

TREBALL FINAL DE GRAU

Estudi: Grau en Enginyeria Agroalimentària

Títol: PROJECTE DE REG PER DEGOTEIG ENTERRAT EN CONREUS HERBACIS EN UNA PARCEL·LA DE 0,73 ha SITUADA AL T.M. DE SANT JORDI DESVALLS (GIRONÈS)

Document: Annexos a la memòria

Alumne: Genís Company Masó

Tutor: Dr. Ramírez de Cartagena Bisbe, Francesc
Departament: Enginyeria Química, Agrària i Tecnologia Agroalimentària
Àrea: Enginyeria Hidràulica

Convocatòria (mes/any): Setembre/2022

ANNEX I: CLIMATOLOGIA.....	4
ANNEX II: ANÀLISI DEL SÒL	29
ANNEX III: ANÀLISI DE L'AIGUA DE REG	45
ANNEX IV: ANÀLISI DE LES ALTERNATIVES.....	53
ANNEX V: DISSENY AGRONÒMIC	65
ANNEX VI: INSTAL·LACIÓ HIDRÀULICA DEL REG.....	82
ANNEX VII: INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA	96
ANNEX VIII: PROCÉS PRODUCTIU	109
ANNEX IX: PROGRAMACIÓ DE L'EXECUCIÓ.....	120
ANNEX X: ESTUDI ECONÒMIC I ANÀLISI DE LA INVERSIÓ	130
ANNEX XI : ESTUDI BÀSIC DE SEURETAT I SALUT	143

ANNEX I: CLIMATOLOGIA

1.	Introducció	6
2.	Dades climàtiques	7
3.	Classificació bioclimàtica de la UNESCO – FAO (1963)	8
3.1	Temperatura.....	8
3.2	Pluviometria	9
3.3	Condicions tèrmiques del clima	10
3.4	Aridesa	11
3.5	Índex xerotèrmic	12
3.6	Classificació climàtica.....	14
4.	Classificació agroecològica de Papadakis (1960).....	15
4.1	Règim tèrmic	15
4.1.1	Rigor de l’hivern.....	15
4.1.2	Rigor de l’estiu	15
4.2	Classe tèrmica.....	16
4.3	Règim d’humitat	16
4.4	Classificació climàtica.....	16
5.	Classificació climàtica de Thornthwaite (1948).....	17
5.1	Determinació de l’índex d’humitat	17
5.2	Determinació de la variació estacional de la humitat.....	19
5.3	Determinació de l’eficiència tèrmica (TE)	19
5.4	Determinació de la concentració tèrmica durant l’estiu	19
5.5	Classificació climàtica de Thornthwaite	19
6.	Evapotranspiració de referència	20

7. El vent	22
8. Règim de gelades	23
9. Hores de fred	26
9.1 Mètode Weinberger (1956).....	26
9.2 Mètode Mota (1957).....	26

1. Introducció

Per determinar el clima de la finca s'han obtingut les dades climàtiques d'una estació meteorològica de la Xarxa d'Estacions Meteorològiques Automàtiques (XEMA) de Catalunya.

Per escollir l'estació més representativa primer s'ha tingut en compte la proximitat entre les estacions més properes i la finca, les quals són l'EMA de La Tallada de l'Empordà i l'EMA de Banyoles, que estan a una distància en línia recte de 7,8 i 14,9 quilòmetres respectivament mesurada a partir de les seves coordenades UTM.

Finalment, s'ha decidit obtenir les dades de l'estació de La Tallada de l'Empordà, a causa de la seva proximitat, a més a més els climes són bastant semblants entre l'estació i la finca.

L'estació meteorològica de La Tallada de l'Empordà està situada a la comarca del Baix Empordà i, operativa des del 01/05/1989. Pertany a l'Agència Estatal de Meteorologia i al Servei Meteorològic de Catalunya.

La situació geogràfica de l'estació és la següent:

Comarca: Baix Empordà

Altitud: 15 m

Latitud: 42° 4' 48" N

Longitud: 3° 31' 48" E

2. Dades climàtiques

La taula 1 ha estat realitzada mitjançant les mitjanes dels últims 10 anys, 01/01/2011 fins al 31/12/2021, a partir de les dades que s'han obtingut del Servei Meteorològic de Catalunya.

Taula 1: Resum de les dades mitjanes de cada mes a l'estació meteorològica de la Tallada de l'Empordà.

MES	T mitjana (°C)	T' màxima (°C)	T màx. abs. (°C)	t' mínima (°C)	t mín. abs. (°C)	HR mitjana (%)	Precipitació (mm)	ETo (mm)
Gener	7,3	13,9	22,7	1,5	-6,4	77,2	52,1	29,4
Febrer	8,3	14,5	24,8	2,3	-7,1	72,2	22,2	40,6
Març	10,7	17,1	25,6	4,4	-2,0	72,8	56,9	70,0
Abril	13,5	19,5	29,2	7,4	-0,7	73,1	73,5	91,0
Maig	17,0	23,1	30,9	11,0	3,4	71,2	37,1	117,7
Juny	21,3	27,7	38,7	14,8	8,0	68,4	27,9	140,1
Juliol	23,6	29,8	40,6	17,4	10,8	68,3	41,8	150,0
Agost	23,5	30,0	36,8	17,4	11,4	70,1	23,0	137,0
Setembre	20,2	26,6	33,5	14,5	7,2	74,6	59,0	93,8
Octubre	16,4	22,7	32,0	10,9	-0,5	77,6	78,8	62,8
Novembre	11,6	17,6	27,1	6,3	-3,5	78,6	98,0	34,0
Desembre	8,0	15,0	23,6	2,2	-5,1	80,4	18,8	25,6

Tm = Temperatura mitjana mensual ; T' màxima = Temperatura mitjana de les màximes mensuals ; T màx. abs. = Temperatura màxima durant el període 2011 – 2021 ; T mínima = temperatura mitjana de les mínimes mensuals ; T mín. abs. = Temperatura mínima durant el període 2011 – 2021 ; HR mitjana = Humitat relativa mitjana mensual ; Precipitació = precipitació mitjana mensual ; ETo = Evapotranspiració de referència.

3. Classificació bioclimàtica de la UNESCO – FAO (1963)

Aquesta classificació té per objectiu caracteritzar la relació de les condicions climàtiques amb el desenvolupament de la vida vegetal mitjançant els valors mitjans de les dades climàtiques. Els factors climatològics que s'utilitzen per fer aquesta classificació són la temperatura, la pluviometria, l'aridesa, els índexs xerotèrmics i la classificació climàtica.

3.1 Temperatura

Com es representa a la figura 1, els mesos més calorosos d'estiu són juny, juliol i agost, amb una temperatura mitjana entre els 20 i 25°C, els quals han arribat a una màxima de fins 40,6°C al mes de juliol. Per altra banda, els mesos més freds són desembre, gener i febrer amb una temperatura mitjana de 2°C, baixant fins a arribar a una temperatura mínima de -7,1°C al mes de febrer.

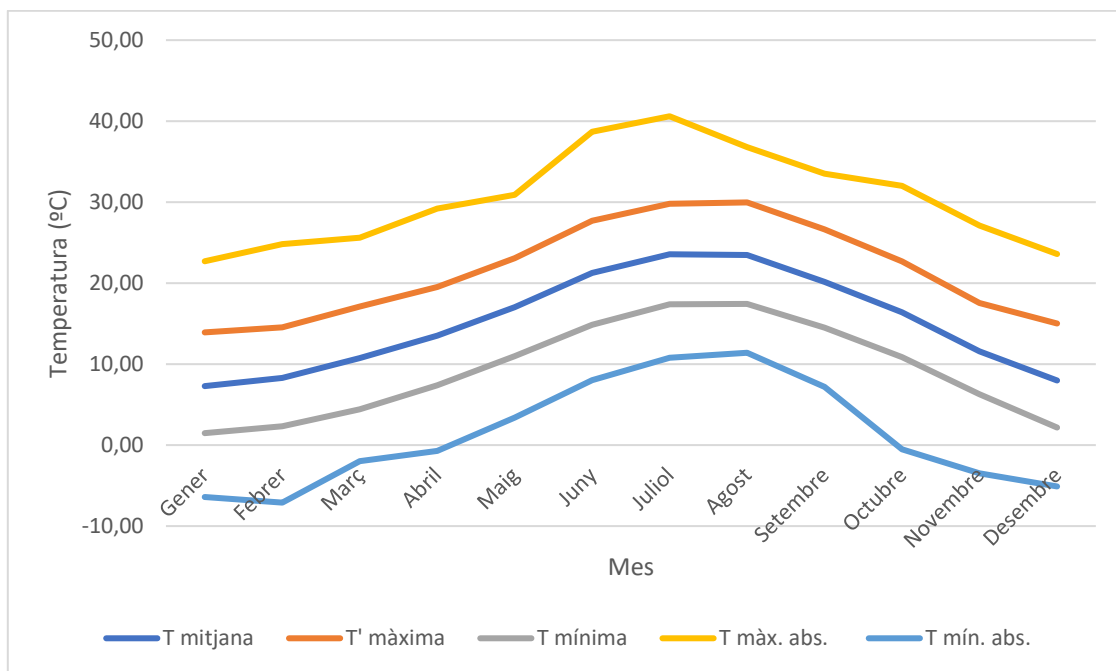


Figura 1: Evolució mitjana mensual de les temperatures a l'estació de La Tallada de l'Empordà.

(Anys 2011 - 2021)

La temperatura actua sobre l'activitat metabòlica dels cultius i, per tant, incideix en la seva velocitat de creixement. El llindar de creixement del blat de moro es troba entre els 10 i els 32°C, la temperatura òptima ronda els 24 – 30°C. Temperatures superiors a 32°C el creixement s'atura i a partir dels 42°C els efectes són negatius.

Les temperatures mitjanes dels mesos compresos entre abril i setembre es troben dins el rang de les òptimes pel cultiu del blat de moro, per tant, no suposarà cap problema pel cultiu.

Es considera un mes càlid aquell que la temperatura mitjana del mes és > 20°C, un mes temperat si $0 < T \text{ mitjana} < 20^\circ\text{C}$ i es considera un mes fred quan $T \text{ mitjana} < 0^\circ\text{C}$.

3.2 Pluviometria

La taula 2 mostra la pluviometria anual, amb un total de 589,2 mm, principalment, repartits durant la primavera i la tardor amb 400 mm acumulats. .

Taula 2: Precipitacions mitjanes mensuals (2011-2021).

	G	F	M	A	M	J	JL	A	S	O	N	D	TOTAL
Precipitació mitjana (mm)	52,1	22,2	56,9	73,5	37,1	27,9	41,8	23,0	59,0	78,8	98,0	18,8	589,2

Tenint en compte la pluja acumulada durant l'any, el reg resulta necessari, en el cultiu del blat de moro, realitzar aportacions d'aigua durant el seu desenvolupament, comprès entre els mesos d'abril fins a setembre.

3.3 Condicions tèrmiques del clima

Per caracteritzar les condicions tèrmiques del clima, la classificació de la UNESCO – FAO pren la temperatura mitjana del mes més fred i crea tres grups climàtics, indicats a continuació:

- Grup 1: Climes càlids, temperats-càlids i temperats. La T mitjana del mes més fred és superior a 0°C.
- Grup 2: Climes temperats-freds i freds. La Tm d'alguns mesos és més petita que 0°C.
- Grup 3: Clima glacial. La Tm de cada mes és menor que 0°C.

En la taula 3, s'observa que la temperatura mitjana del mes més fred és la del mes de gener amb 7,3°C. Segons els valors considerats per la UNESCO – FAO, classifica aquesta zona climàtica en el grup 1, com un clima temperat, ja que la temperatura mitjana varia entre el 0 i 10°C.

Taula 3: Temperatures mitjanes anuals (2011-2021).

	G	F	M	A	M	J	JL	A	S	O	N	D
T mitjana (°C)	7,3	8,3	10,7	13,5	17,0	21,3	23,5	23,6	20,2	16,4	11,6	8,0

Aquesta classificació també defineix si existeix hivern i quin és el rigor d'aquest. Per a fer-ho utilitza la temperatura mitjana de les mínimes del mes més fred (Tm), mostrades a la taula 4.

Taula 4: Temperatures mínimes del mes més fred (2011-2021) i temperatura mitjana mínima del període 2011-2021.

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	T mitjana mínima (°C)
T mínima (°C)	0,9	0,2	0,2	3,3	1,1	3,4	0,8	2,7	0,2	2,2	1,3	1,4

Segons la classificació de la UNESCO – FAO, el tipus d’hivern que correspon a una temperatura mitjana mínima d’1,5, està definit com a hivern moderat amb temperatures compreses entre -1 i 3°C.

3.4 Aridesa

És una variable que determina la presència de mesos secs i la seva duració. Es defineix com un mes sec aquell en què la precipitació, expressada en mm, és inferior al doble de la temperatura mitjana, expressada en °C.

La taula 5 i la figura 2 mostren els valors obtinguts de l’estació meteorològica de La Tallada de l’Empordà.

Taula 5: Temperatures i precipitacions mitjanes mensuals (2011-2021).

	G	F	M	A	M	J	JL	A	S	O	N	D
T mitjana (°C)	7,3	8,3	10,7	13,5	17,0	21,3	23,5	23,6	20,2	16,4	11,6	8,0
Precipitació (mm)	52,1	22,2	56,9	73,5	37,1	27,9	41,8	23,0	59,0	78,8	98,0	18,8

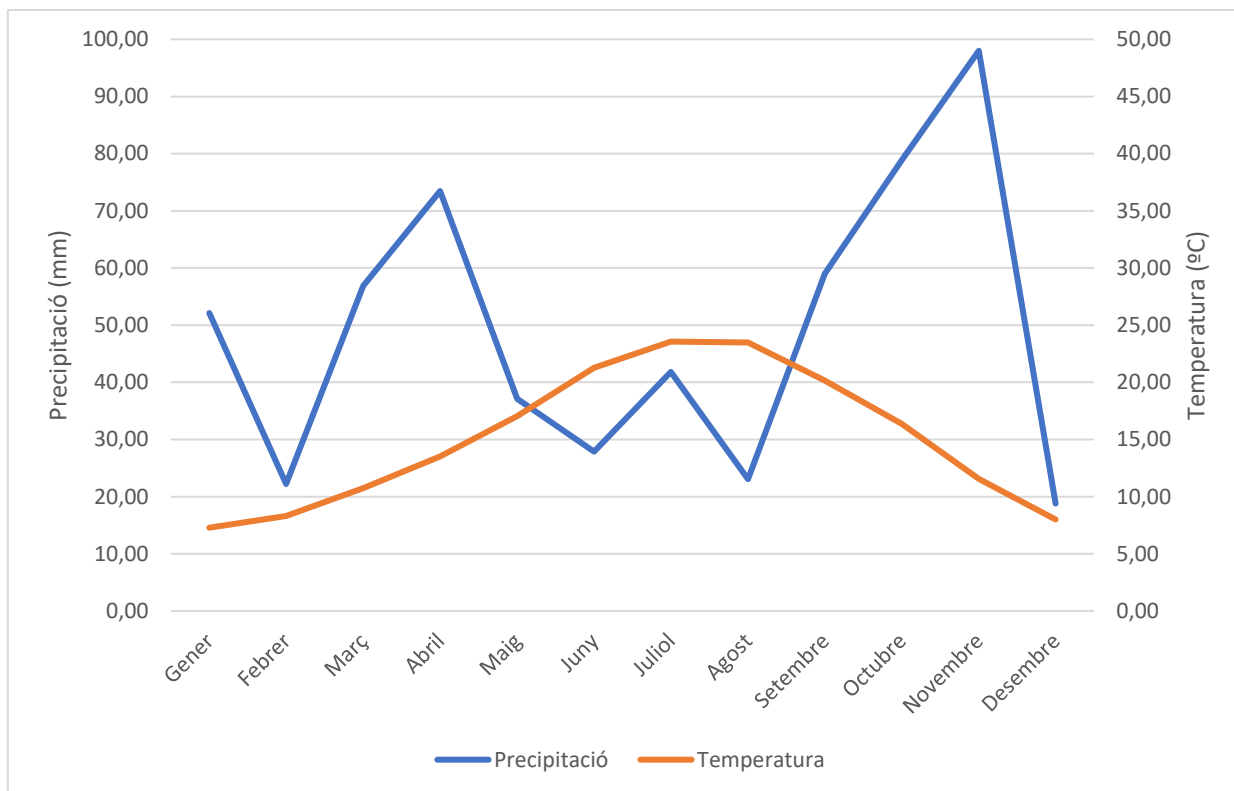


Figura 2: Diagrama ombrotèrmic de Gausson (2011 - 2021)

Observant el diagrama ombrotèrmic de Gausson i la taula 4 es pot afirmar que només hi ha un sol període de sequera, durant els mesos de juny, juliol i d'agost i, per tant, es classifica el clima com a xèric mediterrani, definit com a un període sec d'1 a 8 mesos, coincidint amb l'estació calorosa dels dies més llargs.

Aquest interval de sequera coincideix amb el període de desenvolupament del blat de moro, però gràcies a la presència del reg no suposarà cap problema amb el cultiu.

3.5 Índex xerotèrmic

L'índex xerotèrmic permet caracteritzar la intensitat de la sequera. L'índex mensual (X_m) informa del nombre de dies que es consideren biològicament secs. Els dies sense precipitació es consideren com a dies secs, mentre que els dies de boira i rosada són considerats com a $\frac{1}{2}$ dia sec. També té en compte la humitat relativa mitjana.

Per poder-ho calcular cal conèixer els següents paràmetres:

N = nombre de dies del mes.

P = nombre de dies de pluja.

b = nombre de dies de boira i de rosada del mes

K = constant depenent de la HR mitjana

$$X_m = [N - (P + b/2)] \cdot K$$

$$IP_x = \sum X_m$$

Les humitats relatives mitjanes dels mesos de juny, juliol i agost són respectivament 68,4; 68,2 i 70,1, per tant el paràmetre K adopta un valor de 0,8, ja que tots els valors d'humitat mitjana mensual estan compresos en l'interval 60-79,9%.

Els valors de la resta de paràmetres necessaris pel càlcul de l'Índex Xerotèrmic es mostren a la taula 6:

Taula 6: Paràmetres pel càlcul de l'índex xerotèrmic i valor de l'Índex Xerotèrmic mensual.

	N	P	b	K	X _m
JUNY	30	8	0	0,8	17,6
JULIOL	31	3	0	0,8	22,4
AGOST	31	5	0	0,8	20,8
IP _x =					60,8

El valor de l'índex anual resultant, està comprès entre els valors de $40 < IP_x \leq 75^*$, classificat com a mesomediterrani atenuat.

** Subdivisió de climes mediterranis en què el període sec coincideix amb els dies més llargs.*

3.6 Classificació climàtica

Agrupant els factors climàtics anteriors, s'obté la següent classificació climàtica:

- Tipus climàtic segons la temperatura: Grup 1, clima temperat, amb hivern moderat.
- Tipus climàtic segons l'aridesa: xèric mediterrani.
- Valor de l'índex: $40 < 60,8 \leq 75^*$.

La classificació climàtica segons la UNESCO – FAO és de mesomediterrani atenuat.

4. Classificació agroecològica de Papadakis (1960)

Aquesta classificació utilitza fonamentalment índexs obtinguts a partir de valors extrems dels factors climàtics, per tal de compondre la fórmula climàtica de Papadakis, la qual caracteritzarà el clima de la zona en funció del rigor de l'hivern, la calor de l'estiu i el règim estacional d'humitat de la zona. Per tal de caracteritzar el clima, la classificació de Papadakis estableix una sèrie de plantes indicadores en funció de les seves exigències tèrmiques per arribar a la maduresa fisiològica.

4.1 Règim tèrmic

4.1.1 Rigor de l'hivern

En funció de les dades següents:

- Temperatura mitjana de les mínimes absolutes del mes més fred: -3,4 °C.
- Temperatura mitjana de les mínimes del mes més fred: 1,5 °C.
- Temperatura mitjana de les màximes del mes més fred: 13,9 °C.

El tipus climàtic que correspon a aquesta zona és *Av (Avena càlida)*, que permet el conreu de la civada, però no de cítrics a causa de les baixes temperatures durant l'hivern.

4.1.2 Rigor de l'estiu

El càlcul d'aquest paràmetre s'ha basat en les dades següents:

- Durada de l'estació lliure de gelades (mínima, disponible o mitja), en mesos: 5 mesos.
- Mitjana de la mitja de les màximes dels 6 mesos més càlids: 34,5 °C.
- Mitjana de les màximes del mes més càlid: 39,8 °C.
- Mitjana de les mínimes del mes més càlid: 17,4 °C.

El tipus climàtic corresponent a aquesta zona resulta ser M² (Blat de moro), ja que segons la classificació de Papadakis el període disponible lliure de gelades és superior a 4,5 i, la temperatura mitjana dels 6 mesos més càlids és superior a 21°C.

4.2 Classe tèrmica

Combinant el tipus climàtic definit per rigor de l'hivern i per la calor d'estiu, es determina la classe tèrmica que caracteritza el tipus climàtic de la zona. En aquest cas la combinació de: rigor d'hivern Av i una calor d'estiu M, suposa AvM, que està dins la classificació de clima Pampeano – Patagoniano (PA).

4.3 Règim d'humitat

El tipus climàtic segons el règim d'humitat es classifica d'acord amb la distribució de mesos humits i secs. Per aquesta zona correspon a Me (sec); una zona ni humida ni desèrtica on la precipitació hivernal és major que l'estival i, la humitat relativa varia entre el 22 – 88% amb temperatures mitjanes superiors als 15 °C.

4.4 Classificació climàtica

La classificació climàtica vindrà determinada per la fórmula climàtica de Papadakis, essent aquesta AvM²Me. Per tant, es conclou que el clima en qüestió presenta un hivern tipus civada, un estiu que permet la maduració del blat de moro i un règim d'humitat que no és ni humit ni desèrtic, amb una precipitació estival inferior a l'hivernal.

5. Classificació climàtica de Thornthwaite (1948)

La fórmula climàtica proposada per Thornthwaite està composta per 4 lletres i 2 subíndexs. Les dues primeres lletres majúscules fan referència a l'índex d'humitat i a l'eficàcia tèrmica de la zona. La tercera i la quarta, minúscules, corresponen a la variació estacional de la humitat i a la concentració tèrmica d'estiu.

5.1 Determinació de l'índex d'humitat

El balanç hídric consisteix a determinar quins són els mesos durant els quals es produeix un dèficit hídric, per tal de determinar en quines èpoques serà necessari efectuar el reg.

Per arribar a determinar el balanç hídric s'han de tenir en compte tota una sèrie de factors com són: la precipitació mitjana mensual (P), l'evapotranspiració de referència mitjana mensual (ET_0), la reserva hídrica del sòl (R), la variació d'aquesta reserva hídrica (VR), l'evapotranspiració real mensual (ETA), el dèficit hídric mensual (D), l'excés hídric mensual (E) i el drenatge mensual (Dr).

Per tal de poder aplicar les fórmules a totes les classes de sòls, s'estableixen una sèrie d'hipòtesis:

- La reserva del sòl varia entre 0 i 100 mm ($0 \leq R \leq 100$).
- L'evapotranspiració real (ET_A) correspon a les precipitacions del mes (P_i) sumades a la reserva del sòl del mes anterior (R_{i-1}), en els mesos en què no s'assoleixin les condicions potencials per falta d'humitat. $ET_{Ai} = P_i + (R_{i-1})$.
- En els mesos suficientment humits, l'evapotranspiració real (ETA) coincideix amb la de referència (ET_0).
$$\text{Si, } P_i + (R_{i-1}) \geq ET_{0i} \quad ET_{Ai} = ET_{0i}$$
- Existeix dèficit hídric (D_i) en els mesos en què l'evapotranspiració real és inferior a la potencial.
$$D_i = ET_{0i} - ET_{Ai}$$
- Existeix excés hídric (E_i) en els mesos en què a l'acumular aigua en les reserves del sòl (R), aquestes superin el valor 100.
$$\text{Si, } [P_i + (R_{i-1})] - ET_{0i} > 100$$
$$E_i = [P_i + (R_{i-1})] - (ET_{0i} + 100)$$
- El drenatge d'un mes (Dr) es considera com la meitat de l'excés hídric del mes actual més la meitat del drenatge del mes anterior.
$$Dr = E_i / 2 + (Dr_{i-1} / 2)$$

La taula 7 mostra el resultat del balanç hídric realitzat.

Taula 7: Resultat del balanç hídric.

	G	F	M	A	M	J	JL	A	S	O	N	D
ET _o (mm/mes)	29,4	40,6	70,0	91,0	117,7	140,0	150,0	137,0	93,8	62,8	34,0	25,6
P (mm)	52,1	22,2	56,9	73,5	37,1	27,9	41,8	23,0	59,0	78,8	98,0	18,8
R	100	81,6	68,5	51,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,0	80,0	73,2
VR	22,8	-18,4	-13,1	-17,6	-51,0	0,00	0,00	0,00	0,00	16,0	64,0	-6,8
D	0	0	0	0	29,6	112,2	108,2	114,0	34,8	0	0	0
E	22,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dr	11,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ET _A (mm)	125,3	122,2	138,5	142,0	88,1	27,9	41,8	23,0	59,0	78,8	114,0	98,8

Com es pot observar a partir de la Taula 7 es produeix un dèficit hídric des del mes de maig fins al mes de setembre, serà durant aquests mesos quan es farà efectiu el reg.

Per poder calcular l'índex d'humitat de Thornthwaite s'ha utilitzat la fórmula següent:

$$I_m = I_h - (0,6 \cdot I_a) = 2,3 - (0,6 \cdot 40,2) = -21,8 \%$$

- Índex d'aridesa: Defineix el percentatge de falta d'aigua dels diferents mesos respecte a l'ETP de l'any. S'expressa com:

$$[I_a] = 100 \cdot \Sigma(D/ET_o) = 100 \cdot 398,7/992 = 40,2 \%$$

- Índex d'humitat: defineix el conjunt dels excessos d'aigua, en forma de percentatge, respecte a l'ETP anual. S'expressa com:

$$[I_h] = 100 \cdot \Sigma(E/ET_o) = 100 \cdot 22,8/992 = 2,3 \%$$

Segons Thornthwaite, per un índex d'humitat de -21,8 %, el tipus climàtic corresponent és D, descrit com a semiàrid.

5.2 Determinació de la variació estacional de la humitat

Aquesta determinació avalua els índexs de falta d'humitat (I_a) en climes humits i l'índex d'excés d'humitat (I_h) en climes secs. Això permet caracteritzar si en un clima humit existeixen períodes secs, o bé si en climes secs es donen períodes humits.

Segons la classificació de Thornthwaite, pel clima semiàrid (D), l'excés d'aigua és petit o bé nul (d), segons la condició de $10 > I_h \geq 0$.

5.3 Determinació de l'eficiència tèrmica (TE)

Segons Thornthwaite l'evapotranspiració potencial (ETP) és un bon índex per a determinar l'eficiència tèrmica. La suma de les ETP mitjanes mensuals es pren com l'índex d'eficiència tèrmica.

Segons la classificació de Thornthwaite, el valor d'ETP (992) es descriu com una mesotèrmic del tipus B₃, compresa entre els valors de $997 \geq ETP > 855$.

5.4 Determinació de la concentració tèrmica durant l'estiu

La concentració de l'eficàcia tèrmica a l'estiu es defineix a partir del percentatge d'ETP que correspon als mesos de juny, juliol i agost, expressat de la següent forma:

$$ETP_{\text{estiu}}\% = 100 \cdot (ETP_{VI} + ETP_{VII} + ETP_{VIII})/ETP = 43,1\%$$

Per a una concentració de l'eficiència tèrmica a l'estiu inferior del 48%, el tipus climàtic que li correspon és de baixa concentració expressada amb la sigla a'.

5.5 Classificació climàtica de Thornthwaite

Adjuntant totes les sigles de les diferents classificacions s'obté la classificació climàtica de: D B₃ d a'.

6. Evapotranspiració de referència

L'ET_o és un paràmetre que es defineix com el valor d'evapotranspiració d'una superfície extensa d'un prat verd (festuca o userda) d'altura uniforme de 0,12 metres, en creixement, que cobreix completament el sòl, amb bona disponibilitat d'aigua i està en les condicions òptimes d'humitat en el sòl. Aquest valor es pot determinar de forma diària a partir de factors climatològics com la radiació solar, la humitat de l'aire i el vent (Allen et al., 1998).

$$ET_o = \frac{0,408 \cdot \Delta \cdot (R_n - G) + \gamma \cdot \frac{900}{T + 273} \cdot U_2 \cdot (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma \cdot (1 + 0,34 \cdot U_2)}$$

On:

- ET_o: evapotranspiració de referència (mm dia⁻¹)
- R_n: radiació neta a la superfície del cultiu (MJ m⁻² dia⁻¹)
- G: escalfament del sòl (MJ m⁻² dia⁻¹)
- T: temperatura mitjana de l'aire a 2 m d'alçada (°C)
- U₂: velocitat del vent a 2 m d'alçada (m s⁻¹)
- e_s: pressió de vapor a saturació (kPa)
- e_a: pressió de vapor actual (kPa)
- e_s – e_a: dèficit de pressió de vapor a saturació (kPa)
- Δ: pendent de la corba de pressió de vapor (kPa °C⁻¹)
- γ: constant psicomètrica (kPa °C⁻¹)

L'estació meteorològica de La Tallada de l'Empordà proporciona els valors diaris de l'ET_o, gràcies al fet que recull tots els paràmetres meteorològics necessaris per al càlcul.

A la figura 3 es mostra la mitjana mensual dels valors de l'ET_o proporcionats per l'estació durant el període 2011 - 2021. L'ET_o és màxima durant els mesos de juny, juliol i agost, arribant fins als 150 mm al mes de juliol.

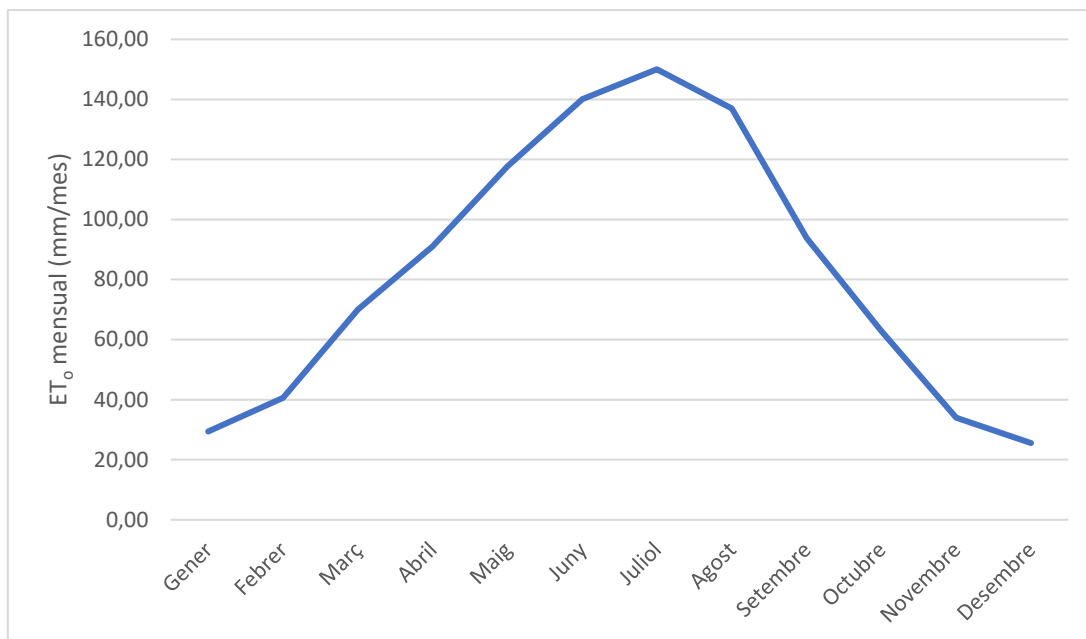


Figura 3: Evapotranspiració de referència mensual registrada a l'estació de La Tallada de l'Empordà durant el període 2011 - 2021.

7. El vent

El vent és un factor important en els conreus, ja sigui per possibles danys que pot ocasionar o bé, pel fet de determinar l'elecció del sistema de reg a implantar.

El vent més dominant de la zona on es situa el projecte és la tramuntana, la qual pot assolir velocitat de fins a 9 m/s.

A partir de la taula 8 es pot observar que els mesos amb més afectació del vent són de novembre fins a març, amb velocitats màximes al voltant dels 5 m/s, mentre que la resta de mesos es mou entre el 2 i 3 m/s. La velocitat mitjana del vent es manté constant al llarg de tot l'any, entre 1 i 1,6 m/s.

Es conclou que no hi haurà cap mena d'afectació de cara a qualsevol cultiu.

Taula 8: Velocitats mitjanes del vent a 2 metres del terra.

	G	F	M	A	M	J	JL	A	S	O	N	D
Velocitat mitjana del vent (m/s)	1,2	1,6	1,6	1,4	1,3	1,2	1,2	1,1	1,2	1,0	1,3	1,2
Velocitat màxima mitjana del vent (m/s)	4,9	5,4	5,4	3,3	3,2	2,4	2,2	2,1	3,1	3,2	4,9	3,7
Velocitat màxima absoluta mitjana del vent (m/s)	7,5	8,9	7,4	5,0	5,6	3,9	3,3	2,8	8,9	7,3	8,9	6,2

8. Règim de gelades

Per determinar el règim de gelades s'utilitzarà el mètode de Papadakis el qual estableix un període mínim lliure de gelades, un període disponible lliure de gelades, un període mig lliure de gelades i un període total lliure de gelades en funció de les temperatures mínimes absolutes mensuals.

La taula 9 recull les temperatures mínimes absolutes mensuals assolides en el període del 2011 – 2021, emprades pel càlcul dels diferents períodes.

Taula 9: Temperatures mínimes absolutes mensuals.

	G	F	M	A	M	J	JL	A	S	O	N	D
Temperatura mínima absoluta (°C)	-6,4	-7,1	-2,0	-0,7	3,4	8,0	10,8	11,4	7,2	-0,5	-3,5	-5,1

El nombre de dies lliures de gelada es calcula amb la següent equació;

$$\frac{s - d}{g} = \frac{T - d}{x}$$

On:

X = nombre de dies amb risc de gelades

T = Temperatura mínima absoluta establerta

d = Temperatura del mes amb una temperatura inferior a l'establerta dintre el període lliure de gelades.

s = Temperatura del mes amb una temperatura superior a l'establerta dintre el període lliure de gelades.

g = Nombre de dies del mes

- Període mínim lliure de gelades:

S'entén com a període mínim lliure de gelades, l'interval de mesos on la temperatura mínima absoluta és igual o superior a 7°C.

Maig: Temperatura mínima absoluta = 3,4°C

Juny: Temperatura mínima absoluta = 8°C

El 25 de maig s'assoliria una temperatura mínima absoluta és igual o superior a 7°C.

Setembre: Temperatura mínima absoluta = 7,2°C

Octubre: Temperatura mínima absoluta = -0,5°C

A partir del 2 de setembre la temperatura mínima absoluta és inferior a 7°C.

Així doncs, el període mínim lliure de gelades, d'uns 3 mesos, queda comprès entre el 25 de maig i el 2 de setembre.

- Període disponible lliure de gelades:

S'entén com a període disponible lliure de gelades, l'interval de mesos on la temperatura mínima absoluta és superior a 2°C.

Abril: Temperatura mínima absoluta = -0,7°C

Maig: Temperatura mínima absoluta = 3,4°C

El 21 d'abril s'assoliria una temperatura mínima absoluta és igual o superior a 2°C.

Setembre: Temperatura mínima absoluta = 7,2°C

Octubre: Temperatura mínima absoluta = -0,5°C

A partir del 20 de setembre la temperatura mínima absoluta és inferior a 2°C.

Per tant, el període disponible lliure de gelades, d'uns 5 mesos, queda comprès entre el 21 d'abril i el 20 de setembre.

- Període mig lliure de gelades:

S'entén com a període mig lliure de gelades, l'interval de mesos on la temperatura mínima absoluta és superior a 0°C.

Abril: Temperatua mínima absoluta = -0,7°C

Maig: Temperatua mínima absoluta = 3,4°C

El 6 d'abril s'assoliria una temperatura mínima absoluta és igual o superior a 0°C.

Setembre: Temperatua mínima absoluta = 7,2°C

Octubre: Temperatua mínima absoluta = -0,5°C

A partir del 28 de setembre la temperatura mínima absoluta és inferior a 0°C.

El període mig lliure de gelades, d'uns 5 mesos, queda comprès entre el 6 d'abril i el 28 de setembre.

L'època de sembra del blat de moro és important tenir en compte el període disponible lliure de gelades, per evitar la pèrdua del cultiu. Aquest interval està comprès entre el 21 d'abril i 20 de setembre, per tant, s'aconsella sembrar a finals d'abril o bé principis de maig en varietats de cicles llargs.

9. Hores de fred

Per tal de determinar quin és el nombre d'hores - fred on s'ubica el projecte, es consideraran vàries expressions desenvolupades per diferents autors.

9.1 Mètode Weinberger (1956)

Segons Weinberger el nombre d'hores de fred va en funció de la mitjana aritmètica de les Tm del desembre i del gener, que resulta ser de 7,6°C.

Així doncs, a partir de la Taula 10, segons Weinberger amb una temperatura mitjana de 7,6°C hi ha un total de 1.150 hores de fred.

Taula 10: Càlcul de les hores de fred per la correlació de Weinberger

T m (°C)	13,2	12,3	11,4	10,6	9,8	9	8,3	7,6	6,9	6,3	5,7	5,4	5,1	4,8
Hores – fred	450	550	650	750	350	950	1050	1150	1250	1350	1450	1500	1550	1600

9.2 Mètode Mota (1957)

Segons Mota, el nombre d'hores de fred mensual es dedueix a partir de la següent expressió:

$$Y = 485,1 - 28,5 \cdot X$$

On:

Y : hores de fred mensual

X : temperatura mitjana mensual en °C (Tm)

A la taula 11 es mostren les hores- fred que es produeixen cada mes, juntament amb el total anual.

Taula 11: Hores - fred pel mètode Mota.

	G	F	M	A	M	J	JL	A	S	O	N	D	TOTAL
T m (°C)	7,3	8,3	10,7	13,5	17,0	21,3	23,6	23,5	20,2	16,4	11,6	8,0	
Hores - fred	278	249	179	100	0	0	0	0	0	18	155	257	1236

Els mesos compresos entre maig i setembre no s'acumula cap hora de fred, sense problemes pel cultiu del blat de moro.

A partir dels dos mètodes de càlcul d'hores de fred, s'obté un rang entre les 1.150 a 1.236 hores de fred anuals.

ANNEX II: ANÀLISI DEL SÒL

1. Introducció.....	30
2. Resultats de l'anàlisi del sòl.....	31
3. Interpretació dels resultats.....	33
3.1 Textura	33
3.2 Carbonats totals	33
3.3 pH.....	35
3.4 Matèria orgànica	36
3.5 Conductivitat elèctrica.....	37
3.6 Nitrogen.....	37
3.7 Fòsfor.....	39
3.8 Potassi	39
3.9 Magnesi	40
3.10 Calci.....	41
3.11 Sodi	42
3.12 Capacitat d'intercanvi catiònic	43

1. Introducció

De cara a obtenir les produccions desitjades és molt important realitzar una anàlisi fisicoquímica del sòl, ja que les propietats i característiques del sòl permeten conèixer el contingut de nutrients que la planta podrà tenir a disposició. La principal funció del sòl és emmagatzemar i subministrar l'aigua i l'oxigen a les arrels, és la font d'elements nutritius del cultiu, fa de suport físic a la planta i és un hàbitat per a diversos organismes i restes vegetals que l'enriqueixen amb matèria orgànica.

Per dur a terme l'anàlisi del sòl es van prendre mostres a les profunditats de, 0 a 20 cm, 20 a 40 cm i 40 a 60 cm. La mostra que es va analitzar es va obtenir per barreja uniforme del mostreig en 3 punts de la parcel·la, per a cada profunditat establerta.

La mostra del sòl es va analitzar en un laboratori, homologat per l'ENAC.

2. Resultats de l'anàlisi del sòl

A les taules 1 i 2 es recullen els resultats obtinguts de l'anàlisi del sòl. La taula 1 fa referència a la granulometria del sòl classificat per la USDA en funció de la seva profunditat, mentre que la taula 2 es recullen les principals característiques químiques.

Taula 6: Percentatges de les fraccions granulomètriques del sòl de la parcel·la.

TEXTURA	PROFUNDITAT (cm)		
	0 - 20	20 - 40	40 - 60
SORRA (%)	32	40	44
LLIMS (%)	42	36	28
ARGILA (%)	26	24	28
CLASSIFICACIÓ TEXTURAL	Franca	Franca	Franco - argilosa

Taula 7: Resultats de l'anàlisi químic del sòl.

PROFUNDITAT (cm)	0 - 20	20 - 40	40 - 60	Mitjana
pH (1:2,5 en aigua)	8,3	8,3	8,5	8,37 ± 0,09
CE a 25°C (dS/m) (ext. 1:5 H ₂ O)	0,12	0,12	0,11	0,12 ± 0
Carbonats totals (%CaCO ₃)	17	15	16	16 ± 0,82
Matèria orgànica (%)	1,4	1,36	0,58	1,11 ± 0,38
Nitrogen Kjeldsahl (%)	0,1	0,09	0,05	0,08 ± 0,02
Fòsfor Olsen (ppm)	20	16,4	6,7	14,37 ± 5,62
Potassi acetat amònic (ppm)	133	157	91	127 ± 27,28
Magnesi canviable acetat amònic (ppm)	110	112	109	110,33 ± 1,25
Calci canviable (ppm)	6,31	6,34	6,77	6,47 ± 0,21
Relació N/C	8,06	8,42	6,83	7,77 ± 0,68
Sodi (ppm)	37	25	25	29 ± 5,66

3. Interpretació dels resultats

3.1 Textura

La textura del sòl és la propietat definida a partir de la proporció de les diferents partícules minerals que el componen. La plasticitat, la coherència i l'adhesivitat són característiques relacionades amb la textura.

La textura es classifica a partir de la proporció de sorres, llims i argiles de la mostra analitzada, amb uns resultats de sòl franc fins a 40 cm i franco-argilosa entre els 40 – 60 cm, apte pel creixement radicular del blat de moro.

La principal característica d'aquest sòl és la capacitat de retenció d'aigua i nutrients, a més a més proporciona un bon airejament del sòl i penetració de les arrels.

- θ_v del sòl:

A partir del percentatge de sorra i argila presents en el sòl es pot determinar el contingut volumètric del sòl mitjançant una calculadora de les propietats hidràuliques del sòl.

El θ_{CC}^v és del 28,47% mentre que el θ_{PM}^v és del 14,53%. Els valors obtinguts són amb un 36% de sorra i un 25% d'argila, valors mitjans dels dos primers horitzons analitzats.

A més a més es va obtenir la conductivitat hidràulica saturada del sòl amb un valor de 5,575 mm/h.

3.2 Carbonats totals

La determinació dels carbonats dóna una idea orientativa del contingut total de sals del tipus carbonat càlcic i magnèsic que hi ha en el sòl. El contingut s'expressa en el percentatge de carbonat càlcic equivalent.

El contingut de carbonats d'un sòl comporta un conjunt de propietats químiques i físiques que són interessants perquè:

- Contribueixen al manteniment dels agregats i de l'estructura del sòl.

- Poder tampó davant de reaccions químiques adverses com la sodificació, l'acidificació, la presència de metalls pesants...

Un excés de carbonats també comporta una sèrie de propietats no interessants com per exemple:

- Sòls extremadament calcaris es produeix un augment de l'aridesa en zones de secà amb baixa pluviometria.
- Afavoreixen a la immobilització dels nutrients com pot ser el ferro.

El sòl analitzat ha obtingut un valor mitjà del 16% i, per tant, segons Villar i Villar (2016) seguint la taula 3, es tracta d'un sòl calcari, pròxim a poc calcari.

Taula 8: Interpretació dels continguts de Carbonat Càlcic Equivalent.

Contingut de Carbonat Càlcic Equivalent (%)	Interpretació
< 5	Inapreciable o no calcari
5 – 15	Poc calcari
15 - 25	Calcari
25 - 45	Molt calcari
> 45	Extremadament calcari

Font: Villar i Villar (2016).

Els sòls calcaris presenten un gran avantatge en condicions de regadiu augmentant la seva productivitat, però al mateix temps, com s'ha esmentat anteriorment, la disponibilitat d'algun micronutrient pot estar temporalment afectada.

3.3 pH

És un paràmetre important que permet determinar diferents aspectes del comportament del sòl respecte al cultiu. El valor ideal del pH per aconseguir una bona nutrició mineral en gairebé la majoria dels cultius és el pH neutre, entre els valors 6,5 i 7,5.

La mostra analitzada comprèn un valor de pH de 8,4, sòl bàsic dèbil. Aquest valor respon a la presència de carbonat càlcic en el mineral original del sòl i en si mateix no és un factor limitant excepte en el cas de les plantes específicament sensibles a alts valors de pH.

El pH d'un sòl bàsic no es pot canviar dràsticament, encara que si que es poden minimitzar alguns efectes negatius. L'aplicació d'esmenes orgàniques, adobs en verd i la millora de maneig del sòl poden modificar temporalment i de forma localitzada el pH del medi, millorant les condicions químiques i l'absorció de determinats nutrients (Figura 1). A pH de 8,3 la disponibilitat de fòsfor, bor, manganès i ferro és inferior, pot ocasionar algun problema de cares a la seva absorció. De cares a la fertilització es donarà preferència als adobs que continguin aquests nutrients de fàcil absorció.

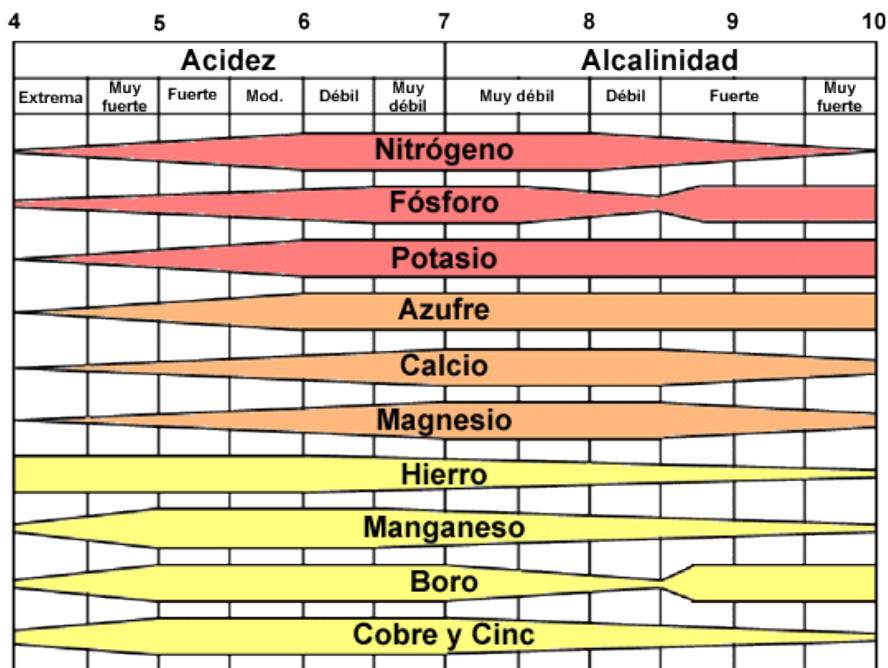


Figura 4: Diagrama de Troug

El blat de moro és un cultiu que es desenvolupa bé entre pH de 6 – 7,5, tot i que tolera sòls de pH superiors a 8, però amb rendiments inferiors, és per aquest motiu que es realitzaran aportacions d'esmenes orgàniques o adobs en verd per poder disminuir el pH.

3.4 Matèria orgànica

L'anàlisi de matèria orgànica fa referència al contingut de carboni oxidable mitjançant el procediment de Walkey i Black (en %), sense tenir en compte els residus animals i plantes sense descompondre. La matèria orgànica permet modificar les propietats físiques i químiques, afavorint la formació d'agregats i millorant l'esponjositat del sòl, l'aireig i la circulació de l'aigua.

El contingut de matèria orgànica que presenta la parcel·la (1,1%), és baix, segons Villar i Arán (2008) seguint la taula 4.

El nivell ideal per la majoria dels cultius se situa sobre 1,5%, és per aquest motiu que s'hauria de millorar el nivell de la matèria orgànica aportant esmenes orgàniques, però cal tenir en compte que és un objectiu difícil d'aconseguir a curt termini.

Taula 9: Interpretació dels nivells de matèria orgànica en sòls agrícoles.

Contingut % de Matèria orgànica oxidable	INTERPRETACIÓ
< 0,9	Molt baix
0,9 - 1,4	Baix
1,4 - 1,9	Mitjà - Baix
1,9 - 2,4	Mitjà
2,4 - 2,9	Mitjà - Alt
2,9 - 3,9	Alt
> 3,9	Molt alt

Font: Villar i Arán (2008).

3.5 Conductivitat elèctrica

La conductivitat elèctrica és un indicador de la quantitat de sals solubles presents en la solució del sòl. La presència d'aquestes sals afecta negativament els cultius. Els sòls poden patir un procés de salinització secundària per l'ús d'aigües amb sals dissoltes i la manca de drenatge adequat. Els sòls, especialment els sòls de regadiu en zones semiàrides, necessiten una fracció de rentat, és a dir, cal preveure una fracció extra d'aigua per evitar que les sals que aporta s'acabin acumulant al sòl i disminueixin la seva productivitat.

El valor obtingut en l'anàlisi realitzada (0,12 dS/m), no és limitant segons Villar i Arán (2008), observar la taula 5. Per tant, no suposa cap mena de problema pel cultiu de blat de moro.

Taula 10: Intervals d'interpretació de la conductivitat elèctrica.

Nivell de salinitat dS/m a 25°C en extracte de sòl: aigua 1:5 (p/V)	INTERPRETACIÓ
< 0,5	No limitant
0,5 - 1	Lleugerament alta
1 - 2,5	Alta
> 2,5	Molt alta

Font: Villar i Arán (2008).

3.6 Nitrogen

El nitrogen està present en el sòl en diferents formes químiques:

- Nitrogen total: Conjunt de totes les formes de nitrogen mineral i orgànic present en una mostra de sòl, amb l'excepció del nitrogen gasós.
- Nitrogen nítric: Nitrogen present en la forma de nitrats (NO_3^-). Forma química fàcilment absorbible per les arrels i molt soluble, amb alt potencial de lixiviació en profunditat en el perfil del sòl.

- Nitrogen amoniacal: Nitrogen present en la forma de l'ió amoni (NH_4^+). Aquests ions es poden fixar amb les argiles i el complex absorbent. També es poden presentar en formes no canviabls. Pot assimilar-se parcialment per les arrels de les plantes, però normalment passa a la forma nítrica.
- Nitrogen orgànic: Nitrogen integrat en molècules orgàniques d'origen vegetal, animal o microbià. Contingut estable en el 95% del nitrogen del sòl.
- Nitrogen mineral: Inclou normalment la suma del nitrogen nítric i l'amoniacal.

Per la determinació del nitrogen total s'utilitza el mètode Kjeldahl, el nitrogen es transforma mitjançant reaccions de mineralització.

El contingut de N obtingut de la mostra analitzada (0,08%), es considerat un valor baix, segons la taula 6, de Villar i Villar (2016).

Taula 11: Criteris d'interpretació dels nivells de nitrogen Kjeldahl al sòl.

Contingut de nitrogen Kjeldahl al sòl (%)	INTERPRETACIÓ
< 0,07	Molt baix
0,07 - 0,1	Baix
0,1 - 0,15	Mitjà
0,15 - 0,2	Alt
> 0,2	Molt alt

Font: Villar i Villar (2016).

L'anàlisi del nitrogen es pot interpretar conjuntament amb la matèria orgànica, mitjançant una estimació de la relació C/N del sòl.

La relació C/N es calcula dividint el carboni orgànic pel N Kjeldahl. Sòls amb poca activitat microbiològica presenten acumulació de carboni amb relacions C/N per sobre de l'11, en canvi, quan l'activitat microbiològica és alta, les relacions se situen per sota de 9.

Concretament, la parcel·la analitzada presenta una alta activitat microbiològica, amb un valor de 7,7 de la relació C/N.

3.7 Fòsfor

L'anàlisi de fòsfor extraïble permet estimar la probabilitat d'intercepció de fòsfor en el sòl per part del sistema radicular del cultiu. La capacitat de subministrament d'aquest nutrient al cultiu depèn del contingut d'aigua i de la temperatura del sòl i de la capacitat de respiració de les arrels del cultiu. Normalment, els cultius extensius són els menys exigents, mentre que els hortícoles són els més exigents.

El fòsfor és un nutrient que es presenta en diferents formes químiques. Es pot considerar que, a diferència del nitrat, el fòsfor es troba en concentracions molt baixes en la solució del sòl. L'acció dels microorganismes del sòl permet la difusió del nutrient cap a les zones on es produeix l'absorció. El principal mecanisme d'absorció per part de les plantes està estretament associat als mecanismes de respiració dels sistemes radiculars, s'absorbeix en forma de ió fosfat, a partir dels pèls radiculars.

A partir de la taula 7, extreta de Villar i Villar (2016), el valor de la parcel·la analitzada comprèn un valor de 14,4 ppm, interpretat com a valor mitjà.

Taula 12: Criteris d'interpretació de l'anàlisi de fòsfor extret amb el mètode Olsen.

Nivells de P (Olsen) al sòl, en ppm	INTERPRETACIÓ
< 12	Baix
12 - 24	Mitjà
24 - 36	Òptim
36 - 80	Alt
> 80	Molt alt

Font: Villar i Villar (2016).

3.8 Potassi

El nivell de potassi extraïble en un sòl depèn principalment de les tècniques de gestió agrícola (aplicació de fertilitzants minerals i orgànics, maneig de les restes vegetals i treball de sòl). La resposta dels cultius a la fertilització potàssica depèn del tipus de cultiu, l'objectiu de la producció, el contingut de potassi en el sòl, de les condicions del medi i la disponibilitat d'aigua.

El potassi no afecta només al rendiment, sinó que també afecta la qualitat de la producció.

Seguint la taula 8, l'anàlisi realitzada el contingut obtingut de potassi és de 127 ppm, un valor normal.

Taula 13: Interpretació dels nivells de potassi al sòl.

Nivells de K (NH ₄ Oac) al sòl, en ppm	INTERPRETACIÓ
< 80	Molt baix
80 – 125	Baix
125 – 175	Normal
175 – 250	Normal - alt
> 250	Alt

Font: Villar i Arán (2008).

3.9 Magnesi

L'origen del magnesi és degut en gran part a la composició dels sòls, però també depèn de la qualitat de les aigües i de les aportacions fetes amb fertilitzants i dejeccions ramaderes. Algunes aigües de reg poden provocar un augment dels nivells de magnesi en el sòl.

El magnesi extraïble fa referència al magnesi extret amb acetat amònic a pH 7. A l'anàlisi elaborat el valor obtingut ha estat de 110,3 ppm. Aquest valor s'interpreta com a valor normal, seguint la taula 9.

Taula 14: Interpretació dels nivells de magnesi extret al sòl.

Nivells de Mg (NH ₄ Oac) al sòl, en ppm	INTERPRETACIÓ
< 40	Molt baix
40 – 80	Baix
80 – 175	Normal
175 – 250	Normal - alt
> 250	Molt alt

Font: Villar i Arán (2008).

3.10 Calci

El calci en el sòl juga un paper molt important per regular l'equilibri dels cations de canvi del complex argil·lo-húmic del sòl.

Quan un sòl conté un nivell baix de calci, sota els 700 ppm, el sòl s'acidifica per la pèrdua de bases i l'aparició de protons d'hidrogen i alumini. En aquests casos, el sòl perd fertilitat, alliberant formes d'alumini que poden ser tòxiques pels cultius. És adient, en aquests casos, fer l'aportació de carbonat càlcic.

A l'anàlisi s'ha obtingut un valor de 6.473 ppm, seguint la taula 9 és interpretat com a valor alt, a causa del sòl calcari present a la parcel·la.

Taula 15: Interpretació dels nivells de calci extret al sòl.

Nivells de Ca (NH ₄ Oac) al sòl, en ppm	INTERPRETACIÓ
< 700	Molt baix
700 – 2.000	Baix
2.000 – 4.000	Normal
> 4.000	Alt

Font: Villar i Villar (2016).

Aquest excés de calci pot provocar un bloqueig de varis nutrients com per exemple el potassi, magnesi, manganès i ferro, afavorint la precipitació d'aquest elements i immovilitzant-los.

Per disminuir aquest nivell de calci s'aplicarà aigua de rentat durant el reg i s'evitarà l'aportació d'adobs que continguin derivats càlcics..

3.11 Sodi

L'anàlisi del sodi es pot utilitzar per millorar el diagnòstic realitzat amb la prova prèvia de la salinitat, mesurada per la conductivitat elèctrica, pel possible risc de problemes que pot patir el sòl.

El sodi extraïble fa referència al sodi extret amb acetat. A l'anàlisi efectuada s'ha obtingut un valor de 29 ppm, seguint la taula 11 qualificat de sòl no salí, sense causar cap problema pel cultiu.

Taula 16: Interpretació dels nivells de sodi extret al sòl.

Nivells de sodi extret al sòl, en ppm	INTERPRETACIÓ
< 100	No salí
100 – 300	Lleugerament salí
300 – 1.000	Salí
> 1.000	Salí - sòdic

Font: Villar i Villar (2016).

3.12 Capacitat d'intercanvi catiònic

La CIC és la capacitat que té el sòl per retenir i alliberar ions amb càrrega positiva. Per les seves característiques, l'argila i la matèria orgànica són les que condicionen la CIC total d'un sòl, ja que aquestes contenen càrregues negatives a la seva superfície. La CIC proporciona als sòls la capacitat de retenir nutrients, necessaris pel creixement de les plantes, per tant, una major CIC incrementa la fertilitat dels sòls, així com permet reduir les pèrdues d'aquests nutrients per lixiviació i mitigar possible contaminació de les aigües.

Per dur a terme el càlcul de la CIC s'ha utilitzat l'expressió determinada empíricament per Saña Vilaseca *et al.* (1995). Els resultats són els cations intercanviables absorbits expressats en cmol(+). K⁺.

$$CIC = (0,263 \times \%Argila) + (2,081 \times \%Matèria\ orgànica) - (0,026 \times \%CaCO3)$$

$$CIC = (0,263 \times 26) + (2,081 \times 1,113) - (0,026 \times 16) = 9,732 \text{ cmol}(+). K^+$$

Segons el criteri de Balland (1984) i Gadnard *et al.* (1988) els valors de CIC entre 10 i 20 es consideren normals, per tant el sòl analitzat presenta una CIC molt pròxima a la normal.

ANNEX III: ANÀLISI DE L'AIGUA DE REG

1. Introducció.....	46
2. Resultats de l'anàlisi.....	47
3. Paràmetres de qualitat de l'aigua de reg.....	48
3.1 Duresa de l'aigua.....	48
3.2 Índex d'SCOTT:	49
3.3 SAR (Relació d'absorció de sodi)	50
3.4 Risc de salinització.....	51

1. Introducció

La qualitat de l'aigua de reg comprèn la relació entre l'aigua, el sòl i la planta. A més, és el factor que permet que l'absorció de l'aigua maximitzi el rendiment esperat del cultiu al llarg del temps. Els paràmetres fisicoquímics i biològics de l'aigua permeten un funcionament òptim de la instal·lació, alhora que eviten gran part dels costos de manteniment i reparació en el futur.

Per poder garantir aquests bons nivells dels paràmetres de l'aigua s'ha elaborat una anàlisi fisico-química de l'aigua de reg provenint del riu Ter, transportada a partir del canal de reg de Sant Julià fins a Jafre, passant per Cervià de Ter, Sant Jordi Desvalls i Colomers. La mostra d'aigua es va recollir del canal principal de reg, situat al costat de la parcel·la.

El principal problema que afecta la qualitat de l'aigua de reg és la presència d'elements dissolts i en suspensió, que poden tenir unes repercussions al sòl o al cultiu. A més a més poden provocar obturacions al sistema de reg, obligant a posar filtres per evitar-ho.

La presa de mostra d'aigua es va dur a terme el dia 04/08/2021 i es va analitzar en un laboratori homologat per l'ENAC.

2. Resultats de l'anàlisi

La taula 1 mostra els resultats de l'anàlisi de l'aigua, juntament amb la seva interpretació.

Taula 17: Resultats de l'anàlisi de l'aigua.

PARÀMETRE	VALOR	INTERPRETACIÓ
Conductivitat elèctrica a 25°C (dS/m)	0,609	Sense restricció
pH	8,2	Normal
Sulfats (SO ₄) (mEq/l)	1,64	Normal
Nitrats (NO ₃) (mEq/l)	0,0976	Sense restricció
Clorurs (Cl) (mEq/l)	1,12	Sense restricció
Florurs (F) (mEq/l)	0,0079	Sense restricció
Carbonats (CaCO ₃) (mEq/l)	< 0,06	Normal
Bicarbonats (HCO ₃) (mEq/l)	3,32	Restricció lleugera
Duresa	22,0 *French	
Bor dissolt (B) (mg/l)	< 0,25	Sense resticció
Calci dissolt (Ca) (mEq/l)	3,47	Normal
Coure dissolt (Cu) (mg/l)	< 0,05	Sense resticció
Fòsfor dissolt (P) (mg/l)	0,076	Alt
Ferro dissolt (Fe) (mg/l)	< 0,1	Sense resticció
Magnesi dissolt (Mg) (mEq/l)	0,918	Normal
Manganès dissolt (Mn) (mg/l)	< 0,01	Sense resticció
Potassi dissolt (K) (mEq/l)	0,106	Normal
Sodi dissolt (Na) (mEq/l)	1,17	Sense resticció
Zinc dissolt (Zn) (mg/l)	< 0,05	Sense resticció

3. Paràmetres de qualitat de l'aigua de reg

3.1 Duresa de l'aigua

La duresa de l'aigua ve determinada principalment pels cations de calci (Ca^{2+}) i magnesi (Mg^{2+}) dissolts a l'aigua. A major duresa, major és el risc de precipitacions calcàries que poden provocar l'obstrucció dels emissors.

Les aigües bàsiques ($\text{pH} > 7$), normalment són aigües dures, no recomanables en sòls durs i compactes perquè no ajuden a millorar la permeabilitat del sòl.

La duresa s'expressa en mg/l de carbonat de calci, i també en graus hidromètrics francesos.

L'anàlisi de la mostra comprèn un valor de 22 ° Hf, classificada a partir de la taula 2 com a aigua mitja, pot haver-hi el risc d'incrustacions de CaCO_3 a les canonades del reg.

Taula 18: Classificació de la duresa de l'aigua.

TIPUS D'AIGUA	mg/l de CaCO_3	° Hf
Aigua molt tova	0 – 79	0 – 7,9
Aigua tova	80 – 149	8 – 14,9
Aigua mitja	150 – 329	15 – 32,9
Aigua dura	330 – 549	33 – 54,9
Aigua molt dura	> 550	> 55

Font 1: Aigües del Prat (2019).

3.2 Índex d'SCOTT:

Amb aquest índex es calcula el coeficient alcalí que permet fer una aproximació del contingut de sals que presenta l'aigua de reg, així com la quantitat de sals que quedarien en el sòl en el cas que aquesta aigua s'evaporés.

Les condicions de partida:

$$\text{Si: } Na^+ - 0,65 \cdot Cl^- \leq 0 \rightarrow K1 = 2.049/Cl^-$$

$$\text{Si: } 0 < Na^+ - 0,65 \cdot Cl^- < 0,48 \cdot SO_4^- \rightarrow K1 = 6.620/(Na^+ + 2,6 \cdot Cl^-)$$

$$\text{Si: } 0 < Na^+ - 0,65 \cdot Cl^- > 0,48 \cdot SO_4^- \rightarrow K1 \\ = 662/(Na^+ - 0,32 \cdot Cl^- - 0,48 \cdot SO_4^-)$$

Per poder calcular K_1 primer s'ha de trobar en quina condició es troba segons els valors de l'anàlisi:

Determinació de K_1 :

$$Na^+ - 0,65 \cdot Cl^- = 26,91 \frac{mg Na^+}{L} - 0,65 \cdot 39,76 \frac{mg Cl^-}{L} = 1,066$$

$$0,48 \cdot SO_4^- = 0,48 \cdot 78,72 \frac{mg SO_4^-}{L} = 37,78$$

Segons els valors anteriors correspon en la segona condició, per tant:

$$K1 = \frac{6.620}{Na^+ + 2,6 \cdot Cl^-} = \frac{6.620}{26,91 + 2,6 \cdot 39,76} = 50,81$$

Doncs, el resultat obtingut amb aquest mètode és un Índex d'Scott de 50,81 mg/l que atenent la classificació de la taula 3, l'aigua que s'utilitzarà és bona, no essent necessari prendre precaucions per possibles acumulacions de sals al sòl.

Taula 19: Qualitat de l'aigua segons els valors de l'índex d'Scott.

K ₁	CLASSIFICACIÓ
> 18	Aigua bona
18 - 6	Aigua tolerable
6 - 1,2	Aigua perillosa
< 1,2	Aigua no utilitzable

Font: Canovas (1986)

3.3 SAR (Relació d'absorció de sodi)

Aquest índex ens dóna una idea del risc de sodificació del complex de canvi i la degradació de l'estructura del sòl, ja que una elevada proporció de sodi respecte als ions de calci i magnesi en l'aigua de reg pot induir el canvi d'aquests ions pels de sodi en el sòl.

Es calcula amb la següent expressió en mEq/l:

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}} = \frac{1,17}{\sqrt{\frac{3,47 + 0,918}{2}}} = 0,770 \text{ mEq/l}$$

El SAR obtingut és de classe S₁ (taula 4), suposa un risc baix de sodificació i es pot utilitzar en gairebé tots els sòls sense perill d'elevat els nivells de sodi intercanviable.

Taula 20: Classificació del risc de sodificació

Classe	SODIFICACIÓ	SAR	Resticció d'ús
S ₁	Baixa	0 - 10	Apte
S ₂	Mitja	10 - 18	Apte amb precaucions
S ₃	Alta	18 - 26	Apte amb precaucions
S ₄	Molt alta	> 26	No apte

Font: U.S. Salinity Laboratory Staff (1954)

3.4 Risc de salinització

S'avalua mitjançant la determinació de la conductivitat elèctrica de l'aigua i afecta la disponibilitat d'aigua pel cultiu.

La FAO proposa la següent escala per la classificació del risc de salinitat:

$CE \leq 0,7$ dS/cm: Sense problemes

$0,7 \leq CE < 3,0$ dS/cm: Problemes creixents

$CE > 3,0$ dS/cm: Problemes greus

D'acord amb aquesta classificació la conductivitat elèctrica de l'aigua (0,609 dS/m a 25°C) no causarà cap problema per salinitat i serà apte pel reg.

ANNEX IV: ANÀLISI DE LES ALTERNATIVES

1.	Alternatives als mètodes de reg.....	54
1.1	Reg per superfície.....	54
1.2	Reg per aspersió.....	56
1.3	Reg per degoteig	57
2.	Alternatives als mètodes de fertilització	60
2.1	Distribució d'adob mineral	60
2.2	Aplicació d'esmenes orgàniques	61
2.3	Fertilització foliar	62
2.4	Fertirrigació.....	63

1. Alternatives als mètodes de reg

Per tal d'implementar el sistema de reg al conreu del blat de moro, s'ha considerat quatre possibles sistemes de reg; tres d'ells en superfície i un de subterrani.

S'ha valorat aspectes tècnics i econòmics a l'hora d'escollir quin serà el sistema de reg utilitzat a la parcel·la. De cara als aspectes tècnics s'ha contemplat l'adaptabilitat del sistema de conreu, la topografia del terreny i els paràmetres climàtics, hídrics i edàfics. Dels econòmics, s'ha valorat la inversió del sistema, el manteniment d'aquest i el finançament. A més a més, s'han considerat els condicionants del promotor.

La finca comfronta amb el canal principal de la Comunitat de Regants de Sant Julià de Ramis, Cervià de Ter, Sant Jordi Desvalls, Colomers i Jafre. Per aquest motiu es deriva l'aigua directament del canal principal i es pot practicar reg a la demanda, sense limitacions diàries ni horàries.

1.1 Reg per superfície

El reg per superfície o per gravetat és el sistema més antic. Es basa en el fet que l'aigua es desplaça per la superfície del sòl gràcies a una lleugera diferència de nivell. Els sistemes més comuns són el reg a manta i per solcs.

- Reg per manta: L'aigua roman estancada en la superfície del terreny infiltrant-se lentament, gràcies al pendent de la parcel·la inferior a l'1,5%.
- Reg per solcs: L'aigua és conduïda a partir de solcs o bé reguerons. Hi ha d'haver pendent entre el 0,2 i l'1%.

En comparació amb altres sistemes de reg, aquest és el que pot conduir a uns valors d'eficiència d'aplicació més baixos. Això pot significar un augment de volum d'aigua aplicat per unitat de superfície o per unitat de collita.

Aquest sistema de reg presenta els següents avantatges i inconvenients:

AVANTATGES:

- Baix cost d'instal·lació i manteniment.
- Sense necessitat d'aportació d'energia.
- El reg no es veu afectat pel vent.
- Aptes per al rentat de sals.

INCONVENIENTS:

- Variabilitat de la infiltració de l'aigua.
- Anivellament precís de la parcel·la.
- Impossibilitat d'accés a la plantació per a la realització de tasques en el cultiu, mentre s'està produint el reg i durant els dies següents.
- Dificultat de fer regs curts i freqüents.
- Baixa eficiència de reg.
- Possibilitat de produir asfíxia radicular i erosió del sòl.
- Necessitat de mà d'obra constant.

Un dels principals condicionants del promotor era que reduís al màxim les hores de treball per part de l'agricultor, és per aquest motiu que aquest sistema de reg s'ha descartat. Un altre aspecte que ha ajudat a rebutjar aquest sistema ha sigut els problemes d'asfíxia radicular que pot ocasionar en certs punts del camp, a causa d'una acumulació de l'aigua i falta d'infiltració del sòl.

1.2 Reg per aspersió

El reg per aspersió és un sistema molt utilitzat en cultius herbacis, que aplica l'aigua sobre la totalitat de la superfície del sòl en forma de pluja. Permet efectuar regs lleugers quan el cultiu ho demana en les seves primeres etapes, i regs abundants en períodes de gran demanda hídrica. Els sistemes d'aspersió són molt versàtils, permeten la instal·lació de sistemes mòbils o fixos molt diversos.

Per poder garantir un bon maneig del sistema és molt important controlar les seves característiques principals, com l'alçada i el tipus d'aspensor, la distribució en el camp, el cabal i la pressió de treball.

Aquest sistema de reg presenta els següents avantatges i inconvenients:

AVANTATGES:

- Estalvi de mà d'obra i major rapidesa i facilitat per efectuar els regs.
- Produeix un rentat a les fulles, afavorint així la funció clorofíl·lica.
- Possibilitat d'aplicar fertilitzants i productes fitosanitaris mitjançant el reg.
- Possibilitat d'automatització.
- Aplicació d'aigua ajustada a les necessitats del cultiu o del tipus de sòl.
- Adaptació de la majoria dels cultius.
- Adaptable a la forma i topografia de la parcel·la.

INCONVENIENTS:

- Elevat cost d'instal·lació i amortització.
- En presència de forts vents provoca una defectuosa distribució de l'aigua i incrementa les pèrdues per evaporació.
- Elevat cost de funcionament i manteniment.
- Destrucció dels agregats del sòl a causa de l'impacte de les gotes d'aigua.
- Alguns regs per aspersió requereixen pressions de treball majors, per tant, també necessiten canonades d'un diàmetre superior.
- Impediment del reg en les hores de màxima insolació per evitar cremades a les fulles.

- La instal·lació del reg pot ser un impediment físic al moment de fer algunes tasques en els cultius.
- Possibilitat de robatori dels aspersors i canonades exteriors.

S'ha descartat aquest sistema per un motiu principal, ocasionat per l'impediment físic que ocasiona l'aspensor a l'hora d'executar algunes tasques.

També s'ha rebutjat per la possibilitat de robatori que hi pot haver en els aspersors i de les canonades instal·lades a l'exterior.

1.3 Reg per degoteig

En aquest apartat s'analitza la convivència del reg per degoteig en superfície i subterrani.

1.3.1 Reg per degoteig en superfície

Aquest sistema es basa en l'aplicació de la dotació de reg en punts singulars propers al sistema radicular de la planta. Això permet minimitzar les pèrdues per evaporació, ja que només mulla una part del sòl. És un sistema idoni per aquells cultius sensibles a la humitat en la seva part aèria.

Aquest sistema de reg presenta els següents avantatges i inconvenients:

AVANTATGES:

- Millor eficiència en l'ús de l'aigua i dels nutrients.
- Aplicable a una àmplia varietat de sòls.
- Es redueixen les pèrdues d'aigua per evaporació.
- Sense afectació del vent a la uniformitat de distribució de l'aigua.
- Permet el reg durant les hores de màxima radiació solar sense causar danys a les fulles del cultiu.
- Requeriment de poca mà d'obra pel seu funcionament.
- Possibilitat d'aplicar fertilitzants i productes fitosanitaris mitjançant el reg.
- Presenta baixos costos energètics respecte al reg per aspersió.

- No altera l'estructura del sòl, evitant la destrucció dels compostos agregats per l'impacte de les gotes.
- Permet la utilització d'aigües de baixa qualitat.

INCONVENIENTS:

- Elevat cost d'instal·lació a causa de la col·locació i retirada de les mànegues i laterals de reg.
- Presència d'un bon sistema de filtratge, per evitar possibles obturacions en degoters i conduccions.
- Necessitat de mà obra per col·locar i retirar el material de reg.

És un bon sistema perquè permet aplicar un volum menor d'aigua i de més baixa qualitat, però no és l'escollit per a la parcel·la estudiada. És cert que respecte als sistemes estudiats anteriorment, aquest té major eficiència i aconsegueix major uniformitat de reg, però el principal desavantatge que ha ajudat a rebutjar aquest sistema és la necessitat de mà d'obra per col·locar i retirar les mànegues abans i després del cultiu, com s'ha dit anteriorment un condicionant del promotor és utilitzar un sistema que minimitzi les hores de treball per part del personal.

1.3.2 Reg per degoteig subterrani

És un sistema en el qual els emissors estan situats sota la superfície del sòl, amb l'objectiu de distribuir l'aigua i els nutrients a la zona radicular amb la màxima uniformitat i eficiència. L'aigua és subministrada a partir de degoters, a baix cabal i, movent-se en sentit descendent gràcies a la gravetat i en sentit ascendent gràcies a la capil·laritat del sòl.

Aquest sistema de reg presenta els següents avantatges i inconvenients:

AVANTATGES:

- Possibilitat d'aplicar fertilitzants i productes fitosanitaris mitjançant el reg.
- Presenta baixos costos energètics respecte al reg per aspersió.
- No destrueix els compostos agregats que componen l'estructura del sòl.

- No hi ha pèrdues per evaporació.
- Requeriment de poca o nul·la mà d'obra pel seu funcionament.
- Eficiència de reg elevada (al voltant del 95%).
- Permet l'entrada de maquinària durant el cicle del cultiu, ja que el sòl es manté sec en superfície.
- Redueix el risc de malalties fúngiques, a causa de mantenir un ambient sec.

INCONVENIENTS:

- Presenta problemes d'obturacions.
- Incapacitat d'observar possibles deterioraments de la canonada.
- Possibilita la formació de cavitats al sòl degudes a un cabal superior a la capacitat de redistribució d'aigua del sòl.

Aquest és el sistema de reg escollit per a la parcel·la estudiada a causa dels grans avantatges que presenta. L'eficiència i uniformitat de l'aigua de reg és molt bona. A més a més no hi ha pèrdues ni per evaporació, ni per escolament superficial.

Agronòmicament, és encara millor, gràcies a l'aplicació directa de l'aigua al sistema radicular. Un altre aspecte rellevant és la disponibilitat de l'aigua constant, permetent tenir una freqüència de reg alta i mantenir un contingut volumètric adequat.

A més a més aquest sistema de reg pot ajudar l'estat sanitari del cultiu de cara a malalties fúngiques, gràcies a mantenir un ambient menys humit al voltant de la planta.

Finalment, aquest sistema de reg pot permetre el pas de la maquinària per dur a terme diferents tasques a realitzar al cultiu com poden ser desherbatge mecànic o bé tractament químic.

2. Alternatives als mètodes de fertilització

Una adequada fertilització és la que es fa quan els nutrients, que el cultiu necessita, estan disponibles en el moment adequat, és a dir, quan les extraccions del cultiu són màximes i requereix disposar dels nutrients immediatament. En el cas del blat de moro es recomana aplicar una aportació de fons, i la resta de necessitats aplicar-les de forma fraccionada (3-5 vegades) entre les 6 fulles i la floració. Realitzar aquestes aplicacions en el moment òptim del cultiu pot aconseguir una reducció de les pèrdues cap al medi ambient (sòl, aigua i atmosfera). D'aquesta manera, es fa un ús més eficient dels fertilitzants i, en conseqüència, dels nutrients (més benefici econòmic, menys contaminació).

És per aquest motiu, que s'han tingut en compte aspectes econòmics, com per exemple el preu de cost del producte i d'aplicació, i aspectes agronòmics, com pot ser l'increment dels nivells de matèria orgànica al sòl.

Finalment, per l'elecció de l'alternativa s'ha tingut en compte el tipus d'aportació que es durà a terme, fons o cobertera, seguint les recomanacions del Ruralcat, expressant que sempre que es pugui s'ha de fraccionar l'adobat.

A continuació es mostren els següents diferents mètodes de fertilització:

2.1 Distribució d'adob mineral

Consisteix a aplicar el fertilitzant mitjançant adobadores arrastrades o bé suspeses a partir dels tres punts del tractor i, gràcies a un plat giratori, situat a la sortida d'una tremuja, distribueix l'adob en forma de ventall.

Aquest sistema de fertilització presenta els següents avantatges i inconvenients:

AVANTATGES:

- Aplicació ràpida.

INCONVENIENTS:

- Per aconseguir que el fertilitzant penetri en el sòl, és necessari efectuar un reg després de l'aplicació de l'adobat.
- No incrementa el contingut de matèria orgànica.

Aquesta alternativa s'ha descartat a causa de la poca aportació de matèria orgànica i, la necessitat de pluja per assolir la penetració en el sòl per part del fertilitzant.

2.2 Aplicació d'esmenes orgàniques

És un mètode utilitzat per l'aplicació d'adob sòlid, d'origen animal, que consisteix en l'aplicació a través d'una tremuja i posterior enterrat d'aquest a partir del treball del sòl.

Aquest sistema de fertilització presenta els següents avantatges i inconvenients:

AVANTATGES:

- Aportació de matèria orgànica al sòl.

INCONVENIENTS:

- Proliferació de la flora adventícia.
- Mineralització lenta.
- Necessitat de ser enterrat amb un màxim de 48 hores.

S'ha escollit aquesta alternativa per fer l'aportació de l'adob de fons. Aquest mètode d'adobat, a part d'aportar nutrients també ajudarà a augmentar el % de matèria orgànica del sòl, una tasca que s'ha de dur a terme (ANNEX II).

2.3 Fertilització foliar

La fertilització foliar consisteix a aplicar una solució fertilitzant a la part aèria de la planta, de manera que absorbeixi els nutrients a través dels estomes de les fulles.

Aquest sistema de fertilització presenta els següents avantatges i inconvenients:

AVANTATGES:

- Absorció de nutrients difícils d'assimilar per via radicular en sòls amb pH extrems i excessos de calç com pot ser el cas del fòsfor i el potassi.
- Penetració ràpida dels elements nutritius activadors de la vegetació, com el nitrogen.

INCONVENIENTS:

- Les quantitats d'elements principals (N, P, K) absorbides per la planta amb aquest mètode no són suficients per cobrir les seves exigències, per tant, només poden ser considerades com a complement que ajuda a activar la vegetació en determinats moments.
- Mala uniformitat en presència de forts vents.
- Possibles cremades a la vegetació si la solució no té una dissolució correcta.
- No es pot aplicar durant tots els períodes vegetatius del cultiu a causa de l'altura del blat de moro.

Aquesta alternativa ha sigut descartada, per la impossibilitat de poder aplicar fertilitzant durant tots els períodes vegetatius del cultiu a causa de la seva altura.

Només s'utilitzarà en cas de ser necessari corregir alguna deficiència nutritiva en els primers estadis del cultiu.

2.4 Fertirrigació

La fertirrigació és la tècnica de fertilització que consisteix en la dissolució de fertilitzants en l'aigua del reg. Aquesta aportació pot ser realitzada d'una forma contínua o d'una forma intermitent, segons quines siguin les necessitats del cultiu.

Aquest sistema de fertilització presenta els següents avantatges i inconvenients:

AVANTATGES:

- Millora l'eficiència dels fertilitzants i la racionalització de la seva aplicació.
- Necessitat de mà d'obra escassa o nul·la, aconseguint una reducció de costos.
- Ràpida absorció de nutrients per part de la planta gràcies al fet que el fertilitzant està dissolt en l'aigua de reg.
- Permet una dosificació molt ajustada a les necessitats del cultiu en cada estat fisiològic.
- Possibilitat d'aplicar productes fitosanitaris i productes herbicides amb la mateixa instal·lació de fertirrigació.

INCONVENIENTS:

- Augmenta el risc d'obturacions dels emissors per les impureses i/o els precipitats dels fertilitzants.
- Es requereix major qualificació tècnica dels operaris.
- El cost dels adobs és elevat pel fet que es tracta d'adobs líquids o bé d'adobs sòlids solubles.

S'ha decidit escollir aquesta alternativa a causa dels grans avantatges que disposa, com és la dosificació de l'adob durant tot el període vegetatiu del blat de moro i, per la ràpida absorció dels nutrients.

ANNEX V: DISSENY AGRONÒMIC

1. Necessitats de reg	66
1.1 Evapotranspiració de referència. Càlcul amb la distribució de Weibull....	66
1.2 Evapotranspiració del cultiu (ETc)	73
1.3 Necessitat d'aigua de reg netes (NR_{net})	74
1.4 Necessitats totals de reg (NR_T).....	75
2. Configuració del sistema de reg	77

1. Necessitats de reg

A efectes de disseny, interessa conèixer les necessitats d'aigua en la situació més crítica en funció de la qual es dimensionarà la instal·lació de reg.

1.1 Evapotranspiració de referència. Càlcul amb la distribució de Weibull

Per la realització d'aquest càlcul s'han utilitzat les dades climàtiques obtingudes de l'estació meteorològica de La Tallada de l'Empordà entre els anys 2011 – 2021.

La taula 1 mostra els valors mitjans d'ET_o dels mesos de juny, juliol i agost.

Taula 21: Valors mitjans ETo del període 2011-2021

ANY	Mes	ETo (mm dia ⁻¹)
2011	Juny	4,14
	Juliol	4,02
	Agost	4,51
2012	Juny	4,76
	Juliol	4,90
	Agost	4,70
2013	Juny	4,62
	Juliol	5,00
	Agost	4,37
2014	Juny	4,53
	Juliol	4,42
	Agost	3,78
2015	Juny	5,18
	Juliol	5,12
	Agost	4,16
2016	Juny	4,43
	Juliol	5,31
	Agost	4,68
2017	Juny	4,87
	Juliol	4,78
	Agost	4,45
2018	Juny	4,72
	Juliol	4,97
	Agost	4,44
2019	Juny	5,15
	Juliol	4,98
	Agost	4,76

Taula 1: (Continuació)

2020	Juny	4,02
	Juliol	4,88
	Agost	4,61
2021	Juny	4,92
	Juliol	4,86
	Agost	4,15

El valor d'ET₀ a utilitzar es determina aplicant la funció de distribució de Weibull (1), a partir d'un determinat valor de probabilitat de no excedència.

$$F(x) = 1 - e^{-\left(\frac{x}{\alpha}\right)^\beta} \quad (1)$$

On:

F(x): probabilitat d'excedència de la variable x

X: variable estudiada (ET₀)

α i β: coeficients d'ajustatge de l'equació

L'anàlisi de Weibull s'organitza de la següent manera, veure la Taula 2:

- A la primera columna els anys dels quals s'ha dut a terme l'anàlisi. (Any)
- A la segona s'inicia el recompte d'anys. (i)
- A la tercera correspon a les dades numèriques que es volen analitzar, en el nostre cas l'Eto. (l)
- A la quarta s'ordenen els valors d'Eto de major a menor. (X valor)
- A la cinquena apareix el valor de la F empírica calculada de la següent manera:

$$F(x)_{empírica} = \frac{i}{N+1}$$

- A la sisena els valors de x, calculats de la següent forma: $x = \ln(X \text{ valor})$
- A l'última, els valors de y calculats de la següent forma: $y = \ln(-\ln(1 - F_{empírica}))$

Taula 22: Organització de l'anàlisi de Weibull

Any	i	l	X valor	F _{empírica}	x	y
-----	---	---	---------	-----------------------	---	---

Una vegada calculats els valors de x i y , es realitza una dispersió dels punts de la recta d'ajust amb la següent funció:

$$y = a \cdot x - b$$

On:

$$y = \ln(-\ln(1 - F_{empírica}))$$

$$a = \beta$$

$$x = \ln(X \text{ valor})$$

$$b = \beta \cdot \ln(\alpha)$$

Els valors obtinguts d' α i β acabaran de definir l'equació de distribució de Weibull (1).

Tot seguit, es valida l'equació de Weibull a partir del test de Kolmogorov – Smirnov (KS), la prova consisteix a calcular la diferència absoluta entre la $F(x)$ de Weibull i la $F(x)$ empírica per a cada valor del paràmetre x . L'equació $F(x)$ de Weibull només és vàlida si el valor més elevat de diferència, en valor absolut, és inferior a una tolerància permisible.

La tolerància permisible del test de Kolmogorov-Smirnov està tabulada, taula 3, i es determina a partir d'un nivell de significació, que en l'àmbit agrícola es pren de 0,05, i d'un valor n , que es calcula com:

$$n = N - 1$$

Taula 23: Valors permesos del test de Kolmogorov-Smirinov

<i>n</i>	Test de Kolmogorov-Smirinov sobre Bondad de Ajuste							
	<i>Nivel de significación α</i>							
	0.20	0.10	0.05	0.02	0.01	0.005	0.002	0.001
1	0.90000	0.95000	0.97500	0.99000	0.99500	0.99750	0.99900	0.99950
2	0.68337	0.77639	0.84189	0.90000	0.92929	0.95000	0.96838	0.97764
3	0.56481	0.63604	0.70760	0.78456	0.82900	0.86428	0.90000	0.92065
4	0.49265	0.56522	0.62394	0.68887	0.73424	0.77639	0.82217	0.85047
5	0.44698	0.50945	0.56328	0.62718	0.66853	0.70543	0.75000	0.78137
6	0.41037	0.46799	0.51926	0.57741	0.61661	0.65287	0.69571	0.72479
7	0.38148	0.43607	0.48342	0.53844	0.57581	0.60975	0.65071	0.67930
8	0.35831	0.40962	0.45427	0.50654	0.54179	0.57429	0.61368	0.64098
9	0.33910	0.38746	0.43001	0.47960	0.51332	0.54443	0.58210	0.60846
10	0.32260	0.36866	0.40925	0.45562	0.48893	0.51872	0.55500	0.58042
11	0.30829	0.35242	0.39122	0.43670	0.46770	0.49539	0.53135	0.55588
12	0.29577	0.33815	0.37543	0.41918	0.44905	0.47672	0.51047	0.53422
13	0.28470	0.32549	0.36143	0.40362	0.43247	0.45921	0.49189	0.51490
14	0.27481	0.31417	0.34890	0.38970	0.41762	0.44352	0.47520	0.49753
15	0.26589	0.30397	0.33750	0.37713	0.40420	0.42934	0.45611	0.48182
16	0.25778	0.29472	0.32733	0.36571	0.39201	0.41644	0.44637	0.46750
17	0.25039	0.28627	0.31796	0.35528	0.38086	0.40464	0.43380	0.45540

Finalment, es calcula el valor d'ETo que no superarà una probabilitat del 90%, per garantir el subministrament d'aigua de reg en les condicions més desfavorables pel cultiu i, alhora evitar els valors extrems d'ETo.

1.1.1 Anàlisi d'ETo del mes de juny

A la taula 4 mostra els diferents resultats obtinguts del mes de juny. El test de Kolmogorov-Smirinov va donar un valor inferior a 0,40925, validant l'equació de Weibull.

Taula 24: Resultats obtinguts del mes de juny.

Any	i	l	X valor	F empírica	x	y	F real	F _{emp} - F _{real}
2011	1	4,14	5,18	0,0833	1,6456	-2,4417164	0,1559	0,073
2012	2	4,76	5,15	0,1667	1,6391	-1,70198336	0,1661	0,001
2013	3	4,62	4,92	0,2500	1,5928	-1,24589932	0,2688	0,019
2014	4	4,53	4,87	0,3333	1,5828	-0,90272046	0,2978	0,036
2015	5	5,18	4,76	0,4167	1,5592	-0,6180462	0,3713	0,045
2016	6	4,43	4,72	0,5000	1,5523	-0,36651292	0,4014	0,099
2017	7	4,87	4,62	0,5833	1,5310	-0,13299584	0,4844	0,099
2018	8	4,72	4,53	0,6667	1,5106	0,09404783	0,5671	0,100
2019	9	5,15	4,43	0,7500	1,4882	0,32663426	0,6646	0,085
2020	10	4,02	4,14	0,8333	1,4209	0,58319808	0,9134	0,080
2021	11	4,92	4,02	0,9167	1,3924	0,91023509	0,969	0,052

L'equació de la recta va ser la següent:

$$Y = - 11,912 x + 17,818$$

Deduïnt: Beta = -11,912 Alpha = 4,463

Finalment, es va calcular l'ETo del mes de juny amb una probabilitat de no excedència del 90%, a partir de l'equació final de Weibull:

$$F(x) = 1 - e^{-\left(\frac{x}{4,463}\right)^{-11,912}}$$

El valor d'ETo és de 5,39 mm dia⁻¹.

1.1.2 Anàlisi d'ETo del mes de juliol

A la taula 5 mostra els diferents resultats obtinguts del mes de juny. El test de Kolmoforov-Smirinov va donar un valor inferior a 0,40925, validant l'equació de Weibull.

Taula 25: Resultats obtinguts del mes de juliol.

Any	i	l	X valor	F empírica	x	y	F real	F _{emp} – F _{real}
2011	1	4,02	5,31	0,0833	1,6688	-2,4417164	0,1862	0,103
2012	2	4,90	5,12	0,1667	1,6323	-1,70198336	0,2676	0,101
2013	3	5,00	5,00	0,2500	1,6103	-1,24589932	0,3346	0,085
2014	4	4,42	4,98	0,3333	1,6045	-0,90272046	0,3471	0,014
2015	5	5,12	4,97	0,4167	1,6026	-0,6180462	0,3535	0,063
2016	6	5,31	4,90	0,5000	1,5891	-0,36651292	0,4	0,100
2017	7	4,78	4,88	0,5833	1,5856	-0,13299584	0,4152	0,168
2018	8	4,97	4,86	0,6667	1,5815	0,09404783	0,4299	0,237
2019	9	4,98	4,78	0,7500	1,5653	0,32663426	0,4925	0,258
2020	10	4,88	4,42	0,8333	1,4867	0,58319808	0,8073	0,026
2021	11	4,86	4,02	0,9167	1,3911	0,91023509	0,9919	0,075

L'equació de la recta va ser la següent:

$$Y = - 11,328 x + 17,335$$

Deduïnt: Beta = -11,328 Alpha = 4,619

Finalment, es va calcular l'ETo del mes de juny amb una probabilitat de no excedència del 90%, a partir de l'equació final de Weibull:

$$F(x) = 1 - e^{-\left(\frac{x}{4,619}\right)^{-11,328}}$$

El valor d'ETo és de 5,63 mm dia⁻¹.

1.1.3 Anàlisi d'ETo del mes d'agost

A la taula 5 mostra els diferents resultats obtinguts del mes de juny. El test de Kolmoforov-Smirinov va donar un valor inferior a 0,40925, validant l'equació de Weibull.

Taula 26: Resultats obtinguts del mes d'agost.

Any	i	l	X valor	F empírica	x	y	F real	F _{emp} - F _{real}
2011	1	4,51	4,76	0,0833	1,5605	-2,4417164	0,2397	0,156
2012	2	4,70	4,70	0,3964	1,5475	-0,6835067	0,2712	0,125
2013	3	4,37	4,68	0,2500	1,5429	-1,24589932	0,2825	0,033
2014	4	3,78	4,61	0,3333	1,5281	-0,90272046	0,3256	0,008
2015	5	4,16	4,51	0,4167	1,5062	-0,6180462	0,3964	0,020
2016	6	4,68	4,45	0,5000	1,4936	-0,36651292	0,4444	0,056
2017	7	4,45	4,44	0,5833	1,4899	-0,13299584	0,4527	0,131
2018	8	4,44	4,37	0,6667	1,4751	0,09404783	0,5141	0,153
2019	9	4,76	4,16	0,7500	1,4264	0,32663426	0,7165	0,034
2020	10	4,61	4,15	0,8333	1,4222	0,58319808	0,7262	0,107
2021	11	4,15	3,78	0,9167	1,3306	0,91023509	0,976	0,059

L'equació de la recta va ser la següent:

$$Y = - 11,326 x + 17,308$$

Deduïnt: Beta = -11,938 Alpha = 3,986

Finalment, es va calcular l'ETo del mes de juny amb una probabilitat de no excedència del 90%, a partir de l'equació final de Weibull:

$$F(x) = 1 - e^{-\left(\frac{x}{3,986}\right)^{-11,938}}$$

El valor d'ETo és de 4,48 mm dia⁻¹.

1.2 Evapotranspiració del cultiu (ETc)

L'evapotranspiració del cultiu ve determinada per l'expressió:

$$ETc = ETo \cdot K_C \cdot K_L$$

On:

ETo: representa l'evapotranspiració de referència (mm dia⁻¹).

K_C: Coeficient del cultiu, varia en funció de l'espècie i, de l'estadi vegetatiu.

K_L: Coeficient de localització

Ruralcat (2010) recomana els coeficients de la Figura 1.

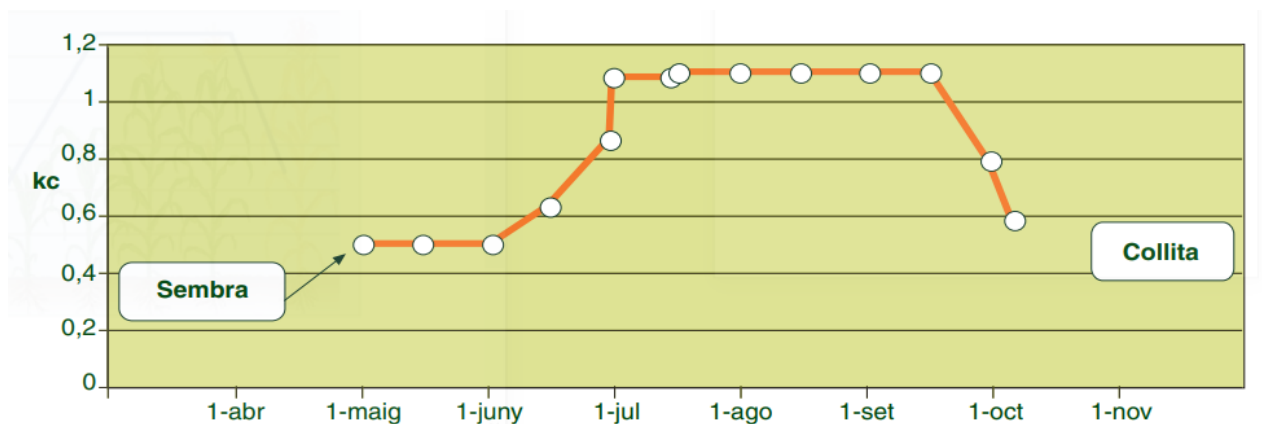


Figura 1: Coeficient del cultiu del blat de moro (Kc).

Font: Ruralcat, 2010.

El coeficient corrector de localització es calcula a partir de l'àrea ombrejada per la planta en relació al marc de plantació del cultiu.

El marc de plantació del blat de moro és molt reduït, ronda les distàncies de separació de files de 0,70 m i entre plantes de 0,17 m i, quan es troba a la fase final de creixement ombrreja pràcticament el 100% de l'àrea que ocupa, per aquest motiu aquest coeficient serà de 0,9.

El càlcul de l'evapotranspiració del cultiu es farà a partir de les dades del mes de juliol, mes amb la situació més desfavorable:

- ET_o mes de juliol = 5,63 mm dia⁻¹
- K_c mes de juliol = 1,1
- K_L del cultiu = 0,9

1.3 Necessitats d'aigua de reg netes (NR_{net})

Les necessitats de reg netes (NR_{net}) representen les necessitats d'aigua de la planta, i es determinen de la següent manera:

$$NR_{net} = ET_c$$

En el càlcul de NR_{net} no es té en compte la pluja efectiva, amb l'objectiu de realitzar el càlcul de reg en la situació més desfavorable possible.

Així doncs, les necessitats de reg netes pel cultiu són de:

$$NR_{net} = ET_c = 5,63 \text{ (mm dia}^{-1}\text{)} \cdot 0,9 \cdot 1,1 = 5,57 \text{ mm dia}^{-1}$$

1.4 Necessitats totals de reg (NR_T)

Les necessitats totals de reg són majors a les necessitats netes a causa de les pèrdues que es produeixen en el reg per problemes de distribució, necessitats de rentat i per l'eficiència d'aplicació.

Es per aquest motiu que el càlcul de les NR_T es determinen amb de la següent equació:

$$NR_T = \frac{NR_{NETA}}{\text{Eficiència d'aplicació}}$$

Les pèrdues de percolació i de rentat estan relacionades, ja que les dues contempen un excés d'aigua que s'aplica en tots els emissors. Això permet, que en el càlcul de les NR totals només en tingui en compte una de les dues pèrdues, la del valor més desfavorable.

L'eficiència de percolació es pot estimar amb un valor de 0,95, a partir de la taula 7, amb una profunditat d'arrelament entre 0,75 i 1,5m i una textura mitjana.

Taula 27: Eficiència de percolació en climes àrids segons la profunditat de les arrels i la textura de sòl. Font: Keller (1978)

Profunditat de les arrels (cm)	TEXTURA DEL SÒL			
	Molt porosa	Arenosa	Mitjana	fina
< 0,75	0,85	0,9	0,95	0,95
0,75 – 1,5	0,90	0,90	0,95	1,00
> 1,5	0,95	0,95	1,00	1,00

L'eficiència de necessitat de rentat té en compte les necessitats de rentat (NL) de les sals del sòl on per reg per degoteig es determina de la següent manera:

$$NL = \frac{CE_{Aigua\ de\ reg}}{2 \cdot CE_{Sòl\ màxima}}$$

On:

NL: necessitat de rentat.

CE _{Aigua de reg}: CE de l'aigua de reg (dS m^{-1}), amb un valor de $0,609 \text{ dS m}^{-1}$.

CE _{Sòl màxima}: CE màxima a l'extracte de saturació del sòl, amb un valor d' $1,7 \text{ dS m}^{-1}$ (Allen et al. 2006)

L'eficiència de rentat correspon al valor del 82%.

El coeficient d'uniformitat s'ha imposat com a condició que la part menys regada rebi el 90% de la dosi.

Així doncs, d'acord amb els valors de les necessitats de reg netes i les eficiències esmentades anteriorment, les necessitats totals són de $7,54 \text{ mm dia}^{-1}$.

2. Configuració del sistema de reg

La capacitat del sistema de reg ha de permetre satisfer les necessitats del cultiu en el pic de demanda, tenint en compte el volum d'aigua aplicat i l'aigua emmagatzemada al sòl.

- Profunditat dels laterals

La profunditat dels laterals pot variar entre els 2 i 70 cm, en aquest cas la distància respecte a la superfície serà de 30 cm.

Els treballs del sòl hauran de ser superficials, a profunditats màximes de 20 cm, per evitar la destrucció de les canonades de reg subterrànies.

- Separació dels degoters

L'increment de la distància entre degoters obliga a un major cabal d'ells, el que suposa menys susceptibilitat a l'embussament i, més s'abarateix el cost de la instal·lació.

Atenent a aquests condicionants la distància escollida ha estat de 30 cm.

- Cabal del degoter

Generalment, es fan servir cabals compresos entre el 0,2 i 7,5 l/h. És molt important tenir en compte les propietats hidràuliques del sòl per evitar els problemes de sobrepressió al voltant de l'emissor o ascens d'aigua a la superfície formant xemeneies.

El cabal utilitzat de cada degoter serà d'1,5 l/h.

- Temps de reg

Tenint en compte que cada degoter rega una superfície de 0,42 m², a un cabal de 1,5 l/h, el temps de reg serà de 2,11 h/dia respecte a una necessitat de reg total de 7,54 mm dia⁻¹, calculada a partir de la probabilitat de no excedència del 90% de la ETo.

No obstant, cal considerar que en l'etapa que va des de la sembra a unes setmanes després de la naixença del conreu l'evapotranspiració és molt baixa, però el conreu

necessita disposar de la suficient quantitat d'aigua per germinar i emergir. En conseqüència, en aquesta etapa inicial cal garantir l'ascens de l'aigua de reg a les arrels, així doncs, per aconseguir-ho s'haurà d'aplicar una dosi superior a la determinada segons l'Eto.

Per determinar la dosi de reg necessària en l'etapa de sembra fins a naixença s'ha utilitzat l'equació:

$$NRi = (\theta_{CC}^v - \theta_{inicial}^v) \cdot profunditat\ canonada$$

On:

NRi: necessitats de reg en el període inicial

$\theta_{inicial}^v$: Contingut volumètric del sòl en el període inicial

θ_{CC}^v : Contingut volumètric del sòl a capacitat de camp

Els continguts volumètrics d'aigua al sòl inicials i a capacitat de camp considerats han estat del 21,5% i 28,5% respectivament (ANNEX II, apartat 3.1) i la profunditat a mullar de 30 cm.

D'aquesta manera resulten unes necessitats de reg de 20,91 mm, tenint en compte unes pèrdues per percolació del 30% s'haurà d'aplicar un total de 29,87 mm, que suposen un temps de reg de 2,4 h/reg.

Aplicant aquests 29,87 mm es pot garantir que la llavor i les arrels de les primeres dues setmanes tindran disponible l'aigua de reg. En cas que hi hagi presència de pluja aquest reg no serà necessari.

- Separació dels laterals

Com més gran sigui la separació entre els laterals més s'abarateix el cost de la instal·lació, però pot ser que no satisfaci uniformement les necessitats d'aigua del conreu i produir un excés de pèrdues per percolació en profunditat.

Per tal de determinar la separació adequada entre laterals es va realitzar una simulació del volum de sòl mullat originat per l'emissor de reg, per assegurar que el volum mullat

està a prop del sistema radicular del cultiu i evitar zones sense disponibilitat d'aigua pel cultiu.

La simulació es va portar a terme amb el codi Hydrus 2D a partir de les dades següents:

Cabal emissor: 1,5 l/h

Separació emissors: 30 cm

Profunditat laterals: 30 cm

Volum d'aigua aplicat: 7,54 mm dia⁻¹

Temps de reg: 2,11 h

La simulació es va dur a terme a partir dels 7,54 mm dia⁻¹, deixant fins a 48 h per tal que es redistribueixi en el sòl i es mesura l'extensió que arriba el volum de sòl mullat simulat.

La simulació considera una profunditat i una amplada del domini de flux de 120 cm i 70 cm respectivament. Es va considerar un sòl amb un 32% de sorra, 42% de llim i un 26% d'argila (ANNEX II, apartat 3.1), el contingut inicial d'aigua al sòl seria de 0,254 cm³/cm³, que equivaldria a un potencial matricial de 40 kPa.

A la figura 1.a es mostra el resultat de la distribució d'aigua al sòl al final de les 48 h. La figura 1.b mostra una secció per veure on arriba l'extensió màxima mullada, i es pot observar que assoleix uns 50 cm.

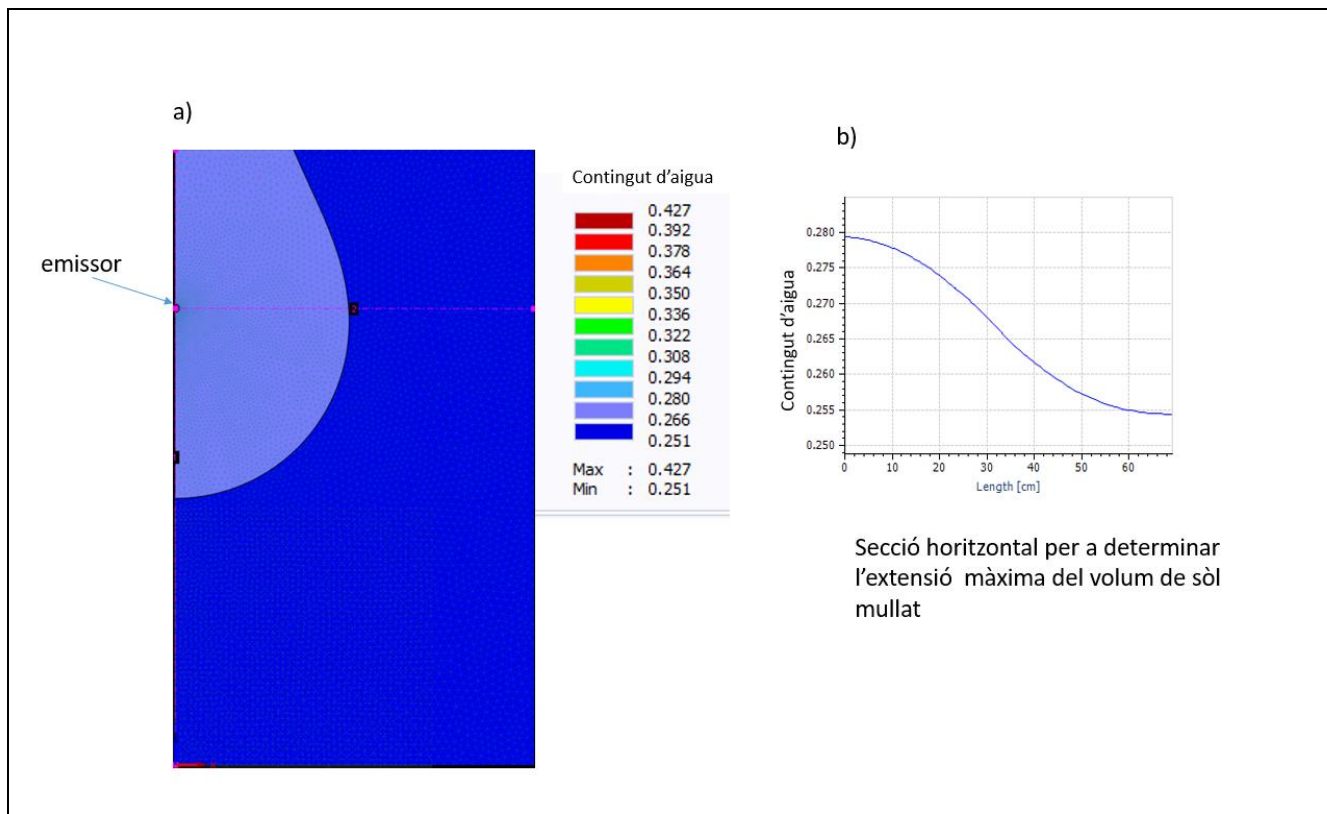


Figura 1: a) distribució d'aigua al sòl. B) Secció horitzontal per determinar l'extensió màxima mullada.

Aplicant una dosi de reg de 7.54 mm dia^{-1} l'abast màxim del volum de sòl mullat és de 50 cm, per tant es decideix separar els laterals a 70 cm.

ANNEX VI: INSTAL·LACIÓ HIDRÀULICA DEL REG

1.	Sectorització de la instal·lació de reg	83
2.	Dimensionament de les canonades	84
2.1	Diàmetre dels ramals	84
2.2	Diàmetre dels col·lectors	85
2.3	Diàmetre de les canonades terciàries	85
2.4	Diàmetre de la canonada secundària.....	87
2.5	Diàmetre de la canonada principal	87
3.	Dimensionament dels elements del sistema de reg	88
3.1	Sistema de filtració	88
3.2	Comptador volumètric.....	89
3.3	Manòmetre	89
3.4	Vàlvules.....	89
3.5	Ventoses.....	90
3.6	Sistema de fertirrigació.....	90
4	Dimensionament dels equips de bombament.....	91

1. Sectorització de la instal·lació de reg

S'ha decidit dividir la parcel·la en dos sectors diferents de reg per garantir una pressió el més uniforme possible a tota la parcel·la, d'aquesta manera els degoters no tindran una variació de cabal tan desequilibrada. El criteri utilitzat per definir els sectors ha estat que el cabal en cadascun d'ells fos semblant. El cabal de reg necessari en cada sector està garantit pel cabal disponible en el canal principal de reg.

Per poder determinar el nombre d'emissors de cada sector s'ha tingut en compte la superfície total de cada un i l'espai mullat per a un emissor. El volum requerit per a cada sector s'ha fet el producte del cabal d'un emissor amb el nombre total (Taula 1).

Taula 28: Caracterització dels sectors de reg.

SECTOR	ÀREA (ha)	PENDENT (%)	Nº DE LATERALS	LONGITUD MÀXIMA DEL LATERAL (m)	Nº DE DEGOTERS PER RAMAL	Nº DE DEGOTERS PER SECTOR	VOLUM REQUERIT PEL SECTOR (m ³ /h)
1	0,35	1,5	69	75,6	253	16.660	24,99
2	0,33	1,5	69	68,5	229	15.710	23,57

2. Dimensionament de les canonades de reg

2.1 Diàmetre dels ramals

Per determinar el disseny hidràulic dels ramals de reg s'ha utilitzat el mètode gràfic de Wu i Gitlin (1977), on donada la longitud de canonada, la pressió de treball, el pendent i la màxima pèrdua de càrrega desitjada es determina el diàmetre interior de la canonada.

D'acord amb l'Annex V Disseny agronòmic, els ramals estan enterrats a 30 cm, amb una separació dels emissors de 30 cm, un cabal d'1,5 l/h i una pressió de treball d'1 bar.

Els paràmetres que es consideren en la determinació del diàmetre dels ramals de reg són:

Longitud de lateral (L): 75,6 m

Cabal del lateral (Q): 0.1 l/s

Pressió dels emissors (H): 1 bar (10 mca)

Pendent: 1,5% descendent.

Pèrdua de càrrega màxima admissible: 20%

S'ha obtingut un valor màxim de pèrdua de càrrega unitària ($\Delta H/L$) acceptable de 0,7%. El diàmetre exterior del ramal de reg ha de ser de 16 mm.

S'ha escollit una canonada pels laterals de reg de PE-32, amb 16 mm de diàmetre exterior, un espessor de 2 mm, cabal nominal dels emissors 1,5 L h⁻¹, una separació de 30 cm i un rang de pressió de treball de 0,5 – 4,0 bar.

2.2 Diàmetre dels col·lectors

Per determinar el diàmetre dels col·lectors s'ha utilitzat la fórmula simplificada proposada per Lamm et al. (2007), que considera una velocitat de flux de 0,3 m/s.

$$D_f = 0,5 \cdot D_a \cdot \sqrt{N_d}$$

On:

D_f : Diàmetre del col·lector (mm)

D_a : diàmetre laterals (mm)

N_d : Nombre de laterals que desemboquen al col·lector

Tenint en compte que els laterals tenen un diàmetre intern de 12 mm i, a cada col·lector hi desemboquen un total de 69 laterals, s'obté un diàmetre de 49,8 mm.

Per tant, la canonada dels col·lectors serà de PE-32, amb un diàmetre exterior de 63 mm, una espessor de 3,8 mm i una pressió nominal de 4 atm.

2.3 Diàmetre de les canonades terciàries

Es disposa d'un total de dues canonades terciàries, que cada una subministra l'aigua a un sector de reg. La que presenta una major longitud és la del sector 1, amb 53 m lineals i un cabal de 23,57 m³/h, tot i que el sector 2 comprèn una longitud de 45 m i un cabal de 24,99 m³/h.

El dimensionament de la canonada s'ha realitzat a partir del mètode gràfic de Wu i Gitlin (1977) per les dues situacions que es mostren a la Taula 2.

Taula 29: Paràmetres utilitzats i resultat obtinguts per la determinació del diàmetre de les canonades terciàries a partir del mètode Wu i Gitlin (1977).

PARÀMETRE		SECTOR 1	SECTOR 2
DADES DE PARTIDA	Longitud de canonada, L (m)	53	102
	Cabal de la canonada, Q (l/s)	6,55	6,94
	Pressió dels emissors, H (mca)	10	10
	Pendent (%) i sentit	1 Descendent	1 Descendent
	Pèrdua de càrrega màxima desitjada (%)	20	20
	Paràmetre L/H	5,3	4,5
RESULTATS	Pèrdua de càrrega unitària, $\Delta H/L$ (%)	1	1
	Diàmetre intern de la canonada, Di (mm)	70	70

S'ha escollit la canonada PE-32, amb un radi exterior de 90 mm, una espessor de 5,4 mm i una pressió nominal de 4 atm.

2.4 Diàmetre de la canonada secundària

El diàmetre de la canonada secundària s'ha determinat a partir de l'expressió:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v}}$$

On:

D: Diàmetre de càlcul de la canonada (m)

Q: Cabal d'aigua que circula per la canonada (m³/s)

v: Velocitat de circulació del flux d'aigua (m/s)

Per determinar el diàmetre de les dues canonades s'ha utilitzat el sector més desfavorable, el sector 2, amb una demanda de $6,94 \cdot 10^{-3}$ m³/s, la velocitat de circulació de l'aigua s'ha considerat de 1,5 m/s, obtenint un valor de 76 mm.

Per tant, la canonada utilitzada serà de PE-32, amb un diàmetre exterior de 90 mm, una espessor de 8,2 mm i una pressió nominal de 6 atm.

El diàmetre interior de la canonada comercial escollida és inferior al calculat. S'ha recalculat la velocitat donant un valor d'1,63 m/s, que es considera acceptable, donant per vàlida la canonada seleccionada.

2.5 Diàmetre de la canonada principal

Per determinar aquesta canonada s'ha usat l'expressió anterior, amb la mateixa velocitat (1,5 m/s), però el cabal serà la suma dels dos sectors, ja que així serà possible efectuar el reg dels dos sectors al mateix moment. S'ha obtingut un diàmetre de 107 mm.

Per tant, s'ha escollit una canonada PE-50A, amb un diàmetre exterior de 140 mm, una espessor de 12,7 mm i una pressió nominal de 10 atm.

3. Dimensionament dels elements del sistema de reg

3.1 Sistema de filtració

En un reg per degoteig subterrani és molt important fer ús d'aigua de bona qualitat per prevenir possibles obturacions a causa de la procedència de l'aigua de reg.

A l'anàlisi de reg (Annex III. Anàlisi de l'aigua de reg) s'ha observat que la duresa de l'aigua era mitja, amb possibles incrustacions per CaCO_3 , és per aquest motiu que s'ha decidit instal·lar un equip de filtració a partir de discs amb les característiques que s'indiquen a la taula 3.

Taula 30: Característiques tècniques del filtre de discs.

Amplada de pas dels discs	100 - 500 μm
Diàmetre d'entrada i sortida	4'' - 100 mm
Pressió de treball	1,5 – 10 bar
Pressió mínima de neteja	2,5 bar
Tipus de rentat	Automàtic
Cabal màxim	75 m^3/h
Diàmetre del filtre	2''
Nombre de filtres	3
Pèrdua de càrrega	3,80 m

L'aigua utilitzada per netejar el filtre desembocarà directament a la parcel·la del cultiu a pocs metres del capçal de reg.

3.2 Comptador volumètric

S'ha decidit instal·lar un comptador volumètric per conèixer amb exactitud el consum d'aigua que hi haurà per poder controlar amb més facilitat si hi ha pèrdues d'aigua o bé obturacions en el sistema.

La taula 4 mostra les especificacions tècniques del comptador.

Taula 31: Característiques tècniques del comptador volumètric.

Diàmetre de sortida i d'entrada	100 mm
Pressió de treball màxima	16 atm
Pèrdua de càrrega	0,3 m
Cabal màxim	100 m ³ /h

3.3 Manòmetre

És necessari l'ús de manòmetres al llarg de tot el sistema de reg per poder identificar possibles pèrdues d'aigua o bé obturacions, a més a més ens permet avaluar si les condicions de pressions són adequades pels emissors. Observar els plànols 4 i 5.

3.4 Vàlvules

- Electrovàlvules

S'ha decidit col·locar una electrovàlvula amb decodificador a l'inici de cada canonada secundària i una altre a la sortida del sistema de fertirrigació.

El diàmetre de les electrovàlvules serà el mateix que el de les canonades on aniran instal·lades.

- Vàlvules manuals

S'instal·larà una vàlvula manual a la canonada principal de reg.

3.5 Ventoses

Les ventoses són elements bàsics que garanteixen eliminar l'aire de les canonades en els punts més elevats del sistema. Això també serveix de protecció de les mateixes canonades i per garantir el flux de l'aigua en les condicions òptimes.

3.6 Sistema de fertirrigació

El sistema de fertirrigació estarà compost per un dipòsit amb una capacitat de 1.000 L per emmagatzemar-hi el fertilitzant i un grup dosificador d'accionament hidràulic.

Les característiques tècniques del dosificador es mostren a la taula 5.

Taula 32: Característiques tècniques dels elements del sistema de fertirrigació.

Accionament	Motor hidràulic
Tipus de succió	Succió
Cabal màxim d'injecció	300 l/h
Pressió d'injecció	2 x pressió de l'aigua
Pressió mínima de treball (bar)	1
Pressió màxima de treball (bar)	8
Consum d'aigua	3 x volum injectat

4. Dimensionament dels equips de bombament

La principal funció de l'equip de bombament és subministrar l'aigua al sistema de reg, concretament un cabal de 48,6 m³/h a una pressió d'1 bar als degoters.

Per poder efectuar el dimensionament de la bomba necessària s'ha tingut en compte totes les pèrdues de càrrega produïdes al llarg de tot el sistema de reg.

Per calcular la potència del grup de bombament és necessari calcular l'alçada manomètrica que ha de proporcionar la bomba (H_B):

$$H_B = E_s - E_e$$

On:

H_B : Alçada manomètrica de la bomba (m).

E_s : Energia de la sortida de la bomba (m).

E_e : Energia de l'entrada de la bomba (m).

La bomba estarà situada just abans del capçal de reg, així doncs l'energia de la sortida haurà de ser igual a l'energia que hi haurà a l'entrada del capçal de reg (punt 1). Aquesta energia dependrà de la necessària al punt més desfavorable del sistema (punt 2) i de les pèrdues de càrrega que es produeixin durant el llarg de tot el seu recorregut. S'ha calculat a partir de la següent expressió:

$$z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} - \Delta h = z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g}$$

On:

Z_1 : Cota a la qual es troba l'entrada del capçal de reg (m).

Z_2 : Cota a la qual es troba el punt més desfavorable (m).

$\frac{P_1}{\gamma}$: Energia potencial del fluid a l'entrada del capçal de reg (m).

$\frac{P_2}{\gamma}$: Energia potencial del fluid al punt més desfavorable del sistema (m).

$\frac{v_1^2}{2g}$: Energia cinètica a l'entrada del capçal de reg (m).

$\frac{v_1^2}{2g}$: Energia cinètica al punt més desfavorable del sistema (m).

Δh : Pèrdua de càrrega del fluid entre el punt 1 i 2.

El terme cinètic s'ha considerat negligible a causa del baix valor de la velocitat de l'aigua.

La pèrdua de càrrega del fluid entre el punt 1 i 2 s'ha calculat a partir de la següent expressió:

$$\Delta h = \Delta h_c + \Delta h_l$$

On:

Δh : Pèrdua de càrrega total (m).

Δh_c : Pèrdua de càrrega contínua (m).

Δh_l : Pèrdua de càrrega localitzada (m).

El punt més desfavorable del sistema és el ramal N^o 69 del sector 2 , situat a una major distància del capçal de reg.

Les pèrdues de càrrega contínues s'han calculat segons l'expressió de Hazem-Williams, amb el factor de correcció de F de Christiansen en el cas dels ramals i la canonada terciària.

$$\Delta h_c = 10,62 \cdot C^{-1,85} \cdot \frac{L}{D^{4,87}} \cdot Q^{1,85} \cdot F$$

On:

C: Valor constant que depen del material de la canonada (150 en cas del plàstic).

L: Longitud de la canonada (m).

D: Diàmetre de la canonada (m).

Q: Cabal del flux d'aigua (m³/s).

F: Factor de Chirstiansen.

El factor de Chirstiansen s'ha determinat de la següent manera:

$$F = \frac{1}{1+m} + \frac{1}{2N} + \frac{\sqrt{m-1}}{6N^2}$$

On:

m: exponent de l'equació (1,75 per canonades de PE).

N: N^o de sortides.

Els resultats de les pèrdues de càrrega contínua de cada canonada es recullen a la taula 6.

Taula 33: Determinació de la pèrdua de càrrega contínua.

CANONADA	L (m)	D _{interior} (m)	Q (m ³ /s)	N ^o SORTIDES	F	Δh_c (m)
Ramal	12	0,012	$1,67 \cdot 10^{-5}$	40	0,376	0,007
Terciària	102	0,0792	$6,94 \cdot 10^{-3}$	69	0,371	0,887
Secundària	62	0,0736	$6,94 \cdot 10^{-3}$	-	-	2,078

La pèrdua de càrrega localitzada es deu als elements de la instal·lació. La pèrdua de càrrega del sistema de filtració i del comptador volumètric la seva pèrdua de càrrega ve determinada pel fabricant, resultant ser de 3,80 m i 0,3 m respectivament. En el cas de les vàlvules, colzes i altres elements s'ha establert una pèrdua del 15% de la Δh_c .

Així doncs, la pèrdua de càrrega total és de 7,38 m.

La pressió de treball dels emissors, corresponent al terme $\frac{P_2}{\gamma}$, equival a 1 bar, 10 mca.

La diferència de cota entre el capçal de reg (32,6 m) i el degoter més desfavorable (30,7) és de 1,9 m.

Així doncs, l'energia a la sortida de la bomba resultarà de 15,48 m.

Per determinar l'energia a l'entrada de la bomba s'ha realitzat de la mateixa manera anterior, entre el punt de la captació de l'aigua del reg (punt 1) i la bomba (punt 2).

La diferència de cota entre el canal de reg (33,2 m) i la bomba (32,6) és de 0,6 m.

El terme cinètic també s'ha considerat negligible.

Pel càlcul de la pèrdua de càrrega total s'ha tingut en compte la pèrdua contínua de la canonada principal més un 15% de la localitzada (Taula 7).

Taula 34: Determinació de la pèrdua de càrrega total

CANONADA	L (m)	D (m)	Q (m ³ /s)	Δh_c (m)	Δh_l (m)	Δh_T (m)
Primària	5	0,114	$13,49 \cdot 10^{-3}$	0,068	0,01	0,078

Així doncs, l'energia a l'entrada de la bomba serà de 0,52 m.

La bomba haurà de tenir una alçada manomètrica de 14,96 m.

Per determinar la potència de la bomba s'ha utilitzat la següent expressió:

$$w_{abs} = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H_B}{75 \cdot \eta_b \cdot \eta_m}$$

On:

γ : Pes específic de l'aigua (1.000 kp/m³).

η_b : Rendiment de la bomba (70%).

η_m : Rendiment del motor (95%).

La potència del grup de bombament que caldrà per aportar una alçada manomètrica de 14,96 m amb un cabal de 13,49 l/s serà de 4,05 CV (3,02 kW).

S'ha escollit un grup de bombament de 4 kW, amb un cabal màxim de 13,88 l/s, amb un diàmetre d'entrada de 65 mm i de sortida 50 mm i una pressió màxima de treball de 10 bar.

ANNEX VII: INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA

1.	Descripció de la instal·lació i normativa aplicable	97
2.	Esquema de la instal·lació	98
3.	L1: programador de reg i electrovàlvules	99
3.1	Programador de reg.....	99
3.2	Electrovàlvules de reg	99
3.3	Dimensionament de la L1.....	100
3.3.1	Càlcul de la secció dels conductors	100
4.	L2: Línia del grup de bombament	102
4.1.1	Càlcul de la secció dels conductors	102
5.	Línia principal	104
5.1.1	Càlcul de la secció dels conductors	104
6.	Grup electrogen	107

1. Descripció de la instal·lació i normativa aplicable

La parcel·la projectada no disposa d'un subministrament elèctric a peu de parcel·la. És per aquest motiu que se subministrarà l'electricitat a partir d'un grup electrogen.

S'ha dissenyat aquesta instal·lació en base les necessitats de potència i de tensió dels elements que componen el sistema de reg, com poden ser les electrovàlvules i el programador de reg.

La instal·lació s'ha dissenyat considerant que una freqüència del corrent elèctric és de 50 Hz, i la seva tensió de 230/400 V. L'energia es distribuirà a través de cables de coure, aïllats amb XPLE en forma de cables multipolars i dins d'un tub de protecció.

S'ha seguit el Reglament Electrotècnic per a Baixa Tensió (REBT) i les Instruccions Tècniques Complementàries (ITC-BT) següents:

- ITC-BT-06: Xarxes aèries per a la distribució en baixa tensió.
- ITC-BT-18: Instal·lacions de posada a terra.
- ITC-BT-19: Instal·lacions interiors o receptores. Prescripcions generals.
- ITC-BT-21: Tubs i canals protectors.
- ITC-BT-47: Instal·lacions de receptors. Motors.

2. Esquema de la instal·lació

La instal·lació consta d'una línia principal que es deriva en dues línies elèctriques individuals.

- L1: Programador de reg i electrovàlvules (línia monofàsica).
- L2: Línia del grup de bombament (línia trifàsica).

3. L1: programador de reg i electrovàlvules

La mateixa línia de llum alimentarà les electrovàlvules de reg i el programador de reg.

3.1 Programador de reg

El programador de reg requereix una potència aparent de 45 VA, una tensió de 230 V i un factor de potència de 0,8.

- Potència activa:

$$P = S \cdot \cos\varphi = 36 \text{ W}$$
$$\varphi = \arccos(0,8) = 36,86^\circ$$

- Potència reactiva:

$$Q = S \cdot \sin\varphi = 27 \text{ VAr}$$

3.2 Electrovàlvules de reg

Les electrovàlvules requereix una potència aparent de 36 VA, una tensió de 230 V i un factor de potència de 0,8. En total n'hi ha, una per a cada línia secundària i una tercera per al sistema de fertirrigació.

- Potència aparent:

$$S = N \cdot S_{individual} = 108 \text{ VA}$$

- Potència activa:

$$P = S \cdot \cos\varphi = 86,4 \text{ W}$$
$$\varphi = \arccos(0,8) = 36,86^\circ$$

- Potència reactiva:

$$Q = S \cdot \sin\varphi = 64,78 \text{ VAr}$$

3.3 Dimensionament de la L1

Per dur a terme el dimensionament de la línia s'ha realitzat el sumatori de les potències entre el programador de reg i les electrovàlvules.

- Potència aparent: 153 VA
- Potència activa: 122,4 W
- Potència reactiva: 91,78 VAR
- Factor de potència: 0,8

El càlcul de la intensitat màxima s'ha realitzat a partir de la següent expressió:

$$I_{m\grave{a}x} = \frac{S}{V} = 0,66 A$$

La tensió de la línia és de 230 V.

3.3.1 Càlcul de la secció dels conductors

- Conductor de fase i neutre:

Segons la Taula A.52-1 bis de la norma UNE 60364-5-52:2004, per a una intensitat de 0,66 A i un multiconductor monofàsic aïllat en un tub de XLPE a l'aire lliure, la secció del conductor correspon a 1,5 mm² (Columna 12).

S'ha calculat el percentatge de caiguda de tensió (%Cdt) de la línia a partir de la següent expressió:

$$\% Cdt = \frac{\sqrt{2} \cdot 100}{\chi \cdot S \cdot V} \sum_{i=1}^n (I_i \cdot L_i \cdot \cos\varphi_i)$$

On:

χ : Conductivitat elèctrica del coure ($56 \frac{m}{\Omega \cdot mm^2}$).

I_i : Intensitat individual (A).

L : Longitud de la línia (m), 7 metres.

S : Secció del conductor (mm²).

V : Tensió (V).

El valor obtingut és del 0,04%, inferior al 5%, que és el límit establert a la ITC-BT-19, de manera que la secció del conductor de fase i neutre és vàlida.

- Dimensionament de la secció del conductor de protecció:

A partir de la Taula 2 de la ITC-BT-19, per una secció d'1,5 mm², la secció del conductor de protecció ha de ser igual a la del conductor de fase amb una secció mínima de 2,5 mm².

Aquesta línia comptarà amb un interruptor magnetotèrmic d'1 A, a més a més, d'un interruptor diferencial bipolar del calibre de 16 A i una sensibilitat de 30 mA.

- Dimensionament del diàmetre del tub protector de PE:

El diàmetre del tub de protecció es determina segons les especificacions de la Taula 7 de la ITC-BT-21.

Per una línia amb una secció nominal de 1,5 mm² i una intensitat de 0,66 A li correspon a un tub de 12 mm de diàmetre.

4. L2: Línia del grup de bombament

Es disposa d'un grup de bombament amb una potència activa de 4.000 W, línia trifàsica enterrada, amb un factor de potència de 0,85 ($\varphi = 31,79^\circ$).

- Potència aparent:

$$S = \frac{P}{\cos \varphi} = 4.705 \text{ VA}$$

- Potència reactiva:

$$Q = S \cdot \sin \varphi = 2.479 \text{ VAr}$$

- Càlcul d'intensitats:

$$I_{individual} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi} = 6,79 \text{ A}$$

Segons la ITC-BT-47, en cas d'haver línies amb motors cal incrementar un 25% (coeficient d'arrencada) la intensitat.

$$I_{m\grave{a}x} = I_i \cdot \text{coeficient d'arrencada} = 8,49 \text{ A}$$

4.1.1 Càlcul de la secció dels conductors

- Conductor de fase i neutre:

Segons la Taula 5 de la ITC-BT-07, per a una intensitat de 8,49 A i un multiconductor enterrat aïllat en un tub de XLPE, la secció del conductor correspon a 6 mm².

S'ha calculat el percentatge de caiguda de tensió (%Cdt) de la línia a partir de la següent expressió:

$$\% Cdt = \frac{\sqrt{3} \cdot 100}{\chi \cdot S \cdot V} \sum_{i=1}^n (I_i \cdot L_i \cdot \cos \varphi_i)$$

La longitud de la línia és de 15 metres.

El valor obtingut és del 0,14%, inferior al 5%, que és el límit establert a la ITC-BT-19, de manera que la secció del conductor de fase i neutre és vàlida.

- Dimensionament de la secció del conductor de protecció:

A partir de la Taula 2 de la ITC-BT-19, per una secció de 6 mm², la secció del conductor de protecció ha de ser igual a la del conductor.

- Interruptor:

Aquesta línia comptarà amb un interruptor magnetotèrmic de 10 A, a més a més, d'un interruptor diferencial tetrapolar del calibre de 16 A i una sensibilitat de 300 mA.

- Dimensionament del diàmetre del tub protector de PE:

El diàmetre del tub de protecció es determina segons les especificacions de la Taula 9 de la ITC-BT-21, indicant que per una línia amb cables multiconductors la secció mínima del tub ha de ser 4 vegades la secció ocupada pels conductors.

Tenint en compte que la línia té una secció del 6 mm² pels conductors de fase, neutre i protecció, la secció mínima del tub haurà de ser de 120 mm. S'ha decidit escollir un diàmetre del tub de 125 mm.

5. Línia principal

Es tracta d'una línia trifàsica enterrada, de 5 metres de longitud i un $\cos \varphi$ de 0,85.

- Potència activa:

$$P = \sum P_i = 4.122 \text{ W}$$

- Potència reactiva:

$$Q = \sum Q_i = 2.570 \text{ VAr}$$

- Potència aparent

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = 4.858 \text{ VA}$$

- Càlcul d'intensitats

$$I_{m\grave{a}x} = \sum I_{m\grave{a}x} = 9,15 \text{ A}$$

5.1.1 Càlcul de la secció dels conductors

- Conductor de fase i neutre:

A partir de la Taula 5 de la ITC-BT-07, tenint en compte un cable tetrapolar i una intensitat màxima de 9,17 A i un aïllament de XLPE, s'ha determinat una secció dels conductors de 6 mm².

S'ha calculat el percentatge de caiguda de tensió (%Cdt) de la línia a partir de l'expressió anterior, amb una longitud de la línia de 5 metres.

El valor obtingut és del 0,05%, inferior al 5%, que és el límit establert a la ITC-BT-19, de manera que la secció del conductor de fase i neutre és vàlida.

- Dimensionament de la secció del conductor de protecció:

A partir de la Taula 2 de la ITC-BT-19, per una secció de 6 mm², la secció del conductor de protecció ha de ser igual a la del conductor.

- Dimensionament del diàmetre del tub protector de PE:

El diàmetre del tub de protecció es determina segons les especificacions de la Taula 9 de la ITC-BT-21, indicant que per una línia amb cables multiconductors la secció mínima del tub ha de ser 4 vegades la secció ocupada pels conductors.

Tenint en compte que la línia té una secció del 6 mm² pels conductors de fase, neutre i protecció, la secció mínima del tub haurà de ser de 120 mm. S'ha decidit escollir un diàmetre del tub de 125 mm.

- Interruptor:

S'instal·larà un interruptor magnetotèrmic de 10 A.

- Presa de terra:

Per dimensionar la presa de terra s'ha realitzat a partir de la següent expressió:

$$R_t \leq \frac{V_c}{I_d}$$

On:

R_t : Resistència de la presa de terra (Ω).

V_c : Tensió de contacte admissible, 24 V en llocs humits.

I_d : Intensitat de defecte o sensibilitat de l'interruptor diferencial (A).

Amb una intensitat de defecte de 300 mA, la més desfavorable de les plantejades en els interruptors diferencials, la resistència de la presa de terra haurà de ser inferior o igual a 80 Ω .

La longitud de la pica (posició vertical) es determina de la següent manera (Taula 5 ITC-BT-18):

$$L = \frac{\rho}{R_t}$$

On:

ρ : Resistivitat del terreny (Ωm).

L: Longitud de la pica

El terreny té una resistivitat de 500 Ωm i una resistència de 80 Ω , la longitud de la pica ha de tenir una longitud total de 6,25 metres.

S'ha optat per col·locar 4 piques, de 2 metres cadascuna, de ferro galvanitzar i 25 mm de diàmetre.

L'esquema unifilar de la instal·lació general es recull al Plànol 7 (Esquema unifilar).

6. Grup electrogen

El grup electrogen haurà de subministrar una potència total de 4.122 W, és per aquest motiu que s'ha decidit instal·lar un grup de 6 kW i una potència aparent de 7,9 KVA, amb possibilitat de treball en trifàsic i monofàsic i sistema de combustió de dièsel.

ANNEX VIII: PROCÉS PRODUCTIU

1.	Preparació del terreny	110
2.	Sembra	111
3.	Fertilització	112
4.	Control de les adventícies	114
5.	Control de malalties i plagues	115
6.	Recol·lecció.....	116
7.	Calendari de reg.....	117

1. Preparació del terreny

Abans de realitzar la sembra de la llavor és molt important preparar un llit de sembra que no estigui compacte i lliure d'herbes adventícies. Fent aquestes tasques s'afavorirà el creixement radicular del cultiu i li permetrà créixer amb les millors condicions possibles sense afectar el rendiment a finals de campanya.

El principal condicionant de la preparació del terreny són els laterals de reg, a una profunditat de 30 cm, fet que impossibilita l'acció d'eines del sòl que treballin a profunditats superiors a 20-25 cm, com per exemple el chisel i les arades vertaderes.

Així doncs, per la preparació del terreny s'ha decidit fer una primera passada al mes de març d'una grada de discs, per eliminar possibles herbes adventícies i incorporar al sòl els fems que s'aplicaran per l'adobat.

La segona passada serà dies previs a la sembra, per formar el llit de sembra en absència de terroses que puguin dificultar la feina de sembrar. Aquesta tasca es realitzarà amb un cultivador de pues.

La tercera i última passada es durà a terme una vegada el cultiu estigui recol·lectat per incorporar les restes del cultiu al sòl i evitar la proliferació de fongs que puguin afectar a la campanya següent. Aquesta tasca s'efectuarà a partir de la grada de discs.

Si ve les labors descrites són les que inicialment previstes, en cada campanya de cultiu s'afegiran les que siguin necessàries per deixar el sòl en condicions de sembra adequades.

2. Sembra

El cicle d'una varietat ens indica l'espai de temps necessari entre dos estadis d'especial rellevància, entre la sembra i la madura fisiològica (al 35% d'humitat del gra). El desenvolupament del blat de moro està afectat principalment pel règim trmic, per això s'utilitza el sumatori de temperatures mitjanes diàries o la integral tèrmica per a definir el cicle d'una varietat.

La sembra del blat de moro és possible a partir del moment en què el sòl assoleix una temperatura mitjana superior a 10 – 12 °C, quan el risc de gelades pràcticament ha desaparegut. La temperatura mitjana en el perfil superior del sòl (0 – 30 cm) normalment és molt propera a la temperatura mitjana de l'aire. L'anàlisi climatològic vist a l'Annex I s'aconsegueix aquesta temperatura a partir del mes d'Abril (13,5 °C).

El Dossier Tècnic N°41 "El cultiu del panís, Varietats, Plagues i Malalties" (Ruralcat, 2010) marca una integral tèrmica, entre el 20 de maig a 15 de setembre a la zona de Girona litoral de 1.873 °C. Amb aquesta integral tèrmica s'escull la varietat PR33Y74 de cicle 600, perquè presenta bons rendiments productius, un pes específic del gra alt i una baixa humitat del gra al moment de la recol·lecció, a més a més no mostra sensibilitat a podridures a la tija, sense problemes de trencament de la canya i resistent a la virosis MDMV (mosaïcs), i tolerància enfront de la contaminació de fumonisines i protecció contra els barrinadors del blat de moro (*Sesamia nonagrioides* i *Ostrinia nubilalis*).

La data de sembra serà a principis de maig, amb una separació entre fileres de 70 cm i 17 cm entre plantes, sembrant un total de 56.300 llavors.

3. Fertilització

El Decret 153/2019, 3 de juliol, de gestió de la fertilització del sòl i de les dejeccions ramaderes i d'aprovació del programa d'actuació a les zones vulnerables en relació amb la contaminació per nitrats que procedeixen de fonts agràries, classifica la parcel·la dins de l'Àrea 1 pertanyent a la ZV-A. Això presenta una sèrie de limitacions a l'hora de la gestió del pla de fertilització:

- Aportació màxima, en zones de regadiu, de 170 kg de N i any procedent de fertilitzants orgànics i 250 kg/ha i any procedent de fertilitzants minerals o en aigua de reg.
- Els fertilitzants de tipus 2 i 3 només es poden aplicar quan no hi ha cultiu a la parcel·la dins dels 45 dies naturals anteriors a la sembra.
- Els fertilitzants de tipus 1 es poden aplicar al sòl quan no hi ha cultiu dins dels 45 dies naturals anteriors a la sembra.

Seguint les recomanacions del Dossier Tècnic N°01 "El cultiu del panís, nous avenços" (Ruralcat, 2010) el blat de moro té unes extraccions mitjanes de 23 kg/ha de N, 10 kg/ha de P_2O_5 i 22 kg/ha de K_2O per obtenir 1 tona/ha de gra al 14% d'humitat. Tenint en compte una producció objectiva de 15 tones/ha s'extreuen 345 kg/ha de N, 150 kg/ha de P_2O_5 i 330 kg/ha de K_2O . En cas de retornar les canyotes al sòl les extraccions disminueixen.

Aquests nutrients s'absorbeixen al llarg del cicle del cultiu de manera diferent, a partir dels 20 – 30 dies de l'emergència comença un període de ràpida absorció més o menys paral·lel a l'acumulació de biomassa. El període entre la 4a setmana a la 12a s'absorbeix el 75% del nitrogen, el 55% del fòsfor i el 95% del potassi.

Per poder fer una bona fertilització s'ha tingut en compte l'anàlisi del sòl, vist a l'Annex II "Anàlisi del sòl", amb un nivell baix de N, mitja de P_2O_5 i un valor normal de K_2O .

Tenint en compte els valors anteriors es realitzarà una aportació de 250 kg/ha de N, 80 kg/ha de P_2O_5 i 100 kg/ha de K_2O .

Com s'ha explicat l'Annex IV la fertilització es durà a terme amb l'aplicació d'esmenes orgàniques i la fertirrigació.

S'aplicaran 15 tones/ha de fems de boví (classificat com a tipus 1 i una riquesa de 5 - 2,5 - 7) a finals del mes de març, amb unes aportacions de 75 kg/ha de N, 37,5 kg/ha de P_2O_5 i 105 kg/ha de K_2O .

S'aportaran la resta de N i P_2O_5 amb un adob per fertirrigació, consistent en una barreja de 70 kg fosfat monoamònic (12 - 61 - 0) a una concentració d'aigua 1/5 (adob/aigua) i 480 kg de nitrat amònic (34,5%N) a una concentració de ½ (adob/aigua).

Les aportacions de cobertera es fraccionaran en dues vegades, una a l'estadi de sis fulles i l'altre durant el període de floració.

Tenint en compte una superfície de cultiu de 0,67 ha, s'aportaran una total de 167 kg de N, 54 kg de P_2O_5 i 70 kg de K_2O , gràcies a l'aportació de 10 tones de fems, 47 kg de fosfat monoamòmic i 322 kg de nitrat amònic.

4. Control de les adventícies

Les principals herbes adventícies que suposen un problema per l'agricultor són:

- Canyota (*Sorghum halepense*)
- Blet blanc (*Chenopodium album*)
- Soja borda (*Abutilon theophrasti*)
- Xereixos (*Setaria spp*)

S'ha escollit l'herbicida Tanit 560 SE (S-Metolaclo-ro i Mesotriona), un producte específic pel cultiu de blat moro, eficient pel control de les gramínies i les dicotiledònies esmentades anteriorment. Aquest herbicida és selectiu pel blat de moro i està formulat amb la barreja de les matèries actives S-Metolaclo-ro (500 g/l) i Mesotriona (60 g/l) i el protector Benoxacor (20 g/l). La combinació de les dues matèries actives li proporciona un ampli espectre d'actuació sobre les adventícies monocotiledònies i dicotiledònies.

S'aplicarà una dosi de 2,5 l/ha, un volum de caldo de 400 l/ha i una única aplicació quan el cultiu no hagi assolit l'estadi de 4 fulles, utilitzant un total d'1,7 l de producte.

Aquest producte està autoritzat per l'aplicació en blat de moro i està inscrit al Registro Oficial del Productos y Material Fitosanitario (ROPMF) amb el Nº ES-00492 fins el 31/07/2023. No té termini de seguretat. En cas que no es prorrogui la data d'autorització d'ús s'aplicarà un herbicida de característiques equivalents.

5. Control de malalties i plagues

La principal plaga a la zona protectora en anys anteriors ha estat el barrinador (*Sesamia nonagrioides*) i la malaltia del *Fusarium graminearum*.

Les condicions òptimes per la presència del *Fusarium graminearum* són les fortes precipitacions al final del cicle i, un temps fred i humit després de la formació de la seda.

Per poder combatre-les es farà ús d'una varietat resistent donada la incapacitat d'aplicació de fitosanitaris degut a l'altura del blat de moro en el moment de realitzar els tractaments, així com la necessitat de reduir costos.

6. Recol·lecció

La recol·lecció és l'últim pas per aconseguir el gra del blat de moro, entre finals de setembre o principis d'octubre, amb una producció esperada de 15.000 kg/ha.

Quan es recol·lecti només s'aprofita el gra de blat de moro, mentre que la resta de la planta queda triturada a la superfície del camp on, s'incorporarà posteriorment.

La feina de recol·lectar és durà a terme a partir d'una empresa de serveis externa.

7. Calendari de reg

Es desenvolupa un calendari de reg a partir de les dades climàtiques, proporcionades per l'estació climàtica de La Tallada de l'Empordà, exposades a l'ANNEX I. Aquest calendari és orientatiu, ja que variarà cada any segons les condicions meteorològiques.

	Maig	Juny	Juliol	Agost	Setembre
ET _o (mm)	117,7	140,1	150,0	137,0	93,8
Kc	0,5	0,75	1,1	1,1	0,75
ET _c (mm)	58,85	105,1	165,0	150,1	70,35
Pluja efectiva (mm)	27,8	20,9	31,4	17,3	44,3
Necessitats totals de reg (mm)	83,9	227,6	361,1	358,9	70,4
Temps de reg (h/mes)	11h 44'	31h 47'	50h 32'	50h 15'	9h 48'
Temps de reg (h/dia)	-	1h 4'	1h 38'	1h 37'	-

L'evapotranspiració del cultiu ET_c s'ha calculat a partir del coeficient del cultiu i l'evapotranspiració de referència ET_o.

La pluja efectiva, seguint les recomanacions de reg del DARP 2019, suposa el 75% de la pluja total registrada.

A partir de l'equació següent s'han determinat les necessitats de reg mensuals:

$$NTR = \frac{ET_c - P_e}{E_f}$$

On:

ET_c: Evapotranspiració del cultiu (mm).

Pe: Pluja efectiva (mm).

Ef: Eficiència de reg, Calculada a l'ANNEX V, Disseny agronòmic, amb un valor del 37%.

Per determinar el temps de reg s'ha utilitzat la següent expressió:

$$t_r = \frac{NDR - A_e}{q_e}$$

On:

NDR: Necessitats de reg (mm).

A_e: Superfície mullada per un emissor (m²).

q_e: Cabal emès per un emissor (l/h)

El mes de maig no s'aplica el reg partint d'experiències prèvies en anys anteriors, on la precipitació era suficient per garantir les necessitats hídriques del cultiu. En cas contrari, s'aplicaran 29,87 mm en un temps de reg de 2,4 h, càlculs realitzats a l'Annex V "Disseny agronòmic", per garantir que les llavors i les arrels disposin d'aigua suficient pel seu creixement.

El mes de setembre tampoc s'aplica reg en experiències d'anys anteriors, ja que en aquest moment la part vítrea del gra assoleix el 75-80% de la part pastosa. Seguint les recomanacions de l'IRTA, en aquest moment la humitat del gra oscil·la entre el 35-40% i acumula pràcticament el 90% del seu pes final i amb la humitat romanent d'aigua del sòl, la planta va continuant el procés de trasllat dels assimilats al gra i es pot deixar de regar sense afectar la producció final.

Així doncs, el temps estimat durant una campanya de reg és de 132h i 34', aplicant una quantitat d'aigua aproximada de 6.440 m³ (640 m³/tona de gra de blat de moro).

ANNEX IX: PROGRAMACIÓ DE L'EXECUCIÓ

1. Introducció	121
2. Determinació de les activitats, la seva durada i de les prelacions	122
3. Diagrama PERT i determinació del camí crític	124
3.1 Diagrama PERT	124
3.2 Temps early, temps last i folgances	124
4. Calendari d'execució del projecte	127

1. Introducció

Mitjançant el mètode PERT s'ha realitzat la programació de les obres, que permet la planificació, programació i control del projecte. S'han tingut en compte els diferents problemes que es poden originar durant la seva execució, la probabilitat d'aconseguir els objectius i el temps mínim necessari per assolir-los.

2. Determinació de les activitats, la seva durada i de les prelacions

La Taula 1 mostra les diferents activitats que es duran a terme durant l'execució del projecte.

Taula 35: Activitats per la posada en funcionament del projecte.

DESIGNACIÓ	ACTIVITAT
A	Instal·lació del grup de bombament
B	Instal·lació del capçal de reg
C	Instal·lació de les canonades de distribució
D	Instal·lació elèctrica
E	Instal·lació dels laterals de reg i col·lectors
F	Proves de funcionament i repàs de la instal·lació

S'ha utilitzat la següent expressió per calcular el temps PERT:

$$t = \frac{a + 4m + b}{6}$$

On:

t: temps PERT (dies).

a: Durada optimista (dies).

m: Durada més probable (dies).

b: Durada pessimista (dies).

La Taula 2 mostra les prelacions entre les activitats i el càlcul del temps PERT.

Taula 36: Durada de les activitats i prelacions entre elles.

ACTIVITAT	ACTIVITAT PRECEDENT	DURADA OPTIMISTA (dies)	DURADA MÉS PROBABLE (dies)	DURADA PESSIMISTA (dies)	TEMPS PERT (dies)
A	-	1	1	2	2
B	-	1	2	3	2
C	A, B	2	3	4	3
D	C	1	1	2	2
E	D	4	4	5	5
F	E	1	1	2	2

3. Diagrama PERT i determinació del camí crític

a. Diagrama PERT

A partir de la taula 2 s'ha elaborat el diagrama PERT que es mostra a la figura 1.

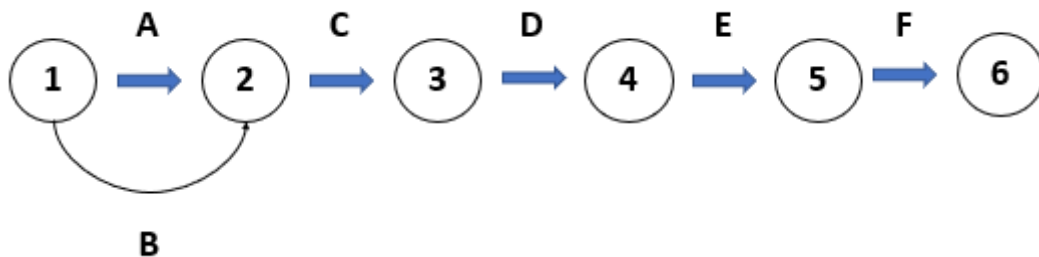


Figura 5: Diagrama PERT d'execució del projecte. En color blau s'indica el camí crític.

El camí crític, que es pot observar a la Figura 1, està format per la successió de les activitats A, C, D, E i F. Qualsevol endarriment d'alguna d'aquestes activitats allargarà l'execució del projecte més enllà de 14 dies.

b. Temps early, temps last i folgances

- Temps *EARLY*:

Es defineix com el temps mínim que ha de passar per aconseguir un succés, i es correspon amb el temps mínim d'execució del projecte.

Es calcula de la següent manera:

$$t_j = \max.(t_i + t_{ij})$$

On:

t_j : Temps *early* del succés final de l'activitat (dies).

t_i : Temps *early* del succés inicial de l'activitat (dies).

t_{ij} : Durada de l'activitat (dies).

- Temps *last*:

Es defineix com el màxim de temps que es pot tardar per assolir un succés sense que s'endarrereixi la durada del projecte.

Es calcula amb la següent expressió:

$$t_i^* = \text{mín.}(t_j^* + t_{ij})$$

On:

t_i^* : Temps *last* del succés inicial de l'activitat (dies).

t_j^* : Temps *last* del succés final de l'activitat (dies).

- Folgança total:

Es defineix com el màxim de temps que es pot dedicar a una activitat sense que això suposi un retard en l'execució del projecte. Permet determinar el camí crític, en el qual les folgances de les activitats són de 0 dies.

Es calcula de la següent manera:

$$F_{ij}^T = t_j^* - t_i - t_{ij}$$

- Folgança lliure:

És el màxim temps que es pot dedicar a una activitat sense suposar que l'activitat precedent hagi tingut lloc en la data més pròxima i suposant que no consumim la folgança, de manera que queda temps per a l'activitat consegüent.

Es calcula de la següent manera:

$$F_{ij}^L = t_j - t_i - t_{ij}$$

- Folgança mínima:

Es defineix com el mínim de temps que es pot dedicar a una activitat començant-la el més tard possible, sense que repercuteixi en un retard en la data de finalització de l'obra.

$$F_{ij}^M = t_j - t_i^* - t_{ij}$$

A partir de la Taula 2 i les expressions descrites anteriorment s'ha realitzat la Taula 3.

Taula 37: Determinació del temps *EARLY*, *LAST* i folgances.

ACTIVITAT	SUCCÉS	t_i (dies)	t_j (dies)	t_{ij} (dies)	t_i^* (dies)	t_j^* (dies)	F_{ij}^T (dies)	F_{ij}^L (dies)	F_{ij}^M (dies)
A	1-2	0	2	2	0	2	0	0	0
B	1-2	0	2	2	0	2	0	0	0
C	2-3	2	5	3	2	5	0	0	0
D	3-4	5	7	2	5	7	0	0	0
E	4-5	7	12	5	7	12	0	0	0
F	5-6	12	14	2	12	14	0	0	0

4. Calendari d'execució del projecte

El calendari d'execució del projecte s'ha elaborat a través del mètode Gantt, on s'han fixat les següents dates:

- Data d'inici més primerenca:

És la data més prematura en què es pot començar l'activitat, la qual es correspon amb el temps *early* del nus d'inici de l'execució.

$$\Delta_{ij} = t_i$$

- Data d'inici més tardana:

És la data més tardana que es pot iniciar les obres sense endarrerir el temps d'execució de l'obra.

$$\Delta_{ij}^* = t_j^* + t_{ij}$$

- Data de finalització més primerenca:

És la data més prematura en què pot acabar-se l'activitat.

$$\nabla_{ij} = t_i + t_{ij}$$

- Data de finalització més tardana:

És la data més tardana en què es pot acabar l'activitat sense endarrerir el temps d'execució del projecte.

$$\nabla_{ij}^* = t_j^*$$

La Taula 4 mostra els resultats obtinguts.

Taula 38: Dates d'inici i finalització de cada activitat.

ACTIVITAT	SUCCÉS	Δ_{ij} (dies)	Δ_{ij}^* (dies)	∇_{ij} (dies)	∇_{ij}^* (dies)
A	1 – 2	0	2	2	2
B	1 – 2	0	2	2	2
C	2 – 3	2	5	3	5
D	3 – 4	5	7	2	7
E	4 – 5	7	12	5	12
F	5 – 6	12	14	2	14

A partir dels valors de la Taula 4 s'ha elaborat el diagrama de Gantt de l'execució del projecte que es mostra a la taula 5.

Taula 39: Diagrama de Gantt de l'execució del projecte.

Act.	DIA													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
A	■	■												
B	■	■												
C			■	■	■									
D						■	■							
E								■	■	■	■	■		
F													■	■

ANNEX X: ESTUDI ECONÒMIC I ANÀLISI DE LA INVERSIÓ

1.	Estudi econòmic.....	131
1.1	Costos de capital fix	131
1.2	Costos de capital circulant.....	132
1.3	Costos totals.....	133
1.4	Ingressos	133
1.5	Beneficis.....	134
2.	Anàlisi de la inversió	135
2.1	Anàlisi dels cobraments i pagaments.....	135
2.1.1	Cobraments ordinaris.....	135
2.1.2	Cobraments extraordinaris.....	135
2.1.3	Pagaments ordinaris	136
2.1.4	Pagaments extraordinaris	136
2.2	Estudi de la rendibilitat de la inversió.....	137
2.2.1	Fluxos de caixa.....	137
2.2.2	Indicadors econòmics.....	139

1. Estudi econòmic

Per avaluar la rendibilitat de la inversió, s'ha realitzat primer de tot un estudi de costos, ingressos i beneficis.

1.1 Costos de capital fix

Els costos de capital fix fan referència a l'amortització dels elements necessaris per a produir. L'amortització es calcula a partir de la vida útil, el seu valor d'adquisició i el seu valor al final de la vida útil. Cal tenir present, que l'amortització calculada es corregeix per la proporció que s'atribueix a la parcel·la projectada.

Els béns d'immobilitzat dels que disposa l'empresa i s'han tingut en compte són:

- L'amortització del projecte de reg.
- L'amortització de la maquinària que s'utilitza per fer les feines a la parcel·la.

Per calcular aquests costos d'amortització i els d'interès s'utilitza les següents expressions:

$$\text{Cost amortització} = \frac{V_a - V_r}{n} \cdot \dot{U}S \qquad \text{Cost d'oportunitat} = \frac{(V_a + V_r) \cdot i}{2}$$

On:

V_a : Valor d'adquisició (€).

V_r : Valor residual (€).

N : Vida útil de l'immobilitzat (anys).

i : Taxa d'interès, del tipus 3%.

S'utilitza una taxa d'interès del 3% fent referència al rendiment mitjà de l'explotació.

A la Taula 1 es mostren els costos de capital fix per a cada immobilitzat esmentat.

Taula 40: Costos de capital fix que s'atribueixen a la parcel·la projectada.

CONCEPTE	Vida útil (anys)	Valor d'adquisició (€)	Valor residual	Valor residual (€)	Cost d'amortització (€)	Cost d'oportunitat (€)	Ús (%)	Total (€)
Instal·lació de reg	20	21.850,53	10%	2.185,05	983,27	360,53	100%	1.343,81
Tractor 150 CV	15	160.000,00	10%	16.000,00	9.600,00	2.640,00	1%	122,40
Grada de discs	20	9.500,00	10%	950,00	427,50	156,75	1%	5,84
Cultivador de pues	20	3.000,00	10%	300,00	135,00	49,50	1%	1,85
Pulveritzadora	20	13.000,00	10%	1.300,00	585,00	214,50	1%	8,00
Sembradora de línies	20	12.000,00	10%	1.200,00	540,00	198,00	4%	25,83
TOTAL.....								1.507,72

1.2 Costos de capital circulat

Els costos de capital circulat fan referència a les despeses atribuïbles a la producció del cultiu de la parcel·la, com poden ser la mà d'obra, el combustible, manteniment i reparacions de la maquinària, la compra de productes fungibles (llavors, fertilitzants i fitosanitaris).

La taula 2 mostra els costos de capital circulat de la parcel·la.

Taula 41: Costos de capital circulant de la parcel·la projectada.

Concepte	Personal, combustible i manteniment		Fungibles		Cost (€)
	Quantitat o N ^o de passades	Cost unitari (€/ha)	Dosi (kg o L)	Cost unitari (€/kg o L)	
Concessió de l'aigua de reg	0,67	120	-	-	80,40
Preparació del terreny	3	70	-	-	140,70
Sembra del BM*	1	35	56.300	0,0035	220,50
Fertilització en fons	1	30	-	-	20,10
Fertirrigació	-	-	47	0,95	440,71
			322	1,23	
Control de les adventícies	1	25	1,7	33	72,85
Recol·lecció	1	200	-	-	134,00
Combustible pel reg	-	-	279	1,4	390,60
TOTAL.....					1.499,86

*La dosi fa referència el nombre de llavor que es sembrarà a la parcel·la i el seu preu unitari.

1.3 Costos totals

Els costos totals és la suma dels costos de capital fix i dels costos de capital circulant, amb un total de 3.007,58 €.

1.4 Ingressos

Els ingressos obtinguts provenen de la venda del gra de blat de moro (320 €/tona) i les subvencions de la PAC (280 €/ha).

Tenint en compte la superfície de cultiu de 0,67 ha i una producció objectiva de 15 tones/ha, els ingressos es quantifiquen en 3.403,60 €.

1.5 Beneficis

Els beneficis es culen com la diferència entre els ingressos i els costos, amb un benefici total de la parcel·la projectada de 396,02 €.

2. Anàlisi de la inversió

El cost de la inversió de la instal·lació del sistema de reg és de 21.850,53 €, en el document del Pressupost s'especifica el costos desenvolupats en funció del concepte. S'ha considerat una vida útil del projecte de 20 anys i una taxa d'actualització dels fluxos de caixa del 3%, corresponen al rendiment mitjà de la parcel·la.

2.1 Anàlisi dels cobraments i pagaments

2.1.1 Cobraments ordinaris

Els cobraments ordinaris fa referència el preu obtingut de la venda del gra i la percepció de les subvencions de les PAC.

Tenint en compte una producció objectiva de 15 tones/ha, amb una superfície de cultiu de 0,67 ha, a un preu estimat de 320 €/t, s'obté un ingrés de 3.216,16 €.

L'ingrés per la percepció de les subvencions, 280 €/ha, puja a un total de 187,60 €.

El total dels cobraments ordinaris ascendeix a 3.403,76 €.

2.1.2 Cobraments extraordinaris

Els cobraments extraordinaris es consideren tots els cobraments del valor residual dels elements de la instal·lació que cal renovar durant la vida útil del projecte i la maquinària que es destina als treballs de la parcel·la. A la taula 3 es descriuen tots els cobraments extraordinaris en funció de l'ús que s'atribueix a la parcel·la.

Taula 42: Cobraments extraordinaris corresponents al valor residual i l'ús que s'atribueix a la parcel·la.

COBRAMENTS EXTRAORDINARIS				
FREQÜÈNCIA DEL COBRAMENT	EINA	US (%)	VALOR RESIDUAL	IMPORT (€)
20	Instal·lació de reg	100%	2.185,05	2.185,05
15	Tractor 150 CV	1%	16.000,00	160
20	Grada de disc	1%	950,00	9,5
20	Cultivador de pues	1%	300,00	3
20	Polvortizador	1%	1.300,00	13
20	Sembradora de línies	4%	1.200,00	48

El valor residual, especificat a la Taula 3, de cada element s'obté de la Taula 1, sent un 10% del valor adquisició.

2.1.3 Pagaments ordinaris

Els pagaments ordinaris són tots aquells costos variables atribuïbles a les operacions de cultiu, que corresponen amb els costos de capital circulant, detallats a la taula 2, resultant en 1.499,86 €/any.

2.1.4 Pagaments extraordinaris

Els pagaments extraordinaris fan referència als costos d'adquisició dels elements que calgui renovar durant el període de la vida útil del projecte, tenint en compte l'ús que destinen a la parcel·la projectada.

La taula 4 mostra tots els pagaments extraordinaris durant la vida útil del projecte.

Taula 43: Pagaments extraordinaris corresponents al valor d'adquisició i l'ús que s'atribueix a la parcel·la.

PAGAMENTS EXTRAORDINARIS				
FREQÜÈNCIA DEL PAGAMENT	EINA	US (%)	VALOR D'ADQUISICIÓ	IMPORT (€)
15	Tractor 150 CV	1%	160.000,00	1.600
20	Grada de disc	1%	9.500,00	95
20	Cultivador de pues	1%	3.000,00	30
20	Polvoritzador	1%	13.000,00	130
20	Sembradora de línies	4%	12.000,00	480
20	Instal·lació de reg	100%	21.850,53	21.850,53

2.2 Estudi de la rendibilitat de la inversió

2.2.1 Fluxos de caixa

Els fluxos de caixa mostra la quantitat neta de diners generada per la parcel·la projectada, sent la diferència entre els cobraments i pagaments (ordinaris i extraordinaris).

Una vegada obtinguts els fluxos de caixa s'han actualitzat a l'any 0 mitjançant una taxa d'actualització del 3%, s'escull el 3% perquè és el rendiment mitjà de l'explotació.

$$FC_{actualitzats} = \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1+i)^j}$$

On:

FC: Fluxos de caixa.

i: Taxa d'actualització (3%).

j: Any.

Els resultats corresponents s'indiquen a la Taula 5.

Taula 44: Fluxos de caixa durant la vida útil del projecte amb una taxa d'actualització del 3%.

ANYS	INVERSIÓ (€)	COBRAMENTS EXTRAORDINARIS (€)	COBRAMENTS ORDINARIS (€)	PAGAMENTS EXTRAORDINARIS (€)	PAGAMENTS ORDINARIS (€)	FLUX DE CAIXA (€)	FLUXOS DE CAIXA ACTUALITZATS (€)
0	21.850,53					-21.850,53	-21.850,53
1			3.403,60		1.499,86	1.903,74	1.848,29
2			3.403,60		1.499,86	1.903,74	1.794,46
3			3.403,60		1.499,86	1.903,74	1.742,19
4			3.403,60		1.499,86	1.903,74	1.691,45
5			3.403,60		1.499,86	1.903,74	1.642,18
6			3.403,60		1.499,86	1.903,74	1.594,35
7			3.403,60		1.499,86	1.903,74	1.547,91
8			3.403,60		1.499,86	1.903,74	1.502,83
9			3.403,60		1.499,86	1.903,74	1.459,06
10			3.403,60		1.499,86	1.903,74	1.416,56
11			3.403,60		1.499,86	1.903,74	1.375,30
12			3.403,60		1.499,86	1.903,74	1.335,24
13			3.403,60		1.499,86	1.903,74	1.296,35
14			3.403,60		1.499,86	1.903,74	1.258,60
15		160,00	3.403,60	1.600,00	1.499,86	463,74	297,66
16			3.403,60		1.499,86	1.903,74	1.186,35
17			3.403,60		1.499,86	1.903,74	1.151,79
18			3.403,60		1.499,86	1.903,74	1.118,25
19			3.403,60		1.499,86	1.903,74	1.085,68
20		2.258,55	3.403,60	735,00	1.499,86	3.427,29	1.897,61

2.2.2 Indicadors econòmics

Els indicadors econòmics que s'utilitzen per avaluar la rendibilitat de la inversió són el Valor Actual Net (VAN), la Taxa Interna de Rendiment (TIR), el VAN relativitzat a la inversió (VAN/K) i el termini de recuperació o *payback*. Aquests indicadors s'apliquen als fluxos de caixa calculats anteriorment.

El VAN fa referència el guany total que permet l'activitat econòmica, actualitzat al moment inicial. En cas d'un VAN positiu és indicatiu que la inversió és viable econòmicament i, en cas de no ser viable pren un valor negatiu. Es calcula a partir de l'expressió següent.

$$VAN = \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1+i)^j} - \sum_{j=0}^m \frac{K_j}{(1+i)^j}$$

On:

K: Inversions (€).

i: Taxa d'actualització (3%).

n: Vida útil del projecte

m: Anys en els quals es realitza alguna inversió.

Tenint en compte els FC actualitzats i la inversió inicial, surt un VAN positiu de 6.391,59 €, siguen favorable per dur a terme la inversió.

La TIR és la taxa implícita de rendibilitat que té una inversió, en efectes de calcul, és la taxa que fa que el VAN d'una inversió sigui 0. Tenint en compte una taxa d'interès del 3% la inversió és rendible, amb un valor 5,92%.

El VAN/K és un indicador que relativitza el VAN a la quantitat invertida, com més gran sigui més rendible és la inversió. La inversió per dur a terme el projecte de la instal·lació comprèn un valor del 0,29.

El termini de recuperació o *payback* indica els anys que es requereixen per a recuperar els diners de la inversió. La Taula mostra la recuperació de la inversió, fins a l'any 16 no es recupera la totalitat de la inversió.

Taula 45: Recuperació de la inversió.

ANY	Recuperació de la inversió (€)
0	-21.850,53
1	-20.002,24
2	-18.207,78
3	-16.465,59
4	-14.774,14
5	-13.131,96
6	-11.537,61
7	-9.989,69
8	-8.486,86
9	-7.027,80
10	-5.611,24
11	-4.235,94
12	-2.900,69
13	-1.604,34

Continuació de la taula 6

14	-345,74
15	-48,09
16	1.138,26
17	2.290,06
18	3.408,30
19	4.493,98
20	6.391,59

ANNEX XI : ESTUDI BÀSIC DE SEGURETAT I SALUT

1.	Introducció	144
2.	Principis generals aplicables durant l'execució de l'obra	146
3.	Identificació dels riscos	148
3.1	Mitjans i maquinària.....	148
3.2	Treballs previs	148
3.3	Moviment de terres	149
3.4	Instal·lacions.....	149
3.5	Relació no exhaustiva dels treballs que impliquen riscos	150
4.	Mesures de prevenció i protecció	151
4.1	Mesures de protecció col·lectiva	151
4.2	Mesures de protecció individual	152
4.3	Mesures de protecció a tercers	152
5.	Primers auxilis	153
6.	Normativa aplicable.....	154

1. Introducció

En la redacció d'aquest estudi s'ha tingut en compte la legislació en matèria de seguretat relacionada en la segona part d'aquest plec, i en especial la Llei 31/1995, de 8 de novembre, de Prevenció de Riscos Laborals, i el Reial Decret 1627/1997, de 24 d'octubre, segons el qual s'estableixen disposicions mínimes de seguretat i de salut en les obres de construcció.

D'acord amb l'article 7 de l'esmentat R.D. 1627/1997, i en aplicació d'aquest Estudi Bàsic de Seguretat i Salut, el contractista ha d'elaborar un Pla de Seguretat i Salut en el treball en el qual s'analitzin, estudiïn, desenvolupin i complementin les previsions contingudes en el present document.

La Llei 31/1995, de 8 de novembre, de prevenció de riscos laborals, és la norma legal per la qual es determina el cos bàsic de garanties i responsabilitats necessari per establir un adequat nivell de protecció de la salut dels treballadors davant dels riscos derivats de les condicions de treball, en el marc d'una política coherent, coordinada i eficaç.

Quan en l'execució de l'obra intervingui més d'una empresa, o una empresa i treballadors autònoms, el promotor, abans de l'inici dels treballs o tan aviat com es verifiqui aquesta circumstància, designarà un coordinador en matèria de seguretat i salut durant l'execució de l'obra.

La designació dels coordinadors en matèria de seguretat i salut durant l'elaboració del projecte d'obra i durant l'execució de l'obra podrà recaure en la mateixa persona.

El Pla de Seguretat i Salut s'haurà d'aprovar abans de l'inici de l'obra pel Coordinador de Seguretat i Salut durant l'execució de l'obra o, quan no n'hi hagi, per la Direcció Facultativa.

En cada centre de treball existirà, amb finalitats de control i seguiment del pla de seguretat i salut, un llibre d'incidències que constarà de fulles per duplicat, habilitat a tal efecte. Facilitat pel Col·legi Professional al qual pertanyi el tècnic que hagi aprovat el Pla de Seguretat i Salut.

El llibre d'incidències haurà d'estar sempre en l'obra, i estarà en poder del coordinador en matèria de seguretat i salut durant l'execució de l'obra o, quan no fos necessària la designació de coordinador, en poder de la direcció facultativa.

Qualsevol anotació en el Llibre d'Incidències s'haurà de posar en coneixement de la Inspecció de Treball i Seguretat Social en un termini màxim de 24 hores.

D'acord amb l'article 15è del R.D. 1627/1997, els contractistes i subcontractistes han de garantir que els treballadors rebin la informació adequada de totes les mesures de seguretat i salut de l'obra.

El promotor haurà d'efectuar un avís a l'autoritat laboral competent abans de l'inici dels treballs. L'avís previ es redactarà d'acord amb el que disposa l'annex III del RD; s'haurà d'exposar en l'obra de forma visible, actualitzant-se si fos necessari.

En el cas que la coordinació del Pla de Seguretat i Salut la realitzi l'Enginyer Facultatiu, es farà constar per escrit des de l'inici de l'encàrrec de l'obra, incloent-ho expressament en la prestació de serveis.

El Coordinador de Seguretat i Salut en cas d'apreciar un risc gran per a la seguretat dels treballadors, durant l'execució de les obres, podrà aturar-la parcialment o total, comunicant aquest fet a la Inspecció de Treball i Seguretat Social, al contractista i subcontractista i als representants dels treballadors.

Segons l'article 11è del R.D. 1627/1997, les responsabilitats del Coordinador, de la Direcció de l'obra i del Promotor, no eximiran als Contractistes i Subcontractistes de les seves responsabilitats.

2. Principis generals aplicables durant l'execució de l'obra

L'Article 10 del Reial Decret 1627/1997 estableix que s'aplicaran els principis d'acció preventiva recollits en l'Article 15 de la Llei de Prevenció de Riscos Laborals (Llei 31/1995, de 8 de novembre) durant l'execució de l'obra i, en concret, de les següents activitats:

- a) El manteniment de l'obra en bon estat d'ordre i neteja.
- b) L'elecció de l'emplaçament dels llocs i àrees de treball, tenint en compte les condicions d'accés, i la determinació de les vies o zones de desplaçament o circulació.
- c) La manipulació dels diversos materials i la utilització dels mitjans auxiliars.
- d) El manteniment, el control previ a la posada en servei i el control periòdic de les instal·lacions i dispositius necessaris per a l'execució de l'obra a fi de corregir els defectes que puguin afectar la seguretat i salut dels treballadors.
- e) La delimitació i l'acondiciament de les zones d'emmagatzematge i dipòsit dels diversos materials, en particular si es tracta de matèries o substàncies perilloses.
- f) La recollida dels materials perillosos utilitzats.
- g) L'emmagatzematge i l'eliminació o evacuació de residus i enderrocs.
- h) L'adaptació, d'acord amb l'evolució de l'obra, del període de temps efectiu que ha de dedicar-se als diversos treballs o fases de treball.
- i) La cooperació entre els contractistes, subcontractistes i treballadors autònoms.
- j) Les interaccions i incompatibilitats amb qualsevol altre tipus de treball o activitat que s'efectuï en l'obra o prop del lloc de l'obra.

Els principis d'acció preventiva establerts en l'article 15è de la Llei 31/1995 són els següents:

1) L'empresari aplicarà les mesures que integren el deure general de prevenció, d'acord amb els següents principis generals:

- a) Evitar riscos.
- b) Avaluar els riscos que no es puguin evitar.

- c) Combatre els riscos a l'origen.
 - d) Adaptar el treball a la persona, en particular en la concepció dels llocs de treball, l'elecció dels equips i els mètodes de treball i de producció, per a reduir així el treball monòton i repetitiu i reduir els efectes del mateix en la salut.
 - e) Tenir en compte l'evolució de la tècnica.
 - f) Substituir allò perillós per allò amb poc o nul perill.
 - g) Planificar la prevenció, buscant un conjunt coherent que integri la tècnica, l'organització i les condicions del treball, les relacions socials i la influència dels factors ambientals en el treball.
 - h) Adoptar mesures que prioritzin la protecció col·lectiva a la individual.
 - i) Donar les degudes instruccions als treballadors.
- 2) L'empresari tindrà en consideració les capacitats professionals dels treballadors en matèria de seguretat i salut en el moment d'encomanar les feines.
- 3) L'empresari adoptarà les mesures necessàries per garantir que només els treballadors que hagin rebut informació suficient i adequada puguin accedir a les zones de risc greu i específic.
- 4) L'efectivitat de les mesures preventives haurà de preveure les distraccions i imprudències no temeràries que pogués cometre el treballador. Per a la seva aplicació, es consideraran els riscos addicionals que poguessin implicar determinades mesures preventives, que només podran adoptar-se quan la magnitud dels esmentats riscos sigui substancialment inferior a les dels que es pretén controlar i no existeixin alternatives més segures.
- 5) Es podran concertar assegurances que tinguin com a finalitat garantir la cobertura dels riscos derivats del treball, l'empresa respecte dels seus treballadors, els treballadors autònoms respecte ells mateixos i les societats cooperatives respecte als socis, l'activitat dels quals consisteixi en la prestació del seu treball personal.

3. Identificació dels riscos

En aquest apartat s'han enumerat els principals riscos que hi pot haver en els diferents treballs d'obra que es realitzaran en el projecte.

Tanmateix, els riscos relacionats s'hauran de tenir en compte per als previsibles treballs posteriors de reparació i manteniment.

3.1 Mitjans i maquinària

- Atropellaments i topades amb altres vehicles o objectes.
- Interferències amb instal·lacions de subministrament públic (aigua, electricitat, gas, etc.).
- Ensorrament i/o caiguda de maquinària d'obra (sitges, grues, etc.).
- Riscos derivats del funcionament de grues.
- Caiguda de la càrrega transportada.
- Generació excessiva de pols o emanació de gasos tòxics.
- Caigudes des de punts alts i/o des d'elements provisionals d'accés (escales, plataformes, etc.).
- Cops i ensopegades.
- Caiguda de materials, rebots.
- Ambient excessivament sorollós.
- Contactes elèctrics directes o indirectes.
- Accidents derivats de les condicions atmosfèriques.

3.2 Treballs previs

Els riscos que poden aparèixer durant la realització dels treballs previs són:

- Interferències amb instal·lacions de subministrament públic (aigua, electricitat, gas, etc.).
- Caigudes des de punts alts.
- Cops i ensopegades.
- Caiguda de materials, rebots.

- Sobreesforços per postures incorrectes.
- Bolcada de piles de materials.
- Riscos derivats de l'emmagatzematge de materials (temperatura, humitat, reaccions químiques).

3.3 Moviment de terres

Els riscos principals que poden aparèixer durant els moviments de terres són:

- Interferències amb instal·lacions de subministrament públic (aigua, electricitat, gas, etc.).
- Generació excessiva de pols o emanació de gasos tòxics.
- Cops i ensopegades.
- Despreniment i/o esllavissament de terres i/o roques.
- Caiguda de materials, rebots.
- Ambient excessivament sorollós.
- Ensorrament i/o caiguda de les parets de contenció, pous i rases.
- Ensorrament i/o caiguda de les edificacions veïnes.
- Accidents derivats de condicions atmosfèriques.
- Sobreesforços per postures incorrectes.

3.4 Instal·lacions

Els riscos que poden aparèixer durant l'execució de les diferents instal·lacions són:

- Interferències amb instal·lacions de subministrament públic (aigua, electricitat, gas, etc.).
- Talls i punxades.
- Cops i ensopegades.
- Caiguda de material, rebots.
- Contactes elèctrics directes o indirectes.
- Sobreesforços per postures incorrectes.
- Caigudes de pals i antenes.

3.5 Relació no exhaustiva dels treballs que impliquen riscos

La relació no exhaustiva dels treballs que impliquen riscos especials, segons indica l'annex II del Reial Decret 1627/1997, són:

- Treballs en els quals l'exposició a agents químics o biològics suposi un risc d'especial gravetat, o pels quals la vigilància específica de la salut dels treballadors sigui legalment exigible.
- Treballs en la proximitat de línies elèctriques d'alta tensió.

4. Mesures de prevenció i protecció

Com a criteri general, prevaldran les proteccions col·lectives abans que les individuals. A més, s'hauran de mantenir en bon estat de conservació els medis auxiliars, la maquinària i les eines de treball. D'altra banda, els medis de protecció hauran d'estar homologats segons la normativa vigent.

Les mesures de prevenció i protecció que es considerin hauran de tenir en compte dels previsibles treballs posteriors (reparació, manteniment, etc.).

4.1 Mesures de protecció col·lectiva

Les mesures de protecció col·lectiva que caldrà adoptar són:

- Organització i planificació dels treballs per evitar interferències entre les diferents feines i circulacions dins l'obra.
- Senyalització de les zones de perill.
- Preveure el sistema de circulació de vehicles i la seva senyalització, tant a l'interior de l'obra com en relació amb els vials exteriors.
- Deixar una zona lliure al voltant de la zona excavada per al pas de la maquinària.
- Respectar les distàncies de seguretat amb les instal·lacions existents.
- Fonamentació correcta de la maquinària d'obra.
- Els elements de les instal·lacions han d'estar amb les seves proteccions aïllants.
- Immobilització de camions mitjançant falques i/o topalls durant les tasques de càrrega i de descàrrega.
- Revisió periòdica i manteniment de maquinària i equips d'obra.
- Sistema de reg que impedeixi l'emissió de pols en gran quantitat.
- Col·locació de baranes de protecció en llocs amb perill de caiguda

4.2 Mesures de protecció individual

Les mesures de protecció individual que caldrà adoptar són:

- Casc: d'ús obligatori per a tots els treballadors i visitants.
- Ulleres: s'hauran d'utilitzar en totes les operacions en què puguin esllavissar-se partícules agressives o pols, molt especialment en els treballs amb martell pneumàtic.
- Màscara antipols: en els treballs de descàrrega de material purulent, així com en els quals el nivell de pols sigui apreciable.
- Pantalles contra projecció de partícules: en esmolat o tall de material metàl·lic.
- Davantal de cuir: en els treballs de soldadura i esmolat o tall de materials metàl·lics.
- Vestit d'aigua: molt especialment en aquells treballs que no es puguin suspendre en condicions meteorològiques adverses. El seu color serà groc viu.
- Botes de seguretat: per a tot el personal que manipuli càrregues elèctriques.
- Botes aïllants: pel personal que treballa en conduccions elèctriques.

D'acord amb la legislació vigent, i quan les circumstàncies ho aconsellin, s'utilitzarà, a més a més, protectors auditius, guants de goma fina, guants de cuir i guants dielèctrics.

4.3 Mesures de protecció a tercers

Les mesures de protecció a tercers que caldrà adoptar són:

- Tancament, senyalització i enllumenat de l'obra. El tancament ha d'impedir que persones alienes a l'obra hi puguin entrar.
- Preveure el sistema de circulació de vehicles, tant a l'interior de l'obra, com en relació amb els vials exteriors.
- Immobilització de camions mitjançant falques i/o topalls durant les tasques de càrrega i descàrrega.

5. Primers auxilis i serveis sanitaris

- Farmaciola: Es disposarà d'una farmaciola contenint el material especificat en l'Ordenança General de Seguretat i Higiene en el Treball.
- Assistència a accidentats: S'haurà d'informar a l'obra de l'emplaçament dels diferents Centres Mèdics a on hauran de traslladar-se els accidentats pel seu més ràpid i efectiu tractament. És molt convenient disposar a l'obra, i en lloc ben visible, d'una llista de telèfons i direccions dels centres assignats per a urgències, ambulàncies, taxis, etc., per garantir un ràpid transport dels accidentats als centres d'assistència.

6. Normativa aplicable

- Directiva 92/57/CEE, de 24 de juny, sobre Disposicions mínimes de seguretat i de salut que han d'aplicar-se en les obres de construcció temporals o mòbils.
- Reial Decret 1627/1997, de 24 d'octubre, sobre Disposicions mínimes de seguretat i salut en obres de construcció.
- Llei 31/1995, de 8 de novembre, sobre Llei de prevenció de riscos laborals.
- Llei 54/2003, de 12 de desembre, sobre Reforma del marc normatiu de la prevenció de riscos laborals.
- Reial Decret 899/2015, de 9 d'octubre, pel qual es modifica el Reial Decret 39/1997, de 17 de gener, sobre Reglament dels serveis de prevenció.