



EPS

Escola Politècnica
Superior

Projecte/Treball Fi de Carrera

Estudi: Enginyeria Tècn. Ind. Electrònica Ind. Pla 2002

Títol: Instal·lacions d'una nau magatzem per un club de golf i automatització del seu reg.

Document: 1. Memòria

Alumne: Maria-Ona Castells Mascaró

Director/Tutor: Joan Puigmal i Pairo
Departament: Electrònica, Informàtica i Automàtica
Àrea: ESA

Convocatòria (mes/any): setembre/2007

ÍNDEX

1. INTRODUCCIÓ	4
1.1. Antecedents	4
1.2. Objecte del projecte	4
1.3. Especificacions i abast	6
2. DESCRIPCIÓ DE LA NAU	7
2.1. Emplaçament de la nau	7
2.2. Situació actual	7
2.3. Vials exteriors	7
2.4. Distribució de la nau	8
3. DESCRIPCIÓ DE LES INSTAL·LACIONS DE LA NAU	9
3.1. Instal·lació d'electricitat	9
3.1.1. Generalitats	9
3.1.2. Companyia subministradora	9
3.1.3. Abastament d'electricitat	9
3.1.4. Condicions de la instal·lació	9
3.1.5. Xarxa de posada a terra	10
3.1.6. Condicions particulars de la instal·lació	10
3.1.7. Descripció de la instal·lació	12
3.2. Instal·lació de fontaneria	13
3.2.1. Generalitats	13
3.2.2. Companyia subministradora	14
3.2.3. Condicions de la instal·lació	14
3.2.4. Descripció de la instal·lació	14
3.3. Instal·lació de sanejament	14
3.3.1. Generalitats	14
3.3.2. Descripció de la instal·lació	15
3.4. Xarxa d'aigües pluvials	15
3.4.1. Generalitats	15
3.4.2. Descripció de la instal·lació	15
3.5. Enllumenat exterior	16
4. AUTOMATITZACIÓ DEL PROCÉS DE REG	17
4.1. Principi de l'automatització del procés de reg	17

4.2. Condicionants generals del procés	18
4.3. Activadors i pre-activadors	19
4.3.1. Zona bassa d'aigua pluvials	19
4.3.2. Xarxa d'aigua potable.....	19
4.3.3. Dipòsit aigua de reg	20
4.3.4. Zona de reg d'aspersió.....	21
4.4. Sensors	21
4.4.1. Sensor de nivell de dipòsits.....	21
4.4.2. Sensor de pressió	22
4.4.3. Sonda d'humitat	23
4.4.4. Temporitzadors	23
4.5. Tecnologia de control	24
4.6. Diàleg home – màquina	25
4.7. Configuració del PLC	27
4.7.1. Anàlisi d'entrades digitals.....	27
4.7.2. Anàlisi d'entrades analògiques.....	28
4.7.3. Anàlisi de sortides digitals	31
4.7.4. Anàlisi de sortides analògiques.....	31
4.7.5. Valoració de la font d'alimentació del PLC.....	32
4.8. Ajust del PID.....	33
5. RESUM DEL PRESSUPOST	34
6. CONCLUSIONS	35
7. RELACIÓ DE DOCUMENTS	36
8. BIBLIOGRAFIA	37
A1. INSTAL·LACIONS.....	38
A1.1. Instal·lació elèctrica.....	38
A1.1.1. Solució adoptada	38
A1.1.2. Consideracions prèvies.....	38
A1.1.3. Generalitats.....	39
A1.1.4. Potència prevista	39
A1.1.5. Caixa General de Protecció.....	39
A1.1.6. Comptadors	39
A1.1.7. Quadre de protecció i maniobra.....	39
A1.1.8. Luminàries.....	40

A1.1.9. Distribució	41
A1.1.10. Xarxa de presa de terra	42
A1.1.11. Càlcul de seccions	43
A1.2. Xarxa d'aigua potable	46
A1.2.1. Preliminars a la xarxa d'aigua potable	46
A1.2.2. Normativa d'obligat compliment	46
A1.2.3. Escomesa i comptador	46
A1.2.4. Xarxa general	46
A1.2.5. Xarxa d'aigua calenta sanitària	48
A1.3. Xarxa de sanejament	49
A1.3.1. Normativa d'obligat compliment	49
A1.3.2. Xarxa de col·lectors	49
A1.3.4. Branques de col·lectors	50
A1.3.3. Baixant de les aigües residuals	51
A1.4. Xarxa d'aigües pluvials	52
A1.4.1. Introducció	52
A1.4.2. Càlcul hidràulic de la cuneta que envolta la plataforma de la nau	52
A1.4.3. Càlcul hidràulic del col·lector de pluvials	53
A1.5. Càlcul de la xarxa d'aigües residuals impulsades	55
A1.5.1. Preliminars a la xarxa d'aigües residuals	55
A1.5.2. Estimació del cabal d'aigües residuals generat	55
A1.5.3. Proposta de tub d'impulsió	56
A1.5.4. Temps de permenencia de l'aigua dins el tub	57
A1.6. Càlcul i selecció de bombes	58
A1.6.1. Preliminars al càlcul de les bombes	58
A1.6.2. Selecció de la bomba de superfície en aspiració per a omplir el dipòsit	58
A1.6.3. Selecció de la bomba de superfície en càrrega per al reg d'aspersió	61

1. INTRODUCCIÓ

1.1. Antecedents

Degut a la necessitat actual d'ampliar les seves instal·lacions, ha comportat a un club de golf a encarregar la construcció d'una nau magatzem, ja que actualment sols disposa d'un petit cobert en el que hi guarda la maquinària, els "boogues", els adobs i en general tot el necessari per a poder portar a terme les tasques de manteniment del camp de golf, com poden ser, el manteniment de la gespa, el manteniment i reparació de la maquinària, l'emmagatzematge de productes químics i d'adob, la gestió de papers, etc..

D'aquesta manera, a fi de poder centralitzar aquestes tasques que s'han de realitzar periòdicament i ampliar les seves instal·lacions pensant en futures inversions en el camp, es vol construir aquesta nau magatzem.

A més, aprofitant la inversió que realitzarà el club, aquest també vol incidir en automatitzar i modernitzar el manteniment de la gespa per tal d'agilitzar aquest procés, que fins a dia d'avui podia ser del tot rudimentari basat en el reg per aspersion, abastat d'aigua potable.

D'aquesta manera, l'empresa pretén abaratir costos i temps, optimitzant els recursos hídrics de que disposa i gestionar-los degudament, aprofitant-los per a regar i abonar la gespa.

Així, s'ha pensat en reaprofitar l'aigua pluvial que es recull en una bassa existent a la vora del camp de golf i utilitzar-la per al reg de la gespa.

A més, aquesta automatització, es farà pensant també en la tasca d'abonament de la gespa ja que fins ara es realitzava de manera manual i rudimentària.

1.2. Objecte del projecte

Per aquesta raó, el present projecte, té per objecte efectuar la descripció i el càlcul de les principals instal·lacions que haurà de contenir la nau per a poder desenvolupar l'activitat, així com la de definir el procés automàtic de reg necessari per a poder optimitzar els recursos hídrics i abaratir els costos que fins ara comportava aquesta tasca.

La nau que es proposa en el present projecte, tindrà aproximadament 763,36 m² de superfície útil repartida en les diferents dependències que s'hauran de projectar per tal de poder desenvolupar les tasques pròpies ja esmentades.

D'aquesta manera, s'haurà de preveure un magatzem de recanvis i un taller per a poder portar a terme petites tasques de manteniment de maquinària que fins ara no eren possibles degut a la falta d'una zona destinada a aquesta labor.

La nau també comptarà en una zona per a guardar-hi els productes químics, d'adobs i llavors, i així permetre d'aquesta manera emmagatzemar-ne grans quantitats.

També tindrà una zona destinada al parc de maquinària on s'hi guardaran els remolcs, retroexcavadores, solfatadores, motocultors, etc. I un altre pels "boogues" dels golfistes, previst per a guardar-hi fins a 40 unitats.

Per tal de poder portar les gestions des de la mateixa nau, aquesta comptarà amb un despatx pels treballadors, en la que s'hi podran portar a terme tasques d'oficina. Aquesta disposarà també de vestuaris pels treballadors del camp.

Les instal·lacions que es projectaran en aquesta nau, s'adaptaran a les necessitats de cada una de les dependències.

L'altre aspecte important i objecte del projecte, és el de l'automatització del procés de reg i d'abonament de la gespa. Aquesta és una de les principals tasques que es duen a terme en el camp i que fins ara aportaven una gran pèrdua de temps i de diners ja que es realitzava de manera rudimentària, i per aquesta raó, era del tot necessari, tenir una persona encarregada tot el dia del manteniment de la gespa. A més, el malbaratament de l'aigua potable era del tot insostenible.

Per aquesta raó, la direcció del club, ha optat per a buscar una solució, en la que l'optimització dels recursos hídrics, del temps i del diner, siguin els principals aspectes a millorar.

Així, s'ha optat per a realitzar una automatització basada en el reaprofitament de les aigües pluvials recollides en una bassa ja existent a la vora de la futura nau i aplicar un procés regit per les sondes d'humitat, encarregades de controlar el reg.

1.3. Especificacions i abast

Per una banda, el projecte definirà les principals instal·lacions que s'hauran de portar a terme a la nau per tal de poder cobrir les necessitat bàsiques que requereixen les diferents activitats que s'hi duran a terme, pel que fa referència al subministrament d'energia elèctrica i a l'abastament d'aigua potable de les diferents estances de la nau, tenint en compte la utilització de cada una d'aquestes, i respectant en tot moment la normativa vigent.

Per altra banda, també es definirà, el drenatge de les aigües pluvials procedents de la pròpia nau, i del terreny que envolta la construcció i la evacuació cap a una bassa existent destinada a la dipositació de l'aigua de pluja, per així reutilitzar-la com a aigua de reg pel mateix camp de golf.

A més, també es realitzarà el drenatge de les aigües residuals de la nau, per tal de bombejar-les cap a la depuradora del poble.

L'estació de bombament i el bombeig d'aquestes aigües no estaran contemplades en el present projecte, tot i que se'n farà esment amb la finalitat de poder definir bé, la instal·lació de la xarxa de residuals.

Per últim, també es definirà l'automatització del procés de reg i fertilització de les aigües del camp de golf, per tal de poder optimitzar els recursos hídrics de que disposa el club. Així, amb aquesta automatització, es preveu poder aprofitar al màxim les aigües pluvials recollides a la bassa i poder-les complementar, en cas que sigui necessari en moments de sequera, amb aigua potable procedent de la xarxa.

La base d'aquesta automatització, seran les sondes d'humitat en les que s'aconseguirà obtenir una distinció entre zones més seques, en les que es requereix una freqüència de reg més constant, de zones humides on un accés d'aigua pot desenvolupar problemes d'humitat. Aquest sistema permetrà aprofitar l'aigua, utilitzant únicament la que sigui necessària.

Aquest sistema inclourà el control del grup de bombes de pressió, que a partir d'un variador de freqüència es concedirà la pressió seleccionada, per tal de poder dosificar el fertilitzant necessari a afegir a l'aigua. El control del temps i seqüències de reg en funció de diferents paràmetres també serà contemplat en aquesta automatització.

2. DESCRIPCIÓ DE LA NAU

2.1. Emplaçament de la nau.

Aquesta nau, s'emplaçarà aproximadament a uns 200 metres al sud de la casa club del golf, on existeix un turó cobert de vegetació, i és precisament a la seva vessant oest on s'hi ubicarà la nau magatzem.

S'ha escollit precisament aquesta situació, per tal de poder camuflar la construcció amb la vegetació existent, de manera que no sigui visible des de cap punt del camp. A més, també es preveu pintar-la amb tons verds per tal de no alterar la uniformitat del paisatge.

2.2. Situació actual

Es tracta d'un edifici de nova construcció.

Degut a la seva ubicació, actualment no existeixen ni edificacions ni escomeses a l'emplaçament, si bé, paral·lelament, es realitzarà un projecte bàsic per tal de portar tots els serveis a la futura construcció.

Així, el present projecte contempla totes les instal·lacions a peu d'edifici.

Per tant, la disponibilitat i traçat dels serveis a portar a la nau, solament quedarà indicada per tal de poder realitzar la corresponent instal·lació dins l'àmbit de l'edificació, però en cap cas es realitzarà una descripció completament acurada d'aquests ja que tampoc és objecte del present projecte.

2.3. Vials exteriors

S'accedeix a la nau per mitjà d'un caminet de terres existent. Aquest camí té una amplada de 3,50 m, però que a uns 40 m. de la nau s'anirà eixamplant fins passar a tenir 7,50 m. S'ha estat especialment curós a l'hora d'escollir l'ubicació del camí d'accés, per tal de malmetre el mínim la vegetació dels voltants de la nau.

Tot l'entorn de la nau tindrà unes mides generoses per facilitar la maniobrabilitat de la maquinària; i la plataforma estarà pavimentada i tindrà unes pendents adequades per facilitar el drenatge de les aigües de pluja.

2.4. Distribució de la nau

Es proposa construir una nau de mides 50 x 15 metres, amb la següent distribució de l'espai:

Espai	Superfície (m²)
Vestuaris pels treballadors del camp	24,25
Despatx	4,68
Magatzem de recanvis	23,21
Magatzem de productes químics	17,00
Magatzem d'adobs i llavors	33,97
Taller de maquinària	69,60
Parc de "boogües"	235,31
Parc de maquinària	349,88

Taula 1. Anàlisi d'entrades digitals

La nau del present projecte, tindrà aproximadament 763,36 m² de superfície útil repartida en les diferents dependències esmentades.

3. DESCRIPCIÓ DE LES INSTAL·LACIONS DE LA NAU

A continuació es realitzarà una descripció detallada de les instal·lacions que es duran a terme en aquesta construcció, per tal d'abastar-la amb els serveis mínims.

3.1. Instal·lació d'electricitat

3.1.1. Generalitats

La instal·lació d'electricitat, es trobarà sectoritzada per zones de la manera més pràctica per tal de facilitar el seu manteniment. D'aquesta manera s'aconsegueix, en cas d'avaría, aïllar la línia corresponent afectant al menor nombre possible de serveis.

3.1.2. Companyia subministradora

Si bé actualment no existeix servei elèctric a l'emplaçament, es preveu que es realitzarà per la Companyia Distribuïdora ENDESA.

No obstant, es preveu que l'abastament elèctric a mitja tensió, es converteixi a baixa tensió a la estació transformadora a les afores de la casa club, situada molt a prop de la depuradora.

3.1.3. Abastament d'electricitat

Des de l'estació transformadora existent a les afores de la casa club, situada molt a prop de la depuradora, farem l'escomesa elèctrica, que portarem mitjançant un cable de baixa tensió del tipus RZ1 0,6/1 KV 4x35 mm², enterrat fins el quadre elèctric que situarem dins la sala de "boogies". I d'allí es farà tota la distribució elèctrica per l'interior de la nau.

3.1.4. Condicions de la instal·lació

Actualment no existeix subministrament elèctric a l'emplaçament. Es preveu una tensió de subministrament de 230/400 V.

La potència a contractar, seran 20 kW tot i que possiblement, el valor de la potència instal·lada sigui superior a la contractada, la distribució i simultaneïtat dels usos permetrà la racionalització dels totals.

3.1.5. Xarxa de posada a terra

Actualment no existeix xarxa de posada a terra a l'emplaçament. Es preveu l'execució seguint el traçat de la fonamentació, a fi d'aprofitar les rases practicades per aquest fi.

Es preveuen varis punts de presa de terra per tal de proporcionar un punt de connexió en previsió de futures ampliacions i subquadres de l'edificació. En cap cas es podrà interrompre el conductor de la xarxa de presa de terra, si bé aigües amunt del punt de connexió s'hi instal·larà el corresponent dispositiu de seccionament i mesura.

L'execució de la xarxa de posada a terra es farà seguint allò prescrit en el Reglament de Baixa Tensió.

La xarxa de terra es farà amb conductor de coure nu de 35 mm² de secció i, si calgués, es millorarà la resistència amb l'ajut de piques o plaques de material adequat.

Simultàniament als treballs de fonamentació, es disposarà la xarxa de terra, garantint així una profunditat d'almenys 50 cm de formigó, a fi de millorar la resistència de terra i estalviar l'obertura posterior de rases per implementar aquesta xarxa.

S'instal·laran elements de connexió adequats, quedant prohibits tots els sistemes de soldadura de baix punt de fusió. La xarxa de posada a terra es disposarà sense interrupcions ni parts movibles, amb la única excepció del dispositiu de tall requerit per a la mesura de la resistència.

3.1.6. Condicions particulars de la instal·lació

Atès que els usos previstos per a aquesta nau són diversos, es posarà especial atenció a la seguretat de la instal·lació. Alhora es projecta la gestió elèctrica de les distintes dependències en funció de la utilitat de cadascuna de les dependències.

Els elements de govern i control quedaran fora de l'abast del públic i seran utilitzats exclusivament pel personal de manteniment del club.

Es prestarà especial atenció als nivells de qualitat dels elements que componen la instal·lació tan en protecció contra objectes sòlids, com líquids i contra impactes.

La distribució interior s'executarà amb safates contínues metàl·liques o plàstiques tipus Unex o similar, i es disposarà segons el traçat definit en els plànols.

En cap cas les línies de les conduccions d'aigua podran discórrer per la mateixa safata o conducte de la instal·lació elèctrica.

Les derivacions s'executaran sota canal plàstica coberta o bé tub rígid plàstic o metàl·lic. On les derivacions discorrin encastades o soterrades es podrà executar la canalització amb tub plàstic corrugat, sempre que es garanteixi la seva adequada fixació.

Els càlculs d'abastament elèctric són condicionats a l'ús de conductors de coure.

Atenent la normativa vigent, l'aïllament mínim dels conductors serà 1 kV.

En cap cas es podrà emprar per a la instal·lació elèctrica cable de secció inferior a 1,5 mm². Es recorda també la prohibició d'utilitzar cable paral·lel.

Totes les parts metàl·liques accessibles seran degudament posades a terra. Es recorda la necessitat de posar sota protecció totes les masses, incloent les canonades d'aire, aigua i gas, en cas que siguin metàl·liques.

Es consideraran com a locals humits els vestidors, serveis o espai en general amb presència d'aigua, amb l'excepció de les zones on existeixin dutxes, que es consideraran locals mullats.

Com a locals humits hauran de complir amb la normativa vigent per aquest tipus de recintes, amb especial atenció als índex de protecció (IP).

Es consideraran com a locals molls els recintes on hi ha les dutxes. En aquests espais no s'hi ha projectat cap mena d'instal·lació elèctrica ni aparellatge.

Per a la projecció de la instal·lació d'enllumenat es projecta un nivell mig d'il·luminació adequat per a cada espai i ús.

Tot element d'enllumenat que tingui un règim d'encesa permanent, o amb baix índex d'enceses i apagades, preferentment s'executarà amb làmpades de descàrrega en gasos.

En els espais on coexisteixen diferents fonts d'enllumenat, es prendrà especial cura a l'equilibri cromàtic resultant, a fi de permetre una correcta reproducció dels colors.

La distribució de totes les lluminàries es troba reflectida en els plànols corresponents.

3.1.7. Descripció de la instal·lació

La tensió de servei de l'escomesa General de la instal·lació serà de 400 volts trifàsics.

Tots els quadres de distribució estaran previstos d'un interruptor general de tall omnipolar i duran dispositius de comandament i protecció segons la MI BT 016, partint d'ells els circuits que alimentaran els receptors. Les capacitats dels elements anteriors seran definides en el capítol de càlcul, així com la seva sensibilitat que, en tot moment, s'ajusta a les prescripcions de la MI BT 021, duent una placa indicadora del circuit al qual pertanyen, amb indicació de la intensitat i sensibilitat del mateix.

La distribució de quadres, la podem observar en l'esquema unifilar que s'adjunta en el plànol número 7 del present projecte.

Les derivacions i proteccions de les línies es troben detallades en els esquemes unifilars corresponents del present projecte.

El càlcul i disseny de les línies de derivació del Q.G.P. es presenta en l'annex de càlculs elèctrics.

Per al càlcul de conductors, s'han tingut en compte les potències de cada tram, en funció dels consums alimentats a origen per cadascun d'ells i, amb ells, es podrà calcular les intensitats nominals corresponents expressades en Ampers, amb arranament a les expressions que s'exposen a continuació.

D'aquesta manera, calcularem les intensitats i caigudes de tensió amb les fórmules següents:

$$I = \frac{W}{K * U * \cos \varphi} \quad (\text{Eq.1})$$

W= potència en Watts

K = $\sqrt{3}$ (trifàsica) ó 1 (monofàsica)

U = Tensió en volts

cos φ = factor de potència

Un cop escollida la secció, es calcula la caiguda de tensió, prenent com a màxim valors a origen que no superin el 3% per els circuits d'enllumenat i el 5% per els de força:

$$\Delta V(\%) = \frac{I * L * r * \cos \varphi}{S} * \frac{100}{U} \quad (\text{Eq.2})$$

ΔV (%) = Caiguda de tensió en %

I = Intensitat en Ampers

L = Longitud en metres

r = Resistivitat del cable (Cu = 0,01786, Al = 0,02857)

S = Secció dels conductors en mm²

U = Tensió en volts

cos φ = factor de potència

Els càlculs de les seccions de les diferents línies que constitueixen aquest estudi es presenten a l'Annex 1 de la present memòria.

3.2. Instal·lació de fontaneria

3.2.1. Generalitats

La instal·lació de fontaneria, subministrament i distribució d'aigua freda i aigua calenta sanitària del present projecta, respectarà en tot cas la normativa vigent que engloba aquests serveis.

3.2.2. Companyia subministradora

El subministrament d'aigua es realitzarà per la Companyia d'Aigües d'Osona, S.A. del grup Agbar.

3.2.3. Condicions de la instal·lació

Actualment no existeix subministrament d'aigua freda a l'emplaçament ni tampoc escomesa tot i que en el moment d'implementació, es preveu que ja sigui existent.

La futura situació d'aquesta, així com el traçat de la instal·lació, es grafia en el plànol corresponent a fontaneria en el document número 2 del present projecte.

3.2.4. Descripció de la instal·lació

Es realitzarà la instal·lació interior en les diferents dependències de la nau, per tal de dotar d'aigua als punts de consum projectats en la distribució. Aquests punts de consum seran suficients per cobrir les necessitats requerides per l'activitat.

La xarxa principal d'aigua que donarà subministrament a les estances de la nau, s'executarà amb canonades de polipropilè de diferents diàmetres segons el tram tal i com es detalla en el plànol corresponent. Aquesta anirà encastada a la paret, de manera que quedi visualment estètic. En cas de que hi hagi algun tram vist, es pintarà el col·lector en aquelles dependències on sigui necessari, per tal de protegir el material de les possibles agressions degudes a l'ambient on existeixin determinades concentracions d'alguns productes nocius.

El traçat de les canonades, així com els respectius diàmetres de la instal·lació, es grafien als plànols del projecte. Els càlculs de la instal·lació de fontaneria, s'adjunten a l'Annex 2 de la present Memòria.

3.3. Instal·lació de sanejament

3.3.1. Generalitats

Es realitzarà la xarxa d'aigües residuals per tal de desaiugar els punts de consum d'aigua previstos en la distribució projectada respectant així mateix, la normativa vigent.

3.3.2. Descripció de la instal·lació

La instal·lació es farà amb canonada de PVC, PE corrugat de doble capa i PEAD depenent del tipus d'aigua i tram a desaiugar.

La zona de dependències interiors de la nau (sanitaris, vestuaris,...) es realitzarà amb tub de PVC tipus sanitari -evacuació de diàmetre variable en funció del tram.

Les aigües que es generin en la zona de neteja de màquines, es portaran a través d'un tub de PE corrugat de doble capa, cap a un pou de recollida, d'aquí aniran a parar a un col·lector de bombament de PEAD que junt amb la resta d'aigües brutes generades a la nau, es bombejaran a la depuradora existent de la zona.

La canonada que impulsarà l'aigua cap a la depuradora, en tot moment anirà soterrada per sota el camí. Així, recorrerà el lateral de la nau, creurà el camí que s'habilitarà per a accedir a la nau, i d'aquí, pujarà vorejant el camí, fins a arribar a l'EDAR.

El traçat de la instal·lació de sanejament, els seus diàmetres, els punts de desguàs, el pou de recollida, i el col·lector de bombament, s'especifiquen en el plànol corresponent.

Pel que fa als càlculs de canonades, s'adjunten a l'Annex 3 de la present Memòria.

3.4. Xarxa d'aigües pluvials

3.4.1. Generalitats

Es projecta una xarxa separativa d'aigües pluvials, independent de la de sanejament, per tal de poder evacuar les aigües que es concentrin a la nau i als seus vorals.

Per tal de reaprofitar-les, aquestes seran conduïdes a la bassa existent encarregada de recollir les aigües plujanes i reutilitzar-les pel reg del camp de golf.

3.4.2. Descripció de la instal·lació

La recollida d'aigües es realitzarà a partir de la canal de la nau. Aquestes s'evacuaran a través de diferents baixants d'acer galvanitzat de DN 110. D'aquí, cauran a una canonada de PE corrugat de doble capa de paret de DN 200. Aquestes desembocaran a una arqueta de derivació, que conduirà, per gravetat i mitjançant una canonada de PE corrugat de doble capa de paret de DN 350, les aigües pluvials a la bassa ja mencionada.

El traçat de la xarxa d'aigües pluvials es preveu que segueixi en línia recta fins a arribar a la bassa.

Per tal de desviar les aigües acumulades al pla de la nau, així com al seu camí, es realitzarà un reperfilat al camí que conduirà les aigües cap a les arquetes de desviació.

El traçat de la instal·lació d'aigües pluvials, es grafia en els plànols corresponents. Els càlculs dels col·lectors, es troben a l'Annex 4 de la present memòria.

El disseny de les xarxes de recollida d'aigües pluvials i aigües residuals (fondàries i pendents) s'ha efectuat de manera que es puguin resoldre amb continuïtat i sense problemes en els encreuaments.

3.5. Enllumenat exterior

S'ha previst la instal·lació de cinc lluminàries exteriors tipus bàcul enganxades al panell de tancament de la nau, amb làmpades de 75 kw de VSAP que permetin l'enllumenat de tot l'àmbit de la nau magatzem.

Les línies de l'enllumenat, sortiran del mateix quadre d'enllumenat de BT que alimenta a la resta de la nau.

En els plànols de l'esquema unifilar i els corresponents a la instal·lació elèctrica, es grafia la situació de l'enllumenat exterior de la nau.

4. AUTOMATITZACIÓ DEL PROCÉS DE REG

4.1. Principi de l'automatització del procés de reg

Per tal d'optimitzar els recursos hídrics del camp de golf, en aquest projecte es proposa una automatització del reg, aprofitant l'aigua de pluja captada per la bassa existent a pocs metres del camp i realitzant un control de quan i amb quina quantitat s'ha de regar per tal de mantenir la gespa en les condicions òptimes.

Aquesta automatització també té en compta el procés de fertilització de la gespa al mateix moment que es realitza la fase de regatge.

Així doncs, el procés d'automatització serà el següent:

El principi fonamental de l'automatització del reg, seran les sondes d'humitat que s'instal·laran repartides uniformement per tot el camp, distribuïdes en tres zones diferents de manera que aquestes controlaran en tot moment si resulta necessari el reg de la gespa o no. El valor d'humitat desitjat, s'escollirà mitjançant un interruptor de dècades, que permetrà variar aquest valor en funció de les necessitats que se'n tinguin.

Per altra banda, aquest procés anirà regit per un rellotge per tal de permetre programar l'hora d'inici del procés de reg i així evitar que es posi en funcionament en moments no desitjats com pot ser en horaris de funcionament del club.

A la bassa que emmagatzema l'aigua pluvial s'hi col·locarà una bomba i unes sondes de nivell indicadores del nivell d'aigua. En cas que hi hagi suficient aigua a la bassa, aquesta serà l'encarregada de subministrar aigua quan se'n necessiti. Per altra banda, quan el sensor de nivell detecti que aquesta bassa està pràcticament buida, serà la xarxa d'aigua potable l'encarregada de subministrar l'aigua per a regar el camp de golf.

Aquesta aigua que ve bombejada de la bassa o de la xarxa d'aigua potable, ens omplirà un dipòsit. D'aquest, l'aigua serà impulsada per dues bombes, col·locades en paral·lel i instal·lades en el mateix dipòsit, que proporcionaran l'aigua de reg als aspersors sempre que els sensors d'humitat així ho dictin.

Un cop acabat el procés de regatge, el dipòsit es reomplirà automàticament sempre i quan es detecti que la bassa està prou plena per garantir la portada d'aigua al dipòsit, altrament s'utilitzaria la xarxa d'aigua potable tal i com ja s'ha esmentat anteriorment. Dues sondes de nivell col·locades en el dipòsit indicaran quan el reomplert és acabat.

Les dues bombes de sortida del dipòsit col·locades en paral·lel seran una de pressió fixa i una altra de pressió variable, regulada mitjançant un PID que donarà ordre al variador de freqüència i que complementarà així la pressió de la bomba fixa. El funcionament d'ambdues bombes anirà regit per una sonda de pressió col·locada a la sortida del col·lector.

Un cop obtinguda la pressió constant desitjada, i seleccionada prèviament amb un interruptor de dècades, s'afegirà, mitjançant una bomba dosificadora, el fertilitzant a l'aigua de reg. La dosi de fertilitzant, serà l'escollida en funció del tipus d'adob que s'utilitzi. Amb aquesta solució ens assegurarem que el fertilitzant quedi uniformement repartit a totes les zones.

Les sondes d'humitat donaran ordre d'iniciar el procés de reg en cadascuna de les zones en cas que el valor d'humitat seleccionat sigui inferior al de la consigna.

Tres temporitzadors col·locats un a cada zona, fixaran el temps de reg.

4.2. Condicionants generals del procés

La simplicitat del procés farà que els condicionants generals es redueixin a l'estat d'emergència.

Així, quan ens trobem en aquesta situació, la màquina desactivarà tots els elements que estiguin en moviment, ja sigui per l'activació del polsador d'emergència, o bé altres accions que puguin afectar al correcte desenvolupament del procés.

D'aquesta manera, tindrem polsadors d'emergència repartits en les diferents zones del procés: a la zona de la bassa, a la zona de les bombes i a les zones d'aspersió.

En cas que es premi qualsevol dels polsadors, s'avisarà de l'anomalia a través d'un pilot indicador de color taronja situat al panell de control i mitjançant un avisador acústic col·locat en algun punt estratègic de la mateixa nau.

Per tal d'activar el procés en estat automàtic, sols caldrà seleccionar l'estat de marxa en el selector situat en el mateix panell de control.

4.3. Activadors i pre-activadors

Tot seguit s'analitzen els activadors, pre-activadors i condicionants específics per tal de dur a terme cada una de les diferents funcions d'aquest procés.

4.3.1. Zona bassa d'aigua pluvials

L'acció principal que es durà a terme en aquesta zona serà la de bombejar l'aigua pluvial emmagatzemada a la bassa, cap al dipòsit.

S'utilitzarà una bomba Espa de superfície en aspiració d'1 CV de potència amb una tensió de 230/400 V, 50 Hz de freqüència. Aquest serà l'activador del procés.

La seva pre-activació es realitzarà amb un contactor de 4 pols, Model J7KNG-10-4 d'Omron amb 24 V CC d'alimentació, 690V de tensió màxima i 10A d'intensitat màxima, com el que es mostra en la figura 1.



Figura 1. Contactor Omron

4.3.2. Xarxa d'aigua potable

La seva acció serà la de subministrar l'aigua necessària per omplir el dipòsit, en cas que la bassa d'aigües pluvials no tingui suficient aigua.

L'activador que s'utilitzarà serà una vàlvula de doble accionament electromagnètic (bobina) de 24VDC/2A.

4.3.3. Dipòsit aigua de reg

S'utilitzarà una bomba de reg fixa i una de reg variable tal i com ja s'ha explicat en apartats anteriors, per tal de poder controlar la pressió de l'aigua.

Així, l'acció de la bomba fixa de reg serà la de bombejar l'aigua emmagatzemada en el dipòsit, per tal de procedir a les diferents fases d'aspersió.

S'activarà mitjançant una bomba Espa de superfície en càrrega de 7,5 CV de potència amb una tensió de 230/400 V, 50 Hz de freqüència.

El seu pre-activador serà un contactor de 4 pols, Model J7KNG-10-4 d'Omron amb 24 V CC d'alimentació, 690V de tensió màxima i 10A d'intensitat màxima.

La bomba variable de reg tindrà l'acció de complementar el bombeig de l'anterior per tal d'adquirir la pressió constant necessària per a poder fer funcionar les diferents fases de reg de manera òptima a més d'obtenir un cabal constant per tal de poder iniciar la fase de fertilització.

S'activarà mitjançant una bomba Espa de superfície en càrrega de 7,5 CV de potència amb una tensió de 230/400 V, 50 Hz de freqüència.

El pre-activador serà un variador de freqüència, Model Fuji FVR G7S. El connexionat del mateix, s'especifica en el plànol 15. Els paràmetres de programació es definiran durant la posada en funcionament per a trobar els valors més adients.



Figura 2. Variador de freqüència

En aquesta zona també es disposarà d'una bomba dosificadora de fertilitzant, l'acció de la qual serà la de dosificar a l'aigua la quantitat de fertilitzant justa per tal de repartir-lo homogèniament.

El pre-activador serà un contactor de 4 pols, Model J7KNG-10-4 d'Omron amb 24 V CC d'alimentació, 690V de tensió màxima i 10A d'intensitat màxima.

S'utilitzarà una bomba dosificadora de cabal de fins a 10 l/h, 10 bars de pressió màxima. Funciona a 230 V, senyal d'entrada 10 -24 DC. Potència 0,5 CV.

En la figura 3 es mostra una bomba dosificadora tipus.



Figura 3. Bomba dosificadora de fertilitzant

4.3.4. Zona de reg d'aspersió

Per tal de regar la gespa en funció de la humitat de cada una de les diferents zones, s'utilitzaran vàlvules de doble accionament electromagnètic (bobina) de 24VDC/2A.

4.4. Sensors

A continuació s'especifiquen els sensors necessaris per a poder desenvolupar el procés, derivats de cada un dels pre-activadors:

4.4.1. Sensor de nivell de dipòsits

Es col·locaran sensors de nivell al dipòsit d'aigua i a la bassa.

La bassa, igual que el dipòsit, disposarà de dos detectors: un de nivell màxim i l'altre de nivell mínim, encarregats d'indicar en quin moment les bombes de reomplert de dipòsit han

de deixar de funcionar o en quin moment, la bassa ja no disposa de més aigua, i per tant, serà necessari el suport de la xarxa d'aigua potable per a omplir el dipòsit.

Per altra banda, els detectors de nivell del dipòsit seran els encarregats d'indicar en quin moment aquest es troba en la seva capacitat màxima, i per tant s'ha de deixar d'omplir, o per contra, quan es troba pràcticament buit, i per tant no es pot portar a terme l'operació de reg.

El tipus de detector que s'utilitzarà, serà el que s'especifica a continuació, a la figura 4 o un d'equivalent:



Figura 4. Detector de nivell

Aquests sensors de nivell seran del tipus flotador, de polipropilè, els contactes del microrruptor aniran a 10 A, 250V AC o 4 A, 24 V DC, el rang de temperatura de treball serà de -20°C a $+80^{\circ}\text{C}$. La secció de cable màxima a connectar serà de $2,5\text{ mm}^2$. Tindrà un grau de protecció de IP 68.

4.4.2. Sensor de pressió

Per tal de controlar en tot moment la pressió de les bombes, per així poder regular-la mitjançant el variador de freqüència, responsable de la bomba variable que s'encarrega de complementar la bomba fixa, serà necessària una sonda de pressió a la sortida d'aquestes. A més, també s'utilitzarà per a controlar en quin moment la pressió arriba al llindar (escollit per l'usuari) en el que s'activarà la bomba dosificadora de fertilitzant.

Així, es col·locarà una sonda de pressió d'inoxidable, adequada per a mesures de 0 a 30 bars de pressió, tindrà una senyal de sortida de 4-20 mA i una precisió de 0,5%. Funcionarà amb DC de 8 a 28 V.

4.4.3. Sonda d'humitat

Tal i com ja s'ha esmentat, el control de reg es realitzarà a través de diferents sondes de humitat distribuïdes pel llarg del camp de golf i encarregades de decidir quan cal regar la zona.

Per la realització d'aquesta tasca, es col·locaran sondes per a mesurar el percentatge d'humitat relativa (%Hr), aquestes donaran una senyal 4-20mA i seran adequades per a mesures de fins el 99% de Hr. Funcionaran amb DC de 9 a 40 V. El tipus de sonda a col·locar, serà similar a la que es mostra a la figura 5.



Figura 5. Sonda d'humitat

4.4.4. Temporitzadors

En aquesta automatització, es disposarà de quatre temporitzadors, que controlaran les diferents etapes del procés. El primer, controlarà el moment de parada i engegada de l'automatització, així, serà programat a l'hora en que es vulgui iniciar les diferents seqüències de reg.

La resta, seran els encarregats de comptabilitzar el temps de reg de cada una de les fases.

Aquests temporitzadors seran de la marca Omron model H8GN i s'alimentaran a 24 VDC, consumiran una potència d'1,5 W. Portaran incorporat un display de 8 dígits.

Aquests temporitzadors seran externs al PLC, per tal de poder variar sempre que sigui necessari el temps de cada una de les operacions.

4.5. Tecnologia de control

Per escollir la tecnologia de control, abans s'ha d'analitzar la complexitat del procés i veure la quantitat d'automatitzacions a realitzar.

Així, ens trobem davant d'un procés on la complexitat de l'automatització és mitja-baixa, es troba en ambients no explosius i els funcionaments són de tractament lògic, de solucions simples tot i que hi hagi alguna entrada analògica.

A més, aquest procés no haurà de realitzar gestions gaire complicades ni càlculs complexos, tot i que hi ha alguna temporització i algun comptatge.

S'ha de remarcar també que ens és molt interessant escollir una tecnologia totalment flexible, per a poder incorporar els canvis que amb seguretat esdevindran al llarg del temps.

També s'ha de tenir en compte, que en aquest procés disposem de sondes d'humitat, que suposen entrades analògiques. Aquest és un factor important a tenir present alhora d'escollir l'autòmat adequat.

Així l'autòmat adequat per aquests processos tindrà les característiques següents:

Marca	Omron
Model	CQM1H- CPU51
Llenguatge de programació	Diagrama de relès
Punts d'E/S	512 màx
Capacitat de memòria de programa	7,2K paraules
Capacitat de DM	6 K paraules
Temps d'execució d'instrucció	Instruc. bàsiques: de 0,375 µs a 1,125 µs Instruc. especials: 17,7 µs
Longitud d'instrucció	1 a 4 paraules per instrucció
Número màxim de mòduls	11 unitats

Taula 2. Anàlisi d'entrades digitals

Per tal de connectar les entrades i sortides digitals a l'autòmat, s'utilitzaran mòduls de 16. Així, els models escollits per les entrades seran els mòduls ID212 per les entrades i OD 212.

Per tal de connectar les entrades i les sortides analògiques a l'autòmat, s'utilitzarà la targeta d'entrades i sortides analògiques CQM1H-MAB42 que disposa de 4 entrades analògiques i 2 sortides analògiques.

Aquesta es connectarà en el forat 1 (a l'esquerra de l'autòmat) o en el forat 2 (a la dreta de l'autòmat). En cap cas es podran connectar els dos forats alhora.

La connexió de les entrades i sortides, tan digitals com analògiques es reflecteix en els plànols 13, 14 i 17 del document número 2 del present projecte.

La programació de l'autòmat, es realitzarà amb el programa CX-PROGRAMMER que ofereix la casa Omron i que és una versió millorada de l'antic SYSWIN.

4.6. Diàleg home – màquina

Al ser un procés relativament senzill en el que els paràmetres d'ajust, no s'hauran d'estar variant constantment, no es preveu un sistema complex per aquesta funció.

Així, s'han previst tres interruptors de dècades de rodets, en el qual l'usuari podrà ajustar els valors d'humitat que es requereixin i el valor de pressió constant que es necessiti per tal de realitzar la tasca de reg i fertilització amb tota normalitat.



Figura 6. Interruptor de dècada de rodets

Per tal d'ajustar el valor d'humitat, es necessitaran dos interruptors de dècades, un per a les unitats i l'altre per al valor de les desenes.

D'aquesta manera, els interruptors aniran connectats als mòduls d'entrada de l'autòmat i d'aquests, mitjançant la programació del PLC, s'entraran ocupant les posicions de memòria reservades per aquesta funció.

Esquemàticament, els valors d'humitat seran introduïts de la següent manera en el PLC:

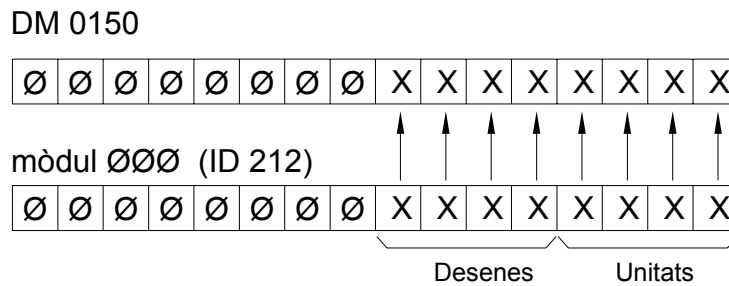


Figura 7. Valors d'humitat introduïts a l'autòmat

De manera similar es realitzarà pel valor d'ajust de la pressió. En aquest cas però utilitzarem només unitats ja que no es preveu que s'introdueixin valors elevats, i aquestes s'introduiran en el mòdul 001 del PLC.

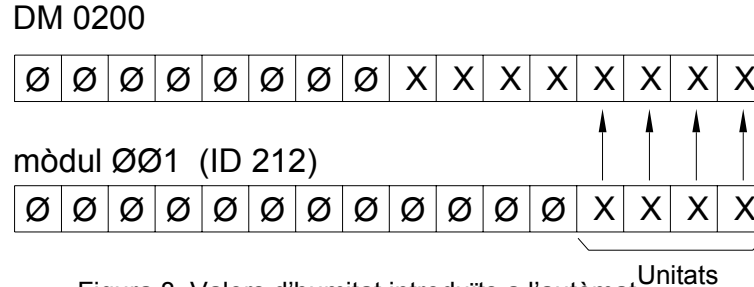


Figura 8. Valors d'humitat introduïts a l'autòmat

Per tal de poder variar el temps de cadascuna de les operacions, s'han previst els temporitzadors externs a l'autòmat, per així facilitar aquesta tasca a la persona de manteniment.



Figura 9. Temporitzador extern

4.7. Configuració del PLC

4.7.1. Anàlisi d'entrades digitals

Per tal de poder definir el tipus i la quantitat de mòduls d'entrada, abans s'haurà de realitzar un anàlisi complet de cadascun dels temporitzadors, sensors, polsadors, etc. de que es disposa.

Així, continuació, en la taula 1, es realitza l'anàlisi de les entrades digitals de la lògica de control necessàries segons les tensions de control o polaritzacions que tindrem al llarg del procés.

Entrada PLC	Element entrada	Nomenclatura	V de polarització	Imàx	Mòdul PNP 24V DC
000.00	Interrupctor dècades giratòri	u1	24 VDC	0,05 A	1
000.01	Interrupctor dècades giratòri	u2	24 VDC	0,05 A	1
000.02	Interrupctor dècades giratòri	u4	24 VDC	0,05 A	1
000.03	Interrupctor dècades giratòri	u8	24 VDC	0,05 A	1
000.04	Interrupctor dècades giratòri	d1	24 VDC	0,05 A	1
000.05	Interrupctor dècades giratòri	d2	24 VDC	0,05 A	1
000.06	Interrupctor dècades giratòri	d4	24 VDC	0,05 A	1
000.07	Interrupctor dècades giratòri	d8	24 VDC	0,05 A	1
000.08	Temporitzador	TIM0	24 VDC	0,06 A	1
000.09	Sensor nivell min. Bassa	BMIN	24 VDC	4A	1
000.10	Sensor nivell màx. Bassa	BMAX	24 VDC	4A	1
000.11	Sensor nivell màx. Dipòsit	DMAX	24 VDC	4A	1
000.12	Sensor nivell min. Dipòsit	DMIN	24 VDC	4A	1
000.13	Temporitzador 1	TIM1	24 VDC	0,06 A	1
000.14	Temporitzador 2	TIM2	24 VDC	0,06 A	1
000.15	Temporitzador 3	TIM3	24 VDC	0,06 A	1
001.00	Interrupctor dècades giratòri	u1	24 VDC	0,05 A	1
001.01	Interrupctor dècades giratòri	u2	24 VDC	0,05 A	1
001.02	Interrupctor dècades giratòri	u4	24 VDC	0,05 A	1
001.03	Interrupctor dècades giratòri	u8	24 VDC	0,05 A	1
001.04	PE bombes bassa	PEBB	24 VDC	15,0 A	1
001.05	PE bombes reg	PEBR	24 VDC	3,0 A	1
001.06	PE dipòsit	PED	24 VDC	3,0 A	1
001.07	Interrupctor posada en marxa	SEM	24 VDC	3,0 A	1
001.08	Contacte auxiliar de QM1	K1A	24 VDC	3,0 A	1
001.09	Contacte auxiliar de QM2	K2A	24 VDC	3,0 A	1
001.10	Contacte auxiliar de QM3	K3A	24 VDC	3,0 A	1
001.11	Contacte auxiliar de QM4	K4A	24 VDC	3,0 A	1
001.12	Senyal error variador de freq.	SEVF	24 VDC	0,05 A	1
Total d'entrades					29

Taula 3. Anàlisi d'entrades digitals.

En aquesta taula, es pot apreciar que el total d'entrades necessàries per a realitzar l'automatització són 29. Per aquesta raó, escollirem doncs 2 mòduls CQM1-ID212 (16 entrades PNP).

4.7.2. Anàlisi d'entrades analògiques

En aquest procés es disposa de sondes de pressió i d'humitat, aquestes són entrades analògiques i per tant, els hi correspon una entrada específica al PLC.

En la taula 4 es realitza l'anàlisi de les entrades analògiques, on es relaciona el número d'entrada que s'assignarà a cada un dels elements d'entrada del procés.

Entrada PLC	Element entrada	Nomenclatura	Senyal de sortida
IR232	Sonda humitat 1	SH 1	4-20 mA
IR233	Sonda humitat 2	SH 2	4-20 mA
IR234	Sonda humitat 3	SH 3	4-20 mA
IR235	Sonda de pressió	SP	4-20 mA

Taula 4. Anàlisi d'entrades analògiques.

Es realitzarà un escalat de les entrades, per tal d'associar el valor de la senyal de sortida, a el valor d'humitat o pressió corresponent.

Així, la intensitat de 4 mA i de 20 mA equivalents a 1 i 5V li correspondran els següents valors de pressió (P) i humitat (Hr).

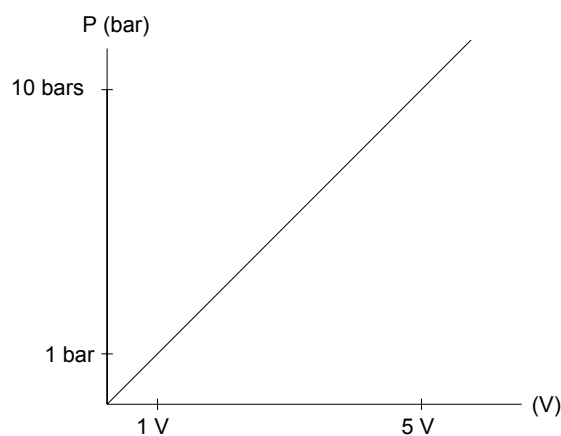


Figura 10. Escalatge de la sonda de pressió.

Per tant, podem veure que quan la pressió arribi a 1 bar, la senyal de sortida de la sonda serà d'1 volt, per altra banda, quan arribi als 10 bars, ens donarà 5 volts de senyal.

En aquest cas, serà un escalat lineal.

A continuació, veiem el tipus d'escalat que es realitzarà per a la humitat i que es reflecteix a la figura 11.

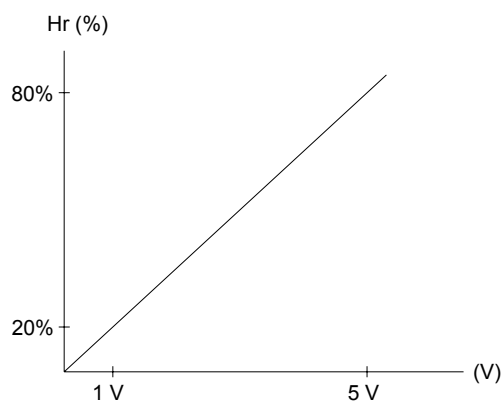


Figura 11. Escalatge de la sonda d'humitat.

Pel que fa a les sondes d'humitat, els valors de 20 i 80% equivaldran a les senyals de sortida d'1 i 5 V.

Aquestes entrades analògiques s'entraran a l'àrea de memòria de 16 bits, DM6611 del PLC de la següent manera:

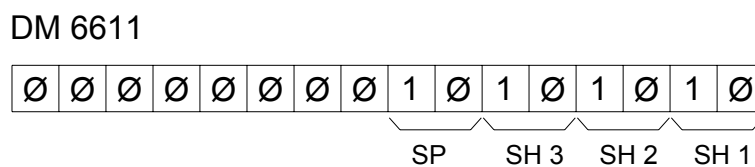


Figura 12. Assignació de les àrees de memòria de les entrades analògiques.

Cada una de les entrades a l'àrea de memòria disposarà dels següents valors d'entrada:

Sonda humitat 1 (SH1):

Posició de memòria	Valor d'entrada	
DM0000	0020	% hr (BCD)
DM0001	0001	V (hex)
DM0002	0080	% hr (BCD)
DM0003	0005	V (hex)

Taula 5. Posicions de memòria de la sonda d'humitat 1.

Sonda humitat 2 (SH2):

Posició de memòria	Valor d'entrada	
DM0004	0020	% hr (BCD)
DM0005	0001	V (hex)
DM0006	0080	% hr (BCD)
DM0007	0005	V (hex)

Taula 6. Posicions de memòria de la sonda d'humitat 2.

Sonda humitat 3 (SH3):

Posició de memòria	Valor d'entrada	
DM0008	0020	% hr (BCD)
DM0009	0001	V (hex)
DM0010	0080	% hr (BCD)
DM0011	0005	V (hex)

Taula 7. Posicions de memòria de la sonda d'humitat 3.

Sonda pressió (SP):

Posició de memòria	Valor d'entrada	
DM0012	0001	Pressió (bars) (BCD)
DM0013	0001	V (hex)
DM0014	0005	Pressió (bars) (BCD)
DM0015	0005	V (hex)

Taula 8. Posicions de memòria de la sonda de pressió.

Aquestes dades s'hauran d'entrar al PLC per tal de poder desenvolupar el procés.

Seràn dades internes les quals no podran ésser manipulades per una persona no especialitzada. Per tal de variar algun dels paràmetres, serà indispensable la mà d'un tècnic especialitzat.

4.7.3. Anàlisi de sortides digitals

Sortida PLC	Pre-activador	Activador	Sortida descripció	Nomenclatura	V de polarització	Imàx	Mòdul PNP 24V DC	Relè interfície
100.00	Contactador	Bomba	Bombeig de la bassa al dipòsit	K1M	24 VAC	0,3 A	1	
100.01	Electrovàlvula	Vàlvula actuadora	Vàlvula oberta xarxa potable	Y0	24 VDC	0,2 A	1	
100.02	Electrovàlvula	Vàlvula actuadora	Vàlvula tancada xarxa potable	Y1	24 VDC	0,2 A	1	
100.03	Contactador	Bomba fixa	Bombeig del dipòsit	K2M	24 VAC	0,3 A	1	
100.04	Variador freq.	Bomba variable	Bombeig del dipòsit	BDV0	24 VDC	0,02 A		1
100.05	Variador freq.	Bomba variable	Bombeig del dipòsit	BDV1	24 VDC	0,05 A	1	
100.06	Contactador	Bomba dosificadora	Bombeig del dipòsit	K3M	24 VAC	0,3 A	1	
100.07	Electrovàlvula	Vàlvula actuadora	Vàlvula oberta reg zona 1	Y2	24 VDC	0,2 A	1	
100.08	Electrovàlvula	Vàlvula actuadora	Vàlvula tancada reg zona 1	Y3	24 VDC	0,2 A	1	
100.09	Electrovàlvula	Vàlvula actuadora	Vàlvula oberta reg zona 2	Y4	24 VDC	0,2 A	1	
100.10	Electrovàlvula	Vàlvula actuadora	Vàlvula tancada reg zona 2	Y5	24 VDC	0,2 A	1	
100.11	Electrovàlvula	Vàlvula actuadora	Vàlvula oberta reg zona 3	Y6	24 VDC	0,2 A	1	
100.12	Electrovàlvula	Vàlvula actuadora	Vàlvula tancada reg zona 3	Y7	24 VDC	0,2 A	1	
100.13		Pilot verd indicador servei		PVES	24 VDC	0,12 A	1	
100.14		Pilot taronja estat emergència		PTM	24 VDC	0,12 A	1	
100.15		Pilot blanc altres estats		PBAE	24 VDC	0,12 A	1	
101.00		Brunzidor estat emergència		BREM	24 VDC	0,03 A	1	
Total de sortides							16	1

Taula 9. Anàlisi de sortides digitals

Un cop analitzades les sortides, veiem que en tenim un total de 16 sortides, una de les quals, el variador de freqüència, haurà d'anar connectada mitjançant un relè d'interfície.

Així, escollirem doncs 1 mòdul CQM1-OD212 (16 sortides PNP).

4.7.4. Anàlisi de sortides analògiques

En aquest procés, només es disposa d'una sortida analògica, la del variador de freqüència. Aquest anirà a l'adreça de memòria: IR236, destinada a les sortides analògiques.

Per tal de realitzar la configuració corresponent s'haurà de fer un escalat, tal i com s'ha fet en les entrades analògiques, per a interpretar el valor que ens dóna el PID (que estarà en BCD) al valor final de sortida en hexadecimal.

De manera gràfica es realitzarà l'escalat que es mostra a continuació:

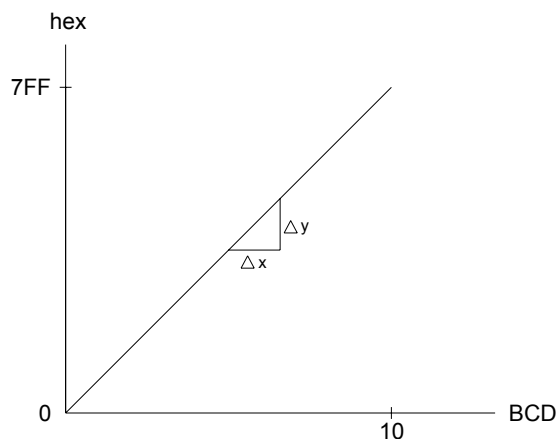


Figura 12. Escalatge de la sortida del PID.

D'aquesta manera, s'assignaran les posicions de memòria següents:

Posició de memòria	Valor d'entrada		
DM0016	0	intersecció eix x	P1
DM0017	10	increment x	P1+1
DM0018	7FF	increment y	P1+2
DM0019	7FF	límit superior hex	P1+3
DM0020	0	límit inferior hex	P1+4

Taula 10. Configuració de les sortides analògiques

4.7.5. Valoració de la font d'alimentació del PLC

En aquest apartat, es valorarà la possible necessitat d'haver d'utilitzar una font externa d'alimentació per a les entrades i sortides del PLC.

En el model de PLC escollit, tenim una font d'alimentació que ens dóna fins a 6 A. Per tant, s'haurà de realitzar un càlcul de les intensitats de consum de les entrades/sortides per tal d'esbrinar si la font d'alimentació de l'autòmat és suficient o fa falta una font d'alimentació externa al PLC que alimenti les entrades i sortides.

S'ha de dir a més, que per a cada una de les entrades a PLC es consumeixen 3 mA. Així doncs, tindrem 3 mA per a 29 entrades digitals i quatre entrades analògiques que consumiran un total de 0,087 A (les entrades digitals) i 0,012 A (les entrades analògiques).

Pel que fa a les sortides, tenim tres contactors que consumeixen 0,3 A cada un, vuit electrovàlvules que consumeixen 0,2 A cadascuna, una sortida al variador de freqüència connectada mitjançant un relè d'interfície, que consumeix 0,05, tres pilots indicadors dels diferents estats que tenen un consum de fins a 0,12 A cada un i finalment, un bronzidor de 0,03 A de consum.

Així doncs, les sortides ens sumaran un total de 2,94 A.

Amb aquest simple càlcul, s'arriba a la conclusió que amb la font d'alimentació interna de l'autòmat en tenim més que suficient per a l'alimentació de les entrades i sortides del procés.

4.8. Ajust del PID

Tal i com ja s'ha esmentat, la regulació de la bomba variable, es realitzarà amb l'ajut d'un PID que serà l'encarregat de donar la senyal al variador de velocitat, en funció de la senyal que rebí de la sonda de pressió.

Per tal d'ajustar el PID, s'utilitzaran les següents posicions de memòria amb les funcions que es defineixen a la taula 10.

Posició de memòria	Funció	
DM1120	Consigna	No es configura, variable per l'usuari
DM1121	Banda proporcional	Es configura en la posada en marxa del procés
DM1122	Temps integració	Es configura en la posada en marxa del procés
DM1123	Temps derivació	Es configura en la posada en marxa del procés

Taula 11. Ajust del PID.

Els paràmetres del PID s'introduiran "in situ" en el moment de la posada en funcionament del procés, així, de manera empírica, s'ajustaran els valors.

Aquest serà un maniobra exclusiva del tècnic especialitzat.

5. RESUM DEL PRESSUPOST

El pressupost total per el correcte funcionament de les instal·lacions de la nau magatzem per el club de golf, així com l'automatització del reg per tal d'optimitzar els seus recursos hídirics, incloent les hores del projectista és de cinquanta-dos mil set-cents trenta-cinc euros amb setanta-dos cèntims.

El preu total de no inclou l' I.V.A.

6. CONCLUSIONS

Aquest projecte ha complert amb els objectius proposats d'efectuar la descripció i càlcul de les instal·lacions de la nau magatzem per al club de golf així com l'automatització del reg i abonament de la gespa per tal d'optimitzar els recursos hídrics.

La part de les instal·lacions, s'ha separat en cinc blocs en els que s'ha efectuat una descripció de les característiques de les diferents instal·lacions així com el càlcul de línies elèctriques, dimensionament dels equips, col·lectors i distàncies complint els objectius inicials i la reglamentació vigent. Així, totes les instal·lacions han estat sobredimensionades, per la seguretat i el correcte funcionament de cada una.

Pel que fa l'automatització del procés, s'han complert els objectius d'optimitzar els recursos hídrics de que disposava el club, aprofitant al màxim les aigües pluvials recollides i permetent la fertilització de la gespa, de manera homogènia a tot el camp.

Per tot el que s'ha exposat es donen per complerts tots els objectius i es poden considerar definides les característiques i condicions que reuniran les instal·lacions i l'automatització motiu del present projecte, comproment-se no obstant, el peticionari a efectuar les modificacions que estimin oportunes els Organismes Oficials Competents.

M^a-Ona Castells i Mascaró

Enginyera Tècnica Industrial Especialitzada en Electrònica Industrial

Girona, 5 de setembre de 2007

7. RELACIÓ DE DOCUMENTS

Els documents que composem el present projecte són: memòria, plànols, plec de condicions, estat d'amidaments i pressupost.

8. BIBLIOGRAFIA

AMIDATA. Catàleg de preus del 2007. (<http://www.amidata.es/cgi-bin/bv/rswww/>, 24 de Juny de 2007)

BOMBES ESPA. Productes específics, reg i jardineria (<http://www.espa.com/pls/expweg/>, 2 de Febrer de 2007)

DOSITEC. Bombes dosificadores. (<http://www.itc.es/Catala/Dositeccat.htm>, 7 de Març de 2007)

MARTÍNEZ DOMINGUEZ, FERNANDO. Instalaciones eléctricas de alumbrado e industriales. Editorial Paraninfo.

OMRON. Característiques tècniques CQM1H. (<http://www.omron-industrial.com/>, 25 d'Abril de 2007)

ORTIZ MORENO, A. Automatització d'una màquina postinjecció de plàstic. Projecte/Treball Fi de Carrera. Enginyeria Tècnica Industrial Electrònica Industrial. Escola Politècnica Superior. Universitat de Girona, Juny 2002.

SIMARRO GRANDE, GONZALO. Fundamentos de ingeniería hidráulica. Grupo Editorial Universitario de Granada.

TECNICSUPORT. Consulta guía Vademecum. (<http://www.tecnicsuport.com/>, 3 de Maig de 2007)

A1. INSTAL·LACIONS

En aquest apartat, es realitzaran els càlculs i dimensionaments de cada una de les instal·lacions que han estat contemplades a la memòria i que són objecte del present projecte.

A1.1. Instal·lació elèctrica

Actualment no existeix servei elèctric a la nau magatzem, no obstant, es preveu que l'abastament elèctric a mitja tensió, es converteixi a baixa tensió a la estació transformadora a les afores de la casa club, situada molt a prop de la depuradora.

Per això, es projecta substituir la instal·lació actual per ajustar-la al Reglament de Baixa Tensió (R.D 842/2002).

A1.1.1. Solució adoptada

Des de l'estació transformadora existent a les afores de la casa club, situada molt a prop de la depuradora, farem l'escomesa elèctrica, que portarem mitjançant un cable de baixa tensió del tipus RZ1 0,6/1 KV 4x35 mm², enterrat fins el quadre elèctric que situarem dins la sala de "boogues". I d'allí es farà tota la distribució elèctrica per l'interior de la nau.

La instal·lació d'electricitat, es trobarà sectoritzada per zones de la manera més pràctica per tal de facilitar el seu manteniment. D'aquesta manera s'aconsegueix, en cas d'avaría, aïllar la línia corresponent afectant al menor nombre possible de serveis.

A1.1.2. Consideracions prèvies

El present annex es redacta per a la justificació i càlcul de la instal·lació per al subministrament dels equips propis de l'activitat que es realitzarà en la nau magatzem.

En la redacció s'han tingut en consideració les especificacions de la normativa vigent, les prescripcions particulars per aquest tipus de centres, i les recomanacions de fabricants.

A1.1.3. Generalitats

En tots els aspectes es respectaran les disposicions del Reglament de Baixa Tensió vigent (R.D. 842/2002, de 2 d'Agost).

D'aquesta manera, la instal·lació disposa d'escomesa, caixa general de protecció, ICP, quadre de protecció i maniobra, sub-quadres, circuits de força motriu, circuits d'il·luminació i xarxa de posada a terra.

A1.1.4. Potència prevista

Pel funcionament dels equips instal·lats, s'estima la contractació de 10 kW de potència tot i que la potència instal·lada pugui arribar a superar aquest valor.

El sobredimensionat de les línies i la simultaneïtat calculada justifiquen la diferència entre potència instal·lada i potència contractada.

A1.1.5. Caixa General de Protecció

Consta d'un tallacircuits de seguretat amb bases porta - fusibles tipus DIN3. Està ubicada a l'exterior de l'establiment en la façana, protegida per una caixa de material aïllant i autoextingible de classe A, prevista d'un sistema d'entrada i orificis de sortida per conductors, dispositius de tancament precintables. Des d'aquesta, i sota les normes de la companyia subministradora, es porten els conductors fins al grup de comptatge.

A1.1.6. Comptadors

Es projecta la instal·lació d'un equip de comptatge tipus TMF10 seguint les indicacions de la companyia subministradora.

A1.1.7. Quadre de protecció i maniobra

Cada circuit va protegit contra els efectes de les sobreintensitats que puguin presentar-se en el mateix mitjançant magnetotèrmics ajustats al valor d'intensitat màxima admissible per cada secció. Són de tall omnipolar, és a dir que tallen tant les fases com el conductor neutre.

En cap cas són de tall unipolar. Tots els magnetotèrmics instal·lats tenen una identificació en la que figura com a mínim la seva intensitat i la tensió nominal de servei.

Per protegir als usuaris de la instal·lació de contactes indirectes, es disposa d'aparells automàtics diferencials de tall en els circuits quan es presenti una fuga d'intensitat.

S'executarà la protecció mitjançant interruptors magnetotèrmics i diferencials, tal com s'ha comentat anteriorment, de calibre segons esquema unifilar adjunt i capacitat de tall suficient.

Els mecanismes de govern i protecció se situaran dins un envoltant adequat, amb protecció mecànica i contra aigua suficient, amb materials no combustibles. Aquest envoltant no serà accessible al públic en general i caldrà una clau o estris especials per accedir al seu interior.

Segons càlcul, i d'acord amb allò especificat a la Instrucció BT-17, el poder de tall de l'Interruptor General de Potència no serà inferior a 20 kA.

A1.1.8. Luminàries

El tipus d'enllumenat serà diferent en funció de la zona. D'aquesta manera, es col·locarà llumenera fluorescent estanca doble en les zones del taller, la zona de productes químics, d'adobs i llavors i al magatzem de recanvis.

S'instal·laran també llumeneres fluorescents simples en la zona de vestuaris i despatx.

A la resta de la nau, s'hi col·locaran llumeneres del tipus industrial oberta simètrica amb làmpada de descàrrega de 150 W de vapor de mercuri.

Les característiques de cada una de les dependències de la nau, determinen el tipus de lluminària a instal·lar.

La zona del taller i zona de productes químics i d'adob, es classifica coma a zona amb risc d'incendi i explosió (ITC-BT-29) tot i això, assegurant una ventilació forçada suficient per a mantenir les renovacions hora exigibles en el Codi Tècnic de l'Edificació, aquest tipus de local, es pot classificar com a local de pública concurrència (ITC-BT-28) i per tant, queda desclassificat de la ITC-BT-29. Per aquesta raó, la llumenera que es col·loca, i el tipus d'instal·lació que es dur a terme, és el propi d'un local de pública concurrència.

Damunt de la potència prevista, s'ha aplicat el coeficient de majorament corresponent per a enllumenats de descàrrega i fluorescents (1,8 In).

Tota lluminària incorporarà els sistemes escaients de compensació a fi que el factor de potència sigui igual o superior a 0,95.

A1.1.9. Distribució

Del quadre general parteixen les línies de subministrament als receptors i és on s'hi ubicaran les proteccions independents per a cada línia.

Es projecta la distribució del subministrament elèctric fins als receptors mitjançant safates contínues metàl·liques o plàstiques tipus Unex o similar, i es disposarà segons el traçat definit en els plànols. La distribució vista es realitzarà mitjançant tub rígid de PVC de diàmetres variables de característiques no propagadores de foc, lliure d'halògens i amb baixa emissió de fums d'acord amb les normes UNE-EN 50085-1 i UNE-EN 50086-1.

El tipus de conductor serà de coure aïllats, de tensió assignada 1000 V (mai inferior a 450/750V), col·locada sota tub o canals protectora, encastada especialment en les zones accessibles al públic.

Tots els cables conductors seran no propagadors de flama i de baixa emissió de fums i opacitat reduïda (UNE 21.123 / UNE 21.1002), de 1.000 V. i del tipus RZ1-K 0,6/1 kV. (UNE 21123/4).

Les canalitzacions seran registrables, i presentaran les obertures adequades a fi de permetre l'entrada i sortida de les conduccions.

Tota la paramenta, receptors i aparells portàtils d'il·luminació presentaran el grau de protecció exigít per cada local segons la instrucció ITC-BT-30 del reglament per Instal·lacions Elèctriques de Baixa Tensió. D'aquesta manera, els locals humits compliran un grau de protecció IP 55 i els locals molls compliran un grau de protecció IP 65.

A continuació es classifiquen els locals de la nau:

Zona de la nau	Tipus de local
Zona despatxos	local sec
Zona magatzem de recanvis	local sec
Zona productes químics	local sec
Zona d'adobs i llavors	local sec
Zona del parc de maquinària	local sec
Zona taller	local sec
Zona aparcament de "boogües"	local sec
Zona lavabos generals i zona dutxes	local humit/ local moll

Taula 12. Classificació dels locals.

A1.1.10. Xarxa de presa de terra

Actualment no existeix xarxa de terra a l'emplaçament. Es preveu l'execució seguint el traçat de la fonamentació, a fi d'aprofitar les rases practicades per aquest fi.

Es preveuen varis punts de presa de terra per tal de proporcionar un punt de connexió en previsió de futures ampliacions i sub-quadres de l'edificació. En cap cas es podrà interrompre el conductor de la xarxa de presa de terra, si bé aigües amunt del punt de connexió s'hi podrà instal·lar el corresponent dispositiu de seccionament i mesura.

L'execució de la xarxa de posada a terra es farà seguint allò prescrit en el Reglament de Baixa Tensió, especialment en els aspectes següents:

La xarxa de terra es farà amb conductor de coure nu de 35 mm² de secció i, si calgués, es millorarà la resistència amb l'ajut de piques o plaques de material adequat.

Simultàniament als treballs de fonamentació, es disposarà la xarxa de terra, garantint així una profunditat d'almenys 50 cm de formigó, a fi de millorar la resistència de terra i estalviar l'obertura posterior de rases per implementar aquesta xarxa.

S'instal·laran elements de connexió adequats, quedant prohibits tots els sistemes de soldadura de baix punt de fusió. La xarxa de posada a terra es disposarà sense interrupcions ni parts movibles, amb la única excepció del dispositiu de tall requerit per a la mesura de la resistència.

La xarxa de presa de terra estarà formada per un dispositiu de connexió (regleta, placa o borns) que permetrà la unió entre conductors de la línia d'enllaç i la línia principal de terra.

Els receptors, lluminàries, maquinària i altres elements susceptibles, en un moment donat de tenir fuites de tensió, disposaran de conductors de protecció que connectaran amb la línia principal de terra.

A1.1.11. Càlcul de seccions

A continuació es mostren els càlculs realitzats i les fórmules utilitzades per al dimensionament de línies.

D'aquesta manera, es calcularà la potència real d'un tram sumant la potència instal·lada dels receptors que alimenta, i aplicant la simultaneïtat adequada i els coeficients imposats pel REBT.

Per tal de determinar la intensitat per aplicació de les següents expressions, en funció de si tenim una distribució monofàsica o trifàsica. Així per una distribució monofàsica s'aplicarà:

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi} \quad (\text{Eq.3})$$

I per una distribució trifàsica aplicarem:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi} \quad (\text{Eq.4})$$

Essent:

V = Tensió (V)

P = Potència (W)

I = Intensitat de corrent (A)

$\cos \varphi$ = Factor de potència

Per determinar la secció dels cables s'utilitzaran dos mètodes de càlcul diferents, el de la limitació de la caiguda de tensió en la instal·lació (moments elèctrics) i el de la limitació de la caiguda de tensió en cada tram.

Així, s'adoptarà la secció nominal més desfavorable de les tres resultants, prenent com valors mínims 1,50 mm² per a enllumenat i 2,50 mm² per a força.

El mètode dels moments elèctrics ens permetrà limitar la caiguda de tensió en tota la instal·lació a 4.5% per a enllumenat i 6.5% per a força. Per executar-lo, s'utilitzaran la següent fórmula indiferentment de si la distribució és monofàsica o trifàsica.

$$S = \frac{2 \cdot \lambda}{K \cdot e \cdot U_n}; \quad \lambda = \sum (L_i \cdot P_i) \quad (\text{Eq.5})$$

Essent:

S = Secció del cable (mm²)

λ = Longitud virtual.

e = Caiguda de tensió (V)

K = Conductivitat.

L_i = Longitud des del tram fins al receptor (m)

P_i = Potència consumida pel receptor (W)

U_n = Tensió entre fase i neutre (V)

Una vegada determinada la secció, es calcularà la caiguda de tensió en el tram aplicant la següent fórmula per a la distribució monofàsica:

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{K \cdot S \cdot U_n} \quad (\text{Eq.6})$$

Essent:

e = Caiguda de tensió (V)

S = Secció del cable (mm²)

K = Conductivitat

L = Longitud del tram (m)

P = Potència de càlcul (W)

U_n = Tensió entre fase i neutre (V)

En cas de tenir una distribució trifàsica s'aplicarà la varinat següent:

$$e = \frac{P \cdot L}{K \cdot S \cdot U_n} \tag{Eq.7}$$

Essent:

Un = Tensió entre fases (V)

A la taula 12 que es mostra a continuació, s'especifiquen els valors de dimensionament de cada una de les línies que partiran del Quadre General cap als punts de consum corresponents i que han estat calculats i dimensionats, segons s'ha esmentat al llarg d'aquest annex, tenint en compte la previsió de potència que s'instal·larà a cada una de les línies, amb el coeficient de simultenietat adequat per a cada ús.

A partir d'aquesta taula, es dimensiona l'esquema unifilar adjunt en el document 2 (plànols) del present projecte.

Derivació individual	Potència KW	cos fi	Intensitat (A)	Secció mm2	Longitud (m)	c.d.t. parcial %	c.d.t. Total %	c.d.t. Admiss s/reglament %	Vn aïllament	Icc (kA)	I max adm	Protecció	
Derivació individual	20,00	1	28,87	35	15	0,1	0,1	1,50	0,6/1kV	23,85	77	40	
Quadre General	Potència KW	cos fi	Intensitat (A)	Secció mm2	Longitud (m)	c.d.t. parcial	c.d.t. Total	c.d.t. Admiss	Vn aïllament	Icc (kA)	I max adm	Protecció	
1	IV												
	Endolls trifàsics	0,85	16,00	10	72,7			5,00	0,6/1kV	1,33	52	25	
2	II												
	Endolls monofàsics 1	0,85	16,00	2,5	35,2			5,00	0,6/1kV	0,70	22	16	
3	II												
	Endolls monofàsics 2	0,85	16,00	2,5	83,4			5,00	0,6/1kV	0,30	22	16	
4	II												
	Endolls monofàsics 3	0,85	16,00	2,5	62,7			5,00	0,6/1kV	0,32	22	16	
5	II												
	Enllumenat part maquinària	1,35	0,95	6,18	2,5	69,7	2,54	2,64	3,00	0,6/1kV	0,36	22	16
6	II												
	Enllumenat Emergència 1	0,26	0,95	1,19	1,5	79,8	0,93	1,03	3,00	0,6/1kV	0,19	16	10
7	II												
	Enllumenat Emergència 2	0,24	0,95	1,10	1,5	78	0,84	0,94	3,00	0,6/1kV	0,17	16	10
8	II												
	Enllumenat zona bogguies	0,75	0,95	3,43	2,5	30,8	0,62	0,72	3,00	0,6/1kV	0,22	22	16
9	II												
	Enllumenat zona prod.químics	0,39	0,95	1,78	2,5	70,8	0,74	0,84	3,00	0,6/1kV	0,19	22	16
10	II												
	Enllumenat despatx i magatzem	0,45	0,95	2,08	2,5	58,2	0,71	0,81	3,00	0,6/1kV	0,20	22	10
11	II												
	Enllumenat zona taller	0,78	0,95	3,56	1,5	71,6	2,51	2,60	3,00	0,6/1kV	0,10	16	10
12	II												
	Enllumenat zona vestuaris	0,32	0,95	1,48	1,5	68,2	0,99	1,09	3,00	0,6/1kV	0,10	16	10
13	II												
	Linia varis	0,63	0,95	2,88	2,5	70	1,19	1,29	3,00	0,6/1kV	0,25	22	16
14	II												
	Enllumenat exterior 1	0,14	0,95	0,64	6	10	0,02	0,11	3,00	0,6/1kV	0,34	37	10
15	II												
	Enllumenat exterior 2	0,14	0,95	0,64	6	35	0,06	0,15	3,00	0,6/1kV	0,35	37	10
16	II												
	Enllumenat exterior 3	0,7	0,95	3,20	6	50	0,39	0,49	3,00	0,6/1kV	0,18	37	10

Taula 13. Càlculs de Baixa Tensió

A1.2. Xarxa d'aigua potable

A1.2.1. Preliminars a la xarxa d'aigua potable

L'aigua potable en la nau magatzem, estarà únicament destinada als punts de consum habituals de serveis- vestuaris i a les boques de reg previstes en la nau i a l'exterior per al manteniment de la maquinària. Aquests punts seran suficients per cobrir les necessitats requerides per l'activitat.

Així, es projecta la instal·lació de distribució d'aigua potable a la nau. A tal efecte s'han contemplat dues xarxes: La xarxa d'instal·lació d'aigua freda sanitària i la xarxa d'instal·lació d'aigua calenta sanitària.

A1.2.2. Normativa d'obligat compliment

Pel dimensionat dels diferents elements que configuren la instal·lació s'ha considerat el compliment del Document Bàsic HS – Salubritat del Codi Tècnic de l'Edificació.

A1.2.3. Escomesa i comptador

El subministrament d'aigua potable es realitzarà a partir de la xarxa de subministrament municipal i mitjançant escomesa i comptador que s'ubicarà a fora de la nau, al costat de la sala de "boogies" tal i com es grafia en els plànols corresponents.

L'escomesa compleix amb les prescripcions establertes en el CTE DB – HS – 4 en l'article 3.2.1.1.

A1.2.4. Xarxa general

La xarxa de distribució d'aigua freda es realitzarà a partir de tub de polipropilè i transcorrerà encastada en la paret o en el sostre de l'establiment en funció del tram.

En l'establiment es preveuen dos serveis d'accés al públic. Els punts de consum previstos en els serveis d'homes, seran: dos rentamans, un wàter, dos urinaris i una dutxa.

En els serveis de les dones es preveuen: un rentamans, un vàter i una dutxa

En la zona de màquines es preveuen dues boques de reg i a la zona de neteja exterior se'n preveu una altra.

Pel dimensionat de la xarxa d'aigua freda es consideraran els cabals instantanis mínims establerts en la taula 2.1 de DB-HS-4:

Zona	Cabal instantani mínim
Rentamans	0,05 dm ³ /s
Wàter	0,10 dm ³ /s
Dutxa	0,2 dm ³ /s
Urinari	0,15 dm ³ /s

Taula 14. Cabals instantanis mínims

Es garantirà una pressió mínima de 100 kPa en els punts de consum previstos en l'establiment tal i com s'especifica en l'article 2 del DB – HS – 4.

Els sanitaris previstos en l'establiment disposaran d'una clau de tall individual.

Per les dimensions de la instal·lació i les seves característiques es realitzarà el dimensionat de la xarxa a partir dels diàmetres mínims establerts en la taula 4.3 i 4.2 del DB – HS – 4:

Instal·lació	Diàmetre mínim establert
Rentamans	12 mm
Wàter	12 mm
Dutxa	12 mm
Urinari	12 mm
Alimentació a bany	20 mm
Distribuïdor principal	25 mm

Taula 15. Diàmetres mínims establerts

Considerant els diàmetres especificats i aplicant una simultaneïtat a la xarxa es dimensiona la instal·lació amb els diàmetres establerts en el plànol corresponent.

A1.2.5. Xarxa d'aigua calenta sanitària

Es projecta l'execució d'una dutxa en els serveis de les dones i dues en els serveis dels homes. En tractar-se de tres punts de consum en els que es preveu que no funcionaran els tres alhora, es realitzarà la instal·lació de dos escalfadors elèctrics, un per a cada servei, que alimentarà les dutxes.

Es garantirà el subministrament d'un cabal mínim de 0,10 dm³/s a cada una de les dutxes tal i com s'estableix en la taula 2.1 del DB – HS – 4 per ACS. La instal·lació es preveu amb tub de polipropilè encastat de secció 12 mm tal i com es determina en la taula 4.2 del DB – HS – 4 per dutxes.

A1.3. Xarxa de sanejament

Es realitzarà la xarxa d'aigües residuals per tal de evacuar tots els punts de consum d'aigua previstos en la distribució projectada respectant així mateix, la normativa vigent.

A1.3.1. Normativa d'obligat compliment

Pel dimensionat dels diferents elements que configuren la instal·lació s'ha considerat el compliment del Document Bàsic HS – Salubritat del Codi Tècnic de l'Edificació.

A1.3.2. Xarxa de col·lectors

Es projecta una xarxa de tub de PVC per la recollida de les aigües residuals procedents dels punts de desguàs previstos en l'establiment que es conduirà a la xarxa existent de l'edifici i posteriorment a la xarxa municipal de sanejament.

La xarxa transcorrerà soterrada en els diferents trams de la instal·lació.

En l'establiment es preveuen dos serveis d'accés al públic. Els punts de consum previstos en els serveis són els rentamans, els vàters, les dutxes i els urinaris en els serveis dels homes.

En la zona de màquines es preveuen dues boques de reg i a la zona de neteja exterior se'n preveu una altra.

Pel dimensionat de la xarxa de sanejament s'adjudicarà a cada punt de desguàs les unitats de descàrrega i el diàmetre mínim establerts en la taula 4.1 del DB – HS – 4.

Punt de desguàs	Unitats de descàrrega	Diàmetres
Rentamans ús públic	2 UD	40 mm (DN 50)
Wàter amb cisterna ús públic	5 UD	100 mm (DN 110)

Taula 16. Dimensionat xarxa sanejament

Considerant els diàmetres nominals establerts per un tub de PVC, s'escollirà un DN 50 pel rentamans d'ús públic i un DN 110 pel vàter amb cisterna d'ús públic.

Així, tenint en compte les unitats de descàrrega establertes i els diàmetres especificats es dimensiona la instal·lació amb els diàmetres establerts en el plànol corresponent.

A1.3.4. Branques de col·lectors

Es projectaran les branques de col·lectors entre els aparells sanitaris, segons ens indica la taula 4.3 del DB – HS – 4, on ens relaciona el número màxim d'unitats de descàrrega amb el pendent que tindrà el col·lector.

Així, considerant un pendent de l'1% i tenint en compte el número màxim d'unitats de descàrrega de l'edifici, podem determinar el diàmetre mínim de la branca del col·lector.

Les unitats de descàrrega totals de l'edifici pels serveis que hi ha són els següents:

Unitats	Punt de descàrrega	Unitats de descàrrega per unitats	Unitats totals de descàrrega
3 unitats	Rentamans d'ús públic	2 UD	6 UD
5 unitats	Wàter amb cisterna d'ús públic	5 UD	10 UD
4 unitats	Urinari	4 UD	8 UD
3 unitats	Dutxa	3 UD	9 UD
Número total d'unitats de descàrrega: 33 UD			

Taula 17. Unitats de descàrrega totals

El diàmetre mínim que s'estableix a la taula 4.3 del DB- HS- 4 del Codi Tècnic de l'Edificació pel total d'unitats de descàrrega considerades i un pendent de col·lector de l'1% serà de DN 90.

Tot i així, tenint en compte que el col·lector del vàter amb cisterna és de DN 110, es sobre-dimensionarà la branca del col·lector per tal de garantir una correcta evacuació de la xarxa de sanejament, i s'instal·larà un col·lector de DN 125

A1.3.3. Baixant de les aigües residuals

Per tal de poder evacuar les aigües residuals es col·locaran diferents col·lectors en funció del tram i establint el valor com el major dels valors obtinguts considerant el màxim número d'unitats de descàrrega en el baixant, i el màxim número d'unitats de descàrrega en cada branca.

La instal·lació es farà amb canonada de PVC, PE corrugat de doble capa i PEAD depenent del tipus d'aigua i tram a desaiugar.

La zona de dependències interiors de la nau (sanitaris, vestuaris,...) es realitzarà amb tub de PVC tipus sanitari -evacuació de diàmetre variable en funció del tram.

Les aigües que es generin en la zona de neteja de màquines, es portaran a través d'un tub de PE corrugat de doble capa, cap a un pou de recollida, d'aquí aniran a parar a un col·lector de bombament de PEAD que junt amb la resta d'aigües brutes generades a la nau, es bombejaran a la depuradora existent de la zona.

La canonada que impulsarà l'aigua cap a la depuradora, en tot moment anirà soterrada per sota el camí. Així, recorrerà el lateral de la nau, creurà el camí que s'habilitarà per a accedir a la nau, i d'aquí, pujarà vorejant el camí, fins a arribar a l'EDAR.

A1.4. Xarxa d'aigües pluvials

A1.4.1. Introducció

A partir d'un estudi hidrològic de la zona, es coneix el cabal màxim procedent de l'aigua de pluja que cau a tot l'àmbit de la nau magatzem aquest, arriba a valors punta de $Q = 0,15 \text{ m}^3/\text{seg}$. Aleshores, un cop obtinguda aquesta dada, es procedeix a dimensionar les les cunetes i el col·lector que portarà tot aquest volum d'aigua fins el llac de regulació situat a una cota inferior.

A1.4.2. Càlcul hidràulic de la cuneta que envolta la plataforma de la nau

Al tenir la nau magatzem enfonsada respecte el terreny natural, hem de disposar cunetes a tot l'entorn de la plataforma que permetin evacuar sense problemes les aigües de pluja generades a tot el sector.

La cuneta proposada tindrà una base de 0,50 m, una fondària també de 0,50 m. i uns talussos de 1H:3V. La pendent mínima a considerar en el càlcul serà del 0,5%.

Per poder calcular hidràulicament la cuneta, farem ús de la formula de Manning, segons la qual:

$$Q = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R_h^{2/3} \cdot J^{1/2} \quad (\text{Eq.8})$$

On:

Q: cabal que pot evacuar la cuneta en m^3/seg .

n: coeficient de Manning, que en cunetes de terra és de l'ordre de $n=0,025$.

A: àrea mullada, en m^2 ;

$$A = \frac{(0,833 + 0,50)}{2} \cdot 0,50 = 0,33\text{m}^2 \quad (\text{Eq.9})$$

R_h : radi hidràulic del tub, en m;

$$R_h = \frac{A}{p} = \frac{0,33}{0,527 + 0,5 + 0,527} = 0,21\text{m} \quad (\text{Eq.10})$$

J: pendent de la línia d'energia, que podem suposar coincideix amb la pendent geomètrica de la cuneta, en m/m. $J = 0,5\% = 0,0050$ m/m.

$$Q_{\text{màx}} = \frac{1}{0,025} \cdot 0,33 \cdot 0,21^{2/3} \cdot 0,0050^{1/2} = 0,33 \text{ m}^3 / \text{seg} \quad (\text{Eq.11})$$

Per tant com que $0,33 \text{ m}^3/\text{seg} > 0,15 \text{ m}^3/\text{seg}$, la cuneta proposada és correcte.

A1.4.3. Càlcul hidràulic del col·lector de pluvials

El col·lector que anirà des de la nau magatzem fins la cuneta del camí inferior serà de polietilè corrugat amb doble capa de paret de DN=315 mm. Comprovarem tot seguit que és capaç de evacuar el cabal esmentat.

Per poder calcular hidràulicament el col·lector, també farem ús de la fórmula de Manning, segons la qual:

$$Q = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R_h^{2/3} \cdot J^{1/2} \quad (\text{Eq.12})$$

On:

Q: cabal que pot desaiguar el col·lector en m^3/seg .

n: coeficient de Manning, que en tubs de polietilè val de l'ordre de $n=0,010$.

A: àrea mullada, en m^2 ;

$$A = \frac{\pi \cdot 0,263^2}{4} = 0,054 \text{ m}^2 \quad (\text{Eq.13})$$

R_h : radi hidràulic del tub, en m;

$$R_h = \frac{0,263}{4} = 0,066 \text{ m} \quad (\text{Eq.13})$$

J: pendent de la línia d'energia, que podem suposar coincideix amb la pendent geomètrica del tub, en m/m.

$$J = \frac{765,0 - 763,0}{56} = 0,0357 \text{ m/m} \quad (\text{Eq.14})$$

Per tant trobem Q_{\max} que és el cabal màxim que pot desaiuar el col·lector.

$$Q_{\max} = \frac{1}{0,010} \cdot 0,054 \cdot 0,066^{2/3} \cdot 0,0357^{1/2} = 0,17 \text{ m}^3 / \text{seg} \quad (\text{Eq.15})$$

Així, com que $0,17 \text{ m}^3/\text{seg} > 0,15 \text{ m}^3/\text{seg}$ el col·lector proposat de DN=315 mm és correcte.

A1.5. Càlcul de la xarxa d'aigües residuals impulsades

A1.5.1. Preliminars a la xarxa d'aigües residuals

Seria molt interessant que les aigües residuals generades a l'àmbit de la nau magatzem fossin enviades a la depuradora del golf per gravetat. Encara que això podrem comprovar que resulta una opció molt complicada, que haurem de descartar.

La cota de sortida del col·lector de residuals és aproximadament la 765,0 m. Per altre banda, la cota d'arribada a la depuradora del golf és la 754,0 m. Si bé d'entrada tenim un desnivell important, hem de tenir en compte que entre la nau i la depuradora hi ha un turó que corona a la cota 771,0 m.

Aquest obstacle de 6,0 m. obligaria a envoltar el turó. Si ho fem pel davant, ens trobem que a la zona de l'actual aparcament de terres, la rasa s'hauria d'enfonsar entre 4,0 i 5,0 m; a part d'afectar una part dels arbres del turó que fan la funció de camuflar la nau. Si l'envoltem pel darrera, hem de recórrer una llarga distància pel mig del bosc amb afectació de molts arbres, i que entenem no és una bona opció.

Per tant, la millor alternativa i de menor impacte paisatgístic que podem plantejar és una impulsió, que seguirà la mateixa traça dels actuals camins fins arribar sense més problemes a la depuradora.

A1.5.2. Estimació del cabal d'aigües residuals generat

La Norma UNE 19-707 estableix un cabal mínim per les dutxes, lavabos o bidets de 0,20 l/seg. El WC consumeix un volum d'aigua de 10 litres en uns 5 segons. I per altre part, una mànega d'alta pressió pot tenir un cabal de 0,15 l/seg. Tot plegat ens porta a fer la següent estimació de cabal punta d'aigües residuals:

Unitats	Punt de desaigna	Cabal unitari	Cabal total
3	Dutxa	0,25 l/seg	0,75 l/seg
2	Wàter	1,0 l/seg	2,0 l/seg
3	Lavabos	0,20 l/seg	0,60 l/seg
1	Mànega a interior nau	0,15 l/seg	0,15 l/seg
1	Mànega a la plataforma de neteja	0,15 l/seg	0,15 l/seg
Cabal punta (Q_{punta}) = 3,65 l/seg			

Taula 18. Cabal punta

A1.5.3. Proposta de tub d'impulsió

Proposem utilitzar un tub de PEAD del tipus PE-100 de PN-10 de DN=75 mm.

Això ens portarà a tenir una velocitat de circulació de:

$$D_{\text{ext}} = 75 \text{ mm}$$

$$e = 4,5 \text{ mm}$$

$$D_{\text{int}} = 75 - 4,5 - 4,5 = 66,0 \text{ mm} = 0,066 \text{ m}$$

$$A = \frac{\pi \cdot (0,066)^2}{4} = 0,00342 \text{ m}^2 \quad (\text{Eq.16})$$

$$Q = 3,65 \text{ l/seg} = 0,00365 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{0,00365}{0,00342} = 1,06 \text{ m/seg} \quad (\text{Eq.17})$$

Es tindrà una velocitat de circulació acceptable de 1,06 m/seg.

A1.5.4. Temps de permanència de l'aigua dins el tub

El volum d'aigua que entra a la totalitat del tub és de:

$$V = A \cdot L = 0,00342 \text{ m}^2 \cdot 400 \text{ m} = 1,37 \text{ m}^3 \quad (\text{Eq.18})$$

On:

D = diàmetre del tub de PEAD

e = espessor del tub de PEAD

A = àrea del tub de PEAD

Q = cabal en m³/seg

v = velocitat de les aigües residuals

V = volum d'aigua residual que entra a la totalitat del tub

Per tant, en tant sols el funcionament diàri de les dutxes en un temps de:

$$t = \frac{1,37 \cdot 1000 \text{ l}}{0,75 \text{ l/seg}} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}} = 30 \text{ min} \quad (\text{Eq.19})$$

Així, en 30 minuts ja és produeix una renovació de tota l'aigua continguda dins la canonada d'aigües residuals.

A1.6. Càlcul i selecció de bombes

A1.6.1. Preliminars al càlcul de les bombes

Per tal d'implementar aquest projecte, seran necessàries dos tipus de bombes per a realitzar les diverses impulsions del procés.

El primer tipus, seran bombes de superfície en aspiració i aquestes seran les encarregades de bombejar les aigües des de la bassa fins al dipòsit encarregat d'emmagatzemar l'aigua pel posterior reg. Aquí, la mateixa bomba serà l'encarregada d'aspirar l'aigua de la bassa per tal d'impulsar-la al dipòsit.

L'altre tipus de bombes seran de superfície en càrrega. Aquestes seran les encarregades a bombejar les aigües pel reg d'aspersió que es portarà a terme en el camp. Aquestes se situaran sota el dipòsit de tal manera que l'aigua caurà per gravetat i alimentarà a la bomba.

En cada estació de bombeig, es disposarà de dues bombes col·locades en paral·lel per tal de mantenir el seu òptim rendiment, així com per a possibles substitucions en cas d'avaría d'una de les dues bombes.

Això farà que en total siguin necessàries quatre bombes: dues de superfície en càrrega i dues de superfície en aspiració.

A1.6.2. Selecció de la bomba de superfície en aspiració per a omplir el dipòsit

A continuació, es fa una aproximació de la bomba necessària, per tal de portar l'aigua de la bassa al dipòsit:

Es vol elevar l'aigua des de la bassa existent fins al dipòsit situat a una cota més elevada i amb un cabal de 7000 l/h.

Les dades generals que coneixem i que són imprescindibles pel càlcul de la bomba són els següents:

Dades generals
<p>Altura geomètrica (altura d'aspiració + altura d'impulsió) = 17 metres</p> <p>Recorregut total de la tuberia = 43 metres</p> <p>Diàmetre interior de la tuberia = 38 mm</p>
Característiques de l'aspiració
<p>Altura d'aspiració = 2 metres</p> <p>Longitud de la tuberia = 8 metres</p> <p>Número de vàlvules = 1</p> <p>Número de colzes de 90° = 2</p>
Característiques de la impulsió
<p>Altura d'impulsió = 15 metres</p> <p>Longitud de la tuberia = 35 metres</p> <p>Número de vàlvules de comporta = 1</p> <p>Número de vàlvules de retenció = 1</p> <p>Número de colzes de 90° = 1</p>
Pèrdues de càrrega en l'aspiració:
<p>Longitud de la tuberia = 8 metres</p> <p>Pèrdues singulars = 10 metres (vàlvula) 5 metres (colze de 90°)</p>
Pèrdues de càrrega en la impulsió
<p>Longitud de la tuberia = 35 metres</p> <p>Pèrdues singulars = 10 metres (vàlvula de comporta) 10 metres (vàlvula de retenció) 10 metres (2 colzes de 90°)</p>

Taula 19. Dades generals del bombament

Per tant la longitud equivalent de la tuberia per aquestes pèrdues és de 23 metres.

Amb aquest valor es pot obtenir la pèrdua en m.c.a. a través de la taula de pèrdues de càrrega que hi ha a continuació. És a dir, 7000 l/h en una tuberia de 38 mm de diàmetre corresponen a 7,8 metres per cada 100 metres lineals de tuberia de les característiques donades.

Litros por Hora	En diàmetres interiors de tuberías en mm.											
	14	19	25	32	38	50	63	75	89	100	125	150
Metros manométricos por cada 100 metros de recorrido horizontal recto												
500	8,0	2,1	0,6									
800	20,2	4,7	1,3	0,4								
1000	29,8	7	1,9	0,6								
1500		14,2	3,9	1,2	0,5							
2000		23,5	6,4	2	0,9							
2500			9,4	2,9	1,3	0,4						
3000			13	4	1,8	0,5	0,2					
3500			17	5,3	2,3	0,6	0,2					
4000			21,5	6,6	2,9	0,8	0,3	0,1				
4500				8,2	3,6	1,0	0,3	0,1				
5000				9,8	4,3	1,2	0,4	0,2				
5500				11,6	5,1	1,4	0,5	0,2				
6000				13,5	6	1,6	0,5	0,2				
6500				15,5	6,9	1,9	0,6	0,3				
7000				17,7	7,8	2,1	0,7	0,3				
8000				22,4	9,9	2,7	0,9	0,4	0,2			
9000					12,1	3,3	1,1	0,5	0,2			
10000					14,6	4	1,3	0,6	0,3	0,1		
12000					20,1	5,5	1,8	1,8	0,4	0,2		
15000					29,7	8,1	2,7	1,2	0,5	0,3		
18000						11,1	3,7	1,6	0,7	0,4	0,1	
20000						13,3	4,5	1,9	0,9	0,5	0,2	
25000						19,7	6,6	2,9	1,3	0,7	0,3	
30000							9	4	1,8	1	0,3	0,1
35000							11,8	5,2	2,3	1,3	0,5	0,2
40000							15	6,5	2,9	1,7	0,6	0,2
45000							18,4	8	3,6	2	0,7	0,3
50000								9,7	4,3	2,5	0,9	0,4

Taula 20.- Taula de pèrdues de càrrega en les tuberíes de PVC/Poliètilè

Alehores trobem:

$$(7,8 \times 23 \text{ m}) / 100 = \mathbf{1,79 \text{ m.c.a.}} \quad (\text{Eq.20})$$

Per tant la longitud equivalent de la tuberia per aquestes pèrdues és de 65 metres.

Si procedim igual que en el punt anterior, obtenim:

$$(7,8 \times 65 \text{ m}) / 100 = \mathbf{5,07 \text{ m.c.a.}} \quad (\text{Eq.20})$$

Per tant, un cop analitzades les pèrdues per impulsió i per aspiració, podem obtenir l'altura manomètrica total que haurà de salvar la bomba:

Altura manomètrica total = Altura d'aspiració + Altura elevació + Pèrdues de càrrega en l'aspiració + Pèrdues de càrrega en la impulsió

$$\text{Altura manomètrica total} = 2 + 15 + 1,79 + 5,07 = \mathbf{23,86 \text{ m.c.a.}} \quad (\text{Eq.21})$$

Així doncs, seleccionarem una bomba que ens elevi 7000l/h a una altura de 23,86 m.c.a.

La potència de la bomba s'escollirà a partir de la següent fórmula:

$$HP = \frac{Q * H_{dt}}{75 * E_b * E_m} \quad (\text{Eq.22})$$

On:

HP = és la potència consumida per la bomba en CV

Q = Cabal elevat amb l/s

H_{dt} = Altura dinàmica total

E_b = Eficiència de la bomba

E_m = Eficiència del motor

Així doncs, la potència de la bomba serà relativament petita ja que l'altura manomètrica a salvar i el cabal que volem no és massa elevat ja que les característiques de la instal·lació tampoc ho requereixen. Per això, aplicant les dades obtingudes anteriorment, i tenint en compte que el rendiment de la bomba és del 85% i el del motor és del 70%, obtindrem una potència de poc més d'1CV.

A1.6.3. Selecció de la bomba de superfície en càrrega per al reg d'aspersió

En aquest cas, l'altura manomètrica total a salvar, un cop comptades les vàlvules antiretorn, així com les diferents tes que hi haurà a cada una de les quatre boques d'aspersió que tenim en el sistema, ens trobem amb una diferència de cota de 30,71 metres.

El cabal aproximat que volem obtenir serà de 10 l/s aproximadament, això farà que la bomba a escollir, aplicant les fórmules anteriors sigui de 5,5 kW de potència.