



UNIVERSITAT  
ROVIRA I VIRGILI



**GRAU D'ENGINYERIA ELECTRÒNICA INDUSTRIAL I  
AUTOMÀTICA**

**TREBALL DE FINAL DE GRAU**

**ESTUDI DE LA MONITORITZACIÓ D'UN CELLER  
VÍNICOLA AL CELLER CARLES ANDREU**

**Alumne: Albert Corbella Ortiz**

**Tutor: Xavier Vilanova**

**Curs 2023/2024**



## ÍNDEX

<b>1. Introducció.....</b>	<b>4</b>
<b>1.1 Antecedents i context .....</b>	<b>4</b>
<b>1.2 Objectius del projecte .....</b>	<b>4</b>
<b>1.3 Justificació i rellevància.....</b>	<b>5</b>
<b>2. Memòria descriptiva .....</b>	<b>6</b>
<b>2.1 Descripció del projecte.....</b>	<b>6</b>
<b>2.1.1 Descripció del Celler Carles Andreu.....</b>	<b>6</b>
<b>2.1.2 Descripció de les tasques d'elaboració en un celler .....</b>	<b>7</b>
<b>2.1.3 Estat actual de les instal·lacions del celler .....</b>	<b>9</b>
<b>2.1.4 Problemàtiques identificades en el procés de vinificació.....</b>	<b>14</b>
<b>2.1.5 Proposta de solució: Sistema de monitorització.....</b>	<b>16</b>
<b>2.2 Components de control.....</b>	<b>17</b>
<b>2.2.1 Sistema de control y visualització de temperatura.....</b>	<b>17</b>
<b>2.2.1.1 Sensors de temperatura de precisió.....</b>	<b>17</b>
<b>2.2.1.2 Criteris de selecció del sensor de temperatura.....</b>	<b>18</b>
<b>2.2.1.3 Alternatives considerades .....</b>	<b>18</b>
<b>2.2.1.4 Sistema de control en temps real.....</b>	<b>19</b>
<b>2.2.2 Control de les electrovàlvules.....</b>	<b>19</b>
<b>2.2.2.1 Tipus d'electrovàlvules a utilitzar.....</b>	<b>19</b>
<b>2.2.2.2 Sistema de control a temps real .....</b>	<b>19</b>
<b>2.2.3 Control de motors remenadors amb programador .....</b>	<b>21</b>
<b>2.2.3.1 Automatització dels motors.....</b>	<b>21</b>
<b>2.2.3.2 Control precís dels processos .....</b>	<b>21</b>
<b>2.2.4 Sensor de comporta oberta .....</b>	<b>22</b>
<b>2.2.4.1 Sensor inductiu per a la detecció de posició .....</b>	<b>22</b>
<b>2.2.4.2 Criteris de selecció del sensor inductiu .....</b>	<b>23</b>
<b>2.2.4.3 Alternatives considerades .....</b>	<b>23</b>
<b>2.2.4.4 Implementació i integració.....</b>	<b>23</b>
<b>2.2.5 Sensor de nivell .....</b>	<b>24</b>
<b>2.2.5.1 Instal·lació de sensors de nivell de ompliment.....</b>	<b>24</b>
<b>2.2.5.2 Criteris de selecció del sensor de nivell.....</b>	<b>25</b>
<b>2.2.5.3 Alternatives considerades .....</b>	<b>25</b>
<b>2.2.5.4 Precisió en el mesurament .....</b>	<b>25</b>

<b>2.3 Sistema de monitorització .....</b>	<b>27</b>
<b>2.3.1 Descripció del PLC .....</b>	<b>27</b>
<b>2.3.2 Manual usuari interfície gràfica de control .....</b>	<b>28</b>
<b>2.3.3 Impacte energètic.....</b>	<b>38</b>
<b>2.3.4 Ubicació de sensors a cada tina.....</b>	<b>38</b>
<b>2.3.4.1 Sensor de temperatura .....</b>	<b>38</b>
<b>2.3.4.2 Motors remenadors .....</b>	<b>38</b>
<b>2.3.4.3 Electrovàlvules .....</b>	<b>39</b>
<b>2.3.4.4 Sensor comporta .....</b>	<b>39</b>
<b>2.3.5 Consideracions d'instal·lació i connexió elèctriques.....</b>	<b>40</b>
<b>5. Memòria de Càlcul .....</b>	<b>41</b>
<b>5.1 Descripció dels diagrames de blocs i variables .....</b>	<b>41</b>
<b>5.2 Impacte energètic i contribució de plaques solars .....</b>	<b>48</b>
<b>6. Plànols.....</b>	<b>51</b>
<b>6.1 Plànols del celler.....</b>	<b>51</b>
<b>6.2 Esquemes elèctrics .....</b>	<b>54</b>
<b>7. Pressupost del projecte.....</b>	<b>60</b>
<b>7.1 Desglossament de costos per components .....</b>	<b>60</b>
<b>7.2 Desglossament de costos per amidaments.....</b>	<b>63</b>
<b>7.3 Costos d'instal·lació i manteniment .....</b>	<b>64</b>
<b>7.3.1 Instal·lació i manteniment a càrrec del celler .....</b>	<b>64</b>
<b>7.3.2 Instal·lació i manteniment a càrrec d'una empresa externa .....</b>	<b>65</b>
<b>8. Plec de condicions .....</b>	<b>68</b>
<b>9. Conclusions del Projecte .....</b>	<b>71</b>
<b>10. Agraïments .....</b>	<b>71</b>
<b>11. Referències Bibliogràfiques .....</b>	<b>72</b>

# 1. Introducció

## 1.1 Antecedents i context

Aquest treball de recerca neix de l'experiència directa treballant al celler. Vaig treballar en el món de la producció de vi des dels 16 anys, treballant activament els estius al celler Carles Andreu. Aquesta feina junt amb les ganes de intentar millorar els processos proporcionant una visió única i profunda de possibles millores, dificultats i oportunitats que sorgeixen en aquest entorn.

Durant aquests anys de dedicació al celler es va descobrir una sèrie de qüestions que van afectar el procés d'elaboració del vi. Una de les dificultats més importants és la gestió de diversos paràmetres ambientals i de procés que afecten la qualitat i consistència del producte final. Destaquen especialment la falta de automatització per facilitar el control de la refrigeració de les tines i la complexitat de la supervisió i control dels nivells de líquids i altres variables mitjançant sensors ja disponibles.

Aquesta situació de supervisió i control dels processos, s'hauria de millorar per tal d'augmentar l'eficiència i la fiabilitat de la producció de vi. Per tant, cal explorar i implementar un sistema de monitorització complet per abordar aquests problemes de manera sistemàtica i eficaç.

## 1.2 Objectius del projecte

L'objectiu principal del projecte és augmentar l'eficiència i la fiabilitat de les operacions del celler mitjançant la implementació d'un sistema de monitorització i control. El sistema simplificarà el control dels paràmetres rellevants en la producció de vi.

En primer lloc, està dissenyat per facilitar les tasques de mesura i control mitjançant la integració de sensors i actuadors per monitoritzar. Això implica instal·lar equips per controlar la temperatura, sensors de comportes superiors, el nivell de les tines, control dels remenadors, pèrdua o fallada de les electrovàlvules. A través d'aquests sensors es recolliran una gran quantitat de dades que permetran tenir una visió del estat dels paràmetres de les tines.

D'altra banda, el disseny i la implantació de sistemes de control basats en PLC (Programmable Logic Controller) i HMI (Human Machine Interface) tindran un paper important en la gestió automatitzada i el seguiment en temps real de les operacions del celler. El PLC actuarà com a cervell del sistema, coordinant les accions dels actuadors. Amb l'HMI, els operadors podran visualitzar i controlar tot el procés de manera intuïtiva i ergonòmica mitjançant una interfície gràfica d'usuari.

El disseny del sistema PLC-HMI s'adaptarà específicament a les necessitats i característiques del Celler Carles Andreu, tenint en compte els requisits específics dels seus treballadors, la seva distribució, capacitat productiva i procés d'elaboració del vi.

### **En conjunt, els objectius principals del projecte són:**

- 1- Facilitar el mesurament i el control del celler mitjançant l'ús de sensors i actuadors.
- 2- Dissenyar i implementar un sistema PLC-HMI per a la gestió en temps real de les operacions del celler.
- 3- Optimitzar l'eficiència i la fiabilitat del procés d'elaboració de vi amb una integració completa.



## 1.3 Justificació i rellevància

El projecte es va justificar per la necessitat de resoldre els problemes identificats en el procés d'elaboració del vi al Celler Carles Andreu. Aquesta necessitat és doble: d'una banda, cal millorar la gestió dels processos per garantir la qualitat del vi produït. D'altra banda, cal una solució que pugui simplificar la supervisió i el control de les operacions diàries del celler.

En primer lloc, la millora de la gestió dels paràmetres ambientals com la temperatura és fonamental per a la qualitat del producte final. Una temperatura inadequada pot tenir un impacte negatiu en la fermentació, ja que pot accelerar el seu procés, provocant canvis no desitjats en les propietats del vi. Això pot comportar una pèrdua de qualitat, afectant a la producció final.

A més, l'eficiència i ergonomia de la supervisió i control del procés és fonamental per al funcionament efectiu del celler. La complexitat de supervisar i controlar tots els paràmetres a cada tina una per una, augmenta el risc d'error humà i errors no detectats en el procés. Això pot tenir un impacte negatiu al producte final.

Per tant, la implementació d'un sistema de monitorització integral, és una solució clau per resoldre aquests problemes.

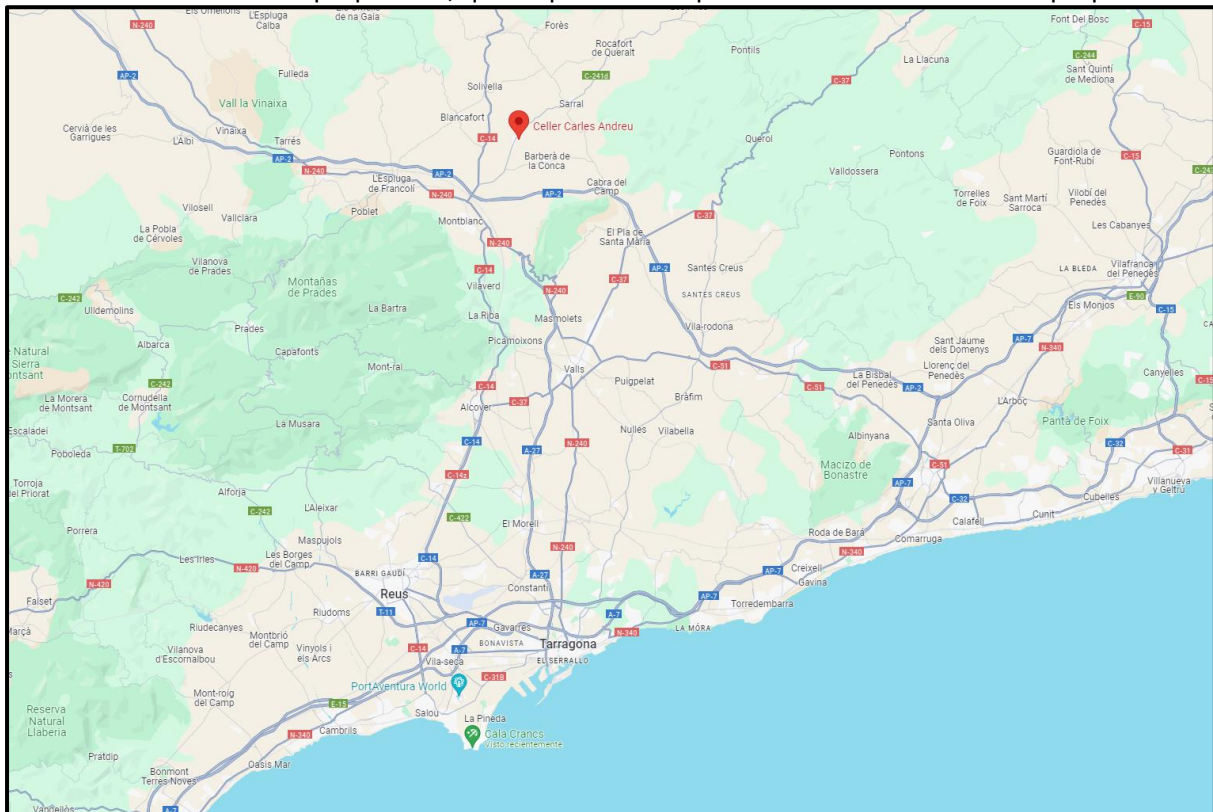
A més, el projecte té una rellevància més àmplia dins de la indústria del vi, ja que pot proporcionar lliçons per a altres cellers que s'enfronten a reptes similars. La implementació d'aquest sistema de monitorització pot inspirar i guiar altres cellers per millorar les seves pràctiques i elevar els estàndards de qualitat i eficiència.

## 2. Memòria descriptiva

### 2.1 Descripció del projecte

#### 2.1.1 Descripció del Celler Carles Andreu

Celler Carles Andreu és una empresa vitivinícola amb seu a la comarca de la Conca de Barbera, al poble de Pira, Catalunya, una regió coneguda per la seva tradició del cultiu de la vinya i la producció de vins i caves. El Celler Carles Andreu va ser fundat el any 1991, però no va ser fins el any 2009 que va fer la inversió de muntar el seu propi celler, que va permetre la producció de vi i cava del seu propi raïm.



*Il·lustració 1: Ubicació Celler Carles Andreu i poble de Pira*

Amb la seva àmplia gamma de varietats de raïm i el focus en la producció ecològica i sostenible, el Celler Carles Andreu s'ha guanyat una reputació destacada en el sector del cava. La filosofia es basa en la qualitat, la tradició i la innovació, combinant les tècniques tradicionals d'elaboració del vi amb la tecnologia d'elaboració modernes per crear vins i caves.

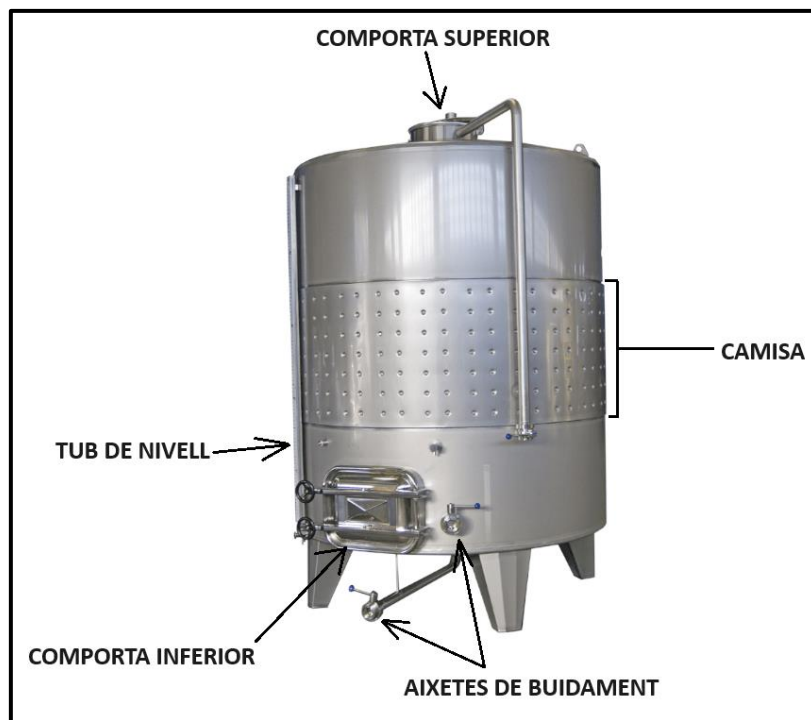
Tot i la seva fama, el Celler Carles Andreu no s'ha actualitzat. Les instal·lacions del celler, des de la seva creació al 2009, ha viscut un estancament tecnològic en els darrers anys. L'empresa no ha rebut cap actualització important pel que fa a la tecnologia, especialment pel que fa als sistemes implicats en aquest estudi. Aquesta manca d'actualitzacions limita la capacitat del celler i comporta diversos problemes en el procés d'elaboració del vi.

Ara, davant la necessitat d'afrontar aquestes limitacions i modernitzar les seves operacions, Celler Carles Andreu es compromet a estudiar la implementació d'un sistema de seguiment control més avançat per millorar la gestió dels seus processos d'elaboració i garantir la qualitat dels seus vins.

## 2.1.2 Descripció de les tasques d'elaboració en un celler

El procés d'elaboració del vi dins d'un celler és una seqüència de fases tècnicament complexes que transformen el raïm en vi. A cada pas, els processos juguen un paper fonamental per optimitzar la producció i assegurar la qualitat del vi. Amb l'avenç de l'automatització, es millora significativament el control de la gestió de les tines.

**Parts i les seves funcions d'una tina de fermentació:**



*Il·lustració 2: Diagrama descriptiu tina*

**Comporta superior:** L'ús més habitual es per omplir les tines del most extret del raïm després de que passi per la premsa.

**Camisa:** Es per on circula l'aigua per refredar el contingut interior de la tina, té una entrada i sortida d'aigua refrigerada. Aquesta aigua està amb un circuit tancat.

**Tub de nivell:** Serveix per indicar el nivell de la tina per vasos comunicants.

**Comporta inferior:** Serveix per tenir accés a la part inferior de la tina.

**Aixetes de buidament:** Serveixen per buidar o fer trasbalsos del contingut de la tina.



Per entendre bé en que afectarà aquest sistema automatitzat al celler em de saber quins son els passos que fa el raïm des de que entra al celler fins que surt d'ell embotellat.

Els passos a trets generals podríem dir que son:

- 1- Recepció i processament del raïm
- 2- Fermentació
- 3- Clarificació i filtratge
- 4- Criança
- 5- Embotellament

Aquest projecte està enfocat a millorar els passos 2 i 4, que es on menys automatització hi havia.

## 1- Recepció i processament del raïm

El procés comença amb la recepció del raïm al celler. Aquest es premsa amb una màquina per alliberar el most, el most anirà abocat a les diferents tines i la rapa restant del raïm es quedarà a la premsa per en un futur ser utilitzat com a substrat per la vinya. La màquina clau en aquesta fase es la premsa, que assegura una extracció eficient i neta del most, preparant-lo per a la fermentació.

## 2- Fermentació

### Fermentació alcohòlica

- **Objectiu:** La fermentació alcohòlica és el procés mitjançant el qual els llevats converteixen els sucres presents en el most (suc de raïm) en alcohol i diòxid de carboni. Aquest procés és fonamental per a la producció de vi, ja que determina la graduació alcohòlica i moltes de les seves característiques.
- **Recipients/Maquinària utilitzada:**
  - **Dipòsits de fermentació:** Aquests dipòsits poden ser d'acer inoxidable, fusta (botes grans) o formigó, en el cas del Celler Carles Andreu son d'acer inoxidable. Es el material més utilitzat perquè permet un control precís de la temperatura i és fàcil de netejar.
  - **Sistemes de control de temperatura:** El sistema de refrigeració modifica la temperatura de les tines en funció del pas d'aigua a través de les tines. El control de temperatura és crucial perquè evita que els llevats es "cremin" per excés de calor o que el procés s'alenteixi per fred.
- **Motors remenadors de les tines:**
  - **Funció:** Els motors remenadors (o agitadors) tenen la funció de barrejar contínuament el most durant el desfangat per fer que les lies es barregi amb el conjunt del most.
  - **Funcionament:** Els motors remenadors poden funcionar de manera contínua o intermitent, depenent de les necessitats del vi i del moment específic del desfangat. El moviment pot ser proporcionat per aspes internes que giren dins el dipòsit, barrejant el contingut amb cura per no trencar els llevats o oxidar el vi en excés.
  - **Per què és important:** Una correcta agitació evita la formació de punts calents o zones amb menys activitat de llevats, que podrien conduir a fermentacions irregulars o a defectes en el vi. A més, manté en suspensió les partícules fines i les pells (en vins negres), la qual cosa pot influir positivament en la textura i el perfil de sabor del vi.

### 3- Clarificació i filtratge

Després de la fermentació, el vi passa per processos de clarificació i filtratge per eliminar sediments i impureses. La clarificació es pot fer amb agents com la bentonita o amb centrifugadores, mentre que el filtratge final assegura la puresa del vi abans de l'embotellament, utilitzant filtres de plaques o de membrana per retenir partícules residuals.

### 4- Criança

En aquesta fase, el vi madura en botes de roure o en les mateixes tines d'acer inoxidable. L'envelliment en tines d'acer inoxidable proporciona al vi un gust més neutre, mentre que en botes aporta complexitat aromàtica i suavitzca els tanins, mentre que els trasbalsos permeten separar el vi dels sediments acumulats, millorant la seva claredat i estabilitat. Aquest procés és essencial per definir el perfil final del vi abans de ser embotellat.

### 5- Embotellament

Després de la criaça, el vi es prepara per a l'embotellament. Aquest procés inclou l'ompliment de les ampolles, el tapat amb taps de suro o sintètics, i l'etiquetatge. La maquinària utilitzada en aquesta fase inclou línies d'embotellament per al ompliment automatitzat i màquines etiquetadores per aplicar les etiquetes de manera precisa. Aquest pas final garanteix que el vi es presenta de manera segura i atractiva per al consumidor.

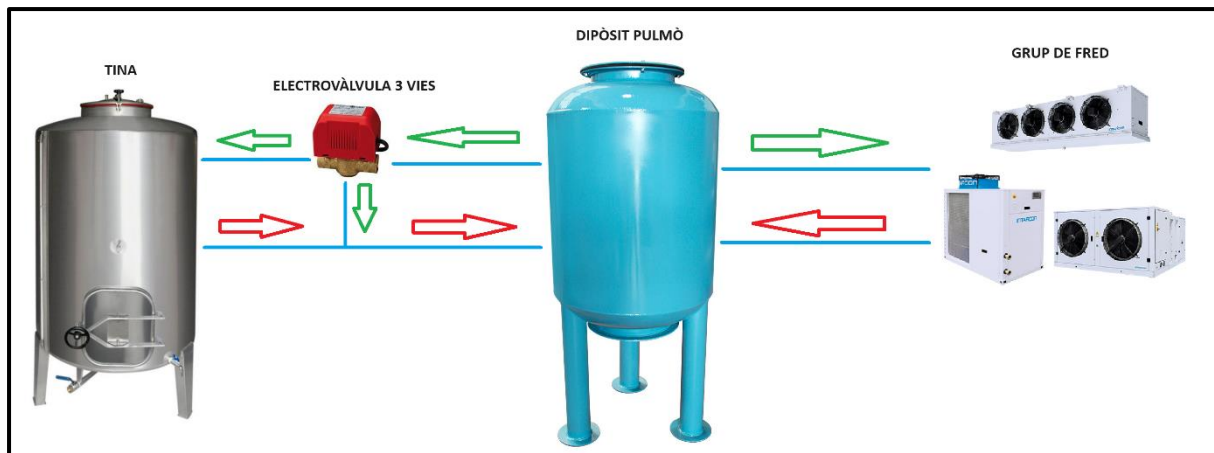
## 2.1.3 Estat actual de les instal·lacions del celler

El Celler Carles Andreu ha conservat la majoria de les seves instal·lacions des que es va construir l'any 2009, el celler compte amb 15 tines, 13 de elles amb capacitat per 10.000 litres i 2 de elles per capacitat de 12.000 litres, aquestes tines estan enumerades i estan distribuïdes per la planta del celler. La planta del celler queda reflectida a la il·lustració 11 i també es pot apreciar a la il·lustració 4.

#### **Descripció del funcionament del sistema de refrigeració actual:**

Actualment, el celler ja disposa d'un sistema de refrigeració que consisteix en un dipòsit pulmó amb dues vies de circulació. La primera via recircula contínuament a través d'un grup de fred per mantenir el dipòsit pulmó a una temperatura constant de 7 graus. La segona via connecta el dipòsit pulmó amb les diferents tines. La circulació de l'aigua fins al grup de fred, fins a les tines o bé la recirculació, es fa a través de bombes d'aigua trifàsiques. Depenent de si les electrovàlvules de tres vies de cada tina estan activades o no, l'aigua freda passa per les camises de les tines o continua recirculant pel circuit principal. Per les necessitats del celler, aquest sistema només ha de ser de refrigeració.

Actualment, cada tina està equipada amb un sensor de temperatura PTC (Positive Temperature Coeficient), una electrovàlvula de tres vies i un termòstat. Tot i això, la temperatura de cada tina es regula de manera independent amb un termòstat ubicat directament en cada tina, sense possibilitat de control centralitzat des d'un sol lloc.



Il·lustració 3: Diagrama descriptiu funcionament sistema de refrigeració

### Descripció de les tines:

El celler disposa d'un total de 15 tines, com les mostrades en les il·lustracions 2 i 3, cadascuna amb unes característiques i sistemes de seguiment específics:

- **Tines 1-13:** Aquestes tines estan equipades amb tub de nivell individuals, tal com es mostra a la il·lustració 7 i sensors de temperatura. El tub de nivell va paral·lel a la tina i permet veure el nivell de litres de vi o most. Els sensors de temperatura, tot i que són totalment funcionals, requereixen una supervisió individual in situ per verificar i ajustar el termòstat.
- **Tines 14-15:** A més a més de l'equipament de les tines 1-13, aquestes 2 tines estan equipades cadascun amb dos motors agitadors, com els mostrats a la il·lustració 6. El motors s'accionen manualment amb els polsadors mostrats a la il·lustració 9 i requereix la presència d'un membre del personal per iniciar i aturar el seu funcionament. Aquests processos manuals esdevenen especialment inconvenients quan es requereixen operacions repetides, ja que no es poden programar perquè s'executin automàticament a intervals determinats.

Imatges actuals del celler:



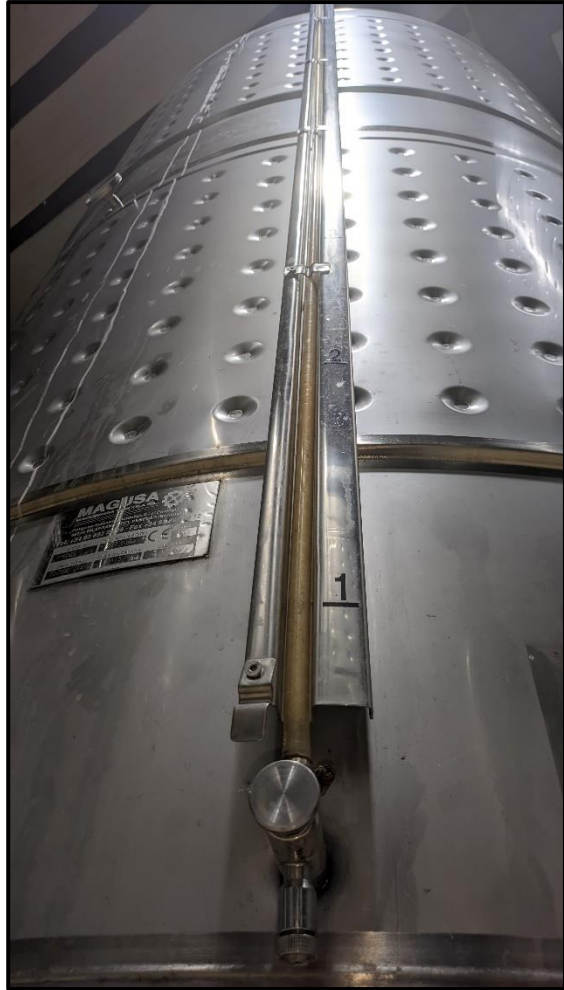
*Il·lustració 4: Distribució tines celler*



*Il·lustració 5: Distribució vista superior celler*



*Il·lustració 6: Motor remenador*



*Il·lustració 7: Tub de niell tina*



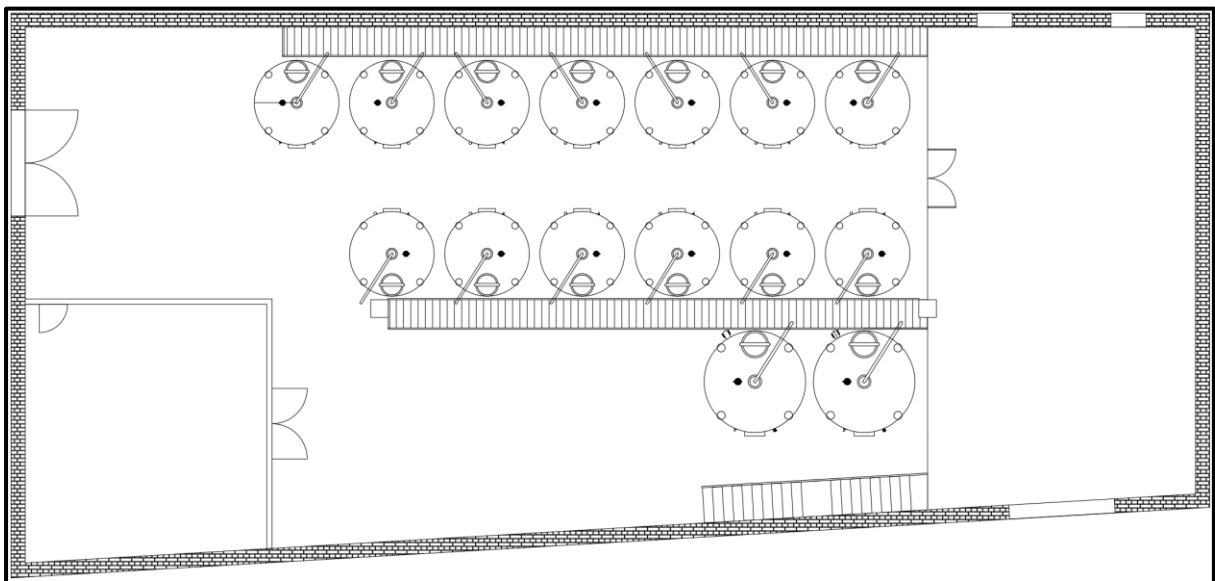
*Il·lustració 8: Comporta superior tina*



Il·lustració 9: Accionament motors remenadors tines 14 i 15



Il·lustració 10: Electrovàlvules i sensor temperatura



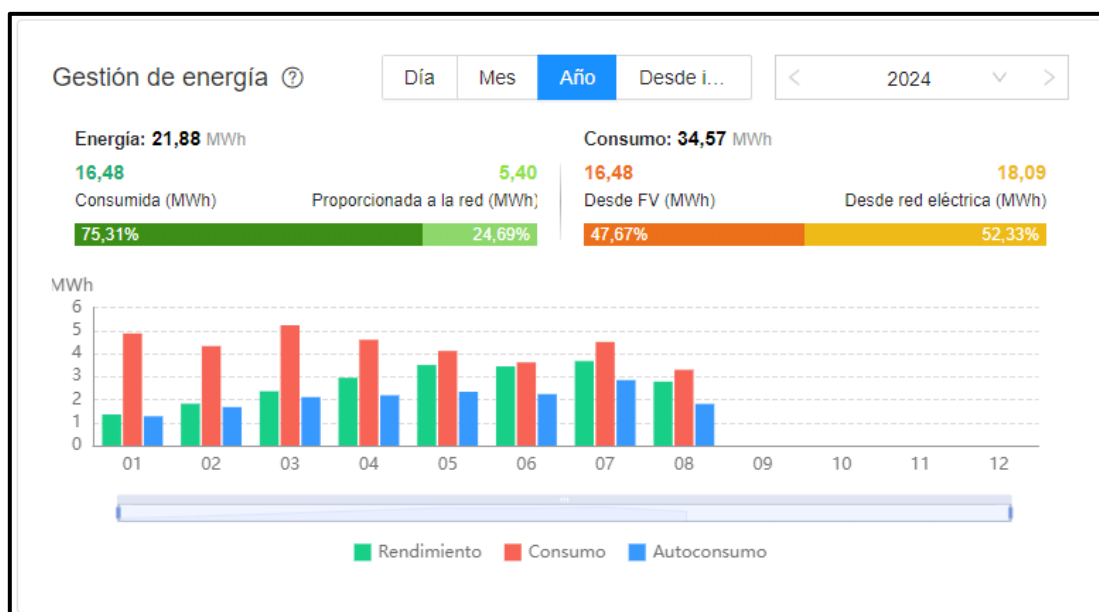
Il·lustració 11: Dibuix escalat celler, distribució de les tines

A més a més, el celler compte amb una instal·lació fotovoltaica de 20 kW de potència, aquesta instal·lació es va instal·lar fa 5 anys per mitigar el cost de la electricitat.

### Característiques del sistema de plaques solars

El sistema té una capacitat màxima instal·lada suficient per satisfer una part important del consum energètic del celler. Aquesta energia es destina principalment a alimentar el sistema de refrigeració de les tines, diferent maquinària a més d'altres necessitats energètiques del celler.

L'energia solar té un factor d'aprofitament mitjà del 75%, la qual cosa significa que, de mitjana, un 75% de l'energia generada per les plaques solars és utilitzada directament pel celler, mentre que el 25% restant es ven a la companyia distribuïdora.



*Il·lustració 12: Aprofitament energètic plaques solars al celler*

### 2.1.4 Problemàtiques identificades en el procés de vinificació

Durant la supervisió i control del procés d'elaboració del vi al Celler Carles Andreu s'han identificat una sèrie de qüestions que afectaven l'eficiència operativa. Es per això que s'ha elaborat un llistat de punts a millorar. Les principals dificultats descobertes són les següents:

**1- Manca d'automatització i control centralitzat:** Un dels principals problemes és la necessitat de supervisar i controlar cada tina individualment i personalment. Això significa que l'operador s'ha de moure per la bodega per comprovar diferents paràmetres de temperatura, verificar l'estat de les portes i posar en marxa manualment si es necessari els motors agitadors.

**2- Dificultat per controlar múltiples paràmetres:** A mesura que augmenta la capacitat de producció i els productes es diversifiquen, el seguiment de diversos paràmetres per dipòsit es fa més complex. Aquesta problemàtica s'amplifica en l'època de verema, on al haver tines en diferents varietats de raïm, cada una necessita unes necessitats concretes i un tracta individual.



**3- Risc de pèrdua de qualitat:** La manca d'automatització i la necessitat de supervisió manual poden provocar alteracions en el procés, com ara fluctuacions de temperatura. Això pot afectar negativament la qualitat.

**4- Costos operatius elevats:** El personal ha de supervisar i controlar manualment les operacions del celler, la qual cosa implica uns costos operatius superiors ja que han de estar més temps fent una tasca que podrien fer més ràpid. A més, la manca d'automatització augmenta el temps dedicat a les tasques de supervisió i control, reduint encara més l'eficiència i augmentant els costos laborals.

**5- Possibilitat de crear una descompressió al traspasar o buidar les tines:** Habitualment al moure vi entre les diferents tines o buidar-les per embotellar el vi, es treu el vi per unes aixetes de una gran polzada que estan situades a la part inferior de les tines per facilitar-ne l'ús. Abans de fer aquestes accions, es necessari assegurar-se que la comporta situada a la part superior de la tina estigui oberta. Ja que sinó al buidar-la, podria causar una depressió al interior i malmetre la tina deformant-la.

### **Problemes identificats als sensors i actuadors:**

Tot i que el sistema actual funciona, els problemes reals que afecten l'eficiència i la qualitat del procés d'elaboració del vi són:

**1- Tubs de nivell:** Els tubs de nivell són de plàstic transparent paral·lels a les tines que permeten veure el nivell del vi. Els tubs estan exposats a la llum, fent que el vi en contacte amb aquesta es fa malbé. Aquest vi malmès finalment es barrejarà amb la resta de vi de la tina i pot afectar la qualitat del producte final.

**2- Sensors de temperatura:** Els sensors de temperatura PTC (Positive Temperature Coefficient) requereixen una supervisió individual in situ de cada tina, ja que el termòstat està en cada un d'elles. Aquesta necessitat de verificació manual es tradueix en una gestió menys eficient del control de la temperatura.

**3- Agitador manual:** Els agitadors de les tines 14 i 15 són d'accionament manual, la qual cosa impedeix la programació automàtica per a tasques repetitives. Això vol dir que un membre del personal ha d'estar present per arrancada i l'aturada, la qual cosa augmenta la càrrega de treball i redueix l'eficiència operativa.

**4- Electrovàlvules defectuoses:** En els últims anys s'han anat trobant que algunes d'aquestes electrovàlvules utilitzades en el sistema de refrigeració no es tanquen completament. Això vol dir que de vegades les tines, que no s'han de refredar, reben un refredament innecessari, malbaratant energia i recursos.

## 2.1.5 Proposta de solució: Sistema de monitorització

La solució proposada per al Celler Carles Andreu consisteix en el disseny i implantació d'un sistema de monitoratge avançat basat en tecnologia que permetrà l'automatització i el control centralitzat del procés d'elaboració del vi. El sistema constarà d'una sèrie de sensors i actuadors connectats a un PLC (Programmable Logic Controller) i una HMI (Human Machine Interface), que permetran la supervisió i el control precís de diferents paràmetres clau en cada etapa del procés d'elaboració del vi.

**1- Control i visualització de la temperatura de les tines:** Cada tina estarà equipada amb sensors de temperatura més precisos que els actuals, a més d'electrovàlvules de més qualitat. A través de l'HMI, els operaris podran visualitzar i modificar la temperatura de cada tina individualment, assegurant un control precís i ajustable segons les necessitats del procés d'elaboració del vi.

**2- Senyalització d'obertura de la comporta superior:** Per evitar el risc de crear el buit en buidar o fer traspassos de tines, s'utilitzarà un sistema de control per controlar la posició de la porta. El PLC utilitzarà sensors inductius per detectar l'estat de la porta i senyalitzar a la interfície gràfica si aquestes comportes estan obertes o no.

**3- Control d'agitadors de les tines:** Les tines més grans 14 i 15 equipades amb agitadors es connectaran al sistema de control que activarà i desactivarà els remenadors amb diferents modes de funcionament.

**4- Sensors de nivell de les tines:** Instal·lació de sensors de nivell a cada tina en comptes dels sistemes tradicionals basats en tubs de plàstic. Aquests sensors mesuraran amb precisió el nivell de most o vi en tina, donant la dada tant en percentatge, com amb valor absolut, evitant els problemes ja esmentats

**5- Control de les electrovàlvules a cada dipòsit:** Aquestes s'utilitzaran únicament pel sistema de refrigeració. La seva funció serà ajustar l'obertura del pas de l'aigua segons les necessitats de temperatura, i controlar individualment les electrovàlvules de cada dipòsit des d'un lloc. Això ho farà el PLC que rebrà instruccions de la temperatura de consigna programada i ajustarà el funcionament de la vàlvula motoritzada en conseqüència. Les electrovàlvules tindran un sensor que detectarà si la electrovàlvula està tancada del tot, d'aquesta manera es podrà saber si es fuga aigua.

## 2.2 Components de control

### 2.2.1 Sistema de control y visualització de temperatura

El sistema de control i visualització de la temperatura del Celler Carles Andreu està dissenyat per oferir un seguiment precís i un control automàtic de la temperatura de totes les tines del celler. El sistema utilitzarà 15 sensors de temperatura tipus Pt100, coneguts per la seva precisió i fiabilitat en les mesures de temperatura industrials. Aquests sensors es col·locaran a cada tina.

#### 2.2.1.1 Sensors de temperatura de precisió

Els sensors de temperatura Pt100 s'instal·laran en la ubicació ja adaptada de cada tina. El Pt100 és un sensor resistiu, la resistència del qual canvia amb la temperatura, donant lloc a lectures precises i repetibles. La seva robustesa i precisió els fan ideals per aquests usos.



Il·lustració 13: Sensor temperatura PT100

Allgemein General Information		Sensor Sensor	
<b>Spannungsversorgung</b> Power supply	0...10 V; 15...35 V DC / 15...26 V AC 4...20 mA; 10...30 V DC	<b>Messbereich Spitze</b> Measuring range (tip)	-40...180 °C
<b>Anschluss</b> Connection	0...10 V; 3-Leiter-Anschluss / 4...20 mA; 2-Leiter-Anschluss 0...10 V; 3-wired-Connection / 4...20 mA; 2-wired-Connection	<b>Tmax. Kopf</b> Tmax Head	100°C
<b>Anschlussklemme</b> Connection clamp	Schraubklemme max. 1,5 mm <sup>2</sup> Screw clamps, max 1.5 mm <sup>2</sup>	<b>Temperatursensor</b> Temperature sensor	Pt100, Klasse B nach DIN60751 Pt100, Class B acc. DIN60751
<b>Ausgangssignal</b> Signal output		<b>Toleranz</b> Tolerance	+/- 0,3% f.s.
<b>Typ I (2-Leiter)</b> Typ I (2-wired)	4...20 mA	<b>Einbaulänge*</b> Fitting length*	Wahlweise 6x100/200/300/400 mm 6x100/200/300/400 mm at customer's opinion
<b>Einstellbereich</b> Adjustment range	-200...850 °C (nach Kundenwunsch, optional frei programmierbar) -200...850 °C (At customer's opinion, optional programmable)	<b>Werkstoff</b> Material	Edelstahl stainless steel
<b>Typ U (3-Leiter)</b> Type U (3-wired)	0...10 V	<b>Prozessanschluss</b> Connection Thread	G1/2" SW24
<b>Einstellbereich</b> Adjustment range	-100...600 °C (12 Messbereiche einstellbar) -100...600 °C (12 presettled ranges settable via Jumper)	<b>Anschlusskopf</b> Terminal head	Aluminium, Form B Aluminum, B shape
*weitere auf Anfrage *special models available on demand		<b>Kabeleinführung</b> Cable inlet	M20x1,5
		<b>Messeinsatz</b> Measuring unit	Fest eingebaut, vibrationsfest Integrated, vibration-proof
		<b>Schutzart</b> Protection class	IP54
		<b>Druckfestigkeit</b> Pressure resistance	40 bar
		<b>Montagezubehör (optional)</b> Mounting equipment (optional)	Tauchhülse THVA3 Immersion sleeve THVA3

Il·lustració 14: Datasheet Pt100

### 2.2.1.2 Criteris de selecció del sensor de temperatura

En la selecció de sensors de temperatura per al control, la decisió d'optar per una sonda Pt100 ha estat presa després d'una anàlisi tècnica detallada, tenint en compte diversos criteris de rendiment, fiabilitat i compatibilitat amb l'entorn d'aplicació. A continuació, es detallen els criteris utilitzats per seleccionar la sonda Pt100.

#### Criteris de selecció de la sonda Pt100

1. **Precisió i estabilitat:** La precisió en la mesura de la temperatura és fonamental en el procés de vinificació. La sonda Pt100 ofereix una alta precisió, amb un error de  $\pm 0,3$  % en rangs de temperatura comuns en el procés de fermentació (entre 0°C i 30°C). A més, la seva estabilitat a llarg termini garanteix una precisió consistent al llarg del temps, eliminant la necessitat de recalibracions freqüents.
2. **Compatibilitat amb materials:** Les tines d'acer inoxidable requereixen sensors que no introdueixin contaminació ni reaccions químiques adverses. La sonda Pt100 està fabricada amb materials compatibles amb l'acer inoxidable, assegurant que no es produeixin interaccions que puguin afectar el vi o comprometre la integritat estructural de les tines.
3. **Rang de temperatura:** Les Pt100 poden operar en un ampli rang de temperatures (-40°C a 180°C), superant amb escreix les necessitats del procés de vinificació. Aquesta característica les fa adequades no només per a la fermentació, sinó també per a altres etapes del procés de producció de vi, oferint versatilitat al sistema.
4. **Resistència a condicions adverses:** Les tines de vi estan exposades a condicions d'humitat elevada i neteges freqüents. La Pt100, amb el seu disseny, és resistent a la humitat i a agents químics de neteja, la qual cosa assegura una llarga vida útil.
5. **Facilitat d'integració:** Les sondes Pt100 són compatibles amb els sistemes de control i adquisició de dades industrials (PLC), i ofereixen una senyal de sortida resistiva lineal que és fàcilment processada per aquests sistemes.

### 2.2.1.3 Alternatives considerades

1. **Termistors NTC (Negative Temperature Coefficient) o PTC (Positive Temperature Coefficient):** Els termistors NTC són una alternativa popular als Pt100 en aplicacions on es requereixen mesures de temperatura en rangs més estrets. Tot i que ofereixen una elevada sensibilitat i una resposta ràpida, els NTC presenten una major no-linealitat en la seva senyal de sortida, fet que complica la seva integració amb sistemes de control. A més, els NTC són menys estables a llarg termini comparats amb els Pt100, amb una deriva més pronunciada.
2. **Termoparells (Type J, Type K):** Els termoparells, especialment els tipus J i K, són àmpliament utilitzats en aplicacions industrials degut al seu ampli rang de temperatura i la seva robustesa. No obstant això, els termoparells presenten una precisió menor comparada amb les sondes Pt100, amb errors típics de  $\pm 1^\circ\text{C}$  o superiors en els rangs de temperatura utilitzats en vinificació.
3. **Sondes de Silici (Silicon Temperature Sensors):** Les sondes de silici ofereixen una solució moderna amb una alta precisió i una senyal de sortida digital fàcilment integrable en sistemes automatitzats. No obstant, són més sensibles a les condicions ambientals adverses, com la humitat i els agents químics, factors comuns en el celler. També són més costoses que les Pt100 i poden requerir calibració específica per a cada aplicació, augmentant els costos de manteniment.



### 2.2.1.4 Sistema de control en temps real

Cada sensor Pt100 estarà connectat al PLC que processarà les dades de temperatura en temps real. El PLC es programarà per comparar contínuament la temperatura mesurada amb el punt de consigna establert per a cada tina. Si es detecta una desviació de la temperatura programada, el PLC automàticament activarà les electrovàlvules perquè l'aigua circuli per les camises i així corregint la temperatura del vi.

## 2.2.2 Control de les electrovàlvules

Els sistema de control de electrovàlvules del Celler Carles Andreu estan dissenyats per automatitzar i optimitzar el control del cabal de refrigerant d'aigua a les tines. En l'actualitat, la vàlvula motoritzada té el problema del tancament incomplet, el que resulta en malbaratament d'energia. La nova proposta inclou integrar el control de les electrovàlvules amb el, integrar-ho al sistema de monitorització per garantir un funcionament centralitzat. A més incorporarà un sensor de tancament de vàlvula, la qual si la electrovàlvula deix passar aigua dins la camisa sense el PLC haver-li donat la ordre, s'activarà un senyal lluminós i voldrà dir que el funcionament es incorrecte i per tant perd. Aquest sistema actuarà en funció de la lectura de temperatura reportada per el sensor Pt100.

### 2.2.2.1 Tipus d'electrovàlvules a utilitzar

Les electrovàlvules utilitzades al cellers seran substituïdes per models més avançats que garanteixen un tancament complert. Aquests nous models oferiran un millor rendiment i fiabilitat.

#### **Característica principal:**

- **Tancament complet:** Assegura que no es produeixin fuites de refrigerant quan la vàlvula està tancada.
- **Durabilitat:** Dissenyat per suportar condicions de treball dures i durar més temps sense manteniment freqüent.
- **Funcionament motoritzat:** Aquestes electrovàlvules consten d'un motor motoritzat el qual el tancament es fa durant un cert temps, d'aquesta manera s'eviten circumstancies com el conegut cop d'ariet.

### 2.2.2.2 Sistema de control a temps real

Cada electrovàlvula estarà connectada al PLC que gestionarà el seu funcionament en temps real. El PLC controlarà l'obertura i el tancament de les vàlvules en funció de les necessitats de refrigeració de cada tina.

#### **El sistema de control consta de:**

- **Sensors de temperatura:** Proporcionen dades en temps real, permetent regular el flux de refrigerant.
- **Electrovàlvules:** Es substituïran les anteriors per les noves de disseny més robust.

Proposta electrovàlvules:



Il·lustració 15: Electrovàlvula Orkli 3 vies 3/4"

• ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		• VÁLVULAS																									
Las válvulas de zona motorizadas de Orkli cumplen los requisitos establecidos en las siguientes directivas:		<b>MATERIALES</b>																									
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Directiva: 2014/35/UE (LVD)</li> <li>• Directiva: 2014/30/UE (EMCD)</li> <li>• Directiva: 2014/68/UE (PED)</li> <li>• Directiva: 2011/65/EC (RoHS)</li> </ul>		Cuerpo	latón EN 12165 CW617																								
		Eje	latón EN 12165 CW617																								
		Juntas hidráulica	EPDM																								
		Resorte	acero inoxidable																								
		Palanca	acero																								
		Soporte principal	PPA con F.V.																								
		Tapa	PA 6-6																								
<b>• CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS</b>		Presión diferencial máxima y Q																									
Medio	agua, soluciones de glicol	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Tamaño</th> <th colspan="2">2 vías</th> <th colspan="2">3 vías</th> </tr> <tr> <th><math>\Delta p</math> (bar)</th> <th>Q (m<sup>3</sup>/h)</th> <th><math>\Delta p</math> (bar)</th> <th>Q (m<sup>3</sup>/h)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DN 15 (1/2")</td> <td>1,4</td> <td>3,6</td> <td>1,4</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>DN 20 (3/4")</td> <td>0,7</td> <td>6,2</td> <td>0,7</td> <td>6,4</td> </tr> <tr> <td>DN 25 (1")</td> <td>0,7</td> <td>6,2</td> <td>0,7</td> <td>6,4</td> </tr> </tbody> </table>		Tamaño	2 vías		3 vías		$\Delta p$ (bar)	Q (m <sup>3</sup> /h)	$\Delta p$ (bar)	Q (m <sup>3</sup> /h)	DN 15 (1/2")	1,4	3,6	1,4	4	DN 20 (3/4")	0,7	6,2	0,7	6,4	DN 25 (1")	0,7	6,2	0,7	6,4
Tamaño	2 vías		3 vías																								
	$\Delta p$ (bar)	Q (m <sup>3</sup> /h)	$\Delta p$ (bar)	Q (m <sup>3</sup> /h)																							
DN 15 (1/2")	1,4	3,6	1,4	4																							
DN 20 (3/4")	0,7	6,2	0,7	6,4																							
DN 25 (1")	0,7	6,2	0,7	6,4																							
Porcentaje máximo de glicol	50%	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Tamaño</th> <th colspan="2">3 vías</th> </tr> <tr> <th><math>\Delta p</math> (bar)</th> <th>Q (m<sup>3</sup>/h)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DN 25 (1") AKv</td> <td>0,5</td> <td>8,8</td> </tr> </tbody> </table>		Tamaño	3 vías		$\Delta p$ (bar)	Q (m <sup>3</sup> /h)	DN 25 (1") AKv	0,5	8,8																
Tamaño	3 vías																										
	$\Delta p$ (bar)	Q (m <sup>3</sup> /h)																									
DN 25 (1") AKv	0,5	8,8																									
Temperatura mínima del fluido	-20°C.	Sentido del flujo:																									
Temperatura máxima del fluido	160°C.	2 vías:																									
Temperatura ambiente máxima	50°C.	Sin tensión: Cerrado																									
Tiempo de apertura	12 s.	Con tensión: A → B																									
Tiempo de cierre	5 s.	3 vías:																									
Tensión de alimentación	230V.	Sin tensión: AB → B																									
Consumo	50 Hz 5W.	Con tensión: AB → A																									
Longitud del cable	60 cm.																										
Presión estática máxima	10 bar.																										

Il·lustració 16: Característiques tècniques electrovàlvules

Les electrovàlvules seran de 3 vies ja que el circuit refrigerant sempre esta en continu funcionament, al activar-se la electrovàlvula s'obre el pas d'aigua refrigerada cap a les camises de les tines.

### Avantatges del nou sistema automatitzat

Gràcies a aquest sistema, s'eliminarà les mancances detectades en el celler relacionades amb la regulació de temperatura de les tines i el seu control.

## 2.2.3 Control de motors remenadors amb programador

A les dues tines més grans del celler ja hi ha instal·lats els motors d'agitació, per fer aquest sistema automatitzat no es substituiran aquests motors, s'utilitzaran els ja utilitzats ja que son completament vàlids. Aquests remenadors són essencials per a moltes tasques en el procés d'elaboració del vi. El sistema de control proposat permetrà engegar i desactivar aquests motors mitjançant el PLC, amb un programa manual, un per retardar la desconnexió y un programa per fer una engegada en recurrència.

### 2.2.3.1 Automatització dels motors

L'automatització del motor de l'agitador es convertirà en una part integral del sistema de control. El motor es connectarà al PLC perquè es pugui controlar de forma remota mitjançant l'HMI. Aquesta integració ajudarà a activar i desactivar els agitadors en funció de les necessitats específiques de cada etapa del procés d'elaboració. D'aquesta manera, els operaris podran engegar agitadors des de l'HMI sense haver de visitar físicament la tina, estalviant temps i reduint el treball manual.

### 2.2.3.2 Control precís dels processos

El PLC estarà programat per gestionar la durada de funcionament dels agitadors, assegurant que s'adaptin perfectament a les necessitats del procés.

#### **Avantatges del control automàtic del motor de mescla**

La implantació per part del celler del control automatitzat del motor de mescla aportarà els següents beneficis:

- **Eficiència operativa:** La capacitat d'engegar i desactivar el motor del mesclador mitjançant el HMI estalviarà temps i esforç a l'operador, permetent modificar el funcionament des de l'ordinador.
- **Precisió i consistència:** El control precís dels agitadors garantirà una barreja uniforme.
- **Redueix la intervenció manual:** La funció de temporitzador us permetrà automatitzar tasques repetitives, reduint la necessitat d'intervenció manual i minimitzant l'error humà.
- **Flexibilitat:** L'ús d'un PLC per programar el motor de l'agitador permetrà que el procés s'adapti ràpidament a les necessitats canviants, proporcionant una major flexibilitat operativa.

## 2.2.4 Sensor de comporta oberta

El control precís de l'estat de les comportes del celler serà important per evitar depressions alhora de fer trasbalsos o buidats de les tines. Per detectar si la comporta superior està tancada, s'ha seleccionat un sensor inductiu, que ofereix fiabilitat i durabilitat en entorns industrials exigents.

### 2.2.4.1 Sensor inductiu per a la detecció de posició

Els sensors inductius són dispositius de detecció sense contacte que operen basant-se en el principi de variació de camp electromagnètic. Quan un objecte metàl·lic s'acosta al sensor, aquest detecta el canvi en el camp electromagnètic i emet un senyal que indica la presència o absència de l'objecte. Degut a que les tines són d'inoxidable, el ús d'aquest tipus de sensor implicarà que en el lloc de contacte del sensor a la tina, s'haurà de col·locar allà una petita moneda d'un material inoxidable magnètic, degut a que les propietats de material de les tines d'inoxidable no són compatibles amb el sensor.

Els sensors inductius són ideals per a aplicacions on es requereix un alt nivell de precisió en la detecció de posició, especialment en entorns industrials amb presència de humitat o altres condicions ambientals adverses. Aquestes característiques asseguren que el sensor pugui operar de manera fiable durant llargs períodes sense necessitat de manteniment freqüent.

El model seleccionat en aquest cas es el LJ12A3-4-Z/BY.



Il·lustració 17: Sensor inductiu

<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Voltaje de Operación: 6 - 36 V DC</li> <li>• Consumo corriente: 300 mA</li> <li>• Modelo: LJ12A3-4-Z/BY</li> <li>• Conexión por cable de 3 hilos (VCC, GND, Salida)</li> <li>• Tipo de salida: PNP (ON:VCC / OFF:GND)</li> <li>• Salida: Normalmente Abierto (NO: Normally Open)</li> <li>• Frecuencia de respuesta: 100 Hz</li> <li>• Rango de detección: 4mm +-10%</li> <li>• Materiales detectables: Hierro/aleaciones de acero</li> <li>• Diámetro: 12mm</li> <li>• Longitud: 64mm</li> <li>• WT: .08</li> <li>• Peso: 45 gramos</li> </ul>
<b>CONEXIONES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marrón: 6-36V DC (VCC)</li> <li>• Negro: Salida PNP NO (Detección: VCC, Reposo: GND)</li> <li>• Azul: GND</li> </ul>

Il·lustració 18: Característiques sensor inductiu



#### 2.2.4.2 Criteris de selecció del sensor inductiu

1. **Precisió i fiabilitat:** Els sensors inductius són coneguts per la seva detecció precisa i fiable, fins i tot en entorns industrials on altres sensors podrien fallar. Aquesta fiabilitat és essencial per garantir que les comportes estiguin correctament tancades.
2. **Resistència a condicions ambientals:** El celler és un entorn amb altes condicions d'humitat i presència de productes químics de neteja. Els sensors inductius són resistents a aquests factors.
3. **Durabilitat:** El disseny robust dels sensors inductius els permet resistir l'ús continuat en condicions exigents, la qual cosa redueix la necessitat de reemplaçament o manteniment.
4. **Facilitat d'integració:** Els sensors inductius són fàcils d'integrar en sistemes de control proposats, permetent una monitorització en temps real de l'estat de les comportes i una resposta immediata en cas de detecció d'obertura no desitjada.

#### 2.2.4.3 Alternatives considerades

1. **Sensors òptics:** Els sensors òptics podrien haver estat una alternativa per a la detecció de l'estat de les comportes. No obstant això, són més susceptibles a interferències ambientals com la pols i la humitat, la qual cosa podria reduir la seva fiabilitat en l'entorn del celler. A més, el cost és més alt.
2. **Sensors mecànics:** Els sensors mecànics també són una opció per detectar la posició de les comportes. Tot i així, tenen components mòbils que poden malmetre amb el temps, requerint revisions i presentant un risc més alt de fallades en comparació amb els sensors inductius.

#### 2.2.4.4 Implementació i integració

El sensor inductiu serà connectat al sistema de control, permetent que l'estat de la comporta sigui monitoritzat en temps real. El sistema encendra un llum verd o vermell al panell de visualització en funció de l'estat de la comporta. Altres opcions d'integració d'aquest sensor serien col·locar una sirena a cada tina per indicar que està oberta o bé algun LED indicador col·locat també en cada tina. Però degut a que els trasbalsos no és una tasca recurrent al celler no serà necessari complicar el sistema, el operari haurà de revisar abans de fer un trasbalsament al monitor si la comporta està oberta o no.

## 2.2.5 Sensor de nivell

El celler instal·larà sensors de nivell a cada tina. Aquests sensors permetran als operadors verificar el volum de líquid de cada tina mitjançant l'HMI, eliminant la necessitat de sistemes manuals i millorant significativament la precisió i la seguretat del procés d'elaboració del vi.

### 2.2.5.1 Instal·lació de sensors de nivell de compliment

Cada tina del celler estarà equipada amb un sensor de nivell, que proporcionarà lectures precises del volum de vi a l'interior de la tina. Els sensors de nivell estaran ubicats a la part superior de les diferents tines. Degut a la utilització d'aquest tipus de sensor, cada tina s'haurà de adaptar per col·locar el sensor. Aquests sensors estaran integrats al PLC, permetent la seva monitorització i gestió automàtica. Proposta de sensor de nivell:

SITRANS LR100



*Il·lustració 19: Sensor nivell SITRANS LR100*

SITRANS LR100	
<b>Modo de operación</b>	
Principio de medición	Radar FMCW en banda W
Rango de medida	0 ... 8 m (0 ... 26 ft)
Frecuencia	80 GHz nominal
Ángulo de dispersión del haz	8°
<b>Alimentación eléctrica</b>	
Tensión	12 ... 35 V DC
Corriente	4 ... 20 mA
Precisión	± 5 mm
<b>Condiciones nominales de funcionamiento</b>	
Presión en el tanque	-1 ... +3 bar (14.50 ... 43.51 psi g)
Temperatura ambiente	40 ... +60 °C (40 ... +140 °F)
Temperatura de proceso	40 ... +60 °C (40 ... +140 °F)
Temperatura de almacenamiento	40 ... +80 °C (40 ... +176 °F)
<b>Diseño</b>	
Peso	0,5 kg (1,1 lb), más 0,1 kg/m (0,2 lb/ft) de longitud del cable
Material (caja)	PVDF
Conexión a proceso	1-1/2" NPT, 1-1/2" BSPT, o 1-1/2" BSPP
Grado de protección	IP66/IP68
Conexión de cable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 8 m (26 ft) de longitud, 2 conductores, reforzados con blindaje 18 AWG, cubierta de PVC</li> <li>• Conexión roscada de 1" NPT o 1" BSPT</li> </ul>
<b>Certificados y aprobaciones</b>	
Uso general	Ubicaciones normales, CE, c-FCM, c-CSA, RCM, EAC
Radiointerferencia	CE, FCC, IC, Anatel, ICASA, NCC, KC, CITC, RCM, WPC, Telec, NBTC, MCMC
Número de Registro Canadiense (CRN)	
• British Columbia	0F22218.51
• Alberta	0F20596.2
• Saskatchewan	0F2002.3
• Manitoba	0F7032.4
• Ontario	0F22218.5
• Quebec	0F05183.6
• New Brunswick	0F1490.07
• Nova Scotia	0F1490.08
• Prince Edward Island	0F1490.09
• Newfoundland y Labrador	0F1490.0
• Yukon	0F1490.0Y
• Northwest Territories	0F1490.0T
• Nunavut	0F1490.0N

*Il·lustració 20: Característiques tècniques sensor nivell*



### 2.2.5.2 Criteris de selecció del sensor de nivell

1. **Precisió i Fiabilitat:** La precisió en la mesura del nivell és fonamental en el procés de vinificació, on la gestió acurada dels volums és clau per garantir la quantitat de producte. El SITRANS LR100 ofereix una precisió excepcional, assegurant que les lectures siguin exactes i fiables.
2. **Rang de Mesura:** Un dels criteris importants és la capacitat del sensor per cobrir un ampli rang de mesura, adaptant-se a les capacitats i alçades dels dos tipus de tines.
3. **Resistència a Condicions Ambientals:** Els sensors utilitzats al celler han de ser resistents a entorns amb alta humitat, presència de productes químics de neteja, i altres condicions adverses.
4. **Facilitat d'Integració:** S'ha de poder integrar fàcilment en el sistema de control proposat del celler.
5. **Durabilitat i Manteniment:** La durabilitat és un factor clau, ja que redueix la necessitat de reemplaçaments freqüents i minimitza els costos de manteniment.

### 2.2.5.3 Alternatives considerades

1. **Sensors Ultrasònics:** Els sensors ultrasònics utilitzen ones sonores per mesurar la distància entre el sensor i la superfície del líquid. Són coneguts per la seva capacitat de mesurar nivells de líquid sense contacte físic, la qual cosa és un avantatge en aplicacions on la higiene és crucial. No obstant això, la precisió dels sensors ultrasònics pot veure's afectada per factors com l'escuma o turbulències en el líquid. Aquests inconvenients fan que no siguin tan fiables com els sensors de radar en condicions del celler, on es requereix una mesura precisa.
2. **Sensors de Pressió Hidrostàtica:** Aquests sensors mesuren el nivell de líquid mitjançant la detecció de la pressió exercida pel líquid sobre el sensor, que està immers en el fons de la tina. Tot i que ofereixen una bona precisió en condicions estàtiques, la seva precisió es pot veure compromesa per la variació en la densitat del líquid, la temperatura i altres factors ambientals. Degut a que aquests sensors estan en contacte directe amb el líquid, no són recomanats per un ús a una tina on el producte interior es alimentari.

### 2.2.5.4 Precisió en el mesurament

Els sensors de nivell de líquid utilitzats seran d'alta precisió i seran capaços de detectar amb precisió el nivell de líquid a cada tina. Aquesta precisió és fonamental per garantir que el procés d'elaboració del vi es desenvolupi en condicions volumètriques òptimes i s'evita problemes com l'excés o la manca de líquid. A més, el sensor de nivell de líquid ja no necessitarà tubs de plàstic transparents tradicionals, cosa que pot causar alguns problemes operatius com ja s'ha comentat.

### Avantatges del nou sensor de nivell de líquid

La implantació d'un sensor de nivell al Celler Carles Andreu aportarà diversos beneficis significatius:

- **Millora de la qualitat del vi:** eliminant el contacte del vi amb la llum i l'oxigen a través de tubs de plàstic, es redueix el deteriorament del producte, mantenint una qualitat constant.
- **Precisió i fiabilitat:** el sensor de nivell proporcionarà lectures precises i fiables, millorant el control del procés d'elaboració.



- **Eficiència operativa:** la supervisió automàtica dels nivells de les tines reduirà la necessitat d'intervenció manual, estalviant temps i esforç de l'operador.
- **Seguretat i higiene:** els sensors de nivell minimitzaran el risc de contaminació i reduiran la necessitat de manteniment manual.

## 2.3 Sistema de monitorització

### 2.3.1 Descripció del PLC

Per a la implementació del sistema de control, s'ha seleccionat el PLC S7-1500 de Siemens com a element central del sistema. Aquest PLC és conegut per la seva robustesa, flexibilitat, i amplis recursos, cosa que el converteix en una de les opcions més utilitzades en aplicacions industrials modernes.

El S7-1500 és un PLC modular que permet la configuració i expansió del sistema segons les necessitats específiques del celler. Això es possible gràcies a la seva capacitat per integrar mòduls addicionals d'entrades i sortides, tant digitals com analògiques, que es poden afegir fàcilment al sistema segons creixin les necessitats de control i monitorització. Això el fa ideal per a projectes que requereixen una gran quantitat de entrades i sortides tant digital com analògiques, com és el cas del Celler Carles Andreu.

#### Característiques principals del S7-1500:

1. **Processador d'Altes Prestacions:** El S7-1500 compta amb un processador de gran velocitat que permet una execució ràpida i eficient de les tasques de control.
2. **Capacitat Modular:** Aquest PLC permet afegir múltiples mòduls d'entrades i sortides (I/O), tant digitals com analògiques.
3. **Integració amb Sistemes de Control Avançat:** El S7-1500 és compatible amb la integració en sistemes SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) i altres solucions de supervisió i control, cosa que facilita la implementació d'un sistema de monitorització en temps real i la centralització del control.
4. **Alta Fiabilitat i Robustesa:** Dissenyat per funcionar en condicions industrials adverses, el S7-1500 assegura una operació fiable, fins i tot en entorns amb elevats nivells de pols, humitat, o temperatures extremes.
5. **Facilitat de Programació i Manteniment:** La plataforma de programació TIA Portal de Siemens permet una programació intuïtiva i una gestió simplificada del PLC.
6. **Seguretat Funcional:** El S7-1500 inclou funcions de seguretat que permeten protegir el sistema davant de fallades.

Un cop establert el PLC S7-1500 com el cervell central del sistema de control, es procedirà a la implementació d'un sistema SCADA per gestionar i supervisar de manera integral tots els processos del celler. El sistema SCADA permetrà una monitorització en temps real, recopilant i processant les dades de tots els sensors i actuadors connectats al PLC, i oferint als operadors una interfície gràfica HMI per controlar i optimitzar el procés de vinificació.

#### Desenvolupament de la Interfície Gràfica amb TIA Portal:

Per al disseny de la interfície gràfica del sistema SCADA, s'utilitzarà el TIA Portal (Totally Integrated Automation Portal), un software de Siemens que permet tant la programació del PLC com el desenvolupament de la interfície gràfica. El TIA Portal és una eina integral que permet als enginyers desenvolupar, simular i implementar tant el control lògic com les pantalles HMI en una sola plataforma.

### Avantatges d'utilitzar TIA Portal:

1. **Integració completa:** Permet gestionar el cicle de vida complet del projecte d'automatització, des de la configuració del maquinari fins a la creació de la interfície gràfica.
2. **Interfície gràfica personalitzada:** Amb TIA Portal, es pot dissenyar una interfície gràfica personalitzada i intuïtiva, adaptada a les necessitats específiques del celler.
3. **Simulació i validació:** Abans de la implementació definitiva, el sistema SCADA es podrà simular i validar dins de TIA Portal.
4. **Facilitat de manteniment i actualització:** Gràcies a la integració total del TIA Portal, les tasques de manteniment i les actualitzacions del sistema SCADA es poden gestionar de manera més eficient.

## 2.3.2 Manual usuari interfície gràfica de control

### Introducció

Aquest manual d'usuari proporciona una guia detallada per a l'ús de la interfície gràfica de control (HMI) dissenyada per gestionar i monitoritzar els paràmetres de les tines del celler. La interfície consta de 4 pantalles que permeten controlar diversos aspectes del procés de vinificació, incloent la visió general de les tines, el control de la temperatura, la visualització dels nivells de líquid i la gestió dels motors remenadors. Aquest document està destinat a operadors i tècnics que utilitzaran la interfície per garantir una operació eficient i segura del sistema.

### Pantalla 1: Visió General

#### Objectiu

Proporcionar una visió aèria de l'estat de totes les tines del celler, amb informació clau per al monitoratge i la gestió ràpida dels recursos.

**Elements de la pantalla** (referència de cada control indicat a la il·lustració 21)

1. **Vista aèria de les tines**
  - **Descripció:** Representació gràfica de la disposició de les tines al celler. Cada tina es mostra en la seva ubicació real.
  - **Funció:** Permet als operadors obtenir una visió ràpida de l'estat de totes les tines simultàniament. Aquesta visualització ajuda en la gestió del celler, facilitant la localització de cada tina.
2. **Sensor de nivell de líquid**
  - **Descripció:** Indicador per cada tina que mostra el nivell de líquid en percentatge de la capacitat total.
  - **Funció:** Facilita el control del volum de líquid a cada tina. Els operadors poden revisar ràpidament si les tines necessiten ser omplertes o si hi ha desajustos en el nivell de líquid.

### 3. Estat de les comportes superiors

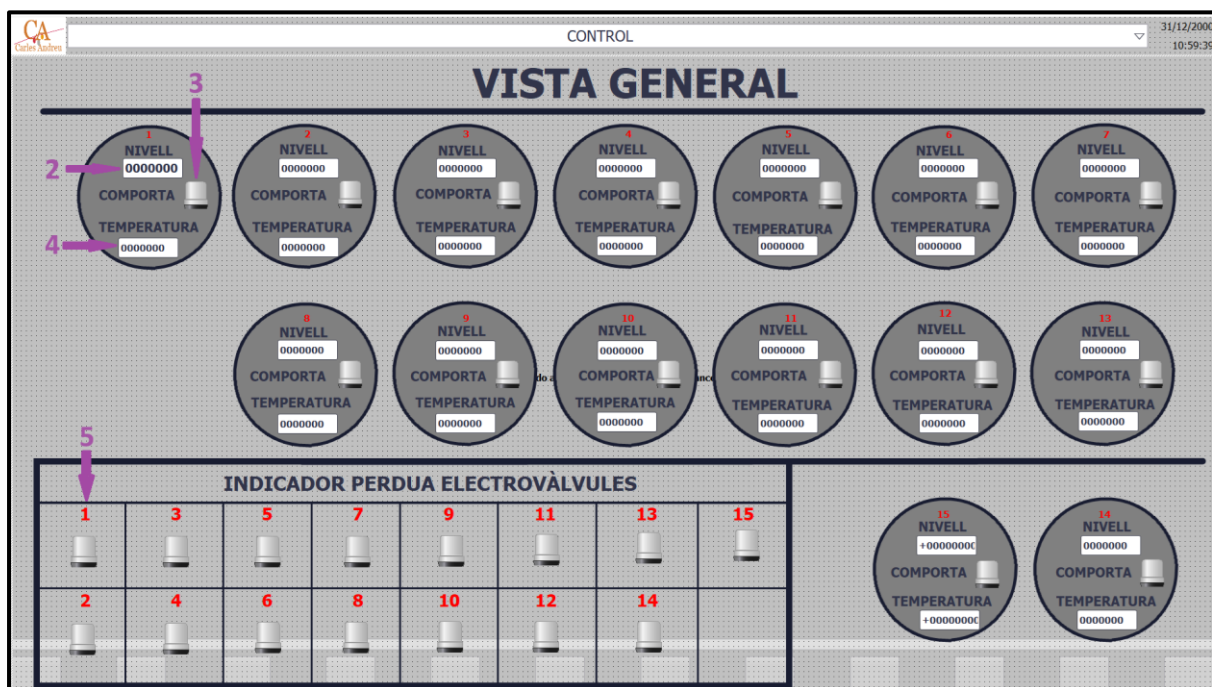
- **Descripció:** Indicators de llum per mostrar l'estat de les comportes superiors de cada tina.
  - Verd: La comporta està oberta.
  - Vermell: La comporta està tancada.
- **Funció:** Permet als operadors verificar visualment l'estat de les comportes.

### 4. Temperatura de les tines

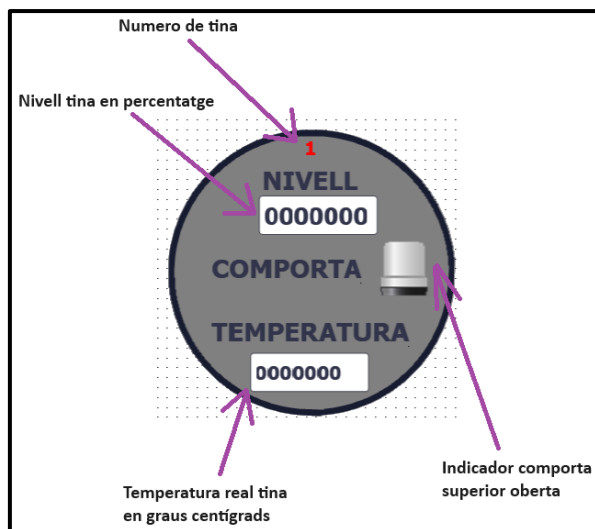
- **Descripció:** Lectura en temps real de la temperatura de cada tina en graus centígrads.
- **Funció:** Proporciona dades actualitzades sobre la temperatura de les tines, permetent als operadors ajustar les condicions segons sigui necessari per mantenir les condicions òptimes del vi.

### 5. Estat de les electrovàlvules

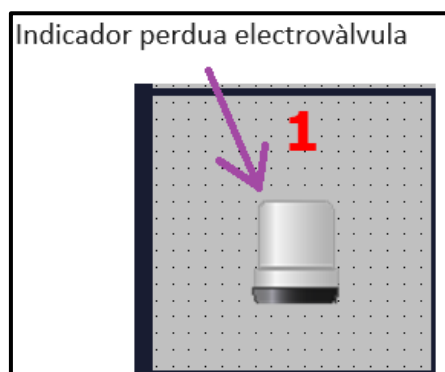
- **Descripció:** Indicador de fuites associat a les electrovàlvules.
  - Vermell: Indica una fuga (determinada per la comparació entre la temperatura de la tina i la temperatura establerta).
- **Funció:** Alerta sobre possibles fuites a les electrovàlvules. Si la temperatura de la tina és inferior a la temperatura de consigna, es considera que hi ha una fuga, ja que el vi es refreda més del previst.



Il·lustració 21: Pantalla 1



Il·lustració 22: Descripció elements de control HMI pantalla 1



Il·lustració 23: Indicador pèrdua electrovàlvula

## Pantalla 2: Control de Temperatura

### Objectiu

Gestionar i controlar la temperatura de cada tina, ajustar la temperatura i monitoritzar l'estat de les electrovàlvules.

**Elements de la Pantalla** (referència de cada control indicat a la il·lustració 24)

#### 1. Vista aèria de les tines

- **Descripció:** Representació gràfica actualitzada de les tines al celler.
- **Funció:** Ofereix una visió general per facilitar l'ajustament i control dels paràmetres de temperatura de manera centralitzada.

#### 2. Control de la temperatura

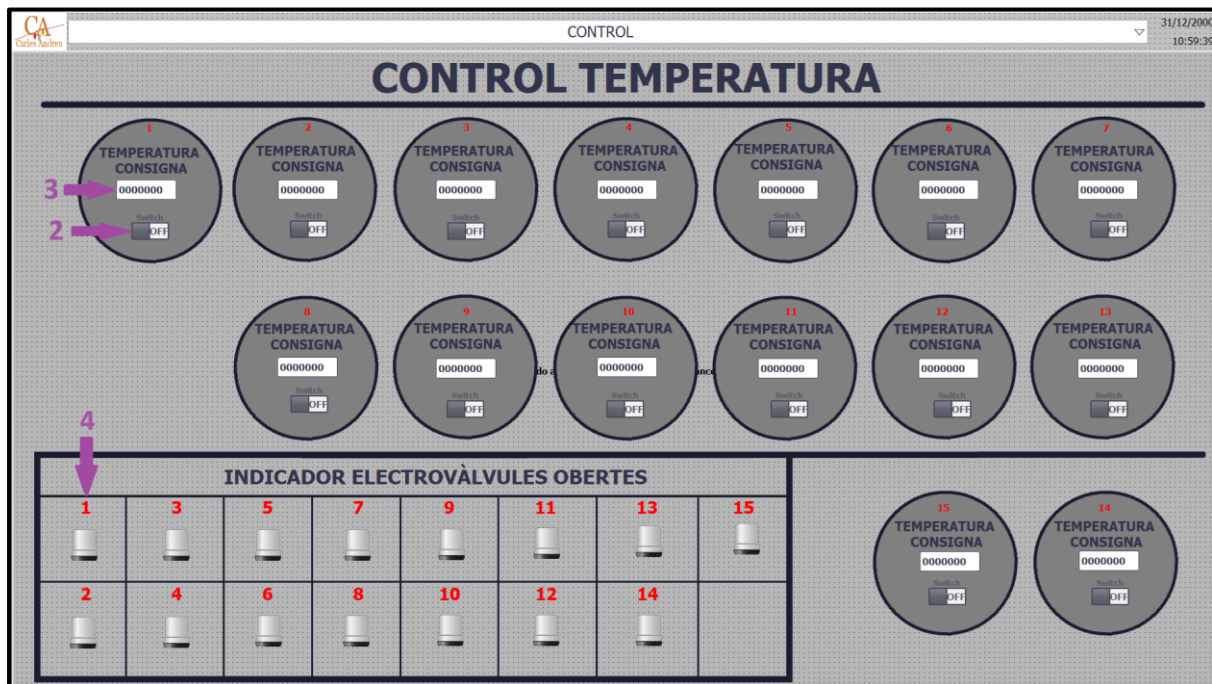
- **Descripció:** Interruptor per activar o desactivar el control de temperatura (termòstat) de cada tina amb un indicador d'estat.
  - **Indicador d'Estat:** Mostra si el termòstat està activat (encès) o apagat.
- **Funció:** Permet als operadors gestionar el funcionament de la temperatura de cada tina. Els indicadors ajuden a assegurar que el termòstat està operatiu o no, segons les necessitats.

### 3. Configuració de la temperatura de consigna

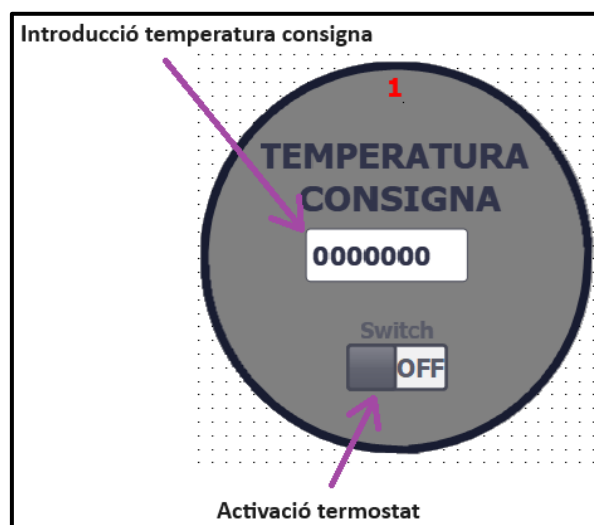
- **Descripció:** Camp d'entrada de text per establir la temperatura de consigna desitjada, amb la visualització actualitzada al costat de cada tina.
- **Funció:** Permet als operadors ajustar la temperatura objectiu per a cada tina.

### 4. Estat de l'electrovàlvula

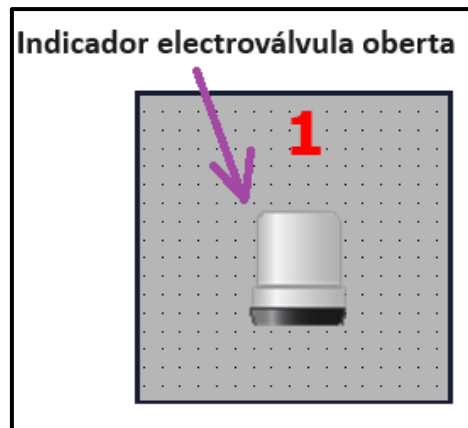
- **Descripció:** Llum indicadora per mostrar si la electrovàlvula està oberta (verd) o tancada (vermell).
- **Funció:** Proporciona una visualització clara de l'estat de les electrovàlvules, ajudant a controlar el flux de líquid i garantir que les vàlvules estiguin operatives com es requereix. Així mateix, també es podria veure si hi ha alguna electrovàlvula en mal estat, en el cas que la temperatura de la tina sigui inferior a la de consigna.



Il·lustració 24: Pantalla 2



Il·lustració 25: Descripció elements de control pantalla 2



Il·lustració 26: Indicador electrovàlvula activada

### Pantalla 3: Visualització dels Nivells de les Tines

#### Objectiu

Mostrar una representació clara i detallada del nivell de líquid a cada tina, pantalla només informativa dels nivells.

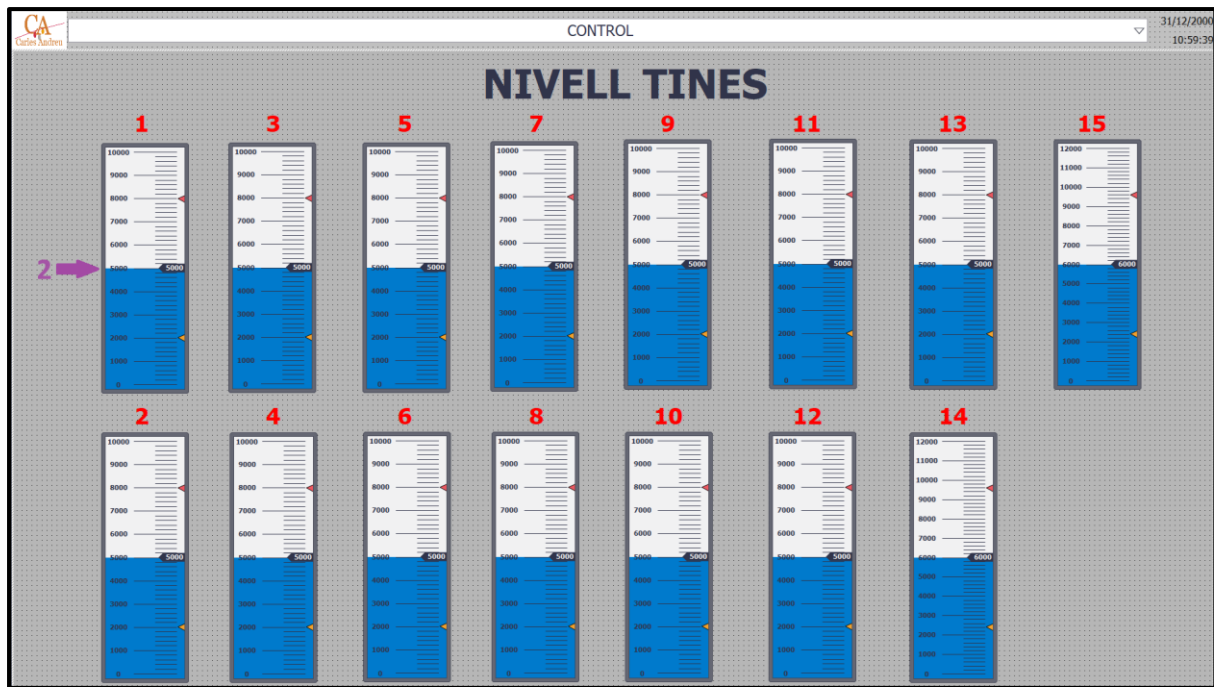
**Elements de la Pantalla** (referència de cada control indicat a la il·lustració 27)

#### 1. Vista gràfica del nivell de la tina

- **Descripció:** Representació vertical de cada tina amb una barra que indica el nivell actual en valor absolut. Cada tina es representa com un dipòsit vertical amb una barra de nivell que s'omple.
- **Funció:** Proporciona una visualització fàcil de llegir del nivell de líquid dins de cada tina. Aquesta visualització ajuda als operadors a controlar visualment el nivell de líquid sense necessitat d'interacció.

#### 2. Escala numèrica

- **Descripció:** A l'esquerra de cada dipòsit, una escala numèrica indica el nivell de líquid sobre el total, de 0 a 10.000 o 12.000 amb intervals de 1000 litres i 5 espais entre cada 1000 litres.
- **Funció:** Permet una lectura precisa del volum de líquid en cada tina, facilitant l'auditoria i la gestió del nivell de líquid en les tines.



Il·lustració 27: Pantalla 3

## Pantalla 4: Control dels Motors Remenadors

### Objectiu

Gestionar el funcionament dels motors remenadors en les tines 14 i 15, amb opcions per controlar els modes operatius.

**Elements de la Pantalla** (referència de cada control indicat a la il·lustració 28)

#### 1. Vista de les tines amb motors remenadors

- **Descripció:** Representació gràfica de les tines 14 i 15 amb els motors remenadors corresponents.
- **Funció:** Visualització dels motors remenadors associats a cada tina per facilitar el control i la supervisió.

#### 2. Controls per a cada motor

##### 1. Polsador de marxa

- **Descripció:** Botó per engegar el motor remenador.
- **Funció:** Activa el motor per començar el procés de remenar.

##### 2. Indicador lluminós

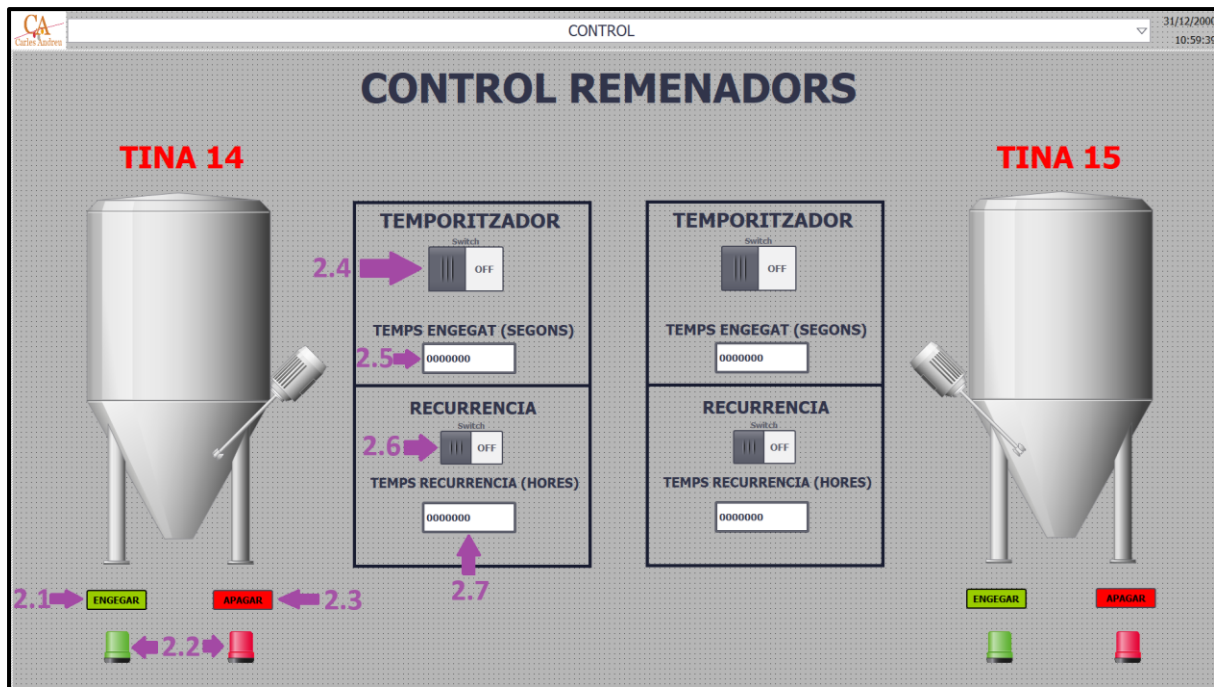
- **Descripció:** Llums indicadors (verd i vermell) per mostrar l'estat del motor.
- **Funció:** Proporciona una visualització clara de si el motor està en marxa (verd) o aturat (vermell).

##### 3. Polsador de paro

- **Descripció:** Botó vermell per aturar el motor.



- **Funció:** Desconnecta el motor remenador quan cal finalitzar el procés de remenar.
- 4. **Interruptor per activar mode de retard a la desconnexió**
  - **Descripció:** Interruptor per activar el mode de retard a la desconnexió.
  - **Funció:** Permet establir un retard abans de desconnectar el motor, per evitar interrupcions brusques.
- 5. **Input de temps per al mode de retard a la desconnexió**
  - **Descripció:** Camp on l'usuari pot introduir el temps en segons per al retard.
  - **Funció:** Configura el temps que el motor ha de romandre encès abans de desconnectar-se.
- 6. **Interruptor per activar mode de recurrència**
  - **Descripció:** Interruptor per activar el mode de recurrència.
  - **Funció:** Permet que el motor funcioni en intervals repetitius.
- 7. **Input de temps per a apagar-se**
  - **Descripció:** Camp per introduir el temps en segons que el motor ha d'estar apagat durant el mode de recurrència.
  - **Funció:** Configura la durada de cada interval en què el motor estarà en apagat entre series.
- 3. **Control del mode manual**
  - **Descripció:** Opció per operar els motors en mode manual.
  - **Funció:** Permet als operadors engegar o aturar els motors manualment sense preajustar temps o modes automàtics. Ideal per a ajustaments ràpids o situacions d'emergència.
- 4. **Configuració del mode retard a la desconnexió**
  - **Descripció:** Opció per operar els motors en mode retard a la desconnexió.
  - **Funció:** Permet als operadors engegar el motor i establir un temps el qual el motor estarà encès fins que s'apagui automàticament després de aquest temps introduït per el usuari.
- 5. **Configuració d'Intervals de temps per mode de recurrència**
  - **Descripció:** Camps d'entrada per establir els temps d'engegada i parada en el mode de recurrència.
  - **Funció:** Permet personalitzar els intervals de funcionament i inactivitat del motor per a processos específics de vinificació.



Il·lustració 28: Pantalla 4

## Accés i Inici de Sessió

### 1- Inici de Sessió

- Passos:
  - Engueu l'ordinador que controla la interfície gràfica.
  - Feu clic en "Iniciar Sessió" per accedir al sistema.

### 2- Navegació entre Pantalles

- Passos:
  - Utilitzeu les icones de navegació ubicades al menú principal per accedir a les diferents pantalles (Visió General, Control de Temperatura, Nivells de Tines, Control dels Motors Remenadors).
  - Feu clic a la icona corresponent per accedir a la pantalla desitjada.

## Exemples de configuració de paràmetres

### 1- Configuració de la temperatura

- Passos:
  - Accediu a la Pantalla de Control de Temperatura.
  - Introduïu la temperatura de consigna desitjada en el camp corresponent per cada tina.
  - Activeu el interruptor per a la tina seleccionada utilitzant l'interruptor d'activació.



## 2- Control dels motors remenadors

### ○ Mode Manual

#### ▪ Passos:

1. Accediu a la Pantalla de Control dels Motors Remenadors.
2. Prémer la icona de “ENEGAR” i “APAGAR” de la tina on es vulgui activar el motor remenador.

### ○ Mode retard a la desconnexió:

#### ▪ Passos

1. Accediu a la Pantalla de Control dels Motors Remenadors.
2. Prémer el interruptor de activació del temporitzador.
3. Introduir per pantalla el temps en segons que el motor ha de estar engegat fins que se apagi.
4. Activar el motor amb la icona de “ENEGAR”.
5. El motor s’apagarà quan el temps introduït hagi passat o prement el boto de “APAGAR”.

### ○ Mode retard recurrència:

#### ▪ Passos

1. Accediu a la Pantalla de Control dels Motors Remenadors.
2. Prémer el interruptor de activació del temporitzador.
3. Introduir per pantalla el temps en segons que el motor a ha de estar engegat fins que se apagi.
4. Activar el interruptor de recurrència.
5. Introduir per pantalla el temps en hores que el motor ha de estar apagat entre series.
6. Activar el motor amb la icona de “ENEGAR”
7. Les series acabaran quant el usuari apagi el motor prement el boto “APAGAR”.

## Monitoratge i diagnòstic

### 1- Monitoratge de nivells i temperatures

#### ○ Passos:

- Accediu a la Pantalla de Visió General per veure els nivells de líquid en percentatge i les temperatures en temps real. O bé accedir a la pantalla de Nivell tines per veure la quantitat de líquid per tina en valor absolut.
- Utilitzeu aquesta informació per ajustar els paràmetres de temperatura i gestionar les tines segons sigui necessari.

### 2- Diagnòstic de problemes

#### ○ Passos:

- Reviseu els indicadors d’estat de les electrovàlvules i les comportes superiors per detectar possibles anomalies
- Revisar en funció de la temperatura que les electrovàlvules estiguin realitzant la funció de refredar les tines.
- Revisar els guarda motors o proteccions en problemes relacions amb els motors remenadors o altres components del sistema.

## Tancament de sessió

### 1. Tancament de sessió

- **Passos:**
  - Feu clic en la icona de tancament de sessió a la pantalla d'inici o al menú principal.

## Solució de problemes

### Problemes comuns

#### 1. Problemes amb la visualització

- **Possible causa:** Problemes de connexió o errors en la representació gràfica.
- **Solució:** Reinicieu la interfície gràfica i verifiqueu les connexions de xarxa i els cables de comunicació.

#### 2. Errors en la configuració de la temperatura

- **Possible causa:** Introducció incorrecta de dades o errors en l'activació del interruptor de control de temperatura.
- **Solució:** Revisi els camps d'entrada de temperatura i assegureu-vos que el interruptor de control de temperatura estigui activat correctament.

#### 3. Problemes amb els motors remenadors

- **Possible causa:** Falles en el motor o errors en la configuració dels modes.
- **Solució:** Verifiqueu l'estat del motor mitjançant els indicadors lluminosos i reviseu la configuració dels modes de funcionament.

## Contacte per suport tècnic

Per a assistència tècnica addicional, poseu-vos en contacte amb el departament de suport tècnic del fabricant mitjançant els següents canals:

- **Telèfon:** 666 666 666
- **Correu electrònic:** incidenciesPLC@urv.cat
- **Persona de contacte:** Albert Corbella

Aquest manual ha estat dissenyat per ajudar-vos a utilitzar la interfície gràfica de manera eficaç i segura. Seguiu les instruccions detallades per garantir un funcionament òptim del sistema de control de les tines del celler.

### 2.3.3 Impacte energètic

La integració del sistema de monitorització al Celler Carles Andreu implica l'aprofitament de l'energia generada per les plaques solars ja instal·lades. Aquesta integració no només busca optimitzar el funcionament del sistema de refrigeració i monitorització de les tines, sinó també reduir el consum d'energia provinent de la xarxa elèctrica, promovent així un model energètic més sostenible i econòmicament eficient.

#### Impacte global

Encara que el estalvi energètic no sigui massa gran, tenint en compte que el 75% de l'energia gastada es fa a través d'energia verda contribueix en baixar el impacte de la petjada de carboni. Ara aquest 75% d'aprofitament d'energia es podria modificar en funció de la demanda, però en termes generals, no es modificarà massa degut a la poca potencia demandada del nou sistema de monitorització.

Aquest enfocament, que combina la tecnologia de monitorització avançada amb fonts d'energia renovable, representa un pas important cap a la sostenibilitat en la indústria vinícola.

### 2.3.4 Ubicació de sensors a cada tina

L'objectiu és assegurar una instal·lació òptima que garanteixi el correcte funcionament del sistema de monitorització, tot minimitzant l'impacte visual i evitant interferències en les operacions diàries del celler. A més, el cablejat s'ha dissenyat per ser el més eficient possible, evitant enredaments i mantenint una estètica neta i discreta.

#### 2.3.4.1 Sensor de temperatura

Els sensors de temperatura PT100 s'han instal·lat en una ubicació específica a la part posterior de cada tina, on hi ha una baina dissenyada per realitzar aquesta funció. Aquesta ubicació permet una mesura precisa de la temperatura interna del vi, assegurant que el sensor estigui a una distància òptima dels punts de refrigeració i de fonts de calor externes que podrien interferir amb les lectures.

El cablejat dels sensors de temperatura ha de ser optimitzat, agrupant els cables en canals específics que recorren la part posterior de les tines. D'aquesta manera, s'assegura que no hi hagi cables solts o visibles que puguin interferir amb les tasques diàries, mantenint una aparença neta i professional.

#### 2.3.4.2 Motors remenadors

Els motors, estan ubicats a la part inferior d'aquestes tines. Tot i que els motors ja estan instal·lats, és necessari realitzar el cablejat per a la seva integració al sistema de monitorització.

El cablejat dels motors es realitzarà seguint la mateixa estratègia que els sensors de temperatura, canalitzant els cables per la part inferior i posterior de les tines, tot aprofitant les línies de cablejat ja fetes per la potencia. Això permetrà que els cables quedin amagats i protegits, evitant qualsevol obstacle durant les operacions de manteniment i neteja.

### 2.3.4.3 Electrovàlvules

Les electrovàlvules es col·loquen a la part superior de les tines, entre les dues camises que componen el sistema de refrigeració i els tubs de canalització d'aigua fins el grup de fred.

El cablejat de les electrovàlvules es disposa de manera que quedi totalment integrat amb les tubs associats. Es prioritza la seguretat i la facilitat d'accés pel manteniment, mentre es minimitza l'impacte visual dels cables, assegurant que tot el sistema de cablejat quedi fora de la vista i no interfereixi en les operacions del celler.

### 2.3.4.4 Sensor comporta

El sensor inductiu de comporta s'instal·larà a la comporta superior de cada tina mitjançant un petit útil i adaptador a la tina. Aquest sensor és essencial per detectar quan la comporta està oberta o tancada.

Com en els altres components, el cablejat del sensor de comporta es farà seguint el mateix criteri d'optimització. El cable es canalitzarà de manera que quedi integrat amb la estructura de la comporta i arran de la tina, mantenint-lo fora de la vista i evitant que interfereixi amb el moviment de la comporta o altres operacions.

### 2.3.4.5 Sensors de nivell

El sensor de nivell s'ubicarà a la part superior, s'haurà de fer una instal·lació adequada d'aquest ja que les tines no tenen el forat necessari per la seva instal·lació, de manera que s'haurà de fer un forat de la mida específica requerida pels sensors per poder-los integrar. Per tal d'instal·lar aquest sensor, es realitzarà una adaptació a la tina que permeti la seva col·locació de manera segura i efectiva, assegurant que no hi hagi fuites ni interferències amb altres components del sistema.

Aquest sensor també seguirà la mateixa filosofia de cablejat discret i protegit, s'haurà de utilitzar la mateixa línia de cablejat dels sensors de la comporta superior, ja que la seva ubicació es molt propera. Els cables es canalitzaran seguint la vora de la tina, mantenint-los fora de la vista i ben protegits, evitant així qualsevol risc d'enredament o danys durant les operacions diàries.

## 2.3.5 Consideracions d'instal·lació i connexió elèctriques

La instal·lació dels sensors i components a cada tina es fa de manera meticulosa, posant una atenció especial a l'optimització del cablejat i la seva integració estètica dins de l'entorn del celler.

Es fonamental tenir cura en la realització de les connexions elèctriques dels sensors, ja que les tines es troben en zones on poden estar exposades a aigua directa, tant en forma de condensació com de possibles esquitxades durant les operacions de neteja. Per evitar problemes com la corrosió o curtcircuits, és imprescindible assegurar que totes les connexions siguin impermeables.

### Connexions impermeables: Mètodes i materials

1. **Utilització de connectors estancs:** Es recomana utilitzar connectors estancs classificats amb un grau de protecció IP66 o superior. Aquests connectors estan dissenyats per resistir la penetració de pols i aigua.
2. **Aplicació de segellants de silicona:** Per a una protecció addicional, es pot aplicar un segellant de silicona a les connexions, especialment en les àrees on el cable entra en contacte amb el connector. Això garanteix una segellada hermètica que prevé l'entrada d'aigua.
3. **Cables amb aïllament resistents a la humitat:** Els cables utilitzats han de tenir un aïllament resistent a la humitat, com els que estan recoberts amb materials com el poliuretà o el PVC. Aquests materials no només protegeixen contra l'aigua, sinó que també ofereixen resistència a la corrosió, prolongant la vida útil del sistema.
4. **Utilització de boques de goma:** A les entrades de cables, s'han d'utilitzar boques de goma o premsacables amb segellat de goma, que ofereixen un tancament hermètic al voltant del cable, evitant així que l'aigua pugui penetrar per aquests punts crítics.

### Procés d'instal·lació

1. **Planificació de la ruta de cablejat:** Es realitzarà una planificació detallada de la ruta del cablejat per assegurar que aquest passi per zones protegides i que quedi ben fixat, evitant que es mogui o es faci malbé durant les operacions diàries. El cablejat es canalitzarà seguint les estructures de les tines, sempre buscant el mínim impacte visual i la màxima protecció. A més entre les tines es disposa de les safates ja instal·lades per facilitar el enrutament dels cables.
2. **Muntatge dels connectors:** Durant la instal·lació, s'ha de tenir cura d'assegurar que tots els connectors estiguin ben muntats, seguint les indicacions dels fabricants per garantir que la connexió sigui completament estanca. Es revisaran les juntes de goma i es farà un test de resistència a l'aigua abans de finalitzar la instal·lació.
3. **Fixació i protecció:** Els cables es fixaran amb brides de plàstic resistents a l'aigua, col·locades en intervals regulars per evitar que els cables penguin o es moguin. També es poden utilitzar canals de cablejat estancs, que ofereixen una protecció addicional als cables, especialment en àrees on poden estar més exposats a l'aigua o a la humitat.
4. **Inspecció final:** Un cop realitzada la instal·lació, es realitzarà una inspecció final per verificar que totes les connexions són impermeables i que no hi ha cap punt vulnerable. Es poden fer proves d'aigua per confirmar la resistència dels segellats, assegurant que el sistema està completament protegit contra la corrosió i altres danys potencials relacionats amb la humitat.

Amb aquestes mesures, es garanteix que el sistema de sensors i els seus components funcionaran de manera fiable i segura en l'entorn exigent d'un celler, mantenint la seva integritat i eficiència durant tota la seva vida útil.

## 5. Memòria de Càlcul

### 5.1 Descripció dels diagrames de blocs i variables

#### Descripció de les variables

En aquest apartat, es proporcionarà una descripció detallada dels diagrames de blocs i variables utilitzats per a la gestió i control de les tines. Les 15 tines es divideixen en dues configuracions principals en funció de les seves funcionalitats:

- Tines 1-13:** Aquestes tines no inclouen motors remenadors. En aquestes unitats, el control es centra en les funcions bàsiques com la regulació de la temperatura, el monitoratge de la comporta oberta mitjançant sensors lluminosos, i la detecció de pèrdues en les electrovàlvules i nivell de tines. La configuració de control per aquestes tines s'adapta a la seva funcionalitat simplificada.
- Tines 14 i 15:** Aquestes tines són les més completes, incorporant a més dels controls anteriors, els motors remenadors. Els motors remenadors afegeixen una funcionalitat extra que permet la mescla o moviment del contingut dins de la tina, i per tant, requereixen un control addicional.

Es presentaran els diagrames de blocs i les variables associades a la tina 15, que inclouen totes les funcionalitats disponibles. Això servirà com a exemple per comprendre la configuració completa. Per a les tines 1-13, només caldria adaptar els diagrames i variables eliminant els components relacionats amb el control dels motors remenadors. La descripció detallada permetrà comprendre com es gestiona cada funcionalitat i com es configuren els sistemes de control per adaptar-se a les diferents configuracions de les tines.

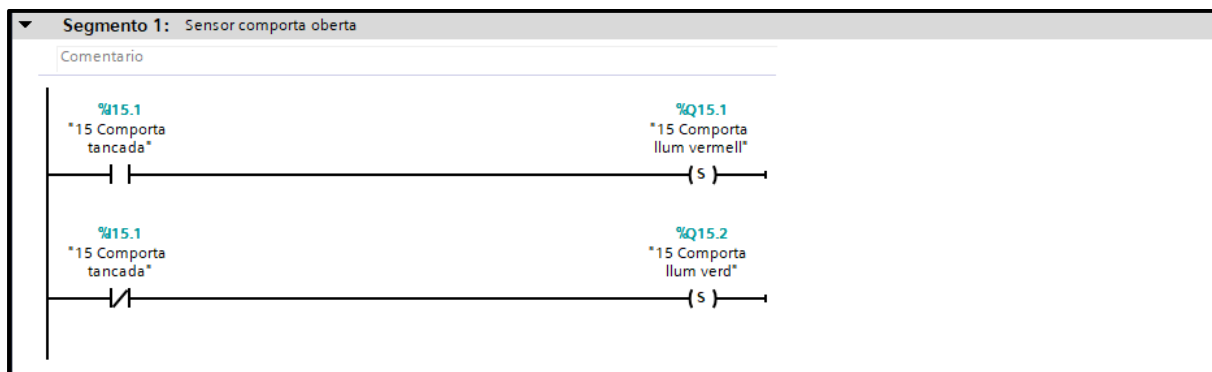
Variables PLC									
	Nombre ▲	Tabla de variables	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...	
1	15 Activar electrovalvula	Tabla de variabl...	Bool	%M15.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	15 Comporta llum verd	Tabla de variables e..	Bool	%Q15.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	15 Comporta llum vermell	Tabla de variables e..	Bool	%Q15.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	15 Comporta tancada	Tabla de variables e..	Bool	%I15.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	15 Marca 1 motor remenador	Tabla de variables e..	Bool	%Q15.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	15 Marca 2 motor remenador	Tabla de variables e..	Bool	%Q15.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	15 Marca 3 motor remenador	Tabla de variables e..	Bool	%Q15.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	15 Marca motor remenador	Tabla de variables e..	Bool	%M15.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
9	15 Marxa motor remenador	Tabla de variables e..	Bool	%M15.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
10	15 Motor remenador	Tabla de variables e..	Bool	%Q15.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
11	15 Motor remenador ences LED	Tabla de variables e..	Bool	%Q15.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
12	15 Paro motor remenador	Tabla de variables e..	Bool	%M15.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
13	15 Perdua electrovalvula	Tabla de variables e..	Bool	%Q15.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
14	15 Senyal nivell analogica	Tabla de variables e..	Int	%IW151	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
15	15 Senyal nivell escalitzada	Tabla de variables e..	Real	%MD152	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
16	15 Senyal nivell escalitzada %	Tabla de variables e..	Real	%MD153	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
17	15 Senyal nivell normalitzada	Tabla de variables e..	Real	%MD151	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
18	15 Senyal temperatura analogica	Tabla de variables e..	Int	%IW152	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
19	15 Senyal temperatura escalitzada	Tabla de variables e..	Real	%MD155	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
20	15 Senyal temperatura normalitzada	Tabla de variables e..	Real	%MD154	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
21	15 Switch control temperatura	Tabla de variables e..	Bool	%M15.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
22	15 Switch temporitzador recurrencia	Tabla de variables e..	Bool	%M15.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
23	15 Switch temporitzador remenador	Tabla de variables e..	Bool	%M15.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
24	15 Temperatura consigna analogica	Tabla de variables e..	Real	%MD158	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
25	15 Temperatura consigna escalitzada	Tabla de variables e..	Real	%MD156	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
26	15 Temperatura consigna normalitzada	Tabla de variables e..	Real	%MD157	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
27	15 temps motor remenador apagat	Tabla de variables e..	Bool	%Q16.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
28	15 Temps motor remenador recurrencia	Tabla de variables e..	Time	%MD1590	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Il·lustració 29: Descripció variables tina número 15.

<b>Num.</b>	<b>Nom variable</b>	<b>Descripció</b>	<b>Analògica/Digital</b>
<b>1</b>	15 Activar electrovàlvula	Activar la electrovàlvula per refrigerar la tina	Digital
<b>2</b>	15 Comporta llum verd	Llum indicadora comporta superior oberta	Digital
<b>3</b>	15 Comporta llum vermell	Llum indicadora comporta superior tancada	Digital
<b>4</b>	15 Marca 1 motor remenador	Marca motor remenador 1	Digital
<b>5</b>	15 Marca 2 motor remenador	Marca motor remenador 2	Digital
<b>6</b>	15 Marca 3 motor remenador	Marca motor remenador 3	Digital
<b>7</b>	15 Marca motor remenador	Marca motor remenador	Digital
<b>8</b>	15 Marxa motor remenador	Interruptor de marxa del motor remenador	Digital
<b>9</b>	15 Motor remenador	Activa el motor remenador	Digital
<b>10</b>	15 Motor remenador encès LED	LED indicador motor encès	Digital
<b>11</b>	15 Paro motor remenador	Interruptor de parada del motor remenador	Digital
<b>12</b>	15 Pèrdua electrovàlvula	Indicador de pèrdua de electrovàlvula	Analògica
<b>13</b>	15 Senyal nivell analògica	Lectura analògica sensor de nivell	Analògica
<b>14</b>	15 Senyal nivell escalitzada	Senyal escalada en valor absolut del nivell de tina	Analògica
<b>16</b>	15 Senyal nivell escalitzada %	Senyal escalada en percentatge del nivell de tina	Analògica
<b>17</b>	15 Senyal nivell normalitzada	Senyal nivell en real del nivell de tina	Analògica
<b>18</b>	15 Senyal temperatura analògica	Lectura analògica sensor de temperatura	Analògica
<b>19</b>	15 Senyal nivell escalitzada	Senyal escalada en valor absolut del nivell de tina	Analògica
<b>20</b>	15 Senyal temperatura normalitzada	Senyal nivell en real de la temperatura	Digital
<b>21</b>	15 Switch control temperatura	Interruptor per engegar el termòstat de la tina	Digital
<b>22</b>	15 Switch temporitzador recurrència	Interruptor per engegar el mode recurrència	Digital

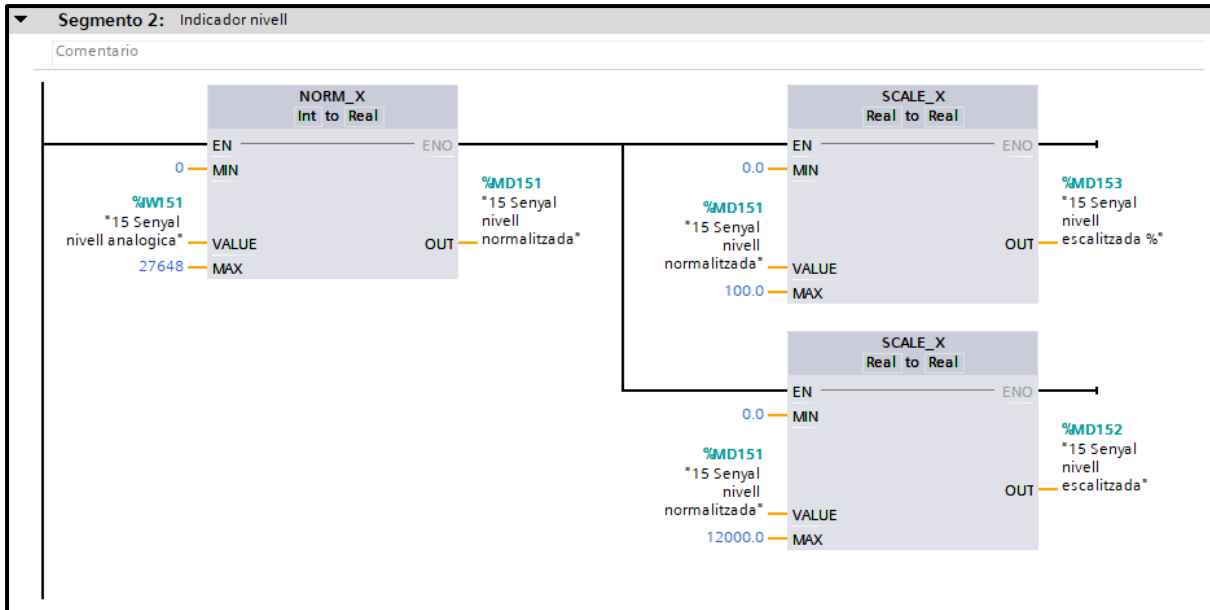
23	15 Switch temporitzador remenador	Interruptor per engegar el mode retard a la desconnexió	Analògica
24	15 Temperatura consigna analògica	Lectura analògica sensor de temperatura tina	Analògica
25	15 Temperatura consigna escalitzada	Senyal escalada en valor absolut de la temperatura	Analògica
26	15 Temperatura consigna normalitzada	Senyal de temperatura en real	Analògica
27	15 Temps motor remenador apagat	Temps introduït per l'usuari de motor per apagar-se	Analògica
28	15 Temps motor remenador recurrència	Temps introduït per l'usuari entre cicles d'arrancada	Analògica

### Descripció dels diagrames de blocs



Il·lustració 30: Diagrama de contactes sensors comporta oberta

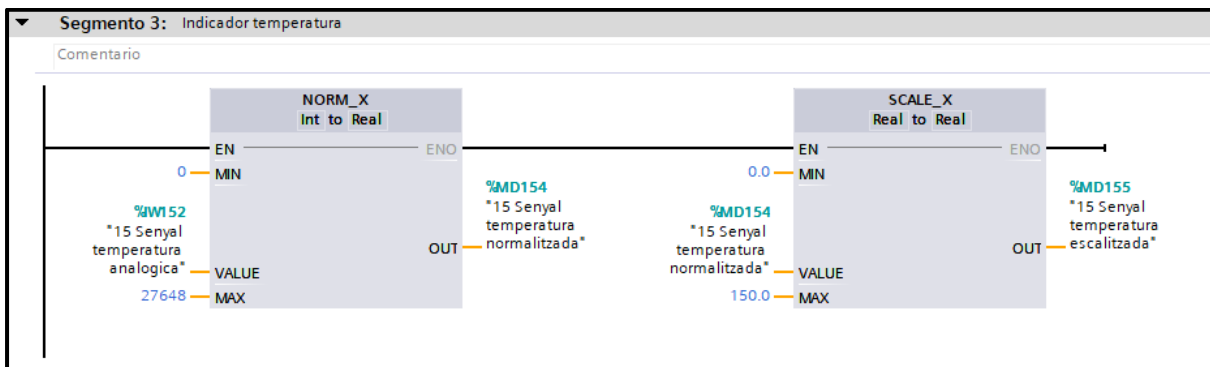
En el anterior diagrama de blocs, podem veure el diagrama de blocs del sensor de comporta superior oberta. Es un diagrama on en funció de la seva posició sabem si està oberta (llum indicador de color verd) o bé si està tancada (llum indicador de color vermell).



Il·lustració 31: Diagrama de contactes sensors de nivell

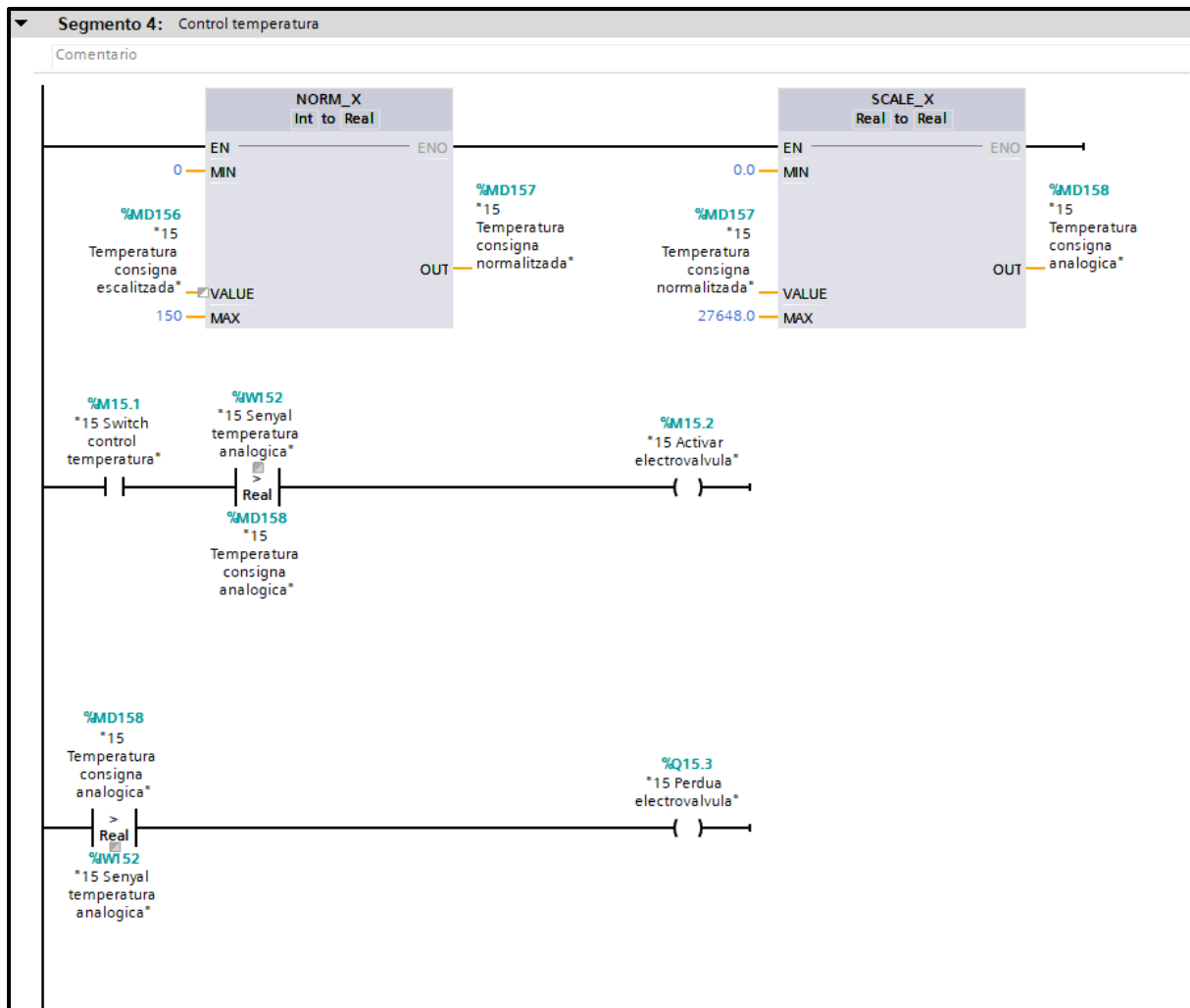
En el anterior diagrama de blocs, podem veure el diagrama de blocs del sensor de nivell. Es un diagrama on el primer bloc NORM\_X rep la senyal analògica donada pel sensor de nivell. Després aquesta ens donarà el valor analògic de entre 0 i 27648. Un cop tenim aquest valor el passarem amb els blocs de SCALE\_X al valor escalat en percentatge de 0-100% o bé de 0-12000 litres de volum de la tina.

Per realitzar l'escalat de valors analògics es poden utilitzar els convertidors **SCALE\_X** "Escalat" i **NORM\_X** "Normalització". Aquests blocs estan disponibles en el **STEP 7 (TIA Portal)**, dins de la paleta "Instruccions" a "Convertidors".



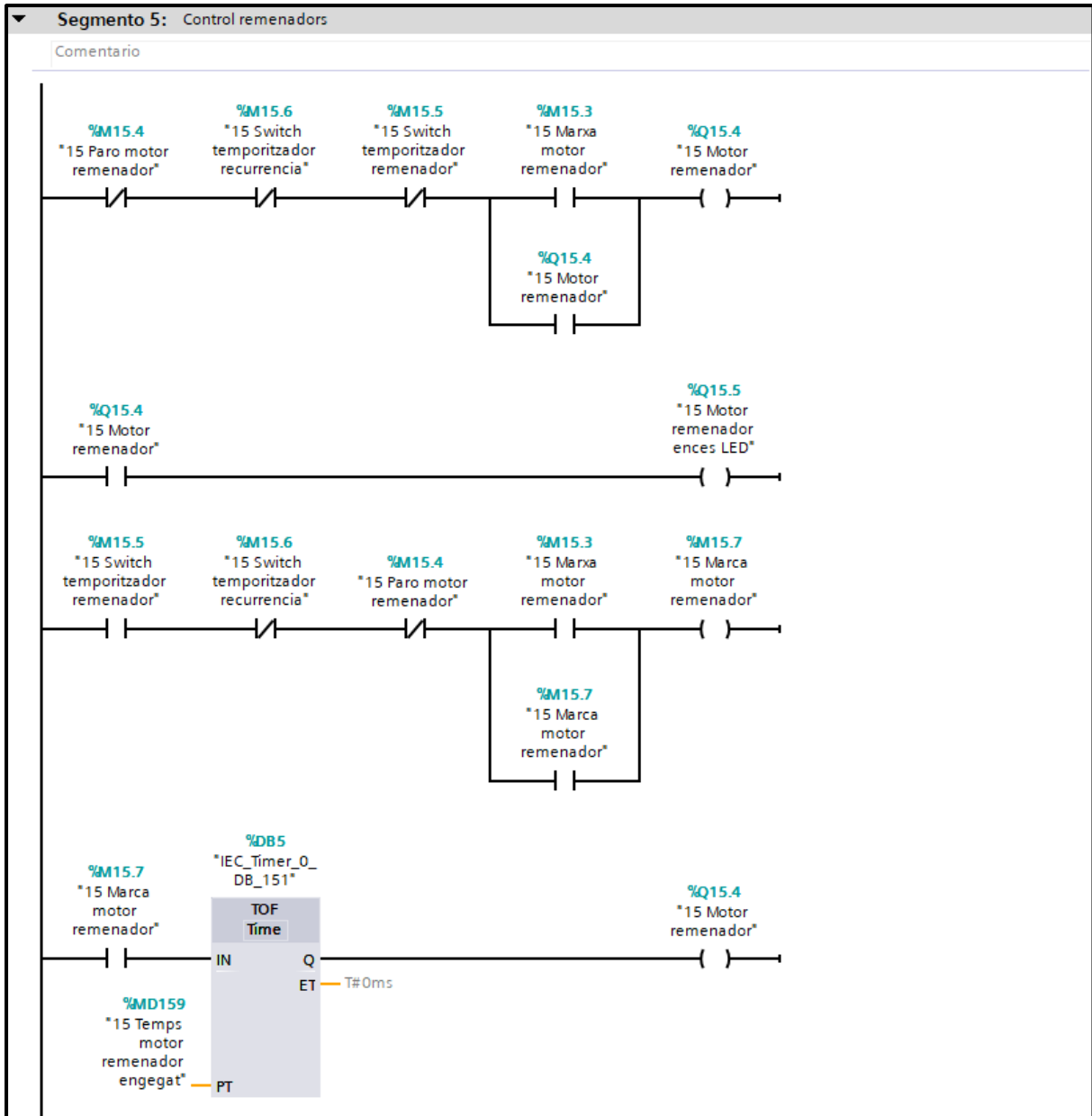
Il·lustració 32: Diagrama de contactes indicador de temperatura

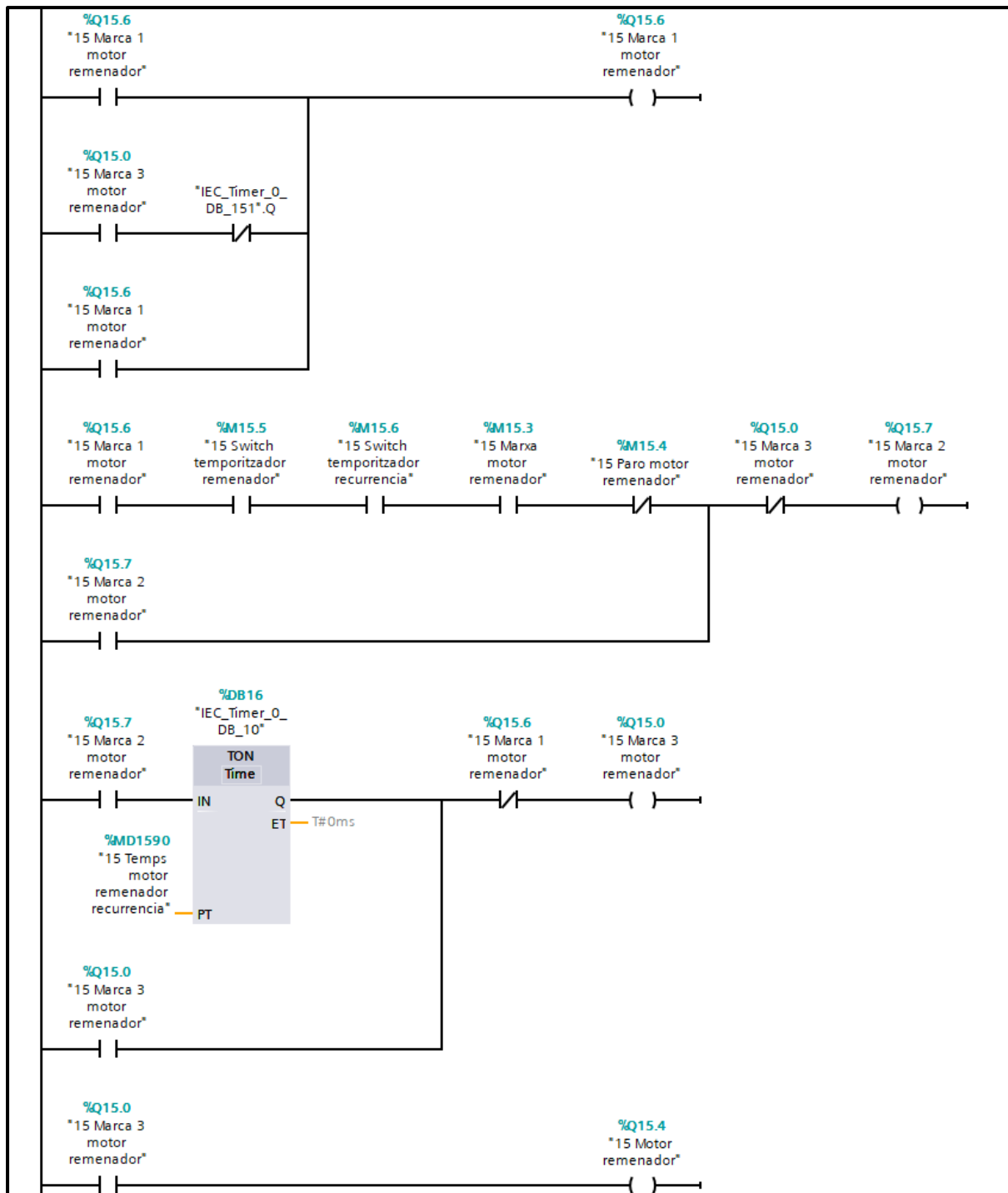
En el diagrama de bloc anterior, podem veure el diagrama de blocs dels indicadors de temperatura. L'estructura dels blocs es molt similar a l'anterior dels sensors de nivell. Primer rebem la senyal analògica de la lectura de la sonda PT100 i després la passem a senyal normalitzada, després sabent els intervals de mesura de la sonda o podem passar a valor de 0-150 graus, que es el valor que veurem per pantalla.



Il·lustració 33: Diagrama de contactes control temperatura

En el diagrama de blocs anterior, podem veure el control de temperatura en funció de la consigna introduïda per pantalla. Per fer-ho, haurem de fer la inversa del que s'ha fet als anterior blocs, i es passar el valor introduït per pantalla al valor conegut per la sonda Pt100. Llavors si la temperatura reportada per la sonda és superior a la temperatura per consigna, la electrovàlvula s'activarà deixant pas a l'aigua freda que circularà per les camises de la tina. També si la temperatura de la consigna és superior a la de la detectada per la sonda de temperatura, això voldrà dir que la electrovàlvula s'ha enganxat i està deixant passar l'aigua més del compte, refredant més del necessari les tines, activant així un indicador lluminós en pantalla.





Il·lustració 34: Diagrama de contactes control remenadors

Com a últim bloc tenim el bloc de control dels remenadors. Aquí podem diferenciar els blocs en 3 grups.

### 1. Mode manual

En el mode manual el motor s'engegarà prement el boto "Marxa motor remenador" i s'apagarà prement el "Paro motor remenador". Quant el motor estigui encès també s'engegarà un llum de color verd.

### 2. Mode retard a la desconexió

En el mode retard a la desconexió, si activem el interruptor "Switch temporitzador remenador", i marxa motor, activarem la "marca motor remenador" la qual activarà el motor i un temporitzador a la desconexió que quant passi el temps introduït per la variable "Temps motor remenador engegat" desconnectarà el motor. En aquest cas també s'engegarà un llum de color verd indicant que el motor està engegat. També s'aturarà amb anterioritat si premem el boto "Paro motor remenador".

### 3. Mode recurrència

Aquest mode es el més complex, si complim les condicions inicials anomenades al manual d'usuari, després de passar el temps de desconexió del anterior bloc i desactivar el motor activarem la "marca 2 motor remenador" la qual activarà un bloc que en funció del "Temps motor remenador recurrència" tornarà a activar el motor remenador, aquest cicle no finalitzarà fins que premem el boto "Paro motor remenador".

## 5.2 Impacte energètic i contribució de plaques solars

Aquí es detalla l'estudi de l'impacte energètic associat al sistema de monitorització implementat en el Celler Carles Andreu i es calcula la contribució de les plaques solars ja instal·lades per mitigar aquest impacte, el total de la instal·lació solar ja equipada es de 20kW. A continuació, s'analitza el consum energètic d'aquests components i es determina la influència de l'energia solar en la reducció del consum energètic global.

### Càlcul del consum energètic aproximat del sistema de monitorització

El consum energètic del sistema de monitorització depèn de la potència requerida per cada component individual i del temps que aquests components estan actius. En aquest context, realitzada una estimació detallada del consum energètic de cada element del sistema.

#### 1. PLC (Controlador Lògic Programable)

A nivell de consum, un PLC d'aquesta sèrie té un consum energètic mitjà de **30 W**. Aquest valor pot augmentar lleugerament en funció del nombre de mòduls d'entrada i sortida connectats, com es en aquest cas, així com de la càrrega de processament a la qual està sotmès.



## 2. Sensors de temperatura Pt100

Cada sensor Pt100 té un consum energètic molt baix, aproximadament 0,1 W. Amb 15 sensors operatius, el consum total associat als PT100 és de **1,5 W**.

## 3. Sensors de porta oberta

Aquests sensors funcionen mitjançant amb un circuit magnètic, i tenen un consum energètic baix, al voltant de 0,2 W per sensor. La suma del consum dels 15 sensors de porta oberta és de **3 W**.

## 4. Sensors de nivell ultrasònic

El consum energètic d'aquests sensors és una mica més elevat, aproximadament 1,5 W per unitat. En conjunt, els 15 sensors tenen un consum total de **22,5 W**.

## 5. Electrovàlvules

Les electrovàlvules són dispositius que controlen el flux de refrigerant cap a les tines, essencials per mantenir la temperatura desitjada. Cada electrovàlvula té un consum energètic mitjà de 5 W. Tot i que el consum d'una sola electrovàlvula pot semblar insignificant, quan se sumen les 15 unitats, el consum total arriba a **75 W**. El funcionament intermitent d'aquestes vàlvules depèn de les necessitats de refrigeració, fet que pot influir en el consum energètic total durant el cicle de producció.

## 6. Motors remenadors trifàsics

Aquests motors són els components més exigents energèticament del sistema, amb un consum aproximat de 750 W per motor trifàsic. Considerant que hi ha dos motors en funcionament, el consum total associat als motors remenadors és de **1500 W**. Encara que aquests motors no estiguin actius de manera contínua, el seu consum representa una part significativa del total energètic del sistema.

## 7. Ordinador amb pantalla integrada

Finalment, l'ordinador amb pantalla integrada, que serveix per monitoritzar i controlar el sistema de manera centralitzada, té un consum de **300 W**. Aquest ordinador està en funcionament durant tota la jornada operativa del celler.

### Consum total del sistema

Sumant els consums dels diferents components, el consum energètic total del sistema de monitorització en un escenari de màxim rendiment és de **1932 W** quant els motors estan engegats i de **432 W** quant estan apagats.

Aquest valor de 1932 W representa el màxim consum energètic quan tots els components estan en funcionament simultani, el de 432W pot representar el consum més comú al llarg del seu us de treball. No obstant això, és poc probable que tots els elements funcionin alhora i a plena capacitat.



## Consum Energètic del Sistema de Monitorització

El sistema de monitorització està compost per un PLC, sensors de temperatura PT100, sensors de porta oberta, sensors de nivell d'ultrasons, electrovàlvules, motors remenadors trifàsics, i un ordinador per a la supervisió i control. Aquest equipament té un consum energètic màxim de 1932 W, mentre que en un escenari de funcionament normal el consum es redueix a 432 W.

Amb un funcionament estimat de 2920 hores anuals, el consum energètic anual en l'escenari màxim seria de 5.641,44 kWh, i en l'escenari de funcionament normal seria de 1.260,48 kWh.

## Contribució de les plaques solars

Tenint en compte que el celler aprofita de mitjana el 75% de l'energia solar produïda, podem calcular l'energia que és coberta per les plaques solars i l'estalvi resultant:

- Consum energètic anual cobert per les plaques solars (en escenari màxim):

$$5641,44 \text{ kWh} \times 0,75 = 4231,08 \text{ kWh}$$

- Consum energètic anual cobert per les plaques solars (en escenari normal):

$$1260,48 \text{ kWh} \times 0,75 = 945,36 \text{ kWh}$$

- Estalvi econòmic anual en escenari màxim:

$$4231,08 \text{ kWh} \times 0,13 \text{ €/kWh} = \mathbf{550,04 \text{ €/any}}$$

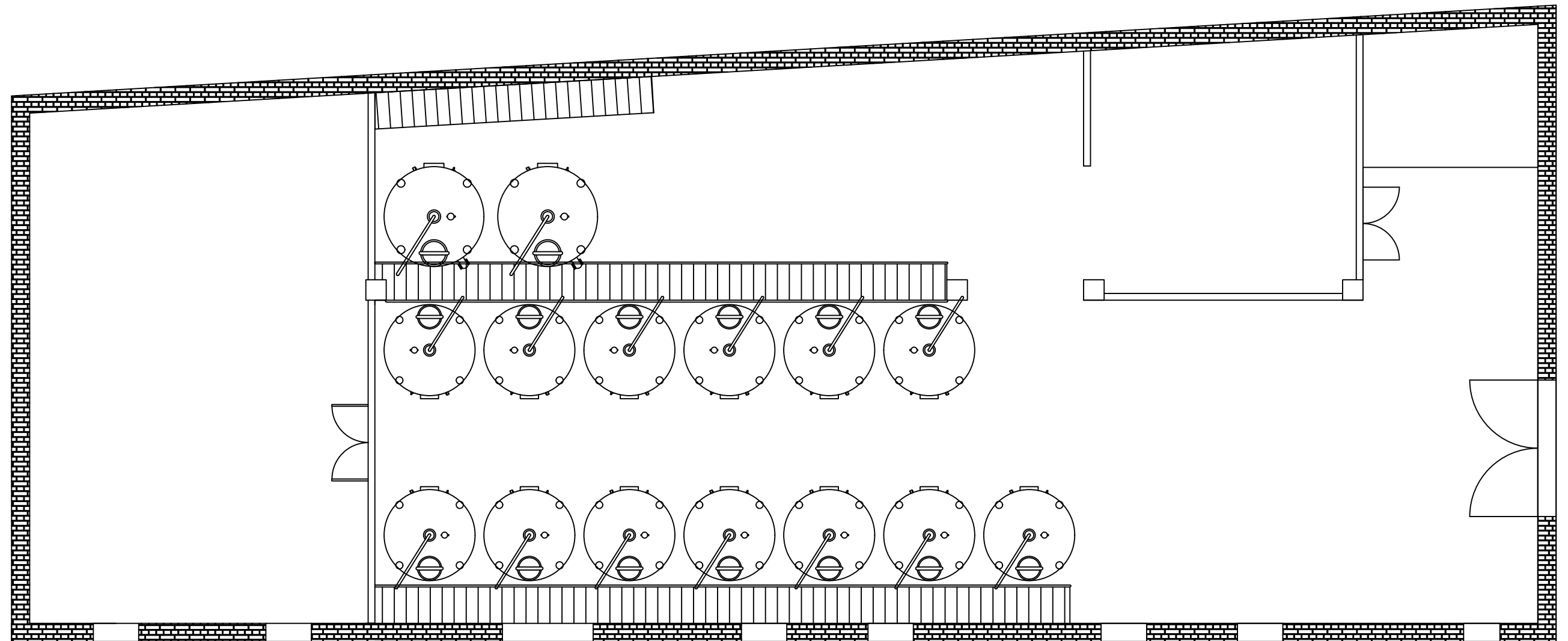
- Estalvi econòmic anual en escenari normal:


$$945,36 \text{ kWh} \times 0,13 \text{ €/kWh} = \mathbf{122,90 \text{ €/any}}$$

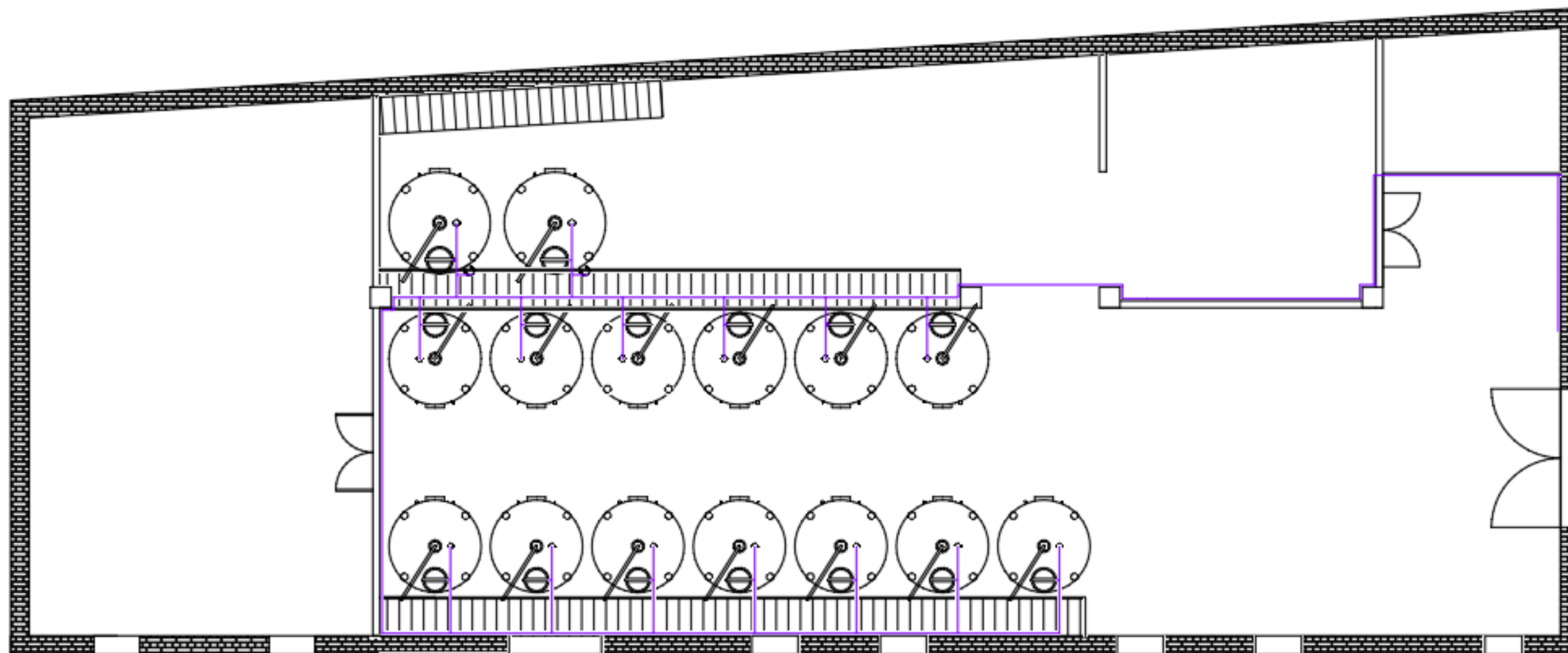
## 6. Plànols


A continuació es mostrarà el plànol de la vista general del celler i la instal·lació unifilar des de el quadre elèctric general fins el nou quadre de control del PLC i proteccions i el cablejat fins a cada tina. També els esquemes elèctrics de cada un dels circuits separats d'alimentació dels sensors i PLC.

### 6.1 Plànols del celler

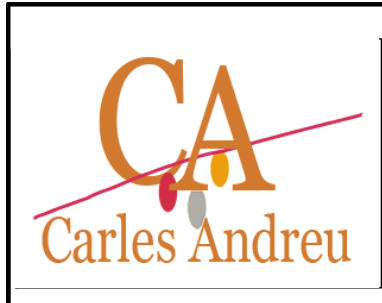
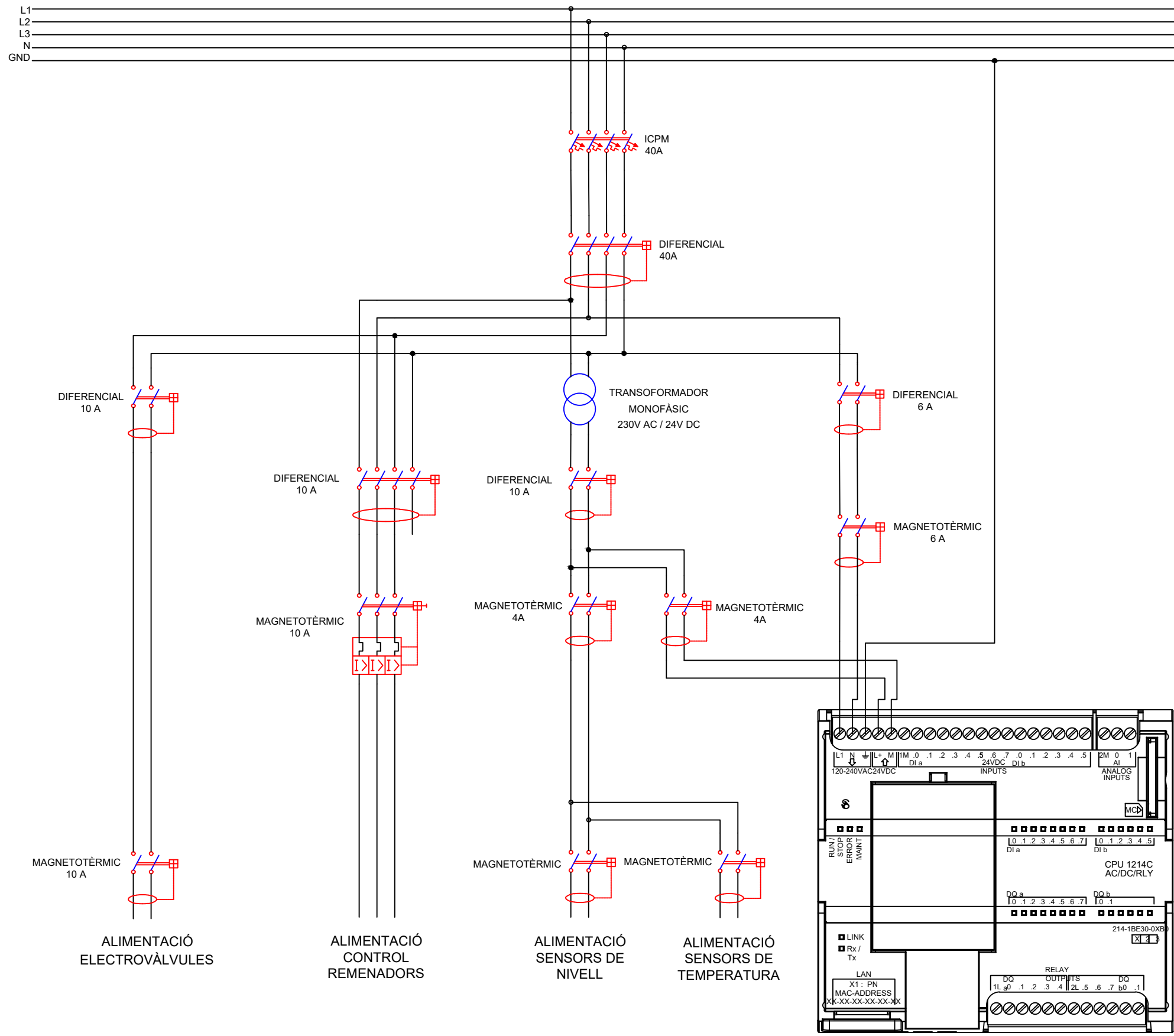


	Estudi monitorització celler vinícola	Alumne: Albert Cognoms: Corbella Ortiz
	<b>DISTRIBUCIÓ CELLER</b>	Fecha: 06/2024
		nº plano: <b>0001</b>
		escalas: <b>1:93</b>



 <p>Carles Andreu</p>	Estudi monitorització celler vinícola	Alumne: Albert Cognoms: Corbella Ortiz
	<h1>CABLEJAT UNIFILAR</h1>	Fecha: 06/2024
		nº plano: <b>0002</b>
		escalas: <b>1:93</b>

## 6.2 Esquemes elèctrics

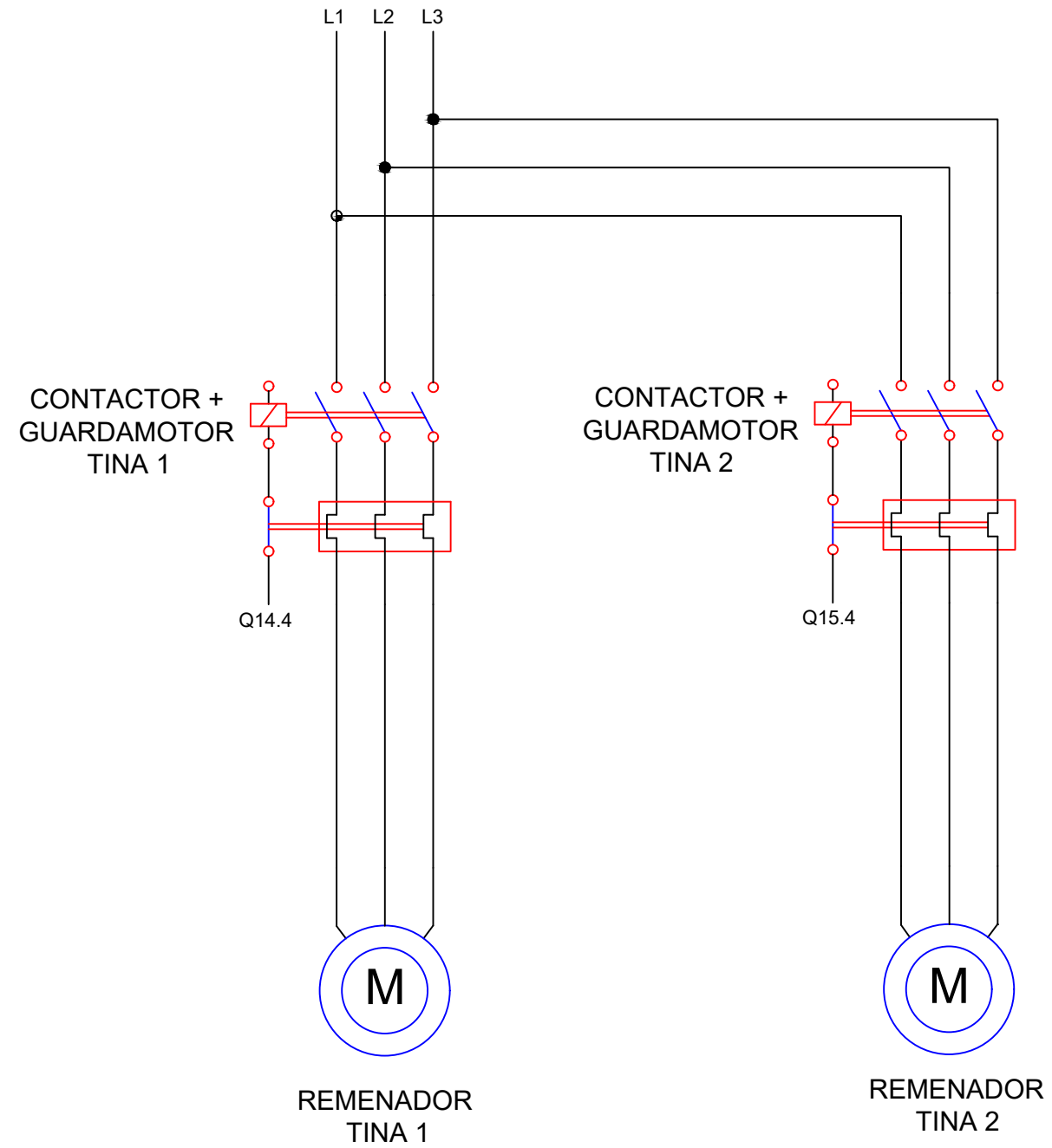



Estudi monitorització celler vinícola

**ESQUEMA GENERAL**

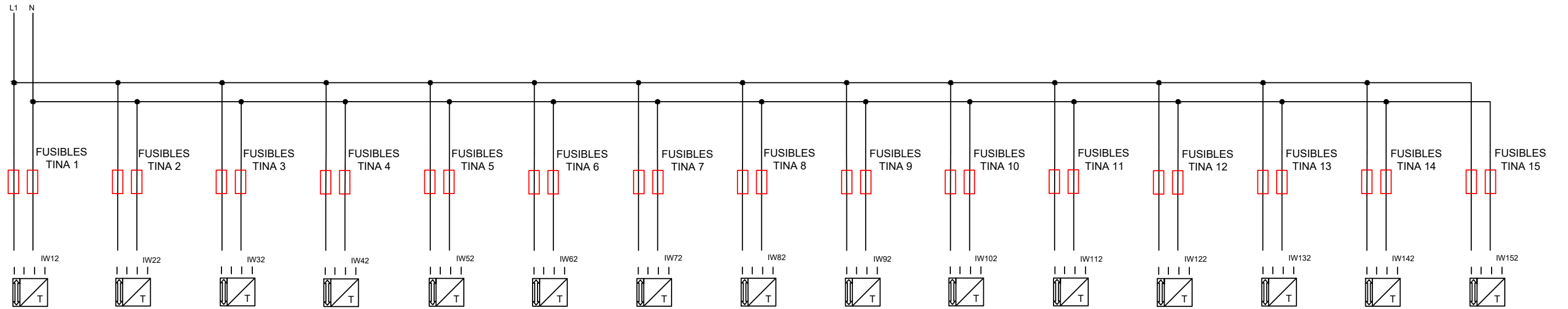
Alumne:	Albert
Cognoms:	Corbella Ortiz
Fecha:	06/2024
nº plano:	<b>0001</b>
escalas:	xxxx

# ALIMENTACIÓ CONTROL REMENADORS



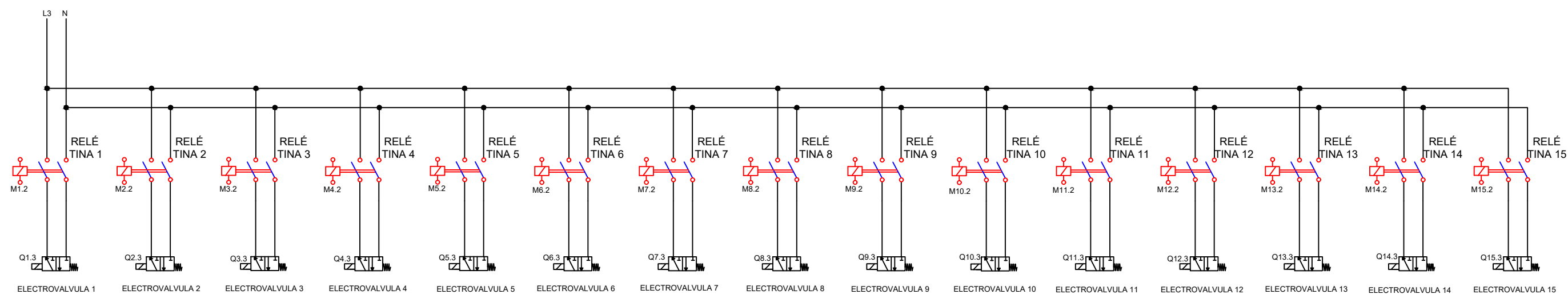
	Estudi monitorització celler vinícola	Alumne: Albert Cognoms: Corbella Ortiz
	<b>MOTORS REMENADORS</b>	Fecha: 06/2024
		nº plano: <b>0002</b>
		escalas: xxxx


ALIMENTACIÓ  
SENSORS DE  
TEMPERATURA



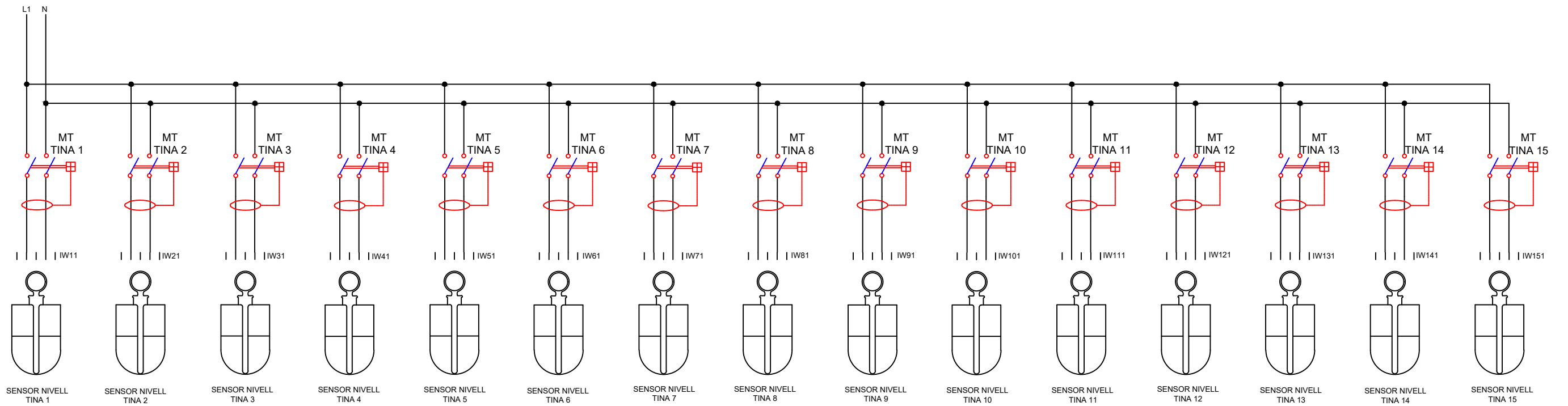
	Estudi monitorització celler vinícola	Alumne: Albert Cognoms: Corbella Ortiz
	<b>SENSORS DE TEMPERATURA</b>	Fecha: 06/2024
		nº plano: <b>0003</b>
		escalas: xxxx


ALIMENTACIÓ  
ELECTROVÀLVULES



 <b>Carles Andreu</b>	Estudi monitorització celler vinícola	Alumne: Albert Cognoms: Corbella Ortiz
	<b>ELECTROVÀLVULES</b>	Fecha: 06/2024
		nº plano: <b>0004</b>
		escalas: xxxx

ALIMENTACIÓ  
SENSORS DE  
NIVELL



 <b>Carles Andreu</b>	Estudi monitorització celler vinícola	Alumne: Albert Cognoms: Corbella Ortiz
	<b>SENSORS DE NIVELL</b>	Fecha: 06/2024
		nº plano: <b>0005</b>
		escalas: xxxx

## 7. Pressupost del projecte

Detallats els costos associats amb la implementació del sistema de monitorització i automatització al celler. Es presenta un desglossament exhaustiu tant dels components específics del sistema com dels materials necessaris per a la seva instal·lació, així com una estimació dels costos associats amb la instal·lació i manteniment del sistema a llarg termini. Aquesta anàlisi financera és crucial per assegurar la viabilitat econòmica del projecte i per facilitar una planificació adequada dels recursos necessaris.

### 7.1 Desglossament de costos per components

Desglossament dels costos de tots els sensors i components involucrats en el sistema d'automatització. Es proporcionen preus detallats per unitat, així com el cost total de cada tipus de component, per tal d'oferir una visió clara de la inversió necessària per a la part tècnica del projecte. Tots els preus unitaris no inclouen el IVA (Impost de Valor Afegit) 21% ni cap descompte.

CODI	DESCRIPCIÓ	QUANTITAT	PREU (€)	IMPORT (€)
0001	<b>Relé 24 V CC 2 contactes 5 A amb indicació lluminosa.</b> Relé 2 contactes 24 V CC, amb indicació d'estat lluminosa mitjançant LED, 2 contactes commutats (SPDT) de 5 A. Per a aplicacions d'ús general i industrials, amb capacitat de gestionar càrregues mitjanes.	15	3.09	46.35
0002	<b>Sitrans LR100</b> Transmissor de nivell per radar SITRANS LR100, continu, sense contacte, abast de 8 m (26 ft), per a líquids i sospensions, connexió de cable integrada de 8 m (26 ft).	15	454.25	6813.75
0003	<b>Dispositiu bàsic 1 sentit de gir, 12A –</b> Combinació d'arrencada directa positiu bàsic 1 sentit de gir, 12 A - Combinació d'arrencada directa 5,5 kW LUB12 – Schneider Electric – 3389110362770: Tipus d'arrencador de motor Arrencador directe (DOL), Amb disparador de curtcircuit sí, Tipus de tensió per a l'accionament CA/CC, Rendiment operatiu nominal amb CA-3, 400 V 5,5 kW, Potència nominal, 460 V, 60 Hz, trifàsic 5,5 kW, Potència nominal, 575 V, 60 Hz, trifàsic 5,5 kW, Intensitat de servei nominal Ie 12 A, Intensitat de servei nominal amb CA-3, 400 V 12 A, Disparador per sobrecàrrega ajust d'intensitat 3..12 A, Quantitat de contactes auxiliars com contactes NA 1, Quantitat de contactes auxiliars com contactes NC 1, Protecció contra sobrecàrregues amb compensació de temperatura sí,	2	51.47	10.94
0004	<b>2 unitats, 24 V CC, con 12 Borna Portafusible 5x20)</b>	15	10.99	164.85



0005	<b>Interruptor de control de potència Legrand 2P 40A 230/400 V</b> Interruptor automàtic magnetotèrmic (ICP-M) de fins a 40 A bipolar de control de potència Legrand amb un poder de tall de 6000 A, per a una tensió de 230/400 V en alterna.	1	88	88
0006	<b>Interruptor diferencial - 2P – 40 A – 30 mA</b> Interruptor diferencial 2P 40 A 30 mA, bipolar amb sensibilitat de 30 mA, apte per a tensions de fins a 230 V AC. Ofereix un poder de tall de 10 kA, complint amb la norma IEC/EN 61008-1, ideal per a protecció diferencial en aplicacions residencials i industrials.	1	37.7	37.7
0007	<b>Interruptor diferencial Schneider 10 A 1P + N 30 MA AC 4.5 KA 2 mòduls</b> RCBO Schneider 10 A 1P + N 30mA AC 4.5 kA 2 mòduls, ofereix protecció diferencial i contra sobrecorrents en sistemes elèctrics. Detecta i talla automàticament corrents anormals, suporta 10 A i 4.5 kA en AC. Ideal per a aplicacions residencials, industrials i comercials.	2	26.99	53.98
0008	<b>Circuit breaker - C60H - 2 pols - 10 A - C curve</b> Interruptor automàtic C60H 2P 10 A corba C, dissenyat per a la protecció de circuits en aplicacions residencials i industrials. Amb 2 pols i un corrent nominal de 10 A, ofereix una corba de dispar tipus C, ideal per a càrregues inductives i generals. Compleix amb les normatives IEC/EN 60898-1, assegurant un tall segur i fiable en cas de sobrecàrrega o curtcircuit.	1	180.32	180.32
0009	<b>RSP-1000-24</b> Font d'alimentació Mean Well RSP-1000-24, transforma 230V AC a 24 V DC amb una potència de 960 W i corrent de sortida de 40 A. Dissenyada per a aplicacions industrials d'alta demanda, proporciona protecció contra sobrecàrrega, sobrevoltatge i curtcircuit, amb alta eficiència superior al 90 %. Ideal per alimentar equips com PLCs i sistemes d'automatització.	1	195.99	195.99
0010	<b>Interruptor automàtic i diferencial 2P, 6 A</b> Interruptor automàtic i diferencial 2P 6 A, combina protecció contra sobrecàrregues i curtcircuits amb funció diferencial per detectar fuites de corrent. Amb un corrent nominal de 6 A, proporciona seguretat en instal·lacions elèctriques residencials i industrials, assegurant una desconexió ràpida i fiable. Ideal per a aplicacions de baixa tensió i conforme a les normatives IEC/EN.	1	64.14	64.14
0011	<b>Interruptor magnetotèrmic - 2P – 10 A</b> Interruptor magnetotèrmic 2P 10 A, dissenyat per a protecció contra sobrecàrregues i curtcircuits en sistemes elèctrics. Amb dos pols i un corrent nominal de 10 A, ofereix desconexió automàtica per prevenir danys i assegurar la seguretat en instal·lacions residencials i industrials. Compleix	2	14.7	29.4



	amb les normatives IEC/EN 60898-1, garantint un rendiment fiable en aplicacions de baixa tensió.			
0012	<b>Sensor inductiu</b> Sensor inductiu IP67, PNP normalment tancat (NC), rosca metàl·lica M18x1, enrasat, distància de commutació 8 mm	15	17.9	268.5
0013	<b>Interruptor automàtic magnetotèrmic 2P 6 A 230/400V AC</b> Interruptor automàtic magnetotèrmic 2P 6 A 230/400 V AC, corba C, capacitat de tall 6 kA, muntatge en carril DIN, conforme a IEC/EN 60898-1.	1	8	8
0014	<b>Magnetotèrmic, Acti9 iC60N, 2P, 4 A,</b> Interruptor automàtic magnetotèrmic Acti9 iC60N 2P 4 A 24V DC, corba C, capacitat de tall 6 kA, muntatge en carril DIN, conforme a IEC/EN 60898-1.	2	158.24	316.48
0015	<b>Interruptor magnetotèrmic; Acti9 iC60N; 2P; 2 A;</b> Interruptor automàtic magnetotèrmic Acti9 iC60N 2P 2 A 24 V DC, corba C, capacitat de tall 6 kA, muntatge en carril DIN, conforme a IEC/EN 60898-1.	2	158.24	316.48
0016	<b>SIMATIC S7-1500</b> SIMATIC S7-1500F, CPU 1510SP F-1 PN PER A ET 200SP, Mòdul central amb memòria central 150 kB per a programa i 750 kB per a dades	1	914.32	914.32
0017	<b>S7-1500, DI 16X24VDC HF</b> SIMATIC S7-1500, Mòdul d' ED ED 16 x DC24 V, 16 canals en grups de 16; retard de les entrades 0,05..20 MS;; tipus d'entrada 3 (CEI 61131); Diagnòstic; Alarmes de procés	6	203.09	1218.54
0018	<b>S7-1500, AI 8XU/I/RTD/TC ST</b> SIMATIC S7-1500, Mòduls d' entrada analògica. EA 8 x U/I/RTD/TC, 16 Bits resolució, precisió 0,3%, 8 canals en grups de 8,	14	596.97	8357.58
0019	<b>Ordinador</b> PcCom Work Intel Core i5-12400 / 16 GB / 500 GB SSD + Windows 11 Home	1	508.65	508.65
0020	<b>Monitor ordinador</b> Monitor Acer SA322Q A ZeroFrame 31.5" LED IPS FullHD 75Hz 1ms FreeSync	1	179.99	179.99
0021	<b>Armari elèctric</b> Armari base, PrismaSeT G, IP30, 600 mm (an.) x 1.580 mm (alt.), 27 Mòduls	1	1461.89	1461.89
0022	<b>Gastos variats</b> Conectors, accesoris de muntatge, cargols, etc.	1	500	500
0110	<b>Compost aïllant</b> Compost aïllant de Cautxú Raytech, Kit de 500 g, cura 10 min	1	77.30	77.30
	<b>Costs vinculats a amidaments</b>	1		1052.6
<b>TOTAL</b>				<b>22689.25</b>

## 7.2 Desglossament de costos per amidaments

Costs relacionats amb els materials necessaris per a la instal·lació del sistema. Aquí es consideren aspectes com els metres de cablejat, materials per a la fixació dels cables, canals de cablejat, segellants impermeables i altres elements essencials per a garantir una instal·lació segura i eficient. Es proporciona un desglossament detallat del cost per metre de cablejat, tipus de materials utilitzats, i el cost total estimat d'aquests materials. Els valor de les distàncies s'han tingut en compte amb el plànol general de la distribució del cablejat i el número de línies de cada alimentació que ha de passar.

CODI	DESCRIPCIÓ	QUANTITAT	PREU (€)	IMPORT (€)
0100	<b>Mànega 5X6 mm.</b> Mtr Manguera 5X6 mm. PVC FLEXIBLE RV-K 0,6/1KV -CPR-	20 metres	3.84	136.8
0101	<b>Cable 6 mm</b> Mtr cable 6 mm <sup>2</sup> . Cable Flexible Lliure de Halògen	10 metres	1.15	11.5
0102	<b>Cable 2,5 mm</b> Mtr cable 2,5 mm <sup>2</sup> . Lliure d'Halògen -CPR-	20 metres	0.64	12.8
0103	<b>Mànega 3X6 mm.</b> Mtr Manguera 3X6 mm. FLEXIBLE PVC RV-K	40 metres	3.24	129.6
0104	<b>Cable flexible unipolar 1 mm</b> Cable flexible d' 1 mm <sup>2</sup> de secció, color vermell, especialment dissenyat per a cablejat intern d' armaris elèctrics, caixes d' interruptors i aparells elèctrics. Dissenyat sota la normativa CPR (EN 50575)	900 metres	0.34	306
0105	<b>Cable flexible unipolar 1 mm</b> Cable flexible d' 1 mm <sup>2</sup> de secció, color negre, especialment dissenyat per a cablejat intern d' armaris elèctrics, caixes d' interruptors i aparells elèctrics. Dissenyat sota la normativa CPR (EN 50575)	900 metres	0.34	306
0106	<b>Mànega 3X2.5 mm</b> Mtr Manguera 3X2,5 mm. PVC FLEXIBLE RV-K	40 metres	2.21	88.4
0107	<b>Safata portacables</b> Safata portacables RS PRO d' Acer galvanitzat Sendzimir, dim. 3 m x 100 mm x 60 mm	10 metres	6.15	61.5
0108	<b>Carril DIN</b> Carril DIN Perforat d' Acer RS PRO, dim. 500 mm x 35 mm x 7.5 mm, rail simètric	1.5 metres	5.19	7.78
0109	<b>Conducte flexible</b> Conducte flexible RS PRO de Plàstic Gris, long. 5 m, Ø 16 mm, IP55	150 metres	1.34	201
<b>TOTAL</b>				<b>1052.6</b>

## 7.3 Costos d'instal·lació i manteniment

L'anàlisi de costos inclou tant les despeses relacionades amb la instal·lació del sistema de monitorització i automatització al Celler Carles Andreu com el manteniment anual necessari per assegurar el seu funcionament òptim a llarg termini. Es detallen 2 escenaris, amb la instal·lació a càrrec dels propis treballadors del celler com amb la instal·lació a càrrec d'una empresa externa. També es detallen les diferents fases d'instal·lació, com la col·locació i connexió de sensors i actuadors, així com la programació del PLC i la integració de tot el sistema. També s'aborden les tasques de manteniment que es realitzaran per garantir la durabilitat i fiabilitat del sistema.

### 7.3.1 Instal·lació i manteniment a càrrec del celler

Aquest apartat proporciona una anàlisi detallada dels costos associats amb la instal·lació i el manteniment del sistema de monitorització i automatització al celler. Inclou els costos de mà d'obra necessaris per a la instal·lació de components, així com una estimació dels costos associats amb el manteniment regular del sistema per garantir-ne el correcte funcionament a llarg termini.

El fet de que es plantegi que aquesta instal·lació vagi a càrrec dels propis treballadors del celler es deu a la familiaritat amb les instal·lacions i a la seva capacitat per dur a terme tasques tècniques.

#### Instal·lació del sistema

El procés d'instal·lació del sistema implica la col·locació i connexió de tots els sensors i actuadors i les proteccions associades. Aquest procés també inclou la programació del PLC, la configuració de la interfície HMI i la integració de tots els components en un sistema funcional.

Els principals costos d'instal·lació es desglossen en les següents àrees:

- **Connexió dels sensors i proteccions:** Inclou el cablejat i la fixació dels sensors en les ubicacions designades dins del celler. Es garantirà que totes les connexions siguin impermeables, per evitar problemes de corrosió i garantir la durabilitat del sistema. Això inclou l'ús de segellant i connectors resistents a l'aigua.
- **Programació del PLC:** La programació del PLC és una part crítica de la instal·lació, ja que és el cervell que controla tots els sensors i actuadors del sistema. Aquesta tasca inclou la configuració de totes les variables, la creació dels diagrames de blocs necessaris, i la integració amb la interfície HMI per permetre la monitorització i control del sistema d'interfície gràfica pels treballadors del celler.
- **Integració i proves:** Després de la instal·lació i programació, és essencial realitzar una sèrie de proves per garantir que tots els components funcionin correctament i que la integració entre el PLC, els sensors, i la interfície HMI sigui òptima. Aquesta fase també inclou l'ajust dels paràmetres del sistema segons les necessitats específiques del procés de vinificació.

## Manteniment del sistema

El manteniment del sistema es realitzarà anualment per garantir el bon estat de tots els components i la continuïtat del seu correcte funcionament. Les activitats principals de manteniment inclouen:

- **Revisió de l'estat dels sensors:** Es verificarà que tots els sensors estiguin funcionant correctament i que les seves lectures siguin precises. En particular, es revisarà l'estat dels sensors de temperatura, de nivell i de porta oberta, assegurant-se que no hi hagi cap senyal de degradació o mal funcionament.
- **Inspecció de les proteccions i connexions:** Les proteccions s'inspeccionaran per assegurar que no hi hagi cap senyal de deteriorament, com ara corrosió o acumulació de brutícia, que pugui comprometre el funcionament del sistema o en un pitjor dels casos, causar un incendi. Les connexions es revisaran per assegurar que continuen sent impermeables i que no hi hagi signes de desgast o danys que puguin provocar fallades en el sistema.

Al realitzar-se amb la mà d'obra interna del celler, els costos associats amb la instal·lació es limitaran als materials necessaris i no inclouran despeses externes significatives. Aquesta auto execució aporta una reducció substancial dels costos.

El manteniment anual es preveu també realitzat pel personal del celler, amb un mínim impacte en el pressupost, limitant els costos a materials de substitució i a les hores dedicades a la revisió i reparació dels components del sistema. Això proporciona un sistema de monitorització i control amb un cost operatiu baix, assegurant alhora un alt nivell de funcionalitat i durabilitat.

### 7.3.2 Instal·lació i manteniment a càrrec d'una empresa externa

En el cas de que aquesta tasca l'hagués de executar una empresa externa, tant la instal·lació com el manteniment, els costos associats aproximadament serien els següents:

#### 1. Mà d'obra especialitzada:

- Nombre d'hores estimades per a la instal·lació:
  - Instal·lació de sensors i proteccions: 120 hores.
  - Programació del PLC: 40 hores.
  - Instal·lació del cablejat: 60 hores.
  - Supervisió del projecte: 20 hores.
- Total hores estimades: 240 hores.
- Cost per hora de mà d'obra especialitzada: 50 €/hora.
- Cost total de mà d'obra: 240 hores \* 50 €/hora = 12.000 €

#### 2. Desplaçaments:

- Cost estimat per desplaçaments: 500 € (variable segons distància).
- Cost total per desplaçaments: 500 €



### 3. Supervisió i coordinació del projecte:

- Aquestes tasques estan incloses en les hores de treball de supervisió, però poden afegir-se costos addicionals per a la gestió del projecte en funció del volum de treball i de les necessitats específiques.
- Cost addicional per supervisió del projecte: 1.000 €.

### 4. Costos de subcontractació:

- Subcontractació de serveis especialitzats (fabricació de suports personalitzats, adaptacions de tines, etc.): 2.500 €.

Cost Total d'Instal·lació amb Empresa Externa:

- Cost total de mà d'obra: 12.000 €
- Cost total per desplaçaments i allotjament: 500 €
- Supervisió i coordinació: 1.000 €
- Subcontractació: 2.500 €
- Cost total d'instal·lació: 16.000 €

### Manteniment del sistema amb empresa externa

El manteniment anual del sistema automatitzat és crucial per assegurar-ne la fiabilitat i longevitat. El manteniment adequat inclou la revisió de tots els sensors, proteccions, i el PLC, així com l'actualització del programari si és necessari.

#### 1. Revisió Anual de Sensors i Proteccions:

- Nombre d'hores estimades per revisió de sensors i proteccions: 8 hores.
- Cost per hora de mà d'obra especialitzada: 50 €/hora.
- Cost total de revisió: 8hores \* 50 €/hora = 400 €

#### 2. Revisió i Actualització del Programari del PLC:

- Nombre d'hores estimades per actualització del programari: 1 hores.
- Cost per hora de mà d'obra especialitzada: 50 €/hora.
- Cost total per actualització del PLC: 1 hora \* 50 €/hora = 50 €

#### 3. Revisió de les Connexions Impermeables:

- Nombre d'hores estimades per revisió de connexions: 2 hores.
- Cost per hora de mà d'obra especialitzada: 50 €/hora.
- Cost total de revisió de connexions: 2 hores \* 50 €/hora = 100€

#### 4. Revisió de Sistemes de Protecció i Substitució de Components:

- Cost estimat per materials de substitució i petites reparacions: 100 €.

Cost Total de Manteniment Anual amb Empresa Externa:

- Cost total de revisió anual de sensors i proteccions: 650€



- Cost total per actualització del programari del PLC: 450 €
- Cost total per revisió de connexions impermeables: 100 €
- Cost estimat per materials de substitució: 100 €
- Cost total de manteniment anual: 650 €

Conclusió: El cost d'instal·lació i manteniment amb una empresa externa és considerable, però garanteix un alt nivell de qualitat i professionalitat en la implementació del sistema. El cost total inicial de la instal·lació seria de 16.000 €, mentre que el cost de manteniment anual se situaria en 650 €. Tot i que això suposa una inversió significativa, és essencial per garantir el bon funcionament i la durabilitat del sistema automatitzat al celler.

## 8. Plec de condicions

### 1. Objectiu

Aquest plec de condicions té per objectiu establir les especificacions tècniques, normatives, i materials a utilitzar per a la instal·lació elèctrica i altres sistemes associats en un celler vinícola, garantint la seguretat, funcionalitat i durabilitat de les instal·lacions.

### 2. Normativa aplicable

La instal·lació elèctrica i els materials utilitzats al celler vinícola hauran de complir les següents normatives i reglaments:

- **Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió (REBT) RD 842/2002:** Normativa espanyola que regula les instal·lacions elèctriques de baixa tensió, incloent-hi la seguretat i qualitat de les instal·lacions.
- **Normes UNE (Una Norma Española):** Normatives que estableixen estàndards específics per a la qualitat i seguretat dels materials i components utilitzats.
- **Normativa ATEX (Atmospheres Explosibles):** Regula les instal·lacions i equips elèctrics en zones amb risc d'atmosferes explosives, com podria ser el cas de certs espais en un celler.
- **Reglament de Seguretat contra Incendis (RSCIEI):** Aplicable a establiments industrials, com un celler, per prevenir i protegir contra incendis.
- **IEC 60204-1:** Norma internacional sobre seguretat de les màquines, part 1: Equip elèctric de les màquines, aplicable als sistemes d'automatització industrial.
- **IEC 61131-2:** Norma que especifica els requisits de seguretat i compatibilitat electromagnètica per als PLC (Controladors Lògics Programables) i altres dispositius d'automatització.

### 3. Materials i components a utilitzar

#### 3.1. Conductors elèctrics

- **Tipus de cablejat:** Els cables elèctrics utilitzats hauran de ser amb aïllament de PVC o halogenat, complint amb la normativa UNE 21123.
- **Secció dels conductors:** Segons la potència a subministrar, la secció mínima per als conductors serà de 2,5 mm<sup>2</sup> per circuits d'enllumenat i 4 mm<sup>2</sup> per circuits de preses de corrent.
- **Aïllament:** Els cables han de ser aïllats adequadament per suportar la humitat, possibles vessaments de líquids, i temperatures extremes presents en un celler vinícola.

#### 3.2. Sistemes d'alimentació a 24 V DC

- **Fonts d'alimentació:** Les fonts d'alimentació que converteixen la tensió de 230V AC a 24V DC han de complir amb les normes IEC 61558 i tenir protecció contra sobretensions i curtcircuits.
- **Protecció contra curtcircuits:** És imprescindible instal·lar proteccions específiques per a circuits de 24V DC, com fusibles o disjuntors adequats a la baixa tensió.

#### 3.3. Cablejat per a 24V DC

- **Tipus de cablejat:** Els cables per a sistemes d'automatització a 24V DC seran de coure, amb aïllament de PVC o halogenat, seguint la norma UNE 21031-1.
- **Secció dels conductors:** Per a circuits de control a 24V DC, la secció mínima dels conductors serà de 1,5 mm<sup>2</sup>, depenent de la longitud del cablejat i la càrrega prevista.



- **Protecció IP:** Tots els cables i conductors que transportin 24V DC han d'estar protegits amb una classificació mínima IP55 per resistir la humitat i altres condicions adverses del celler.

### 3.4. PLC i components d'automatització

- **PLC (Controladors Lògics Programables):** Els PLC utilitzats per a la gestió i control dels sistemes automatitzats hauran de ser compatibles amb 24V DC, i complir amb les normes IEC 61131-2 per a seguretat i EMC.
- **Sensors i actuadors:** Els sensors i actuadors utilitzats amb sistemes de 24V DC han de ser de baixa potència, amb protecció contra la inversió de polaritat i curtcircuits.
- **Interfícies d'usuari (HMI):** Les interfícies de control hauran d'estar alimentades a 24V DC, amb pantalles resistents a la humitat i amb protecció IP65.

### 3.5. Quadre elèctric

- **Proteccions:** El quadre elèctric ha de comptar amb proteccions diferencials i automàtiques adequades, seguint el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió (REBT).
- **Interruptor diferencial:** Per la protecció contra contactes indirectes, es disposarà un interruptor diferencial de 30 mA.
- **Disjuntors:** Cada circuit de la instal·lació ha de tenir un disjuntor adequat a la seva càrrega, seguint les normatives de REBT.

### 3.6. Connexions i proteccions

- **Connexions:** Totes les connexions de sistemes d'automatització a 24V DC han de ser segures i resistents a la corrosió, utilitzant connectors estancs amb classificació IP67 per assegurar la seva durabilitat en un entorn vinícola.
- **Protecció contra interferències:** Es recomana l'ús de cables apantallats per evitar interferències electromagnètiques (EMI) en els sistemes de 24V DC.

### 3.7. Sensors i equips de Control

- **Sensors:** Tots els sensors utilitzats en la monitorització (temperatura, nivell, comporta) han de ser d'alta precisió i estar protegits contra la humitat i corrosió, amb protecció IP68.
- **PLCs i altres equips de control:** Han de ser instal·lats en caixes estancs, amb protecció IP65 com a mínim, per a evitar danys per humitat i pols.

### 3.8. Motors i electrovàlvules

- **Motors:** Els motors han de ser de tipus estanc, amb una protecció mínima IP55, i amb aïllament adequat per resistir les condicions d'un celler.
- **Electrovàlvules:** Han de ser resistents a la corrosió i amb protecció IP68 per garantir el seu funcionament en presència de líquids.

### 3.9. Sistemes de connexió i protecció

- **Connexions:** Totes les connexions elèctriques han de ser impermeables i protegides contra la corrosió. S'utilitzaran connectors estancs i segelladors per evitar infiltracions d'aigua.

### 3.10. Cablejat i conductes

- **Cablejat:** Tot el cablejat es realitzarà de manera optimitzada, per minimitzar l'impacte visual i garantir la seguretat. S'utilitzaran canals i conductes estancs de PVC o d'acer inoxidable segons les necessitats de cada àrea.
- **Conductes de protecció:** Els conductes han de garantir la protecció del cablejat contra la humitat, calor, i possibles danys mecànics.

## 4. Condicions d'instal·lació

### 4.1. Instal·lació elèctrica

- **Requisits d'instal·lació:** Totes les instal·lacions han de ser realitzades per personal qualificat i complir amb les normatives vigents.
- **Cablejat i conducció:** El cablejat per a 24 V DC es farà a través de conductes específics per a baixa tensió, mantenint la separació adequada de cables d'altres sistemes de potència per evitar interferències.
- **Aïllament:** Es prestarà especial atenció a l'aïllament i protecció de les instal·lacions per prevenir riscos d'electrocució o curtcircuits.
- **Connexions a terra:** Tots els equips elèctrics han d'estar connectats a una presa de terra adequadament dimensionada segons la normativa.

### 4.2. Muntatge i connexió dels sensors

- **Sensors:** Els sensors s'instal·laran en els punts indicats, amb protecció adequada per resistir la humitat i la presència de substàncies corrosives.
- **Muntatge del PLC i components de control:** El muntatge del PLC i altres equips de control es farà en armaris estancs, amb ventilació adequada si cal, per evitar la condensació i altres problemes d'humitat.

### 4.3. Verificació i posada en marxa

- **Proves i verificació:** Després de la instal·lació, es realitzaran proves exhaustives per garantir que tot el sistema funciona correctament, complint amb les normatives de seguretat.
- **Documentació:** Es lliurarà tota la documentació tècnica necessària, incloent els certificats de conformitat amb la normativa.

### 4.4. Manteniment preventiu

- **Revisions periòdiques:** Es planificaran revisions periòdiques per garantir el bon estat de les instal·lacions i evitar fallades. Aquestes revisions inclouran la verificació dels sensors, conductors, i altres components.
- **Substitució de components:** Es recomana tenir un pla de substitució de components amb un cicle de vida limitat, com sensors i electrovàlvules, per mantenir l'eficiència del sistema.

## 5. Seguretat i salut en el treball

- **Protecció individual:** Els treballadors han d'usar equips de protecció individual (EPI) durant la instal·lació i el manteniment, especialment en zones amb risc d'explosió o alta humitat.
- **Formació:** El personal ha d'estar degudament format en seguretat elèctrica i conèixer les normatives aplicables.



## 9. Conclusions del Projecte

La implantació del sistema de monitorització i automatització del Celler Carles Andreu suposa un canvi significatiu en la facilitat i eficiència de controlar tots els paràmetres clau del procés d'elaboració del vi. Especialment durant el període de collita, el més crític de l'any. El sistema permetrà un control complet de les tines, reduint la necessitat d'una supervisió constant i permetent als treballadors centrar-se en altres tasques importants.

Tot i que el sistema és car d'instal·lar, els beneficis a llarg termini, com ara la reducció de les hores de treball i l'augment de l'eficiència operativa, justifiquen la inversió. En el futur, serà possible ampliar la funcionalitat del sistema per incloure el control remot de la seva configuració mitjançant un ordinador o fins i tot un dispositiu mòbil, permetent el control total del celler des de qualsevol lloc.

En transcurs del projecte, s'ha considerat la incorporació d'un sensor de densitat (densímetre), un dispositiu que podria oferir informació addicional molt valuosa. No obstant això, a causa del seu cost elevat, la seva tecnologia recent i el fet que només s'utilitzaria durant el procés de verema, s'ha decidit no incloure'l en aquesta fase del projecte. A més, l'impacte de fer aquesta tasca manualment és mínim, per la qual cosa no es justifica el cost-benefici d'incorporar aquest element en el sistema automatitzat.

Finalment, les interfícies gràfiques del sistema s'han dissenyat tenint en compte les necessitats específiques del responsable del celler, assegurant que el sistema sigui fàcil d'utilitzar i que s'adapti perfectament a les operacions diàries. Amb la implementació d'aquest sistema, el celler valora positivament la millora que suposarà en la gestió i control del procés de vinificació, anticipant una major eficiència i qualitat en la producció de vi.

## 10. Agraïments

Vull expressar el meu sincer agraïment al Celler Carles Andreu per la confiança dipositada en mi per dur a terme aquest projecte. En particular, vull agrair al propietari, Carles Andreu, i a l'encarregat, per proposar-me aquest repte de millorar les operacions del celler i facilitar el treball diari de tots els que hi col·laboren. Després de passar tants estius treballant al celler, és satisfactori que comptin amb tu per poder contribuir a millorar les instal·lacions i veure com la meva feina pot tenir un impacte positiu en un lloc que conec tan bé.

També voldria agrair a l'enòleg del celler per les seves valuoses idees i per compartir la seva experiència en l'aplicació de tecnologies avançades en cellers de major envergadura. La seva col·laboració ha estat fonamental per inspirar solucions innovadores i eficients que podran aplicar-se al Celler Carles Andreu.

Finalment, el meu agraïment al meu tutor, Xavier Vilanova, per acceptar guiar aquest treball i per tot el suport i orientació que m'ha brindat al llarg del procés. Gràcies a tots per fer possible aquesta iniciativa i per la vostra confiança en el meu treball.



## 11. Referències Bibliogràfiques

Llista exhaustiva de les fonts d'informació utilitzades. Les referències inclouen webs de fabricants i proveïdors de components elèctrics i automatitzats, així com recursos per a la selecció i implementació de sistemes de control i protecció. Aquestes fonts ofereixen informació valuosa sobre components específics, normatives de seguretat, i tècniques d'instal·lació, i són essencials per assegurar la precisió i fiabilitat del projecte. A continuació detallada una llista de les fonts consultades:

- Siemens AG - Solucions d'Automatització i Control
  - Siemens Automation Solutions
- RS Online - Components Electrònics i D'automatització
  - RS Online Automation Products
- Schneider Electric - Proteccions i Control
  - Schneider Electric Circuit Protection
- Honeywell - Sensors and Control Systems
  - Honeywell Control Systems
- Rockwell Automation - PLC i Components de Control
  - Rockwell Automation PLCs
- National Instruments - Solucions de Mesura i Control
  - National Instruments Measurement Solutions
- Beckhoff Automation - Tecnologies d'Automatització
  - Beckhoff Automation Technology
- Bosch Rexroth - Solucions de Control i Automatització
  - Bosch Rexroth Control Solutions
- Phoenix Contact - Tecnologia de Connexió i Control
  - Phoenix Contact Connection Technology
- Omron - Sensors i PLCs
  - Omron Sensors and PLCs
- ABB - Components d'Automatització Industrial
  - ABB Industrial Automation
- Mouser Electronics - Components Electrònics i Automatització
  - Mouser Automation Components
- Eaton - Proteccions i Automatització
  - Eaton Protection and Automation
- Panasonic - Components d'Automatització i Control
  - Panasonic Automation Components
- Siemens Industry - Equipament i Solucions d'Automatització
  - Siemens Industry Equipment
- RS Components - Solucions de Control i Automatització
  - RS Components Control Solutions
- GE Automation - Solucions de Control i Monitorització
  - GE Automation Solutions
- Schneider Electric - Solucions per a Automatització a Baixa Tensió
  - Schneider Low Voltage Automation
- Keysight Technologies - Equip de Mesura i Control
  - Keysight Measurement Equipment
- WAGO - Automatització i Tecnologia de Connexió
  - WAGO Automation Technology

