo de filtrado
- Elementos de seguridad y tubería de entrada
- Programador
- Conexión auxiliar de sistemas de inyección

- 1 Válvula de compuerta de fundición y DN100
- 2 Equipo Azud Helix Automatic 202
- 3 Válvula antirretorno de fundición DN100
- 4 Electroválvula de membrana DN100 (4") Sector 1
- 5 Electroválvula de membrana DN100 (4") Sector 2
- 6 Electroválvula de membrana DN75 (3") Sector 3
- 7 Electroválvula de membrana DN63 (2 1/2") Sector 4
- 8 Inyectora SEKO PS1 316 110 l/h
- 9 Programador Agronic 2500
- 10 Bomba soplante SEKO BL 1 CV
- 11 Depósito de 3000 l para N-20
- 12 Depósito de 3000 l para NPK 12-6-3
- 13 Depósito de 5000 l para NPK 4-3-12
- 14 Depósito de 1000 l para quelato de hierro
- 15 Depósito auxiliar de 1000 l
- 16 Ventosas GTR-1T de triple efecto
- 17 Manómetros de glicerina de 0-10 Bar
- 18 Válvulas de bola de PVC DN50
- 19 Filtros Azud Modular 100 de 3/4"
- 20 Electroválvulas de bola de PVC 3/4"
- 21 Válvulas de bola de PVC DN20
- 22 Válvulas antirretorno de PVC DN50
- 23 Válvulas antirretorno de PVC DN20



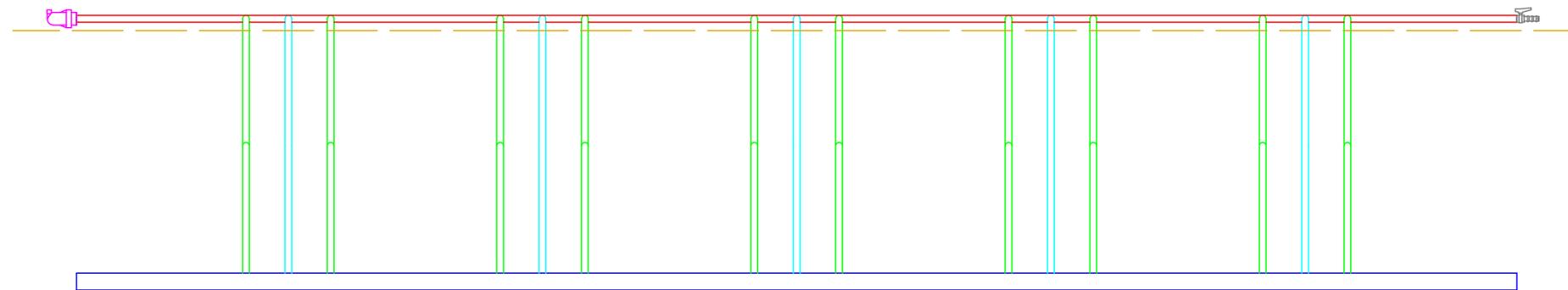
Título: PROYECTO INSTALACIÓN DE RIEGO LOCALIZADO SUBTERRÁNEO EN CÍTRICOS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE LA LLOSA DE RANES		
Promotor: Víctor López Sancho	Plano nº: 8	
Emplazamiento: La Llosa de Ranés (València)	Escala: 1:20	Firma:
Plano: Elementos y distribución del cabezal	Fecha: 03/01/2024	

# Planta



- Tubería mallado de laterales
- Laterales de riego
- Tubería auxiliar de riego
- Tubería terciaria
- Ventosa
- Válvula de espiga
- Nivel del suelo
- Conexión T de espiga

# Perfil



# Alzado

Título: PROYECTO INSTALACIÓN DE RIEGO LOCALIZADO SUBTERRÁNEO EN CÍTRICOS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE LA LLOSA DE RANES		 Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agronòmica i del Medi Natural
Promotor: Víctor López Sancho	Plano nº: 9	
Emplazamiento: La Llosa de Ranes (València)	Escala: Sin escala	Firma:
Plano: Esquema de instalación de las subunidades	Fecha: 04/1/2024	

**DOCUMENTO 4**  
**PLIEGO DE CONDICIONES**

## Índice

1. Definición y alcance del pliego .....	5
1.1. Ámbito de aplicación .....	5
1.2. Documentos que definen las obras .....	5
1.3. Compatibilidad y realización entre los documentos .....	5
1.4. Representantes de la propiedad y el contratista .....	5
1.5. Alteración y/o limitaciones del programa de trabajos .....	6
1.6. Documentación reglamentaria .....	6
1.7. Confrontación de planos y medidas .....	6
1.8. Disposiciones a tener en cuenta de carácter general .....	6
1.9. Disposiciones a tener en cuenta con carácter particular .....	6
1.10. Legislación social .....	7
2. Descripciones de las obras .....	7
2.1. Red de distribución y subunidades .....	7
2.1.1. Movimiento de tierras .....	7
2.1.2. Conducciones .....	10
2.2. Cabezal de riego .....	13
2.2.1. Equipo de filtrado .....	14
2.2.2. Equipos de fertilización .....	14
2.2.3. Equipo de agitación .....	15
2.2.4. Tubería auxiliar de agua y fertilizante .....	16
2.2.4 Tubería principal .....	16
2.2.5. Elementos de seguridad y control .....	17
2.2.6. Programador de riego .....	18
3. Condiciones que deben de satisfacer los materiales. ....	18
3.1. Procedencia de los materiales .....	18
3.1.1. Ensayos .....	19
3.1.2. Abono del costo de los ensayos. ....	19
3.2. Materiales para relleno de zanjas de tuberías. ....	19
3.3. Áridos para morteros y hormigones .....	20
3.3.1. Definición y condiciones generales: .....	20
3.3.2. Procedencia: .....	20
3.3.3. Grava y gravilla para hormigones .....	20

3.3.4. Arenas para hormigones. ....	21
3.3.5. Ensayos. ....	21
3.4. Cementos. ....	22
3.4.1. Condiciones generales:.....	22
3.4.2. Cementos a emplear .....	22
3.4.3. Ensayos. ....	22
3.4.4. Adiciones. ....	22
3.5. Agua.....	23
3.6. Morteros.....	23
3.7. Hormigones .....	23
3.8. Fundición .....	24
3.9. Tuberías .....	24
3.10. Valvulería.....	25
3.10.1. Válvulas de compuerta .....	25
3.10.2. Válvulas de mariposa.....	26
3.10.3. Ventosas .....	26
3.11. Material eléctrico y mecánico. ....	27
3.12. Materiales no citados en este pliego.....	27
3.13. Examen de los materiales antes de su empleo. ....	27
3.14. Materiales que no reúnan las condiciones.....	28
4. Ejecución de las obras. ....	28
4.1. Ejecución general de las obras. ....	28
4.2. Responsabilidades del contratista no expresadas en este pliego. ....	28
4.3. Replanteo. ....	29
4.4. Excavación en general. ....	29
4.5. Excavación en zanja para alojamiento de conductos. ....	29
4.6. Relleno y compactación de zanjas.....	30
4.7. Obras de fábrica de hormigón en masa. ....	30
4.8. Arquetas .....	33
4.9. Colocación de tubos pasamuros. ....	33
4.10. Instalación de los equipos técnicos. ....	33
4.11. Otras fábricas y trabajos.....	33
4.12. Limpieza y aspecto exterior. ....	34
5. Medición y abono de las obras.....	34

5.1. Normas generales.....	34
5.2. Excavación en zanja .....	34
5.3. Transporte a vertedero.....	35
5.4. Terraplenes y rellenos compactos.....	35
5.5. Tuberías .....	35
5.6. Piezas especiales en conducciones .....	35
5.7. Arquetas y registros.....	35
5.8. Obras de fábrica y carpintería diversa.....	35
5.9. Abono de las partidas alzadas.....	36
5.10. Acopio de materiales, equipo e instalaciones.....	36
5.11. Certificaciones .....	36
5.12. Obras y materiales de abono en caso de rescisión de la contrata. ....	36
5.13. Abono de obra defectuosa, pero aceptable.....	37
5.14. Obras de mejora.....	37
5.15. Medición final.....	37
5.16. Pago de las obras.....	37
6. Disposiciones generales.....	38
6.1. Generalidades.....	38
6.2. Desarrollo del contrato.....	38
6.3. Obligaciones del contratista en lo no previsto expresamente en este pliego.....	38
6.4. Atribuciones al director de obra.....	39
6.5. Delegado de obra del contratista.....	39
6.6. Comunicaciones entre la administración y la contrata.....	39
6.7. Oficinas del contratista.....	39
6.8. Construcciones auxiliares y provisionales.....	39
6.9. Permisos y licencias.....	39
6.10. Daños y perjuicios a terceros.....	39
6.11. Plazo de ejecución.....	40
6.12. Replanteo.....	40
6.13. Programa de trabajo.....	40
6.14. Equipo necesario para la ejecución de las obras.....	41
6.15. Recepción provisional.....	41
6.16. Plazo de garantía.....	41
6.17. Recepción definitiva.....	41

6.18. Pérdidas o averías.....	42
6.19. Ensayos y análisis de materiales y unidades de obra. ....	42
6.20. Gastos accesorios. ....	42
6.21. Revisión de precios.....	42
6.22. Rescisión del contrato. ....	42
6.23. Obligación de cumplimiento de la legislación vigente. ....	43
6.24. Liquidación final. ....	43
6.25. Gastos exigibles. ....	43
6.26. Contradicciones.....	43

## 1. Definición y alcance del pliego

### 1.1. Ámbito de aplicación

El presente Pliego de Condiciones tiene comprende la ejecución de todos los trabajos necesarios para la realización de todas las obras proyectas hasta dejarlas completamente acabadas, así como las condiciones técnicas que deben satisfacer los materiales, todo ello de acuerdo a los documentos adjuntos al proyecto.

### 1.2. Documentos que definen las obras

Son documentos contractuales los Planos, el Pliego de Condiciones, el Cuadro de Precios, los Presupuesto Parciales y el Presupuesto Total, que se incluyen en el siguiente Proyecto

El Pliego de Prescripciones Técnicas Generales establece la definición de las obras en cuanto a su naturaleza y características físicas. Los planos constituyen los documentos gráficos que definen las obras geométricamente.

### 1.3. Compatibilidad y realización entre los documentos

Es de aplicación lo dispuesto en los dos últimos párrafos del artículo 158 del Reglamento de Contratación.

En caso de contradicción entre los Planos y Pliego de Condiciones, prevalecerá los prescrito en este último documento.

Lo que venga mencionado en los Planos y omitido en el Pliego de Condiciones o viceversa, tendrá que ejecutarse tal y como si estuviese expuesto en ambos documentos, siempre que a juicio del director de obra, quede suficientemente definida la unidad de obra correspondiente y esta tenga precio en el contrato.

### 1.4. Representantes de la propiedad y el contratista

Ingeniero Director de las Obras:

El Director de las Obras será el Ingeniero Superior, Graduado en Ingeniería o Ingeniero Técnico el caso, y será el que designe el promotor de este Proyecto.

Inspección de las Obras:

El Contratista proporcionará al Ingeniero Director, o a sus subalternos o delegados, toda clase de facilidades para los replanteos, reconocimientos, mediciones y pruebas de materiales de todos los trabajos, con objeto de comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas en este Pliego, permitiendo y facilitando el acceso a todas las partes de las obras.

Representantes del Contratista:

El Contratista designará una persona, con capacidad técnica suficiente, que asuma la dirección de los trabajos que se ejecuten y que actúe como representante suyo ante la Propiedad a todos los efectos que se requieran, durante la ejecución de las obras.

Dicho representante deberá residir en un punto próximo a los trabajos y no podrá ausentarse sin ponerlo en conocimiento de la Dirección de Obra. La Dirección de Obra podrá recusar a dicho representante del Contratista, si a su juicio así lo estimará.

### 1.5. Alteración y/o limitaciones del programa de trabajos

Cuando del Programa de Trabajos se deduzca la necesidad de modificar cualquier condición contractual, dicho programa deberá ser redactado conjuntamente por el Contratista y la Dirección de Obra.

### 1.6. Documentación reglamentaria

El presente Pliego de Prescripciones, estará complementado por las condiciones económicas que puedan fijarse en el Anuncio del Concurso, Bases de Ejecución de las Obras o en el Contrato de Escritura. Las condiciones de este Pliego serán preceptivas en tanto no sean anuladas o modificadas en forma expresa por las Bases, Anuncios, Contrato o Escritura antes citada.

### 1.7. Confrontación de planos y medidas.

El Contratista deberá confrontar, inmediatamente después de recibidos, todos los planos que le hayan sido facilitados, y deberá informar prontamente al Ingeniero Director sobre cualquier contradicción. Las cotas de los planos tendrán, en general, preferencia a las medidas a escala.

Los planos a mayor escala deberán, en general, ser preferidos a los de menor escala. El Contratista deberá comprobar las cotas antes de aparejar la obra, y será responsable de cualquier error que hubiera podido evitar de haber hecho la confrontación.

### 1.8. Disposiciones a tener en cuenta de carácter general

El presente Pliego de Prescripciones Técnicas regirá en unión con las disposiciones de carácter general que se muestran a continuación:

- Reglamento General de Contratos del Estado.
- Normas UNE.
- Ley de Contratos de Trabajo y Disposiciones Vigentes que regulen las relaciones patrono- obrero, así como cualquier obra de carácter oficial que se dicte.

### 1.9. Disposiciones a tener en cuenta con carácter particular.

Regirán, durante la ejecución de las obras contempladas en el presente Pliego, las siguientes disposiciones:

- Pliego de prescripciones técnicas generales para la ejecución de obras hidráulicas

- Normas Tecnológicas de la Edificación.

### 1.10. Legislación social

El adjudicatario del contrato está obligado al cumplimiento de la Legislación Laboral y Social vigente, Ley de Reglamentación Nacional del Trabajo en la Industria de la Construcción, Obras Públicas y Seguridad Social

## 2. Descripciones de las obras

Las obras que se presentan en el siguiente documento son las necesarias para la ejecución de la instalación de un sistema de riego a microaspersión.

Las obras pueden clasificarse de la siguiente forma:

- Instalación de subunidades.
- Red de distribución.
- Montaje del cabezal

### 2.1. Red de distribución y subunidades

Para la correcta realización de la red de distribución y las subunidades podemos distinguir las siguientes obras:

- Movimiento de tierras.
- Conducciones.

#### 2.1.1. Movimiento de tierras.

Para la colocación de las tuberías terciarias y la red de distribución se prevé la apertura de zanjas de sección rectangular de ancho general para todas ellas ya que todas poseen el mismo diámetro exterior.

Por otro lado, la profundidad de las mismas será de nuevo general para todas las zanjas.

Las principales características de la zanja y tubería son:

Subunidad	Diámetro de la tubería	Profundidad	Ancho	Longitud de la zanja	Volumen de tierra a mover (m3)
1	40	0,6	0,4	118	28
2	40	0,6	0,4	33	8
3	40	0,6	0,4	38	9
4	40	0,6	0,4	38	9
5	40	0,6	0,4	59	14
6	40	0,6	0,4	54	13
7	40	0,6	0,4	145	35

Subunidad	Diámetro de la tubería	Profundidad	Ancho	Longitud de la zanja	Volumen de tierra a mover (m3)
8	40	0,6	0,4	78	19
9	40	0,6	0,4	86	21
10	40	0,6	0,4	82	20
11	40	0,6	0,4	42	10
12	40	0,6	0,4	40	9
13	40	0,6	0,4	75	18
14	40	0,6	0,4	72	17
15	40	0,6	0,4	62	15
16	40	0,6	0,4	59	14
17	40	0,6	0,4	63	15
18	40	0,6	0,4	51	12
19	40	0,6	0,4	102	24
20	40	0,6	0,4	16	4
21	40	0,6	0,4	76	18
22	40	0,6	0,4	46	11
23	40	0,6	0,4	38	9
24	40	0,6	0,4	50	12
25	40	0,6	0,4	36	9
26	40	0,6	0,4	69	17
27	40	0,6	0,4	33	8
28	40	0,6	0,4	35	8
29	40	0,6	0,4	33	8
30	40	0,6	0,4	34	8
31	40	0,6	0,4	36	9
32	40	0,6	0,4	98	23
33	40	0,6	0,4	47	11
34	40	0,6	0,4	27	7
35	40	0,6	0,4	19	5
36	40	0,6	0,4	50	12
<b>Total</b>	-	-	-	2040	490

Tabla 1: Características de zanja y tubería

Tramo de tubería	Diámetro de la tubería	Profundidad	Ancho	Longitud de la zanja	Volumen de tierra a mover (m3)
1	110	0,7	0,4	155	43
2	110	0,7	0,4	97	27
3	90	0,7	0,4	30	9
4	75	0,7	0,4	51	14
5	50	0,7	0,4	28	8

Tramo de tubería	Diámetro de la tubería	Profundidad	Ancho	Longitud de la zanja	Volumen de tierra a mover (m3)
6	40	0,7	0,4	89	25
7	40	0,7	0,4	149	42
8	63	0,7	0,4	43	28
9	50	0,7	0,4	113	16
10	40	0,7	0,4	38	11
11	40	0,7	0,4	38	11
12	40	0,7	0,4	72	20
13	110	0,7	0,4	19	5
14	110	0,7	0,4	12	3
15	110	0,7	0,4	69	19
16	90	0,7	0,4	19	5
17	90	0,7	0,4	63	18
18	40	0,7	0,4	17	5
19	75	0,7	0,4	15	4
20	40	0,7	0,4	2	1
21	63	0,7	0,4	64	18
22	40	0,7	0,4	2	14
23	40	0,7	0,4	105	29
24	40	0,7	0,4	27	8
25	75	0,7	0,4	123	34
26	63	0,7	0,4	37	10
27	40	0,7	0,4	2	1
28	50	0,7	0,4	11	3
29	40	0,7	0,4	34	9
30	40	0,7	0,4	35	10
31	40	0,7	0,4	34	9
32	40	0,7	0,4	2	1
33	75	0,7	0,4	204	57
34	75	0,7	0,4	35	10
35	63	0,7	0,4	93	26
36	50	0,7	0,4	22	6
37	40	0,7	0,4	106	30
38	40	0,7	0,4	54	15
39	40	0,7	0,4	70	20
40	40	0,7	0,4	1	0
<b>Total</b>	-	-	-	2228	624

*Tabla 2: Características de zanja y tubería (red de distribución)*

Para toda la obra proyectada se consideran dos clasificaciones del material de excavación:

- Terreno blando o disgregado (terciarias, ya que están dentro del campo)

- Terreno tránsito o compacto (red de distribución, ya que esta va por los caminos)

Siendo los rendimientos esperados los que se expresan a continuación:

Tipo de terreno	Rendimiento m3/jornada
<b>Blando o disgregado</b>	120
<b>Compacto o transitio</b>	80

*Tabla 3: Rendimiento medio por jornada*

### 2.1.1.1 Aporte de crudos de préstamo

Se proyecta el aporte de material granulado extendido por toda la longitud de las zanjas para que las tuberías terciarias se apoyen sobre este, actuando como cama asiento de la tubería

El tipo de material seleccionado es arena de cantera caliza y se ha fijado un espesor de 10 centímetros.

### 2.1.1.2 Relleno de zanjas

El relleno de zanjas se efectuará de la siguiente forma:

- Primero y en contacto con la tubería terciaria, se rellenará con material seleccionado de la propia excavación del cual se eliminarán elementos de diámetro mayor a 10 cm.
- El segundo paso será el tapado final con material ordinario de la excavación ambas acciones tal y como indica la norma UNE.

## 2.1.2. Conducciones

### 2.1.2.1. Tuberías red de distribución.

Las conducciones que se emplean en la red de distribución hasta alcanzar a las subunidades serán de:

- PE100

Estas conducciones deberán cumplir la norma UNE EN 1452

En la siguiente tabla se muestra los diámetros de la red de distribución, que se pueden comprobar en el anejo IV “Diseño de la red de distribución”

Línea	Diámetro nominal (mm)
<b>1</b>	110
<b>2</b>	110
<b>3</b>	90
<b>4</b>	75

Línea	Diámetro nominal (mm)
5	50
6	40
7	40
8	63
9	50
10	40
11	40
12	40
13	110
14	110
15	110
16	90
17	90
18	40
19	75
20	40
21	63
22	40
23	40
24	40
25	75
26	63
27	40
28	50
29	40
30	40
31	40
32	40
33	75
34	75
35	63
36	50
37	40
38	40
39	40
40	40

Tabla 4: Diámetros de la red de distribución

### 2.1.2.2. Tuberías terciarias de las subunidades

En las conducciones que conforman la subunidad se emplean los siguiente tipo de tubería terciaria:

- PE40 para las terciarias
- PE32 para las conexiones de los laterales con las terciarias (tubería ciega de 16 mm de diámetro)

Estas conducciones deberán cumplir la norma UNE EN 1452.

En la siguiente tabla se muestra los diámetros de las tuberías terciarias de las subunidades, que se pueden comprobar en el anejo correspondiente

Subuni- dad	Diámetro nominal terciaria
1	40
2	40
3	40
4	40
5	40
6	40
7	40
8	40
9	40
10	40
11	40
12	40
13	40
14	40
15	40
16	40
17	40
18	40
19	40
20	40
21	40
22	40
23	40
24	40
25	40
26	40
27	40
28	40
29	40

Subunidad	Diámetro nominal terciaria
30	40
31	40
32	40
33	40
34	40
35	40
36	40

Tabla 5: Diámetros de las tuberías terciarias

### 2.1.2.3. Tuberías laterales de las subunidades

Para los laterales de las subunidades se instalarán las tuberías:

- Azud Premier PC AS DN16 de 3,5 l/h de caudal y 1 m entre emisores. La cual se instalará conectándose en la superficie con la terciaria mediante la tubería ciega anteriormente mencionada. Después mediante el apero correspondiente (un subsolador con un único diente que abrirá el suelo dejando la tubería a la profundidad correspondiente y cerrando la zanja posteriormente con una pala) se instalará la tubería a la profundidad de 30 cm.
- Tubería ciega de PE32 y 16 mm de diámetro que servirá de tubería de riego auxiliar hasta que los árboles desarrollen un sistema radicular lo suficientemente amplio como para obtener el agua de los laterales enterrados.

El trabajo de instalación de los laterales se realizará mediante un tractor John Deere 5GL de 75 CV a la velocidad de 2 km/h. Y considerando un 30 % de tiempo por cambios de línea de árboles, cambios de subunidad, realimentación del apero con nuevas bobinas de laterales, posibles problemas, etc... dando como resultado los siguientes rendimientos de los trabajos de instalación:

Rendimiento m/jornada	
Instalación con tractor de 75 CV	12.300

Tabla 6: Rendimiento de instalación de los laterales

## 2.2. Cabezal de riego

El cabezal de riego estará situado en la caseta destinada para este, colindante con las subunidades 10, 11 y 12.

Tiene la función principal de filtrado e inyección de los fertilizantes. A partir de este se repartirá el caudal a las distintas subunidades de forma automática mediante un programador.

Según lo dicho, el cabezal de riego constará principalmente de:

- Equipo de filtrado.
- Equipos de fertilización (NPK y Quelato y otros fertilizantes).
- Equipo de agitación.
- Tubería auxiliar de agua y fertilizante.
- Programador de riego.
- Elementos de control y seguridad.

### 2.2.1. Equipo de filtrado

El sistema de filtrado elegido está formado por un equipo de filtrado automático de anillas de 100 micrones con un diámetro de 2" y aceptando un caudal aproximado entre 42 m<sup>3</sup>/h.

Tal y como se detalla en el anejo 5 "Diseño del cabezal" se opta por este sistema de filtrado por las siguientes razones:

- Baja presión de limpieza 1,5 Bar.
- Retención de partículas principalmente de origen inorgánico y en menor medida orgánica.
- Acción centrífuga, optimizando filtración y reduciendo frecuencia de lavados y mantenimiento.

Principales características técnicas:

- Caudal máximo de 22 m<sup>3</sup>/h por filtro.
- Grado de filtración 130 mesh
- Perdida de carga máxima 1 mca
- Conexión 2"

### 2.2.2. Equipos de fertilización

El sistema de fertilización estará compuesto por dos circuitos independientes uno para los complejos NPK y otro para el quelato de hierro y otros fertilizantes para momentos puntuales.

Además estos dos circuitos estarán conectados por una tubería con una válvula de bola, de modo que se pueda usar una inyectora para el circuito contrario y viceversa. Evitando así parar el abonado en caso de rotura de una de las dos.

#### 2.2.2.1. Equipo de fertilización de NPK

Este equipo de fertilización deberá de combinar para cada mes los tres tipos de fertilizantes de modo que se cumplan las necesidades nutricionales del cultivo. Para ello se activarán secuencialmente los distintos depósitos el tiempo necesario mediante los siguientes elementos:

- Inyectora SEKO PS1.
- 2 depósitos de 3000 litros para el 12-3-6 y N-20.
- 1 deposito de 5000 litros para el 4-3-12.
- Filtros Azud Modular 100 de 3/4".

- 3 electroválvulas de bola 3/4".
- 3 válvulas antirretorno PVC y DN20
- Tubería de PVC DN20 PN10

La especificaciones técnicas de la inyectora serán:

- Caudal de 110 l/h
- Conexión roscada de 3/8"
- Motor monofásico
- Presión de trabajo de 8 Bar

El sistema de funcionamiento de las electroválvulas será en paralelo con la inyectora, de modo que al activar cualquiera de las electroválvulas se active siempre la inyectora.

### 2.2.2.2. Equipo de fertilización de Quelatos y otros fertilizantes

El otro equipo de inyección de fertilizante que se instalará en el cabezal estará destinado principalmente al quelato de hierro. Aunque aprovechando este se añadirá otro deposito en el cual poder poner acido para la limpieza de tuberías (este no se podrá usar a la vez que el quelato), u otros fertilizantes como ácidos húmicos (estos se podrán usar en combinación con que quelato de hierro).

Los elementos que compondrán este equipo son:

- Inyectora SEKO PS1.
- 2 depósitos de 1000 litros.
- Filtros Azud Modular 100 de 3/4".
- 2 válvulas de bola de PVC y DN20
- 2 válvulas antirretorno de PVC y DN20
- Tubería de PVC DN20 PN10

La especificaciones técnicas de la inyectora serán:

- Caudal de 110 l/h
- Conexión roscada de 3/8"
- Motor monofásico
- Presión de trabajo de 8 Bar

### 2.2.3. Equipo de agitación

Para evitar que los fertilizantes precipiten (sobre todo para el caso de los solubles como el quelato) será necesario un sistema de agitación que mantenga cada cierto tiempo el líquido en movimiento y gracias a ello los sólidos en suspensión.

Los elementos que lo compondrán serán:

- Soplante SEKO BL
- Tubería de PVC DN50 PN6
- 5 válvulas de bola de PVC y DN50

Especificaciones técnicas de la bomba soplante:

- 1 CV de potencia
- Máximo caudal de aire de 145 m<sup>3</sup>/h
- Motor monofásico

#### 2.2.4. Tubería auxiliar de agua y fertilizante

En toda finca de cítricos será imprescindible hacer tratamientos fitosanitarios. Para ello se ha diseñado un sistema de tuberías que se encargue de llevar el agua hasta el exterior del edificio del cabezal.

A su vez esta tubería se derivará desde su inicio en la tubería principal hacia los 5 depósitos de fertilizante por si es necesario llenarlos de agua. Y aprovechando su conexión con el exterior será usada para llevar los tanques de fertilizante.

Todas estas se controlarán mediante válvulas de bola estratégicamente situadas para cumplir los distintos propósitos

Con esta finalidad serán necesarios los siguientes materiales:

- Tubería PVC DN50 PN6
- 8 válvulas de bola de PVC DN50

#### 2.2.4 Tubería principal

##### 2.2.4.1 Tubería de entrada

El agua llegara al cabezal desde el hidrante conectándose directamente con una válvula de compuerta y después de esta con el equipo de filtrado. Esta tubería será:

- PE100 DN110 PN10

##### 2.2.4.2 Tuberías de inicio de sectores

A la salida del equipo de filtrado esta tubería se dividirá en 4 más, una para cada sector (aunque previo a estas se conectarán todos los sistemas de fertilización y la tubería auxiliar). Para tal cometido las tuberías tendrán las siguientes características:

- Sector 1: PE100 DN110 PN10
- Sector 2: PE100 DN110 PN6
- Sector 3: PE100 DN75 PN10
- Sector 4: PE100 DN63 PN10

## 2.2.5. Elementos de seguridad y control

### 2.2.5.1 Válvula de compuerta

El primer elemento de control de la instalación será la válvula de compuerta situada aguas arriba del sistema de filtrado, su función será cerrar por completo el paso del agua al resto de elementos del cabezal en situaciones de reparaciones o la aparición de cualquier otro problema. Sus características serán:

- Material fundición de hierro
- Diámetro nominal 100 mm
- Presión nominal 16 atm
- Cierre de compuerta
- Accionamiento mediante volante

### 2.2.5.2 Electroválvulas

Serán necesarias 4 electroválvulas cada una de las cuales estarán encargadas de dar paso al agua a su sector correspondiente cuando esta sea accionada. Las características técnicas de estas electroválvulas serán:

- Construidas en fundición de hierro
- Diámetros nominales:
  - Sector 1: 4"
  - Sector 2: 4"
  - Sector 3: 3"
  - Sector 4: 2 ½"
- Cierre de membrana
- Solenoides de 24 V
- Pilotos de 3 vías

### 2.2.5.3 Ventosas

Con la finalidad de amortiguar los posibles picos de subidas o bajadas de presión, se instalarán ventosas que permitan la entrada y salida de aire en el sistema de riego. Estas se situarán:

- Aguas abajo de las electroválvulas de sector
- Detrás de la válvula de compuerta
- A la salida del equipo de filtrado

Sus características técnicas serán:

- Material plástico
- Presión nominal de 16 atm.

#### 2.2.5.4 Manómetros

Sera necesario conocer las presiones a la entrada y salida del filtro para conocer su estado, además de ser interesante tener información de a que presión trabaja la instalación. Con este objetivo se instalarán dos manómetros con las siguientes características técnicas:

- Rango de lectura 0-16 atm.
- Material de medición glicerina

#### 2.2.5.5 Válvula antirretorno

Aguas abajo del equipo de filtrado y aguas arriba de las conexiones de las inyecciones de fertilizante se instalará una válvula antirretorno con las siguientes características técnicas:

- Material de fundición de hierro.
- Diámetro nominal de 4".
- Presión nominal de 16 atm.

#### 2.2.6. Programador de riego

Para el control de todos los elementos citados se instalará un programador de riego, en concreto el Agronic 2500 de Progres SA. Los elementos que como se ha dicho controlara serán:

- 4 sectores de riego (electroválvulas de membrana).
- 2 limpiezas de filtro que se activaran por tiempo (una por cada filtro de discos que componen el equipo).
- 4 fertilizantes (uno para la inyectora de quelatos y los otros 3, uno para cada deposito y a su vez estos 3 activaran la inyectora del NPK).
- 1 bomba soplante.

Sus características técnicas son:

- 18 salidas digitales.
- Salidas de relé o latch de 2 o 3 hilos.
- Alimentación a 12 V.
- Salidas a 12 o 24 V.
- Radioenlace 433 MHZ para PC

### 3. Condiciones que deben de satisfacer los materiales.

#### 3.1. Procedencia de los materiales.

Los materiales procederán exclusivamente de los lugares, fábricas o marcas propuestas por el Contratista y que hayan sido previamente aprobadas por la Dirección de Obra. El Contratista deberá, especialmente, proponer los depósitos de materiales que piense utilizar para la extracción y producción de áridos con destino a los hormigones. La Dirección de Obra dispondrá de una semana de plazo para aceptar o rehusar estos lugares de extracción.

### 3.1.1. Ensayos.

Las pruebas y ensayos ordenados se llevarán a cabo bajo control de la Dirección de Obra.

Se utilizarán, para los ensayos las normas que en los diversos apartados de este capítulo se fijan o que figuran en las Instrucciones, Pliegos de Condiciones y Normas reseñadas como Generales en este Pliego de Prescripciones, así como las normas de ensayo UNE, las del Laboratorio Central de Ensayo de Materiales de Construcción (NLC) y del Laboratorio de Transporte y Mecánica del Suelo (NL1), y en su defecto cualquier norma nacional o extranjera que sea aprobada por la Dirección de Obra. El número de ensayos a realizar será fijado por la Dirección de Obra.

### 3.1.2. Abono del costo de los ensayos.

Todos los gastos de pruebas y ensayos serán de cuenta del Contratista y se considerarán incluidos en los precios de las unidades de obra con límite del uno por ciento (1 por 100) del importe del Presupuesto de Ejecución Material.

## 3.2. Materiales para relleno de zanjas de tuberías.

Los materiales para relleno de zanjas donde van alojadas las tuberías serán los

Siguientes:

- Para el relleno sobre la tubería y hasta la cota, superándola en 5 -10 cm, de la generatriz superior de la tubería, se utilizará terreno seleccionado que no contenga piedras con diámetros superiores a dos centímetros (2 cm).
- El resto del relleno de la zanja se hará con terreno natural, en el que se habrán eliminado previamente los elementos de tamaño superior a veinte centímetros (20 cm).

Las tierras utilizadas deberán cumplir una de las siguientes condiciones:

- Límite líquido menor de treinta y cinco (35).
- Límite líquido comprendido entre treinta y cinco (35) y sesenta y cinco(65), siempre que el índice de plasticidad sea mayor que el sesenta por ciento (60%) del límite líquido disminuido en quince (15) enteros.

Si el material no cumpliera dichas condiciones, el Ingeniero Director podrá optar por su sustitución total o parcial, o bien utilizarlo si estima que la zanja no va a estar sometida a ningún tipo de cargas.

El grado de compactación de la primera fase del relleno será el indicado por el Director de la Obra, realizándose generalmente a mano o por procedimientos que no comprometan la integridad de las tuberías. La segunda fase del relleno hasta la superficie del terreno deberá compactarse según indicaciones del Director de la Obra. En caso de que, por la naturaleza agresiva de los terrenos, interesase drenar las zanjas, el material de la cama de apoyo podría sustituirse por material de filtro.

### 3.3. Áridos para morteros y hormigones.

#### 3.3.1. Definición y condiciones generales:

Los áridos a emplear en morteros y hormigones serán productos obtenidos por la clasificación y lavado de arenas y gravas existentes en yacimientos naturales, rocas suficientemente resistentes trituradas, mezcla de ambos materiales u otros productos que, por su naturaleza, resistencia y diversos tamaños cumplan las condiciones exigidas en éste.

El material del que proceden los áridos ha de tener, en igual o superior grado, las cualidades que se exijan para el hormigón con el fabricado. En todo caso el árido se compondrá de elementos limpios, sólidos y resistentes, de uniformidad razonable, sin excesos de piezas planas alargadas, blandas o fácilmente desintegrables, polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas.

Cumplirá las condiciones exigidas en la “Instrucción de hormigón estructural (EHE)”. En cuanto a contenido en sulfatos solubles, es decir, sulfatos en forma pulverulenta no incorporados a la composición del árido propiamente dicho, su contenido se limitará a cien (100) partes por millón (ppm) expresado en SO<sub>4</sub> y según norma NLT 120/ 72.

Esta proporción podría aumentarse a trescientas (300) partes por millón (ppm) si el contenido de sulfatos del agua de amasado fuese inferior a cien (100) partes por millón (ppm).

#### 3.3.2. Procedencia:

Podrán proceder de los depósitos o graveras naturales situadas en cualquier punto que ofrezca las garantías de calidad y cantidad necesarias.

El Contratista presentará al Ingeniero Director, para su aprobación expresa, la relación de las canteras o depósitos de materiales que piense utilizar.

#### 3.3.3. Grava y gravilla para hormigones

La grava y gravilla para hormigones puede proceder de extracción, clasificación y lavado de graveras o depósitos aluviales o de machaqueo de calizas duras y sanas, exigiéndose, en todo caso, al menos dos tamaños.

Las dimensiones de la grava estarán comprendidas entre veinticinco (25) y sesenta (60) milímetros y la gravilla entre dos y medio (2,5) y veinticinco (25) milímetros. Se evitará la producción de trozos alargados y, en general, todos los que tengan una de sus dimensiones inferior a un cuarto (1/ 4) de los restantes.

Se desecharán todos los acopios de este material en el que puede ser apreciado un cinco por ciento (5%) en peso de cantos, cuyas dimensiones no cumplen las anteriores condiciones.

En todos los casos, los áridos que se empleen deberán cumplir las especificaciones de la vigente Instrucción de Hormigón Estructural (EHE).

### 3.3.4. Arenas para hormigones.

La arena podrá ser natural o artificial. La primera estará compuesta de granos duros, pesados, sin sustancias orgánicas, terrosas o susceptibles de descomposición.

Las tierras arcillosas, muy finamente pulverizadas, podrán admitirse, siempre que la proporción no exceda del cuatro por ciento (4 %) del peso de la arena, ni entren en ellas terrones ni sustancias extrañas. Las arenas sucias deberán lavarse convenientemente para librarlas del exceso de sustancias extrañas.

El tamaño de los granos no excederá de cinco (5) milímetros en su máxima dimensión, y no podrán contener más del quince por ciento (15 %), en peso, de granos inferiores a cero quince (0,15) milímetros. Las proporciones relativas de los granos de distintos gruesos serán tales que en ningún caso el volumen de los huecos de la arena seca y comprimida en la vasija por medio de sacudidas, exceda del treinta y dos por ciento (32 %) del volumen total ocupado por la arena.

La arena artificial se formará triturando rocas, limpias de tierra que sean duras, pesadas y resistentes. El tamaño máximo de sus granos no debe exceder de cinco (5) milímetros, ni representar más de la mitad en peso de los que tienen menos de dos (2) milímetros y no podrán contener más de quince por ciento (15%) en peso de granos inferiores a cero con quince (0,15) milímetros. La composición granulométrica será tal que los vacíos, medidos como en el caso de la arena natural, no excedan del treinta y dos por ciento (32 %) del volumen total.

Se admitirán las mezclas de arenas naturales y artificiales que reúnan las condiciones prescritas para éstas, con menos de un treinta y dos por ciento (32 %) de huecos. Para dosificar los morteros y hormigones, se llevarán al lugar de empleo las arenas completamente secas.

En cualquier caso, la arena que se emplee deberá cumplir las especificaciones de la vigente "Instrucción EHE".

### 3.3.5. Ensayos.

Se realizarán las series de ensayos que determine el Ingeniero Director de las obras de acuerdo con las normas que se citan. Se recomienda como mínimo:

Por cada ciento cincuenta metros cúbicos (150 m<sup>3</sup>) de árido grueso o fracción:

- Un (1) ensayo granulométrico (NLT-150/ 63).

Por cada cien metros cúbicos (100 m<sup>3</sup>) de arena a emplear:

- Un (1) ensayo granulométrico (NLT-150/ 63).

Por cada doscientos metros cúbicos (200 m<sup>3</sup>) de arenas y por cada procedencia:

- Un (1) ensayo de determinación de materia orgánica (M.E.1A.g.).
- Un (1) ensayo de los finos que pasan por el Tamiz n° 200 ASTM (M.E.1A.h.).
- Un (1) ensayo de contenido en sulfatos solubles según la Norma NLT120/72

### 3.4. Cementos.

#### 3.4.1. Condiciones generales:

Todos los cementos se ajustarán a las condiciones del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la recepción de cementos que, en adelante, denominaremos abreviadamente RC-88.

El cemento podrá emplearse en sacos o a granel exigiéndose, en todo caso, que se almacene y conserve al abrigo de la humedad y sin merma de sus cualidades hidráulicas, debiendo ser aprobados los silos o almacenes por la Dirección de Obra.

#### 3.4.2. Cementos a emplear

Se empleará con carácter general el cemento portland con aditivos hidráulicamente activos que define la vigente instrucción RC-88 y más concretamente el II-S/35.

#### 3.4.3. Ensayos.

Las características del cemento a emplear y hormigones se comprobarán antes de su utilización mediante la ejecución de las series completas de ensayos que estime pertinentes el Ingeniero Director de las obras.

Deberá rechazarse el cemento que a su llegada a la obra tenga temperatura superior a los sesenta grados centígrados (60°C) o que tenga temperatura superior a los cincuenta grados centígrados (50°C) en el momento de su empleo.

#### 3.4.4. Adiciones.

Se entiende por adiciones aquellos productos que se incorporan al hormigón para mejorar una o varias de sus propiedades.

Se podrá proponer el empleo, como adiciones al hormigón, de todo tipo de productos, siempre que, mediante los oportunos ensayos, se determine en qué medida las sustancias agregadas en las proporciones previstas producen los efectos deseados, y hasta qué valores perturban las restantes características del hormigón. El Contratista someterá estos ensayos a consideración de la Dirección de Obra, quien a la vista de ellos autorizará o no el empleo de dicho producto.

En particular los aditivos satisfarán las siguientes exigencias:

- 1) Que la densidad y la resistencia características sean iguales o mayores que las obtenidas en hormigones fabricados sin aditivo.
- 2) Que no disminuya la resistencia a las heladas.
- 3) Que el producto de adición no represente un peligro para las armaduras.

Se rechazarán los productos en polvo que a causa de la humedad hayan formado terrones que dificulten su dosificación

### 3.5. Agua

Como norma general podrá utilizarse, tanto para el amasado como para el curado de mortero de hormigones, todas aquellas aguas que en la práctica haya sido declaradas aceptables, es decir, que no hayan producido eflorescencia, agrietamiento o perturbación en el fraguado y resistencia de obras similares a las de ese proyecto. En cualquier caso, las aguas deberán cumplir las condiciones especificadas en el capítulo 6 de la Instrucción EHE y las del siguiente párrafo:

- No se admitirán contenidos de sulfatos superiores a trescientas (300) partes por millón (ppm) expresado en SO<sub>2</sub>-4
- En caso dudoso o que así lo estime el Ingeniero Director, se realizarán los análisis necesarios.

### 3.6. Morteros.

Se obtendrán por mezcla de cemento II-S/35, con árido fino y agua y podrán realizarse mecánicamente o a mano, en cuyo caso se hará en artesa de superficies lisas.

El cemento y la arena se mezclarán en seco hasta conseguir un producto homogéneo de color uniforme. A continuación se añadirá gradualmente, pero de una sola vez, el agua estrictamente necesaria para que, una vez batida la masa, tenga la consistencia adecuada para su aplicación en obra.

El Director podrá modificar la dosificación en mas o en menos, cuando las circunstancias de la obra lo aconsejen. Solamente se fabricará el mortero preciso para uso inmediato, rechazándose el que no haya sido empleado dentro de los cuarenta y cinco (45) minutos que sigan a la amasadura.

### 3.7. Hormigones

Se obtendrán por mezcla de cemento, agua, árido fino, árido grueso y eventualmente, productos de adición, cumpliendo, los distintos materiales, las condiciones exigidas en los apartados anteriores de este Pliego, y mezclándolos en las proporciones adecuadas para obtener hormigones cuyas características mecánicas y de durabilidad se adapten a las exigidas para cada uno de los tipos de hormigón que se emplean en el proyecto.

En todos ellos se cumplirán las prescripciones de la EHE y en particular los apartados 10, 14 Y 15 para su dosificación y fabricación .

Para definir la dosificación de la mezcla en cada uno de los tipos de hormigón a emplear la contrata estudiará y propondrá para su aprobación la fórmula de trabajo, realizando los ensayos previos en laboratorio, fabricando, al menos, cuatro series amasadas y tomando tres probetas de cada serie, obteniendo de estos la resistencia media. Si se emplearan hormigones preparados en planta fija o el constructor pudiera justificar que con los materiales, dosificación y proceso de fabricación que propone se consiguiesen las características de hormigón exigidas, podrá prescindirse de los ensayos previos.

En todo caso, la dosificación de los distintos materiales se hará siempre por peso, salvo en el hormigón H-10 en el que la dosificación de áridos podrá hacerse por volumen aparente.

El Director, a la vista de las instalaciones, procedimiento, medios y calidad del trabajo del constructor, clasificará las condiciones de ejecución de obra, a los efectos de fijar la resistencia a obtener en los ensayos previos de laboratorio, en función de la exigible en obra, de acuerdo con el Art. 67 y comentarios al mismo de la EHE.

La mezcla se hará siempre en hormigonera de la que constará capacidad y velocidad recomendada por el fabricante de ella. La hormigonera estará equipada con dispositivo que permita medir el agua de amasadura con exactitud superior al uno (1) por ciento.

### 3.8. Fundición

La Fundición empleada para la fabricación de las tapas de registro, uniones en los conductos, juntas, piezas especiales y cualquier otro accesorio será gris, de segunda fusión, ajustándose a la norma UNE 36.111, calidades F-1-0,20 ó F-1-0,25 y presentará en su fractura un grano fino, apretado, regular, homogéneo y compacto.

Deberá ser dulce, tenaz y dura, sin perjuicio de poderse trabajar en ella con lima y buril, admitiendo ser cortada y taladrada fácilmente. En su moldeo no presentará poros, oquedades, gotas frías, grietas, sopladuras, manchas, pelos y otros defectos debidos a impurezas que perjudiquen a la resistencia o a la continuidad del material y el buen aspecto de la superficie del producto obtenido.

Los taladros, para los pasadores y pernos, se practicarán siempre en taller haciendo uso de las correspondientes máquinas-herramientas y según las normas que fije el Director de Obra.

La resistencia mínima a la tracción será de quince (15) kilogramos por milímetro cuadrado, y la dureza, en unidades Brinnell, no sobrepasará las doscientas quince (215).

Las barras de ensayo se obtendrán de la mitad de la colada correspondiente o vendrán fundidas en las piezas moldeadas.

### 3.9. Tuberías

Las conducciones se proyectan con las tuberías del material, diámetro y presiones de trabajo normalizado que se describen en los correspondiente Pliegos de Prescripciones Técnicas Particulares para cada tipo de tubería.

No obstante, el Contratista adjudicatario de las obras podrá proponer a la Dirección de Obra el cambio en el tipo de tuberías, previa propuesta razonada. Los accesorios para la tubería, tales como llaves de paso, válvulas, codos, ventosas, etc., cumplirán las especificaciones que a continuación se cita:

- Deberán resistir a la presión de las tuberías y antes de su empleo en obra serán reconocidos por el Director de la obra, el cual podrá indicar el tipo que haya de colocarse y rechazar los aparatos presentados si no corresponden a los más perfectos que se construyen.

- Todas las piezas constructivas de mecanismos (llaves, válvulas, etc.) Deberán, para un mismo diámetro nominal y presión normalizada, ser rigurosamente intercambiables.
- La superficie interior de cualquier elemento será lisa, no pudiendo admitirse otros defectos de regularidad que los de carácter accidental o local que queden dentro de las tolerancias prescritas, y que no representen merma de la calidad ni de la capacidad de desagüe.
- La reparación de tales defectos no se realizará sin la previa autorización de la Dirección de Obra.
- La Dirección de obra se reserva el derecho de verificar los moldes y encofrados previos a la fabricación de todo el elemento.
- Las tuberías y demás elementos de la conducción estarán bien terminados, con espesores regulares y cuidadosamente trabajados. Sus paredes serán lisas y regulares.
- Deberán ser absolutamente estancos, no produciendo nunca alteración alguna en las condiciones físicas, químicas, bacteriológica, y organolépticas del agua que conducen.

### 3.10. Valvulería.

#### 3.10.1. Válvulas de compuerta

Las válvulas de compuerta que se instalarán serán de doble disco y husillo fijo o interior, es decir que ni el husillo ni el volante sufrirán traslaciones respecto a cuerpo de la válvula en las aperturas o en los cierres.

Serán accionadas manualmente mediante actuación sobre volante directamente conectado al husillo.

El volante de accionamiento se podrá retirar después de la ejecución de cualquier maniobra.

La sección del husillo en la parte en que se aloja el volante será cuadrada y con dimensiones acordes con la norma DIN 3225.

El Contratista indicará el número de vueltas de volante preciso para lograr la apertura total de la válvula supuesta inicialmente cerrada. Este número no será inferior a 15. Los materiales de las válvulas de compuerta serán de fundición gris para el cuerpo, tapa y compuerta.

Los discos de cierre irán guarnecidos en su contorno por arcos de bronce. Los asientos de la compuerta en el cuerpo serán de bronce y los husillos de acero inoxidable.

Las válvulas se unirán a la tubería mediante racores con brida; no se admitirán pues, las válvulas de cuello unidas a la tubería mediante manguitos de fibrocemento, aunque sí se permitirán si su unión se realiza mediante uniones Gibault.

Los apoyos para las válvulas se efectuarán en hormigón y bajo los racores con brida, realizándose el anclaje mediante cinchos de acero sujetos a los dados de apoyo. El cuerpo de la válvula permanecerá al aire.

Las válvulas irán protegidas por arquetas, según quedan estas definidas en los planos. Salvo orden en contra de la Dirección de Obra.

### 3.10.2. Válvulas de mariposa

Se instalan en las conducciones de diámetros iguales o superiores a 200. Por este motivo no se montarán en el presente proyecto por no adecuarse a las necesidades.

### 3.10.3. Ventosas

Habrán 6 situadas en el cabezal de riego tal como se indica en el punto 2.2.5.3.

#### 3.10.3.1 Generalidades.

Las ventosas deberán estar instaladas en todos los puntos altos de la red y en todos los puntos que así determine la Dirección de Obra o que se indiquen en los perfiles longitudinales, e irán protegidas por arquetas en caso que sea necesario.

Permitirá la evacuación del aire de una tubería vacía en procesos de llenado y la entrada de aire durante el vaciado, así como eliminar la acumulación de aire cuando la red esté bajo presión. Los cuerpos de las ventosas serán fácilmente desmontables permitiendo la fácil sustitución de sus partes móviles, así como su limpieza.

Toda ventosa irá instalada en la tubería con una válvula de cierre que permita su desmontaje y limpieza con la tubería en presión.

#### 3.10.3.2 Ventosas con cierre mediante bola flotante.

La forma de guiado de las bolas flotantes deberá garantizar su correcta situación en posición de cierre para lograr que éste sea hermético. De forma contraria, el paso de aire a través del cuello hasta la salida exterior deberá realizarse en forma tal que se impida la obturación de los orificios de salida por la bola debido a la fuerza de impulsión del aire.

La relación peso-volumen de las bolas de cierre deberá garantizar su flotabilidad al tiempo que toda presión del aire en el interior de la ventosa, inferior o igual a 15 kg/cm<sup>2</sup>, sea incapaz de mantener la bola en posición de cierre si por cualquier causa ha llegado a situarse en esta posición

#### 3.10.3.3 Ventosas con cierre mediante flotador de acero inoxidable.

Será obligado instalar esta ventosa para presiones mayores de 15 kg/cm<sup>2</sup>.

Funcionará mediante el cierre del orificio con un disco de acero inoxidable sobre el asiento de Buna-N, de modo que el flotador se eleve cuando el agua entre en el cuerpo de la ventana. Esta última deberá abrirse cuando el sistema se vacíe o se encuentre con presiones negativas. Cuando haya aire en presión acumulado en la conducción, la válvula deberá eliminarlo a través de un orificio cuando baje el flotador.

El sistema de palancas deberá permitir evacuar el aire del cuerpo de la ventosa. El caudal, en litros de aire libre por segundo evacuado, irá en función del diámetro del orificio de la ventosa y de la presión existente, por lo que el tamaño de la ventosa a instalar se deberá calcular en función de éstos factores y no dependerá del diámetro de la tubería.

Asimismo, el funcionamiento del sistema de levas deberá permitir la separación máxima del cierre principal del orificio grande cuando el flotador baje y la presión disminuya.

Esta separación deberá ser inmediata y no limitada a la extracción inicial del vacío.

Esta ventosa trifuncional llevará conexión roscada o mediante brida tipo PN-10/16 y el cuerpo. La tapa y la brida de entrada serán de fundición norma ASTM A-48 clase 30 ó A-126 clase B. Todas las partes internas deberán ser de acero inoxidable, norma ASTM A-276, y de latón y bronce, norma ASTM BB-52. Las ventosas irán equipadas con un flotador de acero inoxidable norma ASTM A-240 de presión de colapso de 70 atm.

Las ventosas deberán soportar una presión máxima de trabajo de 21 atm. Llevarán una tapa protectora para evitar que penetren cuerpos extraños por el orificio de salida de la ventosa.

### 3.11. Material eléctrico y mecánico.

Todos los materiales cumplirán las condiciones estipuladas en el “Pliego de Condiciones Facultativas de Instalación y Mantenimiento de Centros de Transformación y Máquinas Eléctricas”.

### 3.12. Materiales no citados en este pliego.

Los materiales que no estando especificados en este Pliego hayan de ser empleados en obra, serán de primera calidad y cumplirán las prescripciones de normas oficiales y, en su defecto, del I.E.T.

En todo caso deberán ser previamente autorizados por el Director técnico de la obra, quien podrá exigir la documentación de idoneidad técnica y los ensayos necesarios para garantizar su calidad.

### 3.13. Examen de los materiales antes de su empleo.

Todos los materiales a que se refieren los apartados anteriores serán examinados antes de su empleo en los términos y formas que determine el Ingeniero o Técnico encargado de las obras, sin cuyo requisito no podrá hacerse uso de ellos para las mismas.

Dicho examen no supone recepción de los materiales. Por consiguiente, la responsabilidad del contratista de esta parte no cesa mientras no sea recibida la obra en que dichos materiales se hubiesen empleado.

### 3.14. Materiales que no reúnan las condiciones.

Cuando los materiales no satisfagan las condiciones exigidas se procederá a su recusación por la Dirección, conforme a la cláusula 41 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales, aprobado por Decreto 3854/ 1970 de 31 de Diciembre.

El contratista podrá reclamar, en plazo y forma, indicado en dicha cláusula y se resolverá conforme a lo dispuesto en la misma.

## 4. Ejecución de las obras.

### 4.1. Ejecución general de las obras.

Las obras se ejecutarán con estricta sujeción a las dimensiones y detalles que marcan los planos y demás documentos que integran el presente Proyecto, sin que pueda separarse el Contratista, de las prescripciones de aquel salvo las variaciones que en el curso de los trabajos se dispongan formalmente.

Si a juicio del Director de las obras hubiera parte de la obra mal ejecutada, tendrá, el Contratista la obligación de demolerla y volverla a ejecutar cuantas veces le sean necesarias hasta que quede a satisfacción del Director de las obras, no dándole estos aumentos de trabajo derecho a pedir indemnizaciones de ningún género, aunque las malas condiciones de aquellas se hubiesen notado después de la recepción provisional.

### 4.2. Responsabilidades del contratista no expresadas en este pliego.

La obligación del Contratista es ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspectos de las obras, aunque no se halle expresamente determinado en estas condiciones, siempre que sin separarse de su espíritu y recta interpretación lo disponga el Director de las obras.

Las dudas que pudieran surgirle en las condiciones y demás documentos del contrato se resolverán por el Director de las obras, así como la inteligencia de los planos y descripciones y detalles, debiendo someterse el Contratista a lo que dicho facultativo decida.

El Contratista nombrará un técnico de suficiente solvencia para interpretar el proyecto, disponer de su exacta ejecución y dirigir la materialidad de los trabajos.

El Director de la Obra podrá rechazar al encargado que proponga la contrata, pudiendo disponer su cese y sustitución cuando lo estime conveniente.

El Contratista no podrá subcontratar la obra, total o parcialmente, sin autorización escrita de la Dirección Técnica de la Obra.

Se reserva en todo momento y especialmente al aprobar las relaciones valoradas, el derecho de comprobar por medio del Director de las Obras si el Contratista ha cumplido los compromisos referentes al pago de jornales, cargas sociales y materiales intervenidos en la Obra. A tal efecto presentará, dicho Contratista, las listas que hayan servido para el pago de los jornales y los

recibos de subsidio y abono de los materiales; sin perjuicio de que después de la liquidación final y antes de la devolución de la fianza se practique una comprobación general de haber satisfecho dicho Contratista por completo los indicados pagos.

### 4.3. Replanteo.

Por el Ingeniero encargado de las obras o Auxiliares subalternos se procederá a la comprobación del replanteo efectuado sobre el terreno. De esta operación se levantará un acta por duplicado, que firmarán el Director de la Obra y el Contratista.

Una de las copias se unirá al expediente y la otra se entregará al Contratista. Serán de cuenta exclusiva del Contratista todos los gastos que ocasione el replanteo y bajo ningún pretexto podrán alterarse sin modificarse los puntos de referencia que se fijarán para la ejecución de las obras.

Será obligación del Contratista la custodia y reposición de las señales que se establezcan en el replanteo.

### 4.4. Excavación en general.

Todo tipo de excavación (como son desmontes, apertura de zanjas, explanación y cimientos, etc.) Se iniciarán con posterioridad al replanteo sobre la traza del mismo; bien a mano, bien con maquinaria si su volumen lo permite.

Los excesos de excavación serán siempre de cuenta del Contratista, quien habrá de reponerlos a su cargo mediante terraplén compactado, excepto en la zona de cimientos, donde su reposición será siempre de hormigón de la misma calidad del cemento previsto.

Los productos de excavación que no emplee el Contratista en la ejecución de terraplenes y rellenos se trasladarán a vertedero, a la distancia que determine el Ingeniero encargado.

### 4.5. Excavación en zanja para alojamiento de conductos.

Las zanjas para alojamiento de los conductos se excavarán conforme a las dimensiones de los planos correspondientes, siendo inalterables salvo orden o autorización del Director, la anchura en base inferior y la profundidad.

El talud podrá ser modificado según el sistema y ritmo de la excavación y de la entubación, en su caso, pero a efectos de posterior medición y abono se considerará como talud de excavación el de proyecto.

Los productos de la excavación se apilarán junto a la zanja dejando una merma entre la arista de la zanja siempre mayor de un metro. Si no fuera posible esto, el Contratista está obligado a tomar las precauciones y medidas necesarias, tanto para la seguridad del trabajo, como para evitar que se ensucie la excavación ya realizada.

No deberán transcurrir más de ocho días entre la excavación de la zanja y la colocación de la tubería.

En caso de terrenos de fácil meteorización, deberá dejarse sin excavar veinte centímetros sobre la rasante de la solera, para realizar su acabado con la antelación mínima a la colocación de los tubos.

Se dejarán los pasos necesarios para los cruces y entradas de las servidumbres imprescindibles, situando las señales de peligro necesarias y suficientes para señalar las obras.

#### 4.6. Relleno y compactación de zanjas.

Colocado el tubo se procederá a rellenar la zanja con tierra natural, procedente de la excavación, previamente pasada por una criba de tres centímetros y a tongadas no superiores a veinte centímetros una vez compactadas hasta que se alcance una densidad de terraplén "in situ" del noventa y siete por ciento del Próctor modificado.

Una vez alcanzada la arista superior del tubo se pondrán dos capas de tierra natural cribada de veinte centímetros de espesor cada una. Una vez compactadas y cubierto el tubo en su totalidad, se podrá emplear para el resto del relleno el material de la excavación sin cribar. Se continuará, así mismo, regando y apisonando por medios mecánicos hasta obtener una densidad "in situ" del noventa y siete por ciento del Próctor modificado.

#### 4.7. Obras de fábrica de hormigón en masa.

Una vez ejecutada la excavación para su emplazamiento y cimientos y, comprobada por el Ingeniero encargado o persona facultativa en quien delegue, se procederá al hormigonado del cimiento.

En aquellas partes donde el cimiento quede a ras del terreno, deberá comprobarse que éste se ha compactado suficientemente como para que no puedan producirse, después del hormigonado, asientos apreciables.

Previamente a la ejecución de los alzados se procederá a replantearlos sobre los cimientos ya hormigonados. Una vez encofrados convenientemente y montadas las armaduras, si las hay, se procederá a la comprobación antes de autorizar su hormigonado.

Para la ejecución del hormigonado se tomará lo que se especifica en la vigente EHE.

Puesta en obra del hormigón:

- Como norma general, no deberá transcurrir más de una hora entre la fabricación del hormigón y su puesta en obra y compactación. El Director de obra o el encargado podrán modificar este plazo si se emplean conglomerantes o adiciones especiales, pudiéndolo aumentar, así como cuando se adopten las medidas necesarias para impedir la evaporación del agua, o cuando concurren condiciones favorables de humedad y temperatura.

- En ningún caso se tolerará la colocación en obra de amasijos que acusen un principio de fraguado, segregación o desecación.

- No se permitirá el vertido libre del hormigón desde alturas superiores a metro, quedando prohibido el arrojarlo con palas a gran distancia, distribuirlo con rastrillo o hacerlo avanzar más de un metro dentro de los encofrados.
- Cualquier indicio de segregación será corregido mediante una nueva amasadura. Puesta en obra bajo el agua:
- El hormigón podrá ponerse en obra bajo el agua si lo autoriza el Ingeniero Encargado.
- Para evitar la segregación de los materiales, el hormigón se colocará cuidadosamente en una masa compacta y en su posición final, mediante trompas de elefante, cangilones cerrados de fondo móvil o por otros medios aprobados por el Ingeniero Encargado y, no deberá removerse después de haber sido depositado. Se tendrá especial cuidado en mantener el agua quieta en el lugar de hormigonado, evitando toda clase de corrientes que pudieran producir el deslavado de la mezcla. La colocación del hormigón se regulará de modo que se produzcan superficies aproximadamente horizontales.
- Cuando se usen trompas de elefante, éstas se llenarán de forma que no se produzca el deslavado del hormigón. El extremo de descarga estará en todo momento sumergido por completo en el hormigón, y el tubo final deberá contener una cantidad suficiente de mezcla para evitar la entrada de agua.
- Cuando el hormigón se coloque por medio de cangilones de fondo movible, éstos se bajarán gradual y cuidadosamente hasta que se apoyen sobre el terreno de cimentación o sobre el hormigón ya colocado. Luego se elevarán lentamente durante el recorrido de descarga con el fin de mantener, en lo posible, el agua sin agitación en el punto de hormigonado evitando la segregación y el deslavado de la mezcla. Compactación del hormigón:
- La compactación de los hormigones colocados se ejecutará con igual o mayor intensidad que la empleada en la fabricación de las probetas de ensayo de la fórmula de trabajo.
- Se especificará, a criterio del Director de obra, los casos y elementos en los cuales ha de aplicarse la compactación por apisonado o por vibración.

#### Ejecución de juntas:

- Las juntas podrán ser de hormigonado, contracción o dilatación. Se cuidará que las juntas creadas por las interrupciones del hormigonado queden normales a la dirección de los máximos esfuerzos de compresión y donde sus efectos sean menos perjudiciales. Cuando sean de temer los efectos debidos a la retracción, se dejarán las juntas abiertas durante algún tiempo para que las masas contiguas puedan deformarse libremente.
- El ancho de tales juntas deberá ser el necesario para que, en su día, puedan hormigonarse correctamente.
- Al reanudarse los trabajos se limpiará la junta de toda suciedad, lechada o árido que haya quedado suelto, y se humedecerá su superficie, sin exceso de agua, antes de verter el nuevo hormigonado

- En elementos de cierta altura, especialmente soportes, se retirará la capa superior de hormigón en unos centímetros de profundidad, antes de terminar el fraguado, para evitar los efectos del reflujo de la pasta segregada del árido grueso.

Curado del hormigón:

- Durante el primer período de endurecimiento se someterá al hormigón a un proceso de curado, según el tipo de cemento utilizado y las condiciones climáticas del lugar.

- En cualquier caso, deberá mantenerse la humedad del hormigón y evitarse todas las causas externas, como sobrecargas o vibraciones que puedan provocar la fisuración del elemento hormigonado.

- Una vez endurecido el hormigón se mantendrán húmedas sus superficies mediante arpilleras, esterillas de paja u otros tejidos análogos de alto poder de retención de humedad y durante tres días si el conglomerado empleado fuese cemento de endurecimiento más lento.

- Estos plazos, prescritos como mínimos, deberán aumentarse en un cincuenta por ciento en tiempo seco o cuando la superficie de las piezas hayan de estar en contacto con aguas o infiltraciones agresivas.

- El curado por riego podrá sustituirse por la impermeabilización de la superficie, mediante recubrimientos plásticos u otros tratamientos especiales, siempre que tales métodos ofrezcan las garantías necesarias para evitar la falta de agua libre en el hormigón durante el primer período de endurecimiento.

Acabado del hormigón:

- Las superficies del hormigón deberán quedar terminadas de forma que presenten buen aspecto, sin defectos ni rugosidades que requieran la necesidad de un enlucido posterior; el cual, en ningún caso, podrá aplicarse sin previa autorización del Director de obra.

- Si no se prescribe otra cosa, la máxima flecha o irregularidad que deben presentar los paramentos aplanados, medida respecto de una regla de dos metros de longitud aplicada en cualquier dirección, será la siguiente:

Superficies vistas: seis (6) milímetros.

Superficies ocultas: veinticinco (25) milímetros.

Limitaciones de la ejecución:

- El hormigonado se suspenderá, como norma general siempre que se prevea que dentro de las cuarenta y ocho horas siguientes la temperatura ambiente pueda descender por debajo de los cero grados centígrados (0°C). A estos efectos, el hecho de que la temperatura registrada a las nueve horas de la mañana (hora solar), sea inferior a cuatro grados centígrados (4°C), puede interpretarse como motivo suficiente para prever que el límite prescrito será alcanzado en el citado plazo.

- Si no puede garantizarse la eficacia de las medidas adoptadas para evitar que la helada afecte al hormigón, se realizarán los ensayos necesarios para comprobar las resistencias alcanzadas, adoptándose en su caso las medidas que prescriba el Director de obra.

- El hormigonado se suspenderá, como norma general, en caso de lluvias, adoptándose las medidas necesarias para impedir la entrada del agua a las masas de hormigón fresco.

Eventualmente la continuación de los trabajos en la forma que se proponga deberá ser aprobada por el Director de obra

#### 4.8. Arquetas

Esta unidad comprende la ejecución de arquetas y pozos de registro de hormigón, bloques de hormigón, mampostería, ladrillo o cualquier otro material previsto en el Contrato autorizado por el Director de obra o persona en quien delegue.

Una vez efectuada la excavación requerida, se procederá a la ejecución de las arquetas de acuerdo con las condiciones señaladas en los apartados correspondientes de la presente prescripción es para la fabricación, en su caso, y puesta en obra de los materiales previstos, esmerando su acabado.

Las conexiones de tubos se efectuarán a las cotas debidas, de forma que los extremos de los conductos coincidan con las caras interiores de los muros.

Las tapas de las arquetas ajustarán perfectamente al cuerpo de la obra y se colocarán de forma que su cara superior quede al mismo nivel que las superficies adyacentes.

#### 4.9. Colocación de tubos pasamuros.

Las conducciones que deban atravesar muros de hormigón deberán ser colocadas, a ser posible, antes del hormigonado.

De no ser así, deberá ponerse atención a no cortar ninguna armadura al realizar el hueco por el que pasará el tubo. Además deberá tratarse la junta así producida de manera que se asegure la estanqueidad allí donde esta condición sea precisa.

#### 4.10. Instalación de los equipos técnicos.

Para la instalación de los equipos deberá dejarse, embutidos en el hormigón que constituya su base, los elementos necesarios para el anclaje de dichos equipos.

Los replanteos de estos elementos de anclaje deberán hacerse al ejecutar el hormigonado de la parte donde tengan que quedar sujetos. Para aquellos elementos que puedan producir vibraciones importantes, se dispondrá de los medios necesarios para evitar los ruidos molestos y la fatiga de los elementos de anclaje y del hormigón que los envuelve.

#### 4.11. Otras fábricas y trabajos.

En la ejecución de otras fábricas y trabajos para la construcción de las obras, para las cuales no existieran Prescripciones consignadas explícitamente en este Pliego de Prescripciones, el Contratista se atenderá en primer término a lo que resulte de los planos, Cuadros de Precios y Presupuesto, en segundo término a las reglas que dicte el Director de obra, y en tercer término

a las buenas prácticas seguidas en fábrica y trabajos análogos por los mejores constructores siempre cumpliendo las normas de obligado cumplimiento.

El Contratista, dentro de las prescripción es de este Pliego, tendrá libertad para dirigir la marcha de las obras y emplear los procedimientos que juzgue convenientes, con tal de que con ellos no resulte perjuicio para la buena ejecución y futura subsistencia de las mismas siendo, en caso dudoso, el que resolverá todos estos puntos.

#### 4.12. Limpieza y aspecto exterior.

Es obligación del Contratista limpiar las obras y sus inmediaciones tanto de escombros como de materiales, hacer desaparecer las instalaciones provisionales así como adoptar las medidas y ejecutar los trabajos necesarios para que las obras ofrezcan un buen aspecto a juicio del Director de obra.

### 5. Medición y abono de las obras.

#### 5.1. Normas generales

La Dirección realizará mensualmente la medición de las distintas unidades de obra ejecutadas desde la anterior medición, pudiendo ser presenciadas dichas mediciones, por el Contratista o su delegado.

Para las obras o partes de obra cuyas dimensiones o características hayan de quedar posterior y definitivamente ocultas, el Contratista está obligado a avisar a la Dirección con la suficiente antelación a fin de que ésta pueda realizar las correspondientes mediciones y toma de datos, levantando los planos que las definan, cuya conformidad suscribirá el Contratista o su delegado.

A falta de aviso anticipado, el Contratista está obligado a aceptar las decisiones del Director de obra.

La obra ejecutada y medida se valorará con respecto a los precios de ejecución material del Cuadro de Precios nº1 de este Proyecto

#### 5.2. Excavación en zanja

La excavación en zanja ejecutada conforme al 3.2 de este Pliego se medirá por cubicación de la sección trapezoidal, tomando como base inferior la prevista en planos, determinándose la base superior por el talud previsto en proyecto y no siendo, por tanto, de abono, los desprendimientos o exceso de excavación.

Se abonará al precio que figura en el cuadro de precios según se trate de terreno natural, tránsito, roca o todo tipo de terreno, incluido roca.

Para determinar el tipo de terreno se efectuarán, después del replanteo, catas en los puntos que establezca el Director de obra.

En los precios de abono está incluida la excavación, la entibación que fuese necesaria y el replanteo de la fase previa a la colocación del lecho de arena para apoyo de las tuberías o del hormigón de limpieza, en su caso.

### 5.3. Transporte a vertedero.

Se medirá por diferencia de volumen entre el vaciado de excavación y el relleno seleccionado compactado, incrementándolo en el esponjamiento de la excavación (15%) y el volumen interior de la tubería.

Se abonará al precio del Cuadro nº1 sólo en aquellos casos en los que no esté incluido el transporte en el precio de la excavación.

### 5.4. Terraplenes y rellenos compactos.

Se medirá por el volumen una vez compactado y se abonará al precio del Cuadro nº1 sólo en aquellos casos en que el terraplén o relleno no estén incluidos en el precio de excavación.

### 5.5. Tuberías

Se medirán por metro lineal de tubería colocada de cada tipo y se abonarán al precio que para cada naturaleza, diámetro y timbraje figuren en el Cuadro de Precios nº1.

En dicho precio están incluidas las adquisiciones y transporte a obra de las tuberías, colocación, asientos y piezas especiales, pero no válvulas y ventosas, hormigón para anclajes y todas las operaciones de montaje y pruebas que se exigen en el 3.5. De este Pliego.

### 5.6. Piezas especiales en conducciones

Se definen como piezas especiales en conducciones las que se colocan en las tuberías para uniones, derivaciones, cambios de sección, cambios de alineaciones, pero no válvulas ni ventosas.

Las válvulas se abonarán por unidad colocada y en su precio de unidad colocada se encuentran incluidos todos los costes y gastos necesarios para la adquisición, transporte, colocación y prueba, o sea, totalmente instalada y probada.

### 5.7. Arquetas y registros.

Se medirán por unidad terminada, y se abonarán al precio deducido para cada tipo en el Cuadro de Precios nº1.

### 5.8. Obras de fábrica y carpintería diversa.

Se entiende por metro cuadrado, metro lineal o unidad de obra de fábrica, aquellas que han sido ejecutadas conforme a las definiciones de sus respectivos precios y a las condiciones de este Pliego, totalmente terminadas.

Se medirán por superficie, longitud o número de unidades sobre obra terminada y se abonarán al precio que, para cada unidad de obra, figura en el Cuadro de Precios nº1.

### 5.9. Abono de las partidas alzadas.

Las partidas alzadas a justificar susceptibles de ser medidas en unidades de obra se abonarán a los precios de la Contrata, con arreglo a las condiciones de la misma.

Quando alguno de los precios no figure incluido en los cuadros de precios, se obtendrán éstos como contradictorios, conforme al 150 Reglamento General de Contratación y Cláusula 52 del pliego de Cláusulas administrativas Generales de 31 de Diciembre de 1970.

Los precios de la unidad de obra se obtendrán a partir de los Cuadros de Precios de la Edificación de 1992 editados por la Consellería de Obras Públicas.

Sólo serán abonables mediante justificación de éstos, aquellas a justificar que por su dificultad en descomponer en unidades concretas o en fijar precios, lo determine así el director de obra.

Las partidas alzadas de abono íntegro que figuren expresamente en el presupuesto se abonarán por su importe, previa conformidad del Director de Obra a la contraprestación correspondiente.

### 5.10. Acopio de materiales, equipo e instalaciones.

No se abonará al Contratista ninguna partida en concepto de acopio de materiales, equipo e instalaciones.

### 5.11. Certificaciones

Se abonarán al Contratista las obras realmente ejecutadas con sujeción al Proyecto aprobado y que sirvieron de base a la subasta, a las modificaciones debidamente autorizadas que se introduzcan y a las órdenes que le hayan sido comunicadas por mediación del Director de Obra.

En ningún caso tendrá derecho el Contratista a reclamación alguna fundada en la insuficiencia, error u omisión de los precios de los cuadros o en omisiones del coste de cualquiera de los elementos que constituyen los precios unitarios.

Queda totalmente establecido que en la liquidación de toda clase de obras completas o incompletas se aplicará, a los precios de ejecución material, la disminución respectiva a razón del tanto por ciento de baja obtenido en la subasta o concurso.

Los importes de las certificaciones serán considerados como pago a cuenta, sin que ello implique aceptación ni conformidad con las obras certificadas, lo que quedará a reservas de su recepción.

### 5.12. Obras y materiales de abono en caso de rescisión de la contrata.

Para el caso de rescisión de la Contrata, cualquiera que fuese la causa, no serán de abono más obras incompletas que las que constituyen unidades de las definidas en el Cuadro de Precios

nº2, sin que pueda pretenderse la valoración de unidades de obra fraccionadas en otra forma que la establecida en dicho Cuadro.

Cualquier otra operación realizada, material empleado o unidades que no estén totalmente terminadas, no serán declaradas de abono.

En todo caso, para ser de abono una unidad de obra incompleta, deberá ser tal que pueda ser aprovechable, aunque transcurra un tiempo indefinido, a juicio del Director de Obra.

### 5.13. Abono de obra defectuosa, pero aceptable.

Si alguna obra que no se halle exactamente ejecutada con arreglo a las condiciones de la Contrata y fuera sin embargo admisible, podrá ser recibida provisionalmente, en su caso, pero el adjudicatario quedará obligado a conformarse, sin derecho a reclamación de ningún género, con la rebaja que el Director de Obra apruebe, no siendo nunca inferior al 25% del total de la obra ejecutada, salvo en el caso de que el adjudicatario prefiera demolerla a su costa y rehacerla con arreglo a las condiciones de la contrata, conforme a la cláusula 44 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales de 31 de Diciembre de 1970.

### 5.14. Obras de mejora.

Si en virtud de alguna disposición superior se introdujese alguna reforma en las obras, el Contratista queda obligado a ejecutarlas con la baja proporcional si la hubiere al adjudicarse la subasta, no siendo de aplicación este precepto para variaciones mayores del 20% del montante total de la obra a ejecutar.

### 5.15. Medición final

La medición final se verificará por el Director de Obra, después de terminadas éstas, con precisa asistencia del Contratista o representante autorizado, a menos que declare por escrito que renuncia a este derecho y se conforma de antemano con el resultado de la medición. En el caso de que el Contratista se negara a presenciarse, el Director de Obra nombrará a otra persona que represente los intereses del Contratista, siendo de cuenta del mismo los gastos que ésta representación ocasiona.

Se entiende lo mismo para las mediciones parciales que para la final. Estas comprenderán las unidades de obra realmente ejecutadas, no teniendo el Contratista derecho a reclamación de ninguna especie por las diferencias que resulten entre las medidas que se efectúen y las consignadas en los estados de mediciones que acompañan al proyecto.

### 5.16. Pago de las obras.

Los pagos de las obras se verificarán en virtud de las certificaciones expedidas por el Director de Obra.

El pago de las cuentas derivadas de las liquidaciones parciales tendrán el carácter provisional y a buena cuenta quedando sujeto a las rectificaciones y variaciones que produjese la liquidación y consiguiente cuenta final.

Para expedir estas certificaciones se harán las liquidaciones correspondientes de la obra completamente terminada en cada caso, sin incluir los materiales acopiados y aplicando los precios unitarios con la baja proporcional de la contrata.

Estos libramientos se extenderán de mes en mes a contar desde aquel en que se de comienzo a la construcción.

## 6. Disposiciones generales.

### 6.1. Generalidades.

Todas las obras comprendidas en el Proyecto se ejecutarán de acuerdo con los planos y órdenes del Director de Obra, quien resolverá las cuestiones que se planteen referentes a la interpretación que figuran en el Pliego.

El Director de Obra suministrará al Contratista cuanta información precise para que las obras puedan ser realizadas.

El orden de ejecución de los trabajos deberá ser aprobado por el Director de Obras y será compatible con los planes programados.

Antes de iniciar cualquier obra deberá el Contratista ponerlo en conocimiento del Director de Obras y recabar su autorización.

### 6.2. Desarrollo del contrato.

Desde la adjudicación y formalización del Contrato hasta la recepción definitiva y finalización del mismo, las obligaciones y derechos del Contratista y sus relaciones con el Director de Obra se regirán por los Capítulos V y VI del Reglamento General de Contratación y Pliego de Cláusulas Administrativas Generales (aprobado por Decreto, 3854/1980).

### 6.3. Obligaciones del contratista en lo no previsto expresamente en este pliego.

Es obligación del Contratista ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente estipulado en los anteriores, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo que disponga por escrito el Director de Obra, con derecho a la correspondiente reclamación por parte del Contratista ante organismos superiores, dentro del plazo de diez (10) días siguientes al que haya recibido la orden.

#### 6.4. Atribuciones al director de obra.

El Director de Obra resolverá cualquier cuestión que surja en lo referente a la calidad de los materiales empleados, ejecución de las distintas unidades de obra contratadas, interpretación de planos y especificaciones y, en general, todos los problemas que se planteen durante la ejecución de los trabajos encomendados, siempre que estén dentro de las atribuciones que le conceda la Legislación vigente sobre el particular.

#### 6.5. Delegado de obra del contratista.

A efectos de lo previsto en la Cláusula 5 del Pliego de las Administrativas Generales, el Delegado de Obra, por parte de la contrata, deberá ser como mínimo un titulado de grado medio.

#### 6.6. Comunicaciones entre la administración y la contrata.

El Contratista tendrá derecho a que se le acuse recibo, si así lo solicita, de las comunicaciones que dirija al Director de Obra; a su vez, estará obligado a devolver originales o copias de las órdenes y avisos que de él reciba, formalizados con “enterado” al pie.

#### 6.7. Oficinas del contratista.

El Contratista instalará, antes del comienzo de las obras, una “Oficina de Obra” en un lugar apropiado y autorizado por el Director de Obras. Deberá conservar en ella copia de los documentos contractuales y de los que se le entreguen o soliciten durante la ejecución de las obras.

#### 6.8. Construcciones auxiliares y provisionales.

El Contratista está obligado a realizar cuantas construcciones auxiliares y provisionales sean necesarias para el almacenamiento y acopio de materiales y equipos a pie de obra.

Asimismo, deberá retirarlas a la terminación de las obras y dejar limpios de escombros u otros materiales los lugares donde estaban aquellas y sus alrededores.

#### 6.9. Permisos y licencias.

El Contratista deberá obtener, a su costa, todos los permisos y licencias necesarias para la ejecución de las obras, con excepción de los correspondientes a la expropiación de las zonas definidas en el Proyecto.

#### 6.10. Daños y perjuicios a terceros.

Conforme al artículo 134 del Reglamento General de Contratación, el Contratista será responsable durante la ejecución de las obras de todos los daños o perjuicios, directos o indirectos, que se puedan ocasionar a cualquier persona, propiedad o servicio, públicos o

privados, como consecuencia de los actos omisiones o negligencias del personal a su cargo o de una deficiente organización de las obras.

Los servicios públicos o privados que resulten dañados deberán ser reparados a su costa, de manera inmediata.

Las personas que resulten perjudicadas deberán ser compensadas a su costa adecuadamente.

Las propiedades públicas o privadas que resulten dañadas deberán ser reparadas, a su costa, restableciendo sus condiciones primitivas o compensando los daños o perjuicios causados en cualquier otra forma aceptable.

### 6.11. Plazo de ejecución.

El plazo de ejecución de las obras que se considera necesario y suficiente será el indicado en el capítulo correspondiente de la Memoria.

En todo caso, el plazo contractual comenzará a contar desde la fecha del acta de comprobación del replanteo y autorización del comienzo.

### 6.12. Replanteo.

En el plazo máximo de un (1) mes, a contar desde la adjudicación definitiva del Contrato, se procederá por parte del Director de Obra a la comprobación del replanteo, en presencia del Contratista, levantándose la correspondiente Acta Serán de cuenta exclusiva del Contratista todos los gastos que ocasione el replanteo, y bajo ningún pretexto podrán alterarse ni modificarse los puntos de referencia que se fijarán para la ejecución de las obras.

Será obligación del Contratista la custodia y reposición de las señales que se establezcan en el replanteo.

### 6.13. Programa de trabajo.

En el plazo de 15 días desde la comprobación del replanteo, el Contratista someterá a la aprobación del Director de Obras un programa de trabajo con especificación de los plazos parciales y fecha de terminación de las distintas unidades de obra, compatible con el plazo total de ejecución. Este plan, una vez aprobado, se incorporará a este Pliego y adquirirá, por tanto, carácter contractual.

El Contratista presentará, asimismo, una relación completa de los servicios, equipos y maquinaria, que se compromete a utilizar en cada una de las etapas del Plan. Los Contratista pueda retirarlos sin autorización del Director de Obra.

La aceptación del Plan y de la relación de medios auxiliares propuestos no implicará exención alguna de responsabilidades para el Contratista, en caso de incumplimiento de los plazos parciales o totales convenidos.

En ningún caso podrá, el Contratista, alegando retraso de los pagos, suspender los trabajos ni reducirlo a menor escala en la proporción a que corresponda con arreglo al plazo en que deban terminarse las obras.

#### 6.14. Equipo necesario para la ejecución de las obras.

Independientemente de las condiciones particulares y específicas que se exijan a los equipos necesarios para ejecutar las obras en los apartados siguientes de este Pliego, todos aquellos equipos que se empleen en la ejecución de las distintas unidades de obra deberán cumplir, en todo caso, las condiciones generales siguientes:

- Deberán estar disponibles con suficiente anticipación al comienzo del trabajo correspondiente para que puedan ser examinados y aprobados por el Director de Obra en todos sus aspectos, incluso en el de su potencia o capacidad, que deberá mantenerse en todo momento en condiciones de trabajo satisfactorios, haciendo las sustituciones o reparaciones necesarias para ello.
- Si durante la ejecución de las obras se observase que por cambio de las condiciones de trabajo o por cualquier otro motivo el equipo o equipos aprobados no son idóneos al fin propuesto, deberán ser sustituidos por otros que lo sean.

#### 6.15. Recepción provisional.

Terminada la ejecución de las obras, se procederá al reconocimiento de las mismas y, si procede, a su recepción provisional.

#### 6.16. Plazo de garantía.

El plazo de garantía será de un (1) año a partir de la fecha de recepción provisional de las obras.

Durante este período el Contratista queda obligado a la conservación de las obras, debiendo sustituir y reparar, a su costa, cualquier parte de ella que haya sufrido deterioro o desplazamiento por negligencia u otros motivos que le sean imputables o como consecuencia de agentes atmosféricos previsibles o cualquier otra causa que no se pueda considerar como imprevisible o inevitable.

Durante dicho plazo, y con el fin de responsabilizarse de los defectos que apareciesen el Contratista queda obligado a depositar una fianza del 4 % del total ejecutado, de cualquiera de las formas legales.

#### 6.17. Recepción definitiva.

Terminado el plazo de garantía, se procederá al reconocimiento de las obras, recibéndolas o no, según su estado. Se levantará la correspondiente acta y, si son de recibo, se devolverá la fianza al Contratista.

### 6.18. Pérdidas o averías.

El Contratista no tendrá derecho a reclamación ni indemnización de ninguna clase por causa de pérdidas o averías, ni por perjuicios ocasionados en las obras.

### 6.19. Ensayos y análisis de materiales y unidades de obra.

Además de los gastos consignados en los precedentes, serán de cuenta y cargo del Contratista adjudicatario de las obras, todos los gastos ocasionados por los ensayos y análisis de los materiales y de las diversas unidades de obra durante la ejecución de las mismas.

### 6.20. Gastos accesorios.

Serán de cuenta del Contratista los gastos que originen el replanteo general de las obras o su comprobación y los replanteos parciales de las mismas, los de las construcciones auxiliares, los de alquiler o adquisición de terrenos para depósitos de maquinaria u materiales; los de protección de materiales y de la propia obra contra todo deterioro, daño o incendio, cumpliendo los requisitos vigentes para el almacenamiento de explosivos y carburantes; los de limpieza y evacuación de desperdicios y basuras; los de construcción y conservación de caminos provisionales para desvío del tráfico y demás recursos necesarios para proporcionar seguridad dentro de las obras; los de retirada, a fin de obra, de las instalaciones para el suministro de agua y energía eléctrica necesarias para las obras así como la adquisición dichas aguas y energía, los de retirada de los materiales rechazados y corrección de las deficiencias observadas y puestas de manifiesto por los correspondientes ensayos y pruebas y los de apertura o habilitación de los caminos precisos para el acceso y transporte de materiales al lugar de las obras.

Serán, como se ha dicho, cuenta del Contratista, el abono de los gastos de replanteo, cuyo importe no excederá de uno y medio por ciento (1,5%) del presupuesto de las obras.

Igualmente, serán de cuenta del Contratista los gastos originados por los ensayos de materiales y de control de ejecución de las obras que disponga el Ingeniero Director en tanto que el importe de dichos ensayos no sobrepase el uno por ciento (1%) del presupuesto de ejecución material de las obras.

En los casos de resolución de contrato, sea por finalizar o por cualquier otra causa que la motiva, serán de cuenta del Contratista los gastos originados por la liquidación, así como los de la retirada de los medios auxiliares empleados o no en la ejecución de las obras. Los gastos de liquidación de las obras no excederán del uno por ciento (1%) del Presupuesto de Ejecución Material.

### 6.21. Revisión de precios.

Figura en el Pliego de Condiciones Administrativas objeto de esta obra.

### 6.22. Rescisión del contrato.

En caso de rescisión del Contrato, se actuará según lo especificado en el Pliego de Condiciones Administrativas objeto de esta obra.

### 6.23. Obligación de cumplimiento de la legislación vigente.

El Contratista, bajo su responsabilidad, queda obligado a cumplir todas las disposiciones de carácter social contenidas en el Reglamento General de Trabajo en la Industria de la Construcción y aplicables acerca del régimen local del trabajo o que, en lo sucesivo dicten. El Contratista queda obligado, también, a cumplir cuanto disponga la Ley de Protección a la Industria Nacional y Reglamento para su ejecución actualmente vigente, así como las restantes que sean aplicables o puedan dictarse.

### 6.24. Liquidación final.

La liquidación final se hará a la vista de la medición final, acompañando al acta de recepción provisional los documentos justificantes de esta liquidación.

Cuando el Contratista con la debida autorización emplease voluntariamente materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el marcado en el presupuesto o sustituyese una fábrica por otra que tenga asignado mayor precio o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o en general, introdujese en ellas modificaciones que sean beneficiosas a juicio del Director de las obras, no tendrá derecho, sin embargo, sino a lo que le correspondiera si hubiese construido la obra con estricta sujeción a lo proyectado y contratado.

### 6.25. Gastos exigibles.

En el precio ofertado se considerarán incluidos todos los gastos generales e indirectos del Contratista.

Así mismo, se consideran incluidos en el presupuesto ofertado, todos los gastos derivados por arbitrios y licencias, así como el Impuesto sobre el Valor Añadido.

### 6.26. Contradicciones.

En caso de existir contradicción entre los diferentes documentos que constituyen el presente Proyecto tendrán preferencia las dimensiones que figuren en Planos frente a las que figuren en el capítulo Mediciones.

**DOCUMENTO 5**  
**PRESUPUESTO**

## Índice

1. Mediciones
2. Cuadro de precios 1. Materiales
3. Cuadro de precios 2. Maquinaria y mano de obra
4. Cuadro de precios 3. Descompuestos
5. Presupuestos parciales
6. Resumen presupuesto

## 1 Subunidades

Nº	Ud	Descripción	Medición
1.1	M	Tubería Azud Premier PC AS DN16 con emisores incorporados de 3,5 l/h y distancia entre emisores de 1 m instalados mediante tractor John Deere 5GL de 75 CV con apero especial para la instalación de tuberías de riego enterrado. Instalada y conectada en obra mediante elementos de conexión valorados en un 10% del precio de la tubería.	
			Total m : 34.750,000
1.2	M	Instalación de tubería de polietileno de baja densidad PE-32 en red de riego, de diámetro exterior 16 mm y presión nominal 6 atm, incluidos elementos de unión valorados en un 10 % sobre el precio del tubo, colocada en el interior de las parcelas, medida la longitud completamente instalada en obra.	
			Total m : 17.375,000
1.3	M	Tubería de polietileno de alta densidad PE-100 de 40 mm de diámetro exterior, con p.p de elementos de unión y accesorios valorados en un 10% sobre el precio del tubo, suministrada en rollos, incluida la excavación y posterior relleno de la zanja, mediante retro-pala excavadora de 75 CV colocada s/NTE-IFA-11, medida la longitud realmente instalada en obra.	
			Total m : 2.040,000
1.4	Ud	Emisor de 4 l/h con microtubo de 70 cm y 6 mm de diámetro con estaquilla para fijar el punto de aplicación del riego. Conectada a la tubería ciega de PE-32 por operario ayudante de hidráulica, medidas las unidades realmente instaladas en obra.	
			Total ud : 4.350,000
1.5	Ud	Tubería de polietileno de baja densidad PE-32 de 16 mm de diámetro exterior, con p.p de elementos de unión y accesorios valorados en un 10% sobre el precio del tubo, mas otros elementos de unión (T's de espiga en PP DN16) suministrada en rollos, colocada en obra por oficial y ayudante de fontanería. Mas materiales e instalación de ventosa de triple efecto PN16 y válvula de espiga DN16, colocada s/NTE-IFA-11, medida la longitud realmente instalada en obra.	
			Total ud : 1,000

## 2 Red de distribución

Nº	Ud	Descripción	Medición
2.1	M	Tubería de polietileno de alta densidad PE-100 de 110 mm de diámetro exterior, con p.p de elementos de unión y accesorios valorados en un 10% sobre el precio del tubo, suministrada en rollos, colocada en zanja sobre cama de arena de 15 cm de espesor, sin incluir la excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11, medida la longitud realmente instalada en obra.	Total m : 256,000
2.2	M	Tubería de polietileno de alta densidad PE-100 de 110 mm de diámetro exterior, con p.p de elementos de unión y accesorios valorados en un 10% sobre el precio del tubo, suministrada en barras de 6 m, incluida la excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11, medida la longitud realmente instalada en obra.	Total m : 97,000
2.3	M	Tubería de polietileno de alta densidad PE-100 de 90 mm de diámetro exterior, con p.p de elementos de unión y accesorios valorados en un 10% sobre el precio del tubo, suministrada en barras de 6 m, incluida la excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11, medida la longitud realmente instalada en obra.	Total m : 82,000
2.4	M	Tubería de polietileno de alta densidad PE-100 de 90 mm de diámetro exterior, con p.p de elementos de unión y accesorios valorados en un 10% sobre el precio del tubo, suministrada en barras de 6 m, incluida la excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11, medida la longitud realmente instalada en obra.	Total m : 31,000
2.5	M	Tubería de polietileno de alta densidad PE-100 de 75 mm de diámetro exterior, con p.p de elementos de unión y accesorios valorados en un 10% sobre el precio del tubo, suministrada en rollos, incluida la excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11, medida la longitud realmente instalada en obra.	Total m : 429,000
2.6	M	Tubería de polietileno de alta densidad PE-100 de 63 mm de diámetro exterior, con p.p de elementos de unión y accesorios valorados en un 10% sobre el precio del tubo, suministrada en rollos, incluida la excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11, medida la longitud realmente instalada en obra.	Total m : 294,000
2.7	M	Tubería de polietileno de alta densidad PE-100 de 50 mm de diámetro exterior, con p.p de elementos de unión y accesorios valorados en un 10% sobre el precio del tubo, suministrada en rollos, incluida la excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11, medida la longitud realmente instalada en obra.	Total m : 50,000
2.8	M	Tubería de polietileno de alta densidad PE-100 de 50 mm de diámetro exterior, con p.p de elementos de unión y accesorios valorados en un 10% sobre el precio del tubo, suministrada en rollos, incluida la excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11, medida la longitud realmente instalada en obra.	Total m : 67,000
2.9	M	Tubería de polietileno de alta densidad PE-100 de 40 mm de diámetro exterior, con p.p de elementos de unión y accesorios valorados en un 10% sobre el precio del tubo, suministrada en rollos, colocada en zanja sobre cama de arena de 15 cm de espesor, sin incluir la excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11, medida la longitud realmente instalada en obra.	Total m : 924,000
2.10	Ud	Ventosa triple efecto PN16 con p.p de elementos de unión y accesorios valorados en un 10% sobre el precio de la ventosa.	Total ud : 2,000

### 3 Cabezal

Nº	Ud	Descripción	Medición
3.1	M	Tubería de polietileno de alta densidad PE-100 de 110 mm de diámetro exterior, con p.p de elementos de unión y accesorios valorados en un 10% sobre el precio del tubo, suministrada en barras de 6 m, colocada s/NTE-IFA-11, medida la longitud realmente instalada en obra.	Total m : 10,000
3.2	M	Tubería de polietileno de alta densidad PE-100 de 110 mm de diámetro exterior, con p.p de elementos de unión y accesorios valorados en un 10% sobre el precio del tubo, suministrada en barras de 6 m, colocada s/NTE-IFA-11, medida la longitud realmente instalada en obra.	Total m : 2,000
3.3	M	Tubería de polietileno de alta densidad PE-100 de 75 mm de diámetro exterior, con p.p de elementos de unión y accesorios valorados en un 10% sobre el precio del tubo, suministrada en rollos, colocada s/NTE-IFA-11, medida la longitud realmente instalada en obra.	Total m : 2,000
3.4	M	Tubería de polietileno de alta densidad PE-100 de 63 mm de diámetro exterior, con p.p de elementos de unión y accesorios valorados en un 10% sobre el precio del tubo, suministrada en rollos, colocada s/NTE-IFA-11, medida la longitud realmente instalada en obra.	Total m : 2,000
3.5	M	Instalación de tubería de PVC, de unión por junta pegada, en red de riego, de diámetro exterior 20 mm y presión nominal 10 atm, medida la longitud completamente instalada en obra. Incluidas conexiones y demas elementos valorados en un 10% del precio del equipo.	Total m : 50,000
3.6	M	Instalación de tubería de PVC, de unión por junta pegada, en red de riego, de diámetro exterior 50 mm y presión nominal 6 atm, medida la longitud completamente instalada en obra. Incluidas conexiones y demas elementos valorados en un 10% del precio del equipo.	Total m : 100,000
3.7	Ud	Equipo de filtrado Azud Helix Automatic 202, instalado en el cabezal, incluidas conexiones y demas elementos valorados en un 10% del precio del equipo.	Total ud : 1,000
3.8	Ud	Equipo de fertilizacion con 2 depositos de 1000 l, 2 depositos de 3000 l, 1 depositos de 5000 l, 2 inyectoras SEKO PS1 de 110 l/h, 1 bomba soplante SEKO BL de 1 CV, 5 filtros Azud modular 100 3/4" y 4 electrovalvulas de bola 3/4" instalado en el cabezal, incluidas conexiones y demas elementos valorados en un 10% del precio del equipo.	Total ud : 1,000
3.9	Ud	Elementos de control y seguridad con 2 Manómetros de glicerina 0-10 Bar, 2 ventosas de triple efecto PN16, 1 valvula de compuerta de fundicion DN100, 13 valvulas de esfera de PVC 2", 4 valvulas de esfera de PVC 3/4", 1 valvula antiretorno de bola DN100, 7 valvula antiretorno de PVC DN20, 2 electrovalvulas de membrana y fundicion DN100, 1 electrovalvula de membrana y fundicion DN75 y 1 electrovalvula de membrana y fundicion DN63. Todo instalado en el cabezal, incluidas conexiones y demas elementos valorados en un 10% del precio del equipo.	Total ud : 1,000
3.10	Ud	Programador de riego Agronic 2500 de 18 salidas, instalado en el cabezal, incluidas conexiones y demas elementos valorados en un 10% del precio del equipo.	Total ud : 1,000

Nº	Código	Designación	Importe		
			Precio (€)	Cantidad	Total (€)
1	PIDB10ab	Tubo de polietileno de baja densidad PE-32, diámetro exterior 16 mm y presión nominal 6 atm.	0,280	20.072,000 m	5.620,16
2	PIDB12da	Tubo de polietileno de alta densidad PE-100, diámetro exterior 40 mm y presión nominal 6 atm.	0,880	2.040,000 m	1.795,20
3	PIDB12db	Tubo de polietileno de alta densidad PE-100, diámetro exterior 40 mm y presión nominal 10 atm.	1,090	924,000 m	1.007,16
4	PIDB12ea	Tubo de polietileno de alta densidad PE-100, diámetro exterior 50 mm y presión nominal 6 atm.	1,330	67,000 m	89,11
5	PIDB12eb	Tubo de polietileno de alta densidad PE-100, diámetro exterior 50 mm y presión nominal 10 atm.	1,710	50,000 m	85,50
6	PIDB12fb	Tubo de polietileno de alta densidad PE-100, diámetro exterior 63 mm y presión nominal 10 atm.	2,680	296,000 m	793,28
7	PIDB12gb	Tubo de polietileno de alta densidad PE-100, diámetro exterior 75 mm y presión nominal 10 atm.	3,790	431,000 m	1.633,49
8	PIDB12ha	Tubo de polietileno de alta densidad PE-100, diámetro exterior 90 mm y presión nominal 6 atm.	3,640	31,000 m	112,84
9	PIDB12hb	Tubo de polietileno de alta densidad PE-100, diámetro exterior 90 mm y presión nominal 10 atm.	5,450	82,000 m	446,90
10	PIDB12ia	Tubo de polietileno de alta densidad PE-100, diámetro exterior 110 mm y presión nominal 6 atm.	5,070	99,000 m	501,93
11	PIDB12ib	Tubo de polietileno de alta densidad PE-100, diámetro exterior 110 mm y presión nominal 10 atm.	7,700	266,000 m	2.048,20
12	PIDB15bb	Tubo de PVC de presión nominal 10 atm, diámetro exterior 20 mm y junta pegada.	0,910	50,000 m	45,50
13	PIDB15fa	Tubo de PVC de presión nominal 6 atm, diámetro exterior 50 mm y junta pegada.	1,100	100,000 m	110,00
14	PIDE20c	Válvula de compuerta fundición, con platina, cierre elástico, de diámetro 100 mm.	216,540	1,000 ud	216,54
15	PIDE24b	Válvula de esfera, de PVC, roscada, de diámetro 3/4".	5,980	4,000 ud	23,92
16	PIDE24f	Válvula de esfera, de PVC, roscada, de diámetro 2".	27,730	13,000 ud	360,49
17	PIDE65d	Válvula hidráulica básica, de metal, con rosca, de diámetro 2 1/2".	131,130	1,000 ud	131,13
18	PIDE65e	Válvula hidráulica básica, de metal, con brida, de diámetro 3".	255,320	1,000 ud	255,32
19	PIDE65f	Válvula hidráulica básica, de metal, con brida, de diámetro 4".	374,520	2,000 ud	749,04
20	PIDE71aa	Valvula de 16 mm de diametro para laterales	0,720	36,000 ud	25,92
21	PIDE72aa	Ventosa de triple efecto en material plastico y presion nominal 16 atm.	23,750	40,000 ud	950,00
22	PIDE73aa	T de espiga en PP DN16	0,200	683,000 ud	136,60
23	PIDE74aa	Valvula antirretorno de bola en fundicion y diametro nominal 100 mm.	50,000	1,000 ud	50,00
24	PIDI53aa	AZUD premier PC AS DN16 emisores de 3,5 l/h y separacion de 1m	0,190	34.750,000 m	6.602,50
25	PIDI54aa	Emisor con microtubo y estaquilla	0,240	4.350,000 ud	1.044,00
26	PIDM60a	Manómetro de glicerina con tubo flexible para 0-10 bar.	11,040	2,000 ud	22,08
27	PIDM62a	Programador de riego Agronic 2500 de Progres SA con 18 salidas y conexion a PC por radio.	906,070	1,000 ud	906,07
28	PIDM63a	Equipo de filtrado Azud Helix Automatic 202 con 2 filtros de anillas y limpieza automatica	2.177,580	1,000 ud	2.177,58

Nº	Código	Designación	Importe		
			Precio (€)	Cantidad	Total (€)
29	PIDM64a	Inyectora de fertilizante SEKO PS1 de 110 l/h de caudal 8 bar y accionamiento por motor monofasico	576,680	2,000 ud	1.153,36
30	PIDM65a	Bomba soplante SEKO BL de 1 CV para agitacion de fertilizantes con accionamiento por motor monofasico	281,450	1,000 ud	281,45
31	PIDM66a	Filtro de malla Azud Modular 100 con conexion de rosca de 3/4"	7,420	5,000 ud	37,10
32	PIDM67a	Electrovalvula de bola en material plastico con solenoide y conexion de 3/4".	26,950	4,000 ud	107,80
33	PIDM68a	Deposito cubico de 1000 l para liquidos corrosivos	243,800	2,000 ud	487,60
34	PIDM69a	Deposito cilindrico de 3000 l para liquidos corrosivos	1.465,000	2,000 ud	2.930,00
35	PIDM70a	Deposito cilindrico de 5000 l para liquidos corrosivos	2.038,800	1,000 ud	2.038,80
				Total Materiales	34.976,57



Nº	Código	Designación	Importe		
			Precio (€)	Cantidad	Total (€)
1	MAMM11a	Retro-pala excavadora 75 CV.	39,210	72,590 h	2.860,90
2	MAMR02b	Tractor John Deere 5GL 75 CV con apero para instalacion de tuberias enterradas	35,000	34,750 h	1.390,00
				Total Maquinaria	4.250,90

## 1 Subunidades

Código	Ud	Descripción	Total	
1.1	m	Tubería Azud Premier PC AS DN16 con emisores incorporados de 3,5 l/h y distancia entre emisores de 1 m instalados mediante tractor John Deere 5GL de 75 CV con apero especial para la instalación de tuberías de riego enterrado. Instalada y conectada en obra mediante elementos de conexión valorados en un 10% del precio de la tubería.		
	1,000 m	AZUD premier PC AS DN16 emisores de 3,5 l/h y separación de 1m	0,190 €	0,19 €
	0,001 h	Tractor John Deere 5GL 75 CV con apero para instalación de tuberías enterradas	35,000 €	0,04 €
	0,001 h	Oficial 1ª hidráulica/fontanería	14,130 €	0,01 €
	0,001 h	Ayudante hidráulica/fontanería	12,850 €	0,01 €
	10,000 %	Medios auxiliares	0,250 €	0,03 €
		Precio total por m		0,28 €
1.2	m	Instalación de tubería de polietileno de baja densidad PE-32 en red de riego, de diámetro exterior 16 mm y presión nominal 6 atm, incluidos elementos de unión valorados en un 10 % sobre el precio del tubo, colocada en el interior de las parcelas, medida la longitud completamente instalada en obra.		
	1,000 m	Tub.poliet.PE-32 6 atm D=16 mm	0,280 €	0,28 €
	0,001 h	Oficial 1ª hidráulica/fontanería	14,130 €	0,01 €
	0,001 h	Ayudante hidráulica/fontanería	12,850 €	0,01 €
	10,000 %	Medios auxiliares	0,300 €	0,03 €
		Precio total por m		0,33 €
1.3	m	Tubería de polietileno de alta densidad PE-100 de 40 mm de diámetro exterior, con p.p de elementos de unión y accesorios valorados en un 10% sobre el precio del tubo, suministrada en rollos, incluida la excavación y posterior relleno de la zanja, mediante retro-pala excavadora de 75 CV colocada s/NTE-IFA-11, medida la longitud realmente instalada en obra.		
	1,000 m	Tub.polie.PE-100 6 atm D=40 mm	0,880 €	0,88 €
	0,017 h	Retro-pala excav. 75 CV	39,210 €	0,67 €
	0,017 h	Oficial 1ª hidráulica/fontanería	14,130 €	0,24 €
	0,017 h	Ayudante hidráulica/fontanería	12,850 €	0,22 €
	10,000 %	Medios auxiliares	2,010 €	0,20 €
		Precio total por m		2,21 €
1.4	ud	Emisor de 4 l/h con microtubo de 70 cm y 6 mm de diámetro con estaquilla para fijar el punto de aplicación del riego. Conectada a la tubería ciega de PE-32 por operario ayudante de hidráulica, medidas las unidades realmente instaladas en obra.		
	1,000 ud	Emisor con microtubo y estaquilla	0,240 €	0,24 €
	0,004 h	Ayudante hidráulica/fontanería	12,850 €	0,05 €
	10,000 %	Medios auxiliares	0,290 €	0,03 €
		Precio total por ud		0,32 €
1.5	ud	Tubería de polietileno de baja densidad PE-32 de 16 mm de diámetro exterior, con p.p de elementos de unión y accesorios valorados en un 10% sobre el precio del tubo, mas otros elementos de unión (T's de espiga en PP DN16) suministrada en rollos, colocada en obra por oficial y ayudante de fontanería. Mas materiales e instalación de ventosa de triple efecto PN16 y válvula de espiga DN16, colocada s/NTE-IFA-11, medida la longitud realmente instalada en obra.		
	2.697,000 m	Tub.poliet.PE-32 6 atm D=16 mm	0,280 €	755,16 €
	676,000 ud	T de espiga en PP DN16	0,200 €	135,20 €
	36,000 ud	Ventosa de triple efecto PN16	23,750 €	855,00 €
	36,000 ud	Valvula de espiga PP DN16	0,720 €	25,92 €
	6,000 h	Oficial 1ª hidráulica/fontanería	14,130 €	84,78 €
	6,000 h	Ayudante hidráulica/fontanería	12,850 €	77,10 €
	10,000 %	Medios auxiliares	1.933,160 €	193,32 €
		Precio total por ud		2.126,48 €

## 2 Red de distribución

Código	Ud	Descripción	Total	
2.1	m	Tubería de polietileno de alta densidad PE-100 de 110 mm de diámetro exterior, con p.p de elementos de unión y accesorios valorados en un 10% sobre el precio del tubo, suministrada en rollos, colocada en zanja sobre cama de arena de 15 cm de espesor, sin incluir la excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11, medida la longitud realmente instalada en obra.		
	1,000 m	Tub.polie.PE-100 10 atm D=110 mm	7,700 €	7,70 €
	0,017 h	Oficial 1ª hidráulica/fontanería	14,130 €	0,24 €
	0,017 h	Ayudante hidráulica/fontanería	12,850 €	0,22 €
	0,017 h	Retro-pala excav. 75 CV	39,210 €	0,67 €
	10,000 %	Medios auxiliares	8,830 €	0,88 €
			Precio total por m	9,71 €
2.2	m	Tubería de polietileno de alta densidad PE-100 de 110 mm de diámetro exterior, con p.p de elementos de unión y accesorios valorados en un 10% sobre el precio del tubo, suministrada en barras de 6 m, incluida la excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11, medida la longitud realmente instalada en obra.		
	1,000 m	Tub.polie.PE-100 6 atm D=110 mm	5,070 €	5,07 €
	0,017 h	Retro-pala excav. 75 CV	39,210 €	0,67 €
	0,017 h	Oficial 1ª hidráulica/fontanería	14,130 €	0,24 €
	0,017 h	Ayudante hidráulica/fontanería	12,850 €	0,22 €
	10,000 %	Medios auxiliares	6,200 €	0,62 €
			Precio total por m	6,82 €
2.3	m	Tubería de polietileno de alta densidad PE-100 de 90 mm de diámetro exterior, con p.p de elementos de unión y accesorios valorados en un 10% sobre el precio del tubo, suministrada en barras de 6 m, incluida la excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11, medida la longitud realmente instalada en obra.		
	1,000 m	Tub.polie.PE-100 10 atm D=90 mm	5,450 €	5,45 €
	0,017 h	Retro-pala excav. 75 CV	39,210 €	0,67 €
	0,017 h	Oficial 1ª hidráulica/fontanería	14,130 €	0,24 €
	0,017 h	Ayudante hidráulica/fontanería	12,850 €	0,22 €
	10,000 %	Medios auxiliares	6,580 €	0,66 €
			Precio total por m	7,24 €
2.4	m	Tubería de polietileno de alta densidad PE-100 de 90 mm de diámetro exterior, con p.p de elementos de unión y accesorios valorados en un 10% sobre el precio del tubo, suministrada en barras de 6 m, incluida la excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11, medida la longitud realmente instalada en obra.		
	1,000 m	Tub.polie.PE-100 6 atm D=90 mm	3,640 €	3,64 €
	0,017 h	Retro-pala excav. 75 CV	39,210 €	0,67 €
	0,017 h	Oficial 1ª hidráulica/fontanería	14,130 €	0,24 €
	0,017 h	Ayudante hidráulica/fontanería	12,850 €	0,22 €
	10,000 %	Medios auxiliares	4,770 €	0,48 €
			Precio total por m	5,25 €
2.5	m	Tubería de polietileno de alta densidad PE-100 de 75 mm de diámetro exterior, con p.p de elementos de unión y accesorios valorados en un 10% sobre el precio del tubo, suministrada en rollos, incluida la excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11, medida la longitud realmente instalada en obra.		
	1,000 m	Tub.polie.PE-100 10 atm D=75 mm	3,790 €	3,79 €
	0,017 h	Oficial 1ª hidráulica/fontanería	14,130 €	0,24 €
	0,017 h	Ayudante hidráulica/fontanería	12,850 €	0,22 €
	0,017 h	Retro-pala excav. 75 CV	39,210 €	0,67 €
	10,000 %	Medios auxiliares	4,920 €	0,49 €
			Precio total por m	5,41 €
2.6	m	Tubería de polietileno de alta densidad PE-100 de 63 mm de diámetro exterior, con p.p de elementos de unión y accesorios valorados en un 10% sobre el precio del tubo, suministrada en rollos, incluida la excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11, medida la longitud realmente instalada en obra.		
	1,000 m	Tub.polie.PE-100 10 atm D=63 mm	2,680 €	2,68 €
	0,017 h	Oficial 1ª hidráulica/fontanería	14,130 €	0,24 €
	0,017 h	Ayudante hidráulica/fontanería	12,850 €	0,22 €
	0,017 h	Retro-pala excav. 75 CV	39,210 €	0,67 €
	10,000 %	Medios auxiliares	3,810 €	0,38 €
			Precio total por m	4,19 €
2.7	m	Tubería de polietileno de alta densidad PE-100 de 50 mm de diámetro exterior, con p.p de elementos de unión y accesorios valorados en un 10% sobre el precio del tubo, suministrada en rollos, incluida la excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11, medida la longitud realmente instalada en obra.		
	1,000 m	Tub.polie.PE-100 10 atm D=50 mm	1,710 €	1,71 €
	0,017 h	Retro-pala excav. 75 CV	39,210 €	0,67 €
	0,017 h	Oficial 1ª hidráulica/fontanería	14,130 €	0,24 €

## 2 Red de distribución

Código	Ud	Descripción		Total
	0,017 h	Ayudante hidráulica/fontanería	12,850 €	0,22 €
	10,000 %	Medios auxiliares	2,840 €	0,28 €
				3,12 €
		Precio total por m		
2.8	m	Tubería de polietileno de alta densidad PE-100 de 50 mm de diámetro exterior, con p.p de elementos de unión y accesorios valorados en un 10% sobre el precio del tubo, suministrada en rollos, incluida la excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11, medida la longitud realmente instalada en obra.		
	1,000 m	Tub.polie.PE-100 6 atm D=50 mm	1,330 €	1,33 €
	0,017 h	Retro-pala excav. 75 CV	39,210 €	0,67 €
	0,017 h	Oficial 1ª hidráulica/fontanería	14,130 €	0,24 €
	0,017 h	Ayudante hidráulica/fontanería	12,850 €	0,22 €
	10,000 %	Medios auxiliares	2,460 €	0,25 €
				2,71 €
		Precio total por m		
2.9	m	Tubería de polietileno de alta densidad PE-100 de 40 mm de diámetro exterior, con p.p de elementos de unión y accesorios valorados en un 10% sobre el precio del tubo, suministrada en rollos, colocada en zanja sobre cama de arena de 15 cm de espesor, sin incluir la excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11, medida la longitud realmente instalada en obra.		
	1,000 m	Tub.polie.PE-100 10 atm D=40 mm	1,090 €	1,09 €
	0,017 h	Retro-pala excav. 75 CV	39,210 €	0,67 €
	0,017 h	Oficial 1ª hidráulica/fontanería	14,130 €	0,24 €
	0,017 h	Ayudante hidráulica/fontanería	12,850 €	0,22 €
	10,000 %	Medios auxiliares	2,220 €	0,22 €
				2,44 €
		Precio total por m		
2.10	ud	Ventosa triple efecto PN16 con p.p de elementos de unión y accesorios valorados en un 10% sobre el precio de la ventosa.		
	1,000 ud	Ventosa de triple efecto PN16	23,750 €	23,75 €
	0,250 h	Oficial 1ª hidráulica/fontanería	14,130 €	3,53 €
	10,000 %	Medios auxiliares	27,280 €	2,73 €
				30,01 €
		Precio total por ud		

### 3 Cabezal

Código	Ud	Descripción		Total
3.1	m	Tubería de polietileno de alta densidad PE-100 de 110 mm de diámetro exterior, con p.p de elementos de unión y accesorios valorados en un 10% sobre el precio del tubo, suministrada en barras de 6 m, colocada s/NTE-IFA-11, medida la longitud realmente instalada en obra.		
	1,000 m	Tub.polie.PE-100 10 atm D=110 mm	7,700 €	7,70 €
	0,017 h	Oficial 1ª hidráulica/fontanería	14,130 €	0,24 €
	0,017 h	Ayudante hidráulica/fontanería	12,850 €	0,22 €
	10,000 %	Medios auxiliares	8,160 €	0,82 €
		Precio total por m		8,98 €
3.2	m	Tubería de polietileno de alta densidad PE-100 de 110 mm de diámetro exterior, con p.p de elementos de unión y accesorios valorados en un 10% sobre el precio del tubo, suministrada en barras de 6 m, colocada s/NTE-IFA-11, medida la longitud realmente instalada en obra.		
	1,000 m	Tub.polie.PE-100 6 atm D=110 mm	5,070 €	5,07 €
	0,017 h	Oficial 1ª hidráulica/fontanería	14,130 €	0,24 €
	0,017 h	Ayudante hidráulica/fontanería	12,850 €	0,22 €
	10,000 %	Medios auxiliares	5,530 €	0,55 €
		Precio total por m		6,08 €
3.3	m	Tubería de polietileno de alta densidad PE-100 de 75 mm de diámetro exterior, con p.p de elementos de unión y accesorios valorados en un 10% sobre el precio del tubo, suministrada en rollos, colocada s/NTE-IFA-11, medida la longitud realmente instalada en obra.		
	1,000 m	Tub.polie.PE-100 10 atm D=75 mm	3,790 €	3,79 €
	0,017 h	Oficial 1ª hidráulica/fontanería	14,130 €	0,24 €
	0,017 h	Ayudante hidráulica/fontanería	12,850 €	0,22 €
	10,000 %	Medios auxiliares	4,250 €	0,43 €
		Precio total por m		4,68 €
3.4	m	Tubería de polietileno de alta densidad PE-100 de 63 mm de diámetro exterior, con p.p de elementos de unión y accesorios valorados en un 10% sobre el precio del tubo, suministrada en rollos, colocada s/NTE-IFA-11, medida la longitud realmente instalada en obra.		
	1,000 m	Tub.polie.PE-100 10 atm D=63 mm	2,680 €	2,68 €
	0,017 h	Oficial 1ª hidráulica/fontanería	14,130 €	0,24 €
	0,017 h	Ayudante hidráulica/fontanería	12,850 €	0,22 €
	10,000 %	Medios auxiliares	3,140 €	0,31 €
		Precio total por m		3,45 €
3.5	m	Instalación de tubería de PVC, de unión por junta pegada, en red de riego, de diámetro exterior 20 mm y presión nominal 10 atm, medida la longitud completamente instalada en obra. Incluidas conexiones y demas elementos valorados en un 10% del precio del equipo.		
	1,000 m	Tub.PVC j.peg. 10atm.D=20 mm	0,910 €	0,91 €
	0,017 h	Oficial 1ª hidráulica/fontanería	14,130 €	0,24 €
	0,017 h	Ayudante hidráulica/fontanería	12,850 €	0,22 €
	10,000 %	Medios auxiliares	1,370 €	0,14 €
		Precio total por m		1,51 €
3.6	m	Instalación de tubería de PVC, de unión por junta pegada, en red de riego, de diámetro exterior 50 mm y presión nominal 6 atm, medida la longitud completamente instalada en obra. Incluidas conexiones y demas elementos valorados en un 10% del precio del equipo.		
	1,000 m	Tub.PVC j.peg. 6atm.D=50 mm	1,100 €	1,10 €
	0,017 h	Oficial 1ª hidráulica/fontanería	14,130 €	0,24 €
	0,017 h	Ayudante hidráulica/fontanería	12,850 €	0,22 €
	10,000 %	Medios auxiliares	1,560 €	0,16 €
		Precio total por m		1,72 €
3.7	ud	Equipo de filtrado Azud Helix Automatic 202, instalado en el cabezal, incluidas conexiones y demas elementos valorados en un 10% del precio del equipo.		
	1,000 ud	Azud Helix Automatic 202	2.177,580 €	2.177,58 €
	2,500 h	Oficial 1ª hidráulica/fontanería	14,130 €	35,33 €
	2,500 h	Ayudante hidráulica/fontanería	12,850 €	32,13 €
	10,000 %	Medios auxiliares	2.245,040 €	224,50 €
		Precio total por ud		2.469,54 €
3.8	ud	Equipo de fertilización con 2 depósitos de 1000 l, 2 depósitos de 3000 l, 1 depósitos de 5000 l, 2 inyectoras SEKO PS1 de 110 l/h, 1 bomba soplante SEKO BL de 1 CV, 5 filtros Azud modular 100 3/4" y 4 electroválvulas de bola 3/4" instalado en el cabezal, incluidas conexiones y demas elementos valorados en un 10% del precio del equipo.		
	2,000 ud	Deposito 1000 l	243,800 €	487,60 €
	2,000 ud	Deposito 3000 l	1.465,000 €	2.930,00 €
	1,000 ud	Deposito 5000 l	2.038,800 €	2.038,80 €
	2,000 ud	Inyectora SEKO PS1 de 110 l/h	576,680 €	1.153,36 €
	1,000 ud	Soplante SEKO BL 1CV	281,450 €	281,45 €
	5,000 ud	Filtro Azud Modular 100 3/4"	7,420 €	37,10 €
	4,000 ud	Electrovalvula de bola 3/4"	26,950 €	107,80 €
	8,000 h	Oficial 1ª hidráulica/fontanería	14,130 €	113,04 €

### 3 Cabezal

Código	Ud	Descripción		Total	
	8,000	h	Ayudante hidráulica/fontanería	12,850 €	102,80 €
	10,000	%	Medios auxiliares	7.251,950 €	725,20 €
			Precio total por ud	7.977,15 €	
3.9	ud	Elementos de control y seguridad con 2 Manómetros de glicerina 0-10 Bar, 2 ventosas de triple efecto PN16, 1 válvula de compuerta de fundición DN100, 13 válvulas de esfera de PVC 2", 4 válvulas de esfera de PVC 3/4", 1 válvula antirretorno de bola DN100, 7 válvula antirretorno de PVC DN20, 2 electroválvulas de membrana y fundición DN100, 1 electroválvula de membrana y fundición DN75 y 1 electroválvula de membrana y fundición DN63. Todo instalado en el cabezal, incluidas conexiones y demás elementos valorados en un 10% del precio del equipo.			
	2,000	ud	Manóm. inox.glicerina 0-10 bar	11,040 €	22,08 €
	2,000	ud	Ventosa de triple efecto PN16	23,750 €	47,50 €
	1,000	ud	Válv.compuert.plat.c.elást D=100mm	216,540 €	216,54 €
	13,000	ud	Válv.esfera PVC rosca D=2"	27,730 €	360,49 €
	4,000	ud	Válv.esfera PVC rosca D=3/4"	5,980 €	23,92 €
	1,000	ud	Válvula antirretorno de bola DN100	50,000 €	50,00 €
	7,000	ud	T de espiga en PP DN16	0,200 €	1,40 €
	2,000	ud	Válv.hidr.básica D=4"	374,520 €	749,04 €
	1,000	ud	Válv.hidr.básica D=3"	255,320 €	255,32 €
	1,000	ud	Válv.hidr.básica D=2 1/2"	131,130 €	131,13 €
	2,500	h	Oficial 1ª hidráulica/fontanería	14,130 €	35,33 €
	2,500	h	Ayudante hidráulica/fontanería	12,850 €	32,13 €
	10,000	%	Medios auxiliares	1.924,880 €	192,49 €
			Precio total por ud	2.117,37 €	
3.10	ud	Programador de riego Agronic 2500 de 18 salidas, instalado en el cabezal, incluidas conexiones y demás elementos valorados en un 10% del precio del equipo.			
	1,000	ud	Agronic 2500 18 salidas	906,070 €	906,07 €
	2,000	h	Oficial 1ª electricidad	14,130 €	28,26 €
	2,000	h	Ayudante electricidad	12,850 €	25,70 €
	10,000	%	Medios auxiliares	960,030 €	96,00 €
			Precio total por ud	1.056,03 €	

## Presupuesto parcial nº 1 Subunidades

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
1.1	M	Tubería Azud Premier PC AS DN16 con emisores incorporados de 3,5 l/h y distancia entre emisores de 1 m instalados mediante tractor John Deere 5GL de 75 CV con apero especial para la instalación de tuberías de riego enterrado. Instalada y conectada en obra mediante elementos de conexión valorados en un 10% del precio de la tubería.			
		Total m :	34.750,000	0,28	9.730,00
1.2	M	Instalación de tubería de polietileno de baja densidad PE-32 en red de riego, de diámetro exterior 16 mm y presión nominal 6 atm, incluidos elementos de unión valorados en un 10 % sobre el precio del tubo ,colocada en el interior de las parcelas, medida la longitud completamente instalada en obra.			
		Total m :	17.375,000	0,33	5.733,75
1.3	M	Tubería de polietileno de alta densidad PE-100 de 40 mm de diámetro exterior, con p.p de elementos de unión y accesorios valorados en un 10% sobre el precio del tubo, suministrada en rollos, incluida la excavación y posterior relleno de la zanja, mediante retro-pala excavadora de 75 CV colocada s/NTE-IFA-11, medida la longitud realmente instalada en obra.			
		Total m :	2.040,000	2,21	4.508,40
1.4	Ud	Emisor de 4 l/h con microtubo de 70 cm y 6 mm de diámetro con estaquilla para fijar el punto de aplicación del riego. Conectada a la tubería ciega de PE-32 por operario ayudante de hidráulica, medidas las unidades realmente instaladas en obra.			
		Total ud :	4.350,000	0,32	1.392,00
1.5	Ud	Tubería de polietileno de baja densidad PE-32 de 16 mm de diámetro exterior, con p.p de elementos de unión y accesorios valorados en un 10% sobre el precio del tubo, mas otros elementos de unión (T's de espiga en PP DN16) suministrada en rollos, colocada en obra por oficial y ayudante de fontanería. Mas materiales e instalación de ventosa de triple efecto PN16 y válvula de espiga DN16, colocada s/NTE-IFA-11, medida la longitud realmente instalada en obra.			
		Total ud :	1,000	2.126,48	2.126,48
Total Presupuesto parcial nº 1 Subunidades :					23.490,63

## Presupuesto parcial nº 2 Red de distribución

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe	
2.1	M	Tubería de polietileno de alta densidad PE-100 de 110 mm de diámetro exterior, con p.p de elementos de unión y accesorios valorados en un 10% sobre el precio del tubo, suministrada en rollos, colocada en zanja sobre cama de arena de 15 cm de espesor, sin incluir la excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11, medida la longitud realmente instalada en obra.				
			Total m :	256,000	9,71	2.485,76
2.2	M	Tubería de polietileno de alta densidad PE-100 de 110 mm de diámetro exterior, con p.p de elementos de unión y accesorios valorados en un 10% sobre el precio del tubo, suministrada en barras de 6 m, incluida la excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11, medida la longitud realmente instalada en obra.				
			Total m :	97,000	6,82	661,54
2.3	M	Tubería de polietileno de alta densidad PE-100 de 90 mm de diámetro exterior, con p.p de elementos de unión y accesorios valorados en un 10% sobre el precio del tubo, suministrada en barras de 6 m, incluida la excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11, medida la longitud realmente instalada en obra.				
			Total m :	82,000	7,24	593,68
2.4	M	Tubería de polietileno de alta densidad PE-100 de 90 mm de diámetro exterior, con p.p de elementos de unión y accesorios valorados en un 10% sobre el precio del tubo, suministrada en barras de 6 m, incluida la excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11, medida la longitud realmente instalada en obra.				
			Total m :	31,000	5,25	162,75
2.5	M	Tubería de polietileno de alta densidad PE-100 de 75 mm de diámetro exterior, con p.p de elementos de unión y accesorios valorados en un 10% sobre el precio del tubo, suministrada en rollos, incluida la excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11, medida la longitud realmente instalada en obra.				
			Total m :	429,000	5,41	2.320,89
2.6	M	Tubería de polietileno de alta densidad PE-100 de 63 mm de diámetro exterior, con p.p de elementos de unión y accesorios valorados en un 10% sobre el precio del tubo, suministrada en rollos, incluida la excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11, medida la longitud realmente instalada en obra.				
			Total m :	294,000	4,19	1.231,86
2.7	M	Tubería de polietileno de alta densidad PE-100 de 50 mm de diámetro exterior, con p.p de elementos de unión y accesorios valorados en un 10% sobre el precio del tubo, suministrada en rollos, incluida la excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11, medida la longitud realmente instalada en obra.				
			Total m :	50,000	3,12	156,00
2.8	M	Tubería de polietileno de alta densidad PE-100 de 50 mm de diámetro exterior, con p.p de elementos de unión y accesorios valorados en un 10% sobre el precio del tubo, suministrada en rollos, incluida la excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11, medida la longitud realmente instalada en obra.				
			Total m :	67,000	2,71	181,57
2.9	M	Tubería de polietileno de alta densidad PE-100 de 40 mm de diámetro exterior, con p.p de elementos de unión y accesorios valorados en un 10% sobre el precio del tubo, suministrada en rollos, colocada en zanja sobre cama de arena de 15 cm de espesor, sin incluir la excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11, medida la longitud realmente instalada en obra.				
			Total m :	924,000	2,44	2.254,56
2.10	Ud	Ventosa triple efecto PN16 con p.p de elementos de unión y accesorios valorados en un 10% sobre el precio de la ventosa.				
			Total ud :	2,000	30,01	60,02
<b>Total Presupuesto parcial nº 2 Red de distribución :</b>					<b>10.108,63</b>	

## Presupuesto parcial nº 3 Cabezal

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
3.1	M	Tubería de polietileno de alta densidad PE-100 de 110 mm de diámetro exterior, con p.p de elementos de unión y accesorios valorados en un 10% sobre el precio del tubo, suministrada en barras de 6 m, colocada s/NTE-IFA-11, medida la longitud realmente instalada en obra.			
		Total m :	10,000	8,98	89,80
3.2	M	Tubería de polietileno de alta densidad PE-100 de 110 mm de diámetro exterior, con p.p de elementos de unión y accesorios valorados en un 10% sobre el precio del tubo, suministrada en barras de 6 m, colocada s/NTE-IFA-11, medida la longitud realmente instalada en obra.			
		Total m :	2,000	6,08	12,16
3.3	M	Tubería de polietileno de alta densidad PE-100 de 75 mm de diámetro exterior, con p.p de elementos de unión y accesorios valorados en un 10% sobre el precio del tubo, suministrada en rollos, colocada s/NTE-IFA-11, medida la longitud realmente instalada en obra.			
		Total m :	2,000	4,68	9,36
3.4	M	Tubería de polietileno de alta densidad PE-100 de 63 mm de diámetro exterior, con p.p de elementos de unión y accesorios valorados en un 10% sobre el precio del tubo, suministrada en rollos, colocada s/NTE-IFA-11, medida la longitud realmente instalada en obra.			
		Total m :	2,000	3,45	6,90
3.5	M	Instalación de tubería de PVC, de unión por junta pegada, en red de riego, de diámetro exterior 20 mm y presión nominal 10 atm, medida la longitud completamente instalada en obra. Incluidas conexiones y demas elementos valorados en un 10% del precio del equipo.			
		Total m :	50,000	1,51	75,50
3.6	M	Instalación de tubería de PVC, de unión por junta pegada, en red de riego, de diámetro exterior 50 mm y presión nominal 6 atm, medida la longitud completamente instalada en obra. Incluidas conexiones y demas elementos valorados en un 10% del precio del equipo.			
		Total m :	100,000	1,72	172,00
3.7	Ud	Equipo de filtrado Azud Helix Automatic 202, instalado en el cabezal, incluidas conexiones y demas elementos valorados en un 10% del precio del equipo.			
		Total ud :	1,000	2.469,54	2.469,54
3.8	Ud	Equipo de fertilizacion con 2 depositos de 1000 l, 2 depositos de 3000 l, 1 depositos de 5000 l, 2 inyectoras SEKO PS1 de 110 l/h, 1 bomba soplante SEKO BL de 1 CV, 5 filtros Azud modular 100 3/4" y 4 electrovalvulas de bola 3/4" instalado en el cabezal, incluidas conexiones y demas elementos valorados en un 10% del precio del equipo.			
		Total ud :	1,000	7.977,15	7.977,15
3.9	Ud	Elementos de control y seguridad con 2 Manómetros de glicerina 0-10 Bar, 2 ventosas de triple efecto PN16, 1 valvula de compuerta de fundicion DN100, 13 valvulas de esfera de PVC 2", 4 valvulas de esfera de PVC 3/4", 1 valvula antiretorno de bola DN100, 7 valvula antiretorno de PVC DN20, 2 electrovalvulas de membrana y fundicion DN100, 1 electrovalvula de membrana y fundicion DN75 y 1 electrovalvula de membrana y fundicion DN63. Todo instalado en el cabezal, incluidas conexiones y demas elementos valorados en un 10% del precio del equipo.			
		Total ud :	1,000	2.117,37	2.117,37
3.10	Ud	Programador de riego Agronic 2500 de 18 salidas, instalado en el cabezal, incluidas conexiones y demas elementos valorados en un 10% del precio del equipo.			
		Total ud :	1,000	1.056,03	1.056,03
<b>Total Presupuesto parcial nº 3 Cabezal :</b>					<b>13.985,81</b>

Capítulo	Importe (€)
1 Subunidades	23.490,63
2 Red de distribución	10.108,63
3 Cabezal	13.985,81
Presupuesto de ejecución material (PEM)	47.585,07
0% de gastos generales	0,00
0% de beneficio industrial	0,00
Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)	47.585,07
21% IVA	9.992,86
Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEC = PEM + GG + BI + IVA)	57.577,93

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata con IVA a la expresada cantidad de CINCUENTA Y SIETE MIL QUINIENTOS SETENTA Y SIETE EUROS CON NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS.

La Llosa de Ranes (Valencia) a 17/01/2024

Victor López Sancho