



Universidad
Zaragoza

Proyecto Fin de Carrera

Proceso de fabricación de mermelada de fresa
para una producción de 600.000 kilos al año.

Titulación

Ingeniería técnica industrial (Química industrial)

Autor

Andrés Manuel Sanz Millán

Directora

Ana Cristina Royo Sanchez

Mayo 2015 / E.I.N.A.



Universidad
Zaragoza

Proyecto Fin de Carrera

MEMORIA Y ANEJOS

Proceso de fabricación de mermelada de fresa
para una producción de 600.000 kilos al año.

Titulación

Ingeniería técnica industrial (Química industrial)

Autor

Andrés Manuel Sanz Millán

Directora

Ana Cristina Royo Sanchez

Mayo 2015 / E.I.N.A.

MEMORIA Y ANEJOS A LA MEMORIA

INDICE

1. MEMORIA	11
1.1. Antecedentes	13
1.2. Objeto del proyecto	14
1.3. Situación.....	15
1.3.1. Comunicación y transporte.....	15
1.3.2. Terrenos.....	16
1.4. Proceso de fabricación.....	17
1.5. Justificación del proceso de fabricación	18
1.5.1. Tipo y estado de la fresa	18
1.5.2. Proceso de elaboración.....	18
1.6. Balance de materia	21
1.7. Materias Primas	22
1.7.1. Fresas	22
1.7.2. Sacarosa	23
1.7.3. Pectina	24
1.7.4. Ácido cítrico.....	26
1.8. Equipos industriales	27
1.8.1. Silos	27
1.8.1.1. Silos fresas	27
1.8.1.2. Silos Azúcar.....	27
1.8.1.3. Silo pectina	27
1.8.2. Marmitas	28
1.8.2.1. Marmita principal.....	28
1.8.2.2. Marmita secundaria	28
1.8.3. Línea de tarros	29
1.8.3.1. Lavadora de tarros.....	29
1.8.3.2. Secadora de tarros	29
1.8.3.3. Llenadora de tarros – cerradora	30
1.8.3.4. Etiquetadora de tarros	30
1.8.3.5. Empaquetadora automática.....	31
1.8.4. Cintas transportadoras.....	32
1.8.4.1. Cinta tipo 1 de bandas recta	32

1.8.4.2.	Cinta tipo 2, de bandas recta	33
1.8.4.3.	Cinta tipo 3, de charnelas recta	33
1.8.4.4.	Cinta tipo 4, de charnelas curva	34
1.8.4.5.	Cinta tipo 5. Mesa rotatoria	35
1.8.4.6.	Cinta tipo 6. Rodillos por gravedad recta	36
1.8.4.7.	Cinta tipo 7. Rodillos motorizada curva.....	36
1.8.5.	Equipos Complementarios	37
1.8.5.1.	Carretilla elevadora eléctrica	37
1.8.5.2.	Báscula	37
1.8.5.3.	Grúa portátil	38
1.8.5.1.	Calentador de agua	38
1.8.5.1.	Depósito de agua fría.....	38
1.8.6.	Cámara frigorífica.....	39
1.8.6.1.	Sala de frigorífica	39
1.8.6.2.	Equipo frigorífico	39
1.9.	Instalación luminarias.....	40
1.10.	Instalación electrificación.....	41
1.11.	Instalación protección.....	41
1.12.	Instalación tuberías.....	44
1.13.	Instalación bombas.....	46
1.14.	Descripción de los trabajos.....	47
1.15.	Estudio Seguridad y Salud.....	51
1.15.1.	Seguridad y Salud en los trabajos de construcción, montaje e instalación.	51
1.15.1.1.	Trabajos de excavación, rasanteado y tapado.	51
1.15.1.2.	Trabajos de montaje de tuberías subterráneas.	53
1.15.1.3.	Trabajos de hormigonado, incluidos encofrado, desencofrado y ferrallado.	54
1.15.1.4.	Trabajos de montaje e instalación de equipos.....	56
1.15.1.5.	Trabajos de montaje de luminarias y bandejas.....	58
1.15.1.6.	Trabajos de montaje eléctrico.....	60
1.15.1.7.	Trabajos de montaje de tuberías no subterráneas, accesorios, bombas, etc.	62
1.15.1.8.	Trabajos de pintura.....	63

1.15.1.9.	Instalaciones y botiquín.	65
1.15.1.10.	Plan de Seguridad y Salud.	65
1.15.2.	Seguridad y Salud en las instalaciones una vez terminada la obra.	66
1.15.2.1.	Riesgo de incendios.....	66
1.15.2.2.	Delimitación de las zonas de trabajo.	66
1.15.3.	Presupuesto para Seguridad y Salud.....	67
1.16.	Presupuesto.....	69
2.	ANEJOS	70
2.1.	ANEJOS N°1: Justificación del proceso de producción.....	72
2.1.1.	Obtención y acondicionamiento de la fresa.....	72
2.1.2.	Tipos de procesos de elaboración.....	73
2.1.3.	Preparación de las materias primas para su cocción	74
2.1.4.	Transporte de las materias primas del silo a la marmita de cocción	75
2.1.5.	Lavado de las fresas	75
2.1.6.	Cocción de la mermelada.....	75
2.1.7.	Línea de tarros	77
2.2.	ANEJO N°2: Balance de materia.....	79
2.3.	ANEJO N°3: Equipos industriales	83
2.3.1.	Silos	83
2.3.1.1.	Silos fresas	83
2.3.1.2.	Silos azúcar	84
2.3.1.3.	Silo pectina	86
2.3.2.	Marmitas	87
2.3.2.1.	Marmita principal.....	87
2.3.2.2.	Marmita secundaria	89
2.3.3.	Línea de tarros	92
2.3.3.1.	Lavadora de tarros.....	92
2.3.3.2.	Secadora de tarros	94
2.3.3.3.	Llenadora de tarros – cerradora	95
2.3.3.4.	Etiquetadora de tarros	97
2.3.3.5.	Empaquetadora automática.....	98

2.3.4.	Circuito nº1: Transporte de fresas desde silo portátil hasta marmita de cocción principal.....	100
2.3.4.1.	Cinta 1 de bandas recta.....	100
2.3.4.2.	Cinta 2 de bandas recta.....	103
1.1.1	Circuito nº2: Transporte de tarros desde carga manual hasta empaquetado final	107
2.3.4.3.	Cintas tipo 3 de charnelas recta	107
2.3.4.4.	Cintas tipo 4 de charnelas curva.....	108
2.3.4.5.	Cinta tipo 5 mesa rotatoria.....	109
2.3.4.1.	Cinta tipo 6 de rodillos por gravedad recta.	111
2.3.4.2.	Cinta tipo 7 de rodillos motorizada curva.	111
2.3.5.	Equipos Complementarios	113
2.3.5.1.	Carretilla elevadora eléctrica	113
2.3.5.2.	Báscula	114
2.3.5.3.	Grúa portátil	114
2.3.5.4.	Calentador de agua.	115
2.3.5.1.	Depósito agua fría.....	116
2.4.	ANEJO N°4: Cámara frigorífica	117
2.4.1.	Cálculo de las necesidades térmicas	117
2.4.2.	Datos y cálculos previos.....	118
2.4.2.1.	Cálculo del volumen y superficie de transmisión de la cámara.....	118
2.4.2.2.	Cálculo de la masa de pulpa de fresas almacenable en la cámara	119
2.4.2.3.	Determinación de la temperatura máxima exterior ...	120
2.4.2.4.	Cálculo del coeficiente global de transmisión	121
2.4.2.5.	Estimación de las cargas térmicas.....	122
2.4.2.6.	Carga térmica por transmisión de calor en paredes, suelo y techo.....	123
2.4.2.7.	Carga térmica debida a los servicios (luces, personas, entrada de carretilla, etc.)	124
2.4.2.8.	Carga térmica debido a las infiltraciones	124
2.4.2.9.	Carga térmica por enfriamiento de género	125
2.4.2.10.	Carga térmica de respiración.....	126

2.4.2.11.	Carga térmica debida al calor desprendido por los ventiladores	126
2.4.3.	Potencia frigorífica y selección de equipo	128
2.5.	ANEJO N°5: Lavado de fresas	130
2.5.1.	Descripción	130
2.5.2.	Cálculo de aspersion	131
2.6.	ANEJO N°6: Cálculo de luminarias	134
2.6.1.	Introducción.....	134
2.6.2.	Cálculo de número de luminarias en el vestuario masculino	134
2.6.2.1.	Cálculo del flujo luminoso total necesario	135
2.6.2.2.	Cálculo del número de luminarias.....	135
2.6.2.3.	Coeficiente de utilización	136
2.6.2.4.	Coeficiente de mantenimiento	139
2.6.2.5.	Distribución de las luminarias	140
2.6.3.	Vestuario femenino	141
2.6.4.	Pasillo vestuarios	141
2.6.5.	Laboratorio	142
2.6.6.	Pasillo Laboratorio.....	142
2.6.7.	Oficinas	142
2.6.8.	Pasillo oficinas.....	142
2.6.9.	Entrada.....	142
2.6.10.	Almacén de recepción de mercancías	143
2.6.11.	Cámara frigorífica.....	143
2.6.12.	Almacén de salida de mercancías.....	143
2.6.13.	Planta de producción.....	144
2.7.	ANEJO N°7: Cálculo electrificación	146
2.7.1.	Introducción.....	146
2.7.2.	Cálculos	147
2.7.3.	Alumbrado	148
2.7.3.1.	Alumbrado interior.....	148
2.7.3.2.	Alumbrado exterior.....	180
2.7.4.	Fuerza	180
2.7.4.1.	Fuerza producción	180

2.7.4.2.	Fuerza Oficinas-Vestuarios.....	190
2.7.4.3.	Fuerza centro frigorífico.....	191
2.7.4.4.	Fuerza agua.....	191
2.8.	ANEJO N°8: Cuadro eléctrico de protección.....	193
2.8.1.	Introducción.....	193
2.8.2.	Selección de interruptores.....	194
2.8.2.1.	Alumbrado Interior.....	195
2.8.2.2.	Alumbrado exterior.....	199
2.8.2.3.	Fuerza.....	200
2.9.	ANEJO N°9: Cálculo de tuberías.....	211
2.9.1.	Introducción.....	211
2.9.2.	Estimación de consumo de agua caliente.....	211
2.9.2.1.	Marmita principal.....	211
2.9.2.2.	Lavado de tubería desde marmita principal hasta máquina de llenado.....	212
2.9.2.3.	Marmita secundaria.....	212
2.9.2.4.	Tubería de marmita secundaria hasta marmita principal.....	213
2.9.3.	Estimación de consumo de agua fría.....	213
2.9.3.1.	Lavado de fresas.....	213
2.9.3.2.	Lavadora de tarros 1.....	214
2.9.3.3.	Lavadora de tarros 2.....	214
2.9.4.	Calculo de pérdidas de carga por tramos.....	214
2.9.4.1.	Agua caliente.....	217
2.9.4.2.	Agua fría.....	231
2.10.	ANEJO N°10: Cálculo de bombas.....	244
2.10.1.	Introducción.....	244
2.10.2.	Bombas Lobulares.....	244
2.10.3.	Bomba de vacío con chorro de agua como medio motriz.....	245
2.10.4.	Bombas de aspiración.....	250
2.10.4.1.	Conceptos de cálculo.....	250
2.10.4.2.	Bomba 1: Agua fría.....	251
2.10.4.3.	Bomba 2: Agua caliente.....	252

2.10.4.4. Características técnicas de las bombas de aspiración ..
..... 254

1. MEMORIA

1.1. Antecedentes

El 27 de mayo de 2005 se aprueba por el Ayuntamiento de Ayerbe la redacción del proyecto de Obras de Urbanización del Parque Industrial de Ayerbe.

El 16 de junio de 2005 aparece publicado en el BOA, sección Huesca, el informe favorable de la C.P.O.T. de Huesca para la realización del proyecto.

El 10 de agosto de 2007 aparece la resolución del Instituto Aragonés de Gestión Ambiental por la que se resuelve no someter al procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental el <<Proyecto de Urbanización del Parque Industrial de Ayerbe>> promovido por el Ayuntamiento de Ayerbe.

En 2008 la crisis de la economía Española se empieza a agravar, lo que hace que para la finalización de las obras de urbanización y construcción del Parque Industrial de Ayerbe, la tendencia del sector industrial se convierte en recesión, lo que provoca que el Polígono Industrial de Ayerbe tenga una ocupación mínima una vez ejecutada la obra y hasta día de hoy.

Por otro lado, la economía de la zona está basada en dos segmentos, la agricultura y turismo. La agricultura, mayoritariamente de secano, está estancada dado que la política autonómica y nacional ha enfocado como puntos de desarrollo otros lugares como la comarca de los Monegros. Y el turismo, pese al auge turístico de la zona con lugares emblemáticos como Riglos o el Castillo de Loarre, y el más que creciente turismo de aventura, basado en deportes acuáticos en el Río Gállego, está en riesgo si el recrecimiento de la presa de Biscarrués se lleva a cabo.

El estancamiento de la agricultura y el riesgo del turismo de aventura hacen que aparezcan nuevas necesidades de desarrollo económico en la zona, en especial desarrollo industrial.

1.2. Objeto del proyecto

El objeto del presente proyecto es diseñar, modificar, describir y justificar las instalaciones y maquinarias necesarias para la puesta en marcha de un proceso de fabricación de mermelada de fresa con una capacidad de producción de 2.575 kg de mermelada diaria aprovechando una nave industrial vacía dentro del Polígono Industrial de Ayerbe.

1.3. Situación

1.3.1. Comunicación y transporte

El polígono industrial de Ayerbe está situado en la carretera autonómica A-132, a 28 kilómetros al oeste de Huesca. A su vez, está situada a 98 kilómetros de Zaragoza conectando la A-132 con la autovía A-23. También está a 143 kilómetros de Lérida conectando con la autovía A-22 y a 135 kilómetros de Pamplona conectando con la N-240 y la autovía A-21. Todo esto sitúa la fábrica estratégicamente en un radio de menos de una hora y media de cuatro capitales de provincia, incluyendo dentro de este radio ciudades como Ejea de los Caballeros, Tafalla, Monzón, Binefar, Jaca, Sabiñanigo o Sariñena.

El polígono industrial de Ayerbe está situado en la carretera autonómica A-132, a 28 kilómetros al oeste de Huesca. A su vez, está situada a 98 kilómetros de Zaragoza conectando la A-132 con la autovía A-23. También está a 143 kilómetros de Lérida conectando con la autovía A-22 y a 135 kilómetros de Pamplona conectando con la N-240 y la autovía A-21. Todo esto sitúa la fábrica estratégicamente en un radio de menos de una hora y media de cuatro capitales de provincia, incluyendo dentro de este radio ciudades como Ejea de los Caballeros, Tafalla, Monzón, Binefar, Jaca, Sabiñanigo o Sariñena.

Esta ubicación estratégica, permite realizar a la fábrica funciones de almacén de distribución de producto terminado, evitando el uso de distribuidores intermediarios que incrementarán el precio del producto haciéndolo menos competitivo. El uso de furgonetas medias o camiones ligeros permitirá una salida competitiva del producto por carretera.

Para el suministro de las materias primas principales: pulpa de fresa y azúcar, el transporte se realizará también por carretera. Para el azúcar, el almacén de distribución de Azúcar se encuentra en Miranda de Ebro (Burgos), a 267 kilómetros de Ayerbe, la gran mayoría por carretera nacional y autovía, lo que hace que el coste del transporte del azúcar sea rápido y barato por

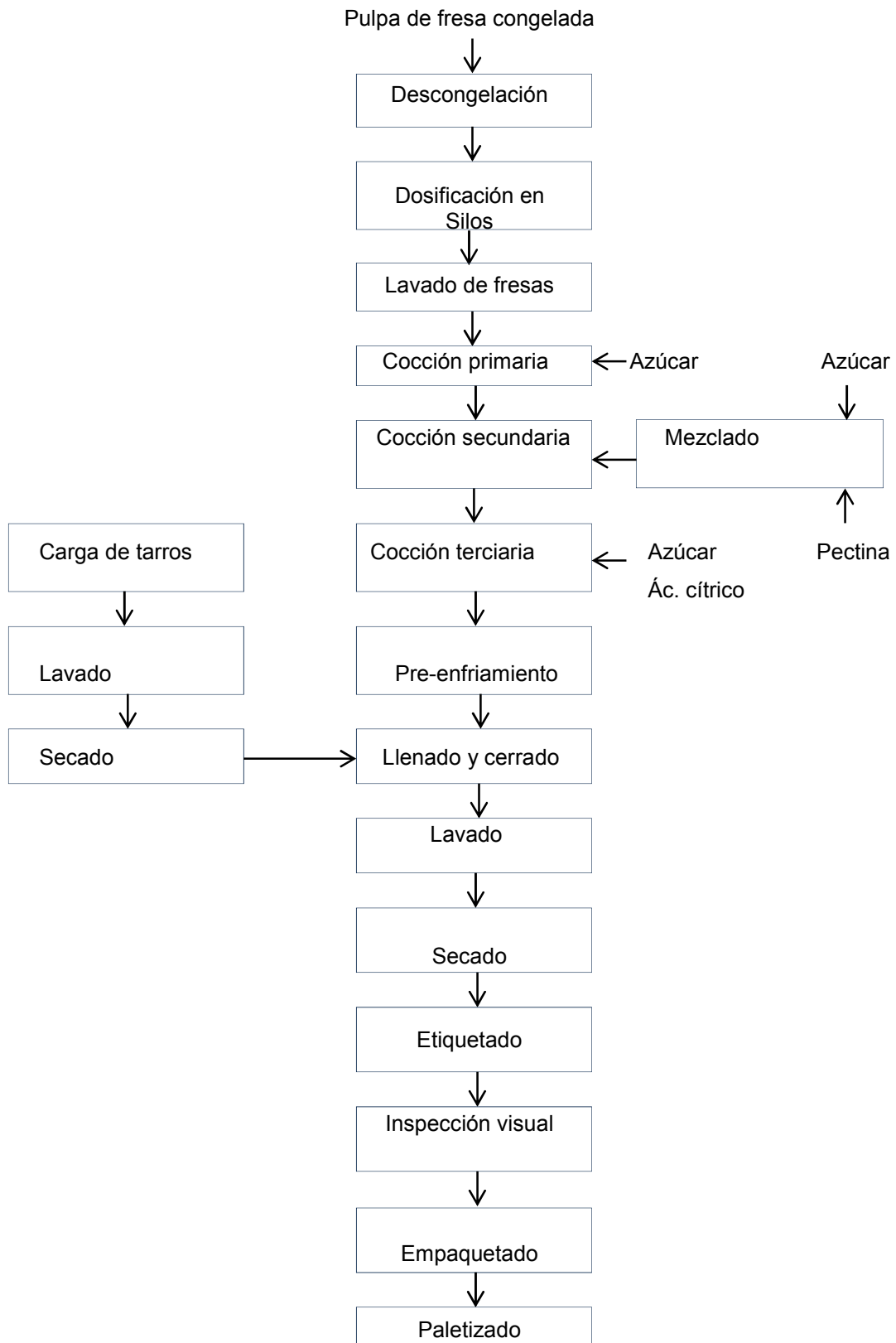
carretera. Aunque la producción de fresa se realiza en la provincia de Huelva, la demanda comercial permite disponer de empresas que se dedican a la distribución de pulpa de fruta congelada alrededor de los puertos de transporte de mercancías. En nuestro caso, la adquisición de la pulpa de fresa se realizará en un almacén de Carme (Barcelona) a 248 kilómetros de distancia por las autovías A-2 y la A-22. El transporte de la pulpa aunque se realizará por carretera como el resto de mercancías mencionadas en este apartado, cambia en el tipo de camión que lo realizará, ya que necesita ser transportado en camión frigorífico a -18°C .

1.3.2. Terrenos

La finca en la que se ubicará la fábrica está situada sobre las parcelas 097 a 112 del parque industrial en el término municipal de Ayerbe, que a su vez está en una depresión excavada en las facies margosa terciaria en la margen izquierda del Río Gállego. Está a una altitud de 591 m. sobre el nivel del mar. La solera de la nave está a una altitud de 592 m. sobre el nivel del mar.

El parque industrial está urbanizado, y posee todos los servicios necesarios para su instalación: agua potable, saneamiento, electricidad, recogida de vertidos, etc.

1.4. Proceso de fabricación



1.5. Justificación del proceso de fabricación

1.5.1. Tipo y estado de la fresa

La fresa utilizada para realizar la mermelada estará en forma de pulpa congelada para su mejor conservación.

La variedad de fresa que se va a utilizar en este proyecto en forma de pulpa de fresa congelada va a ser el “fresón camarosa” que es la variedad cultivada en mayor proporción en la región de Huelva

La pulpa de fresa se recepcionará y almacenará en una cámara frigorífica para productos congelados.

1.5.2. Proceso de elaboración

Dada la cantidad de producto que se quiere obtener, se va a realizar un proceso de producción industrial.

En este proceso, la pulpa de fresa, se dejará descongelar de forma natural extrayéndose en su debido tiempo de la cámara de congelados. Previo pesaje manual, se transportará con una carretilla elevadora en unos silos metálicos portátiles de donde se descargará en una cinta transportadora por la que antes de pasar a la marmita de cocción, atravesará un túnel de lavado con agua para evitar la adición de sustancias no deseadas al producto final. Esta cinta transportadora termina en la marmita de cocción principal donde se descarga la pulpa de fresa.

En esta marmita principal, la pulpa de fresa pasará por tres cocciones hasta llegar al producto final deseado.

En la primera cocción se le añade un 10% de la cantidad de azúcar necesario, éste azúcar se añadirá manualmente, previa pesada en un silo transportable con una carretilla elevadora. El silo se descargará directamente y manualmente en la marmita principal.

Para realizar la segunda cocción, se ha de realizar un mezclado previo en una marmita diferente (marmita secundaria). Este mezclado está compuesto por Pectina (4,2% de la mermelada de fresa que se quiere obtener) y cinco veces la masa de la pectina en azúcar. Los componentes de esta mezcla se añadirán manualmente a la marmita secundaria, transportándolos y pesándolos en un silo portable con una carretilla elevadora. La mezcla de esta marmita pasará por una tubería mediante un bombeo lobular hasta la marmita principal.

Una vez recibida la mezcla de pectina y azúcar, se realizará la segunda cocción de la mermelada hasta alcanzar una concentración de 37-40°Brix.

Para realizar la tercera cocción, se añadirán manualmente a la marmita principal el resto del azúcar, así como ácido cítrico (0,103% del peso final de la mermelada) donde se cocerá todo hasta alcanzar los 68% grados Brix que es cuando se considera la mermelada “óptima”.

Todas las marmitas trabajarán a presión atmosférica.

En una línea de transporte diferente, se introducirán manualmente los tarros a llenar, que pasarán previo al llenado por un túnel de lavado y esterilizado, así como por un túnel de secado. Del túnel de secado seguirán por la línea de transporte hasta la máquina de llenado.

De la marmita principal, la mermelada ya terminada se bombeará con una bomba lobular por una tubería el producto acabado hasta la máquina de llenado. En este punto, la línea de producción, y la línea de tarros se fusionarán para ser una única línea de producción.

La máquina de llenado dosificará el producto en los tarros, y los cerrará herméticamente. Los tarros, una vez cerrados pasarán por un segundo túnel de lavado, para eliminar cualquier salpicadura que la máquina de llenado pudiera haber efectuado, así como por un segundo túnel de secado. Una vez secos pasarán a la etiquetadora, que les etiquetará indicando todas las características físicas y legales del producto.

De la máquina de etiquetado, los tarros pasarán a una mesa circular, donde se les realizará una inspección visual por parte de un empleado, que manualmente los distribuirá o a la máquina de empaquetado o a reciclaje.

Los tarros que sean aptos se empaquetarán para su posterior apilamiento en palés, que serán transportados con una carretilla elevadora hasta el almacén de producto terminado.

1.6. Balance de materia

Se pretende realizar una fábrica capaz de producir 600.000 kilos de mermelada al año.

Con todo ello se obtiene que la producción horaria de mermelada PDM, que se pretende es de 321,89 kg/hora

Para ello se utilizarán:

177,04 kgs/hora de azúcar.

13,52 kgs/hora de pectina

0,33 kgs/hora de ácido cítrico.

En el proceso se realizan tres cocciones, en las que la cantidad de producto que entra y sale en cada una de las cocciones es la siguiente:

Cocción 1:

Entran: 597,79 kgs/hora de fresas

17,70 kgs/hora de azúcar.

Salen: 238,20 kgs/hora de mermelada 25°brix

377,30 kgs/hora de agua.

Cocción 2:

Entran: 238,20 kgs/hora de mermelada 25°brix

67,60 kgs/hora de azúcar

13,52 kgs/hora de pectina.

Salen: 317,86 kgs/hora de mermelada 40°brix

1,45 kgs/hora de agua.

Cocción 3:

Entran: 317,86 kgs/hora de mermelada 25°brix

91,74 kgs/hora de azúcar

0,33 kgs/hora de ácido cítrico.

Salen: 321,89 kg/hora de mermelada 68°brix

377,30 kgs/hora de agua.

1.7. Materias Primas

1.7.1. Fresas

Fresa es el fruto comestible de la planta *fragaria*, cuyo género tiene más de varias clases diferentes de plantas rastreras. Las variedades que se cultivan para el uso comercial son generalmente variedades híbridas de la *fragaria* debido a que los frutos son de un tamaño mayor que las variedades silvestres.

De todas las especies de fresas, las más comercializadas son tres variedades:

- La fresa, de tamaño pequeño, cuyo diámetro de sección ecuatorial suele rondar los 20 mm.
- El “fresón camarosa”, que destaca por su buen tamaño, firme y de color rojo, además de su buena resistencia y calidad.
- El “fresón Douglas”, que está caracterizado por un tamaño más grande y en forma de globo, deformado en su cresta, además posee un color rojo intenso y brillante, en ocasiones con un tono rosáceo en la punta.

La composición química de las fresas (aproximadamente), por cada 100 gramos de producto es:

- Calorías: 34,5.
- Agua: 85%
- Hidratos de carbono: 7 gramos
- Fibra 9,9 gramos.
- Potasio: 150 miligramos.
- Magnesio: 13 miligramos.
- Calcio: 40 miligramos.
- Vitamina C: 60 miligramos.
- Folatos: 69 microgramos.
- Vitamina E: 0,2 miligramos.

La variedad de fresa que se va a utilizar en este proyecto en forma de pulpa de fresa congelada va a ser el “fresón camarosa” que es la variedad cultivada en mayor proporción en la región de Huelva.

1.7.2. Sacarosa

La sacarosa, o azúcar común, es un disacárido formado por alfa-glucopiranososa y beta-fructofuranosa. Su nombre químico es el beta-D-fructofuranosil-(2→1)-alfa-D—glucopiranosido. Y su fórmula química es el $C_{12}H_{22}O_{11}$.

La sacarosa suele estar en la naturaleza principalmente en la caña de azúcar (20%) y en la remolacha azucarera (15%). De esta última se obtiene principalmente el azúcar de mesa, que es el edulcorante más comúnmente usado.

La sacarosa actuará en el proceso de elaboración de la mermelada como reductor de la acidez de la fresa.

Como bien se indica en el primer párrafo, la sacarosa está formada por fructosa y glucosa. Es por esto, que durante la fase de cocción y en un medio ácido, la sacarosa se fracciona en dextrosa y levulosa, y pasa a ser conocida como azúcar invertido. Durante el proceso de cocción, una molécula de agua se adhiere a la sacarosa para obtener el azúcar invertido. Para controlar el paso a azúcar invertido, hay que regular los siguientes parámetros:

- pH de la mezcla.
- Tiempo de cocción.
- Temperatura de cocción.

El azúcar invertido retarda la cristalización de la sacarosa en el proceso de elaboración de la mermelada, por lo que durante este proceso hay que controlar la proporción de azúcar invertido en la mezcla. Una baja inversión

puede provocar la cristalización de la sacarosa, y una elevada proporción puede provocar la granulación de la dextrosa. Por norma general se emplea que la proporción de azúcar invertido en la mezcla sea menor que la proporción de sacarosa.

1.7.3. Pectina

Las pectinas son una mezcla de polímeros ácidos y neutros muy ramificados. Se encuentran la gran mayoría dentro de la pared celular primaria de las células vegetales, especialmente en las manzanas, los membrillos y las naranjas. Comercialmente es producida a partir de la pulpa de manzana o de las cáscaras de naranja. Son compuestos de naturaleza coloidal y elevado peso molecular. En el código de aditivos alimentarios se describe como E-440.

Los pectatos de sodio, potasio y amonio son las sales respectivas de la pectina. Por otro lado, la pectina amidada es preparada mediante el tratamiento de la pectina con amoníaco, después de lo cual se forman las amidas en las cadenas ácidas.

Se usa como agente espesante, emulsificante, estabilizante, etc. en mermeladas, gelatinas de frutas y salsas y muchos otros productos.

La pectina actúa como agente espesante, y por ello puede causar problemas intestinales cuando está presente en altas concentraciones. Además, como resultado de su efecto espesante, también es usada en las dietas debido a que reduce la sensación de hambre. Puede ser fermentada en el intestino grueso, provocando flatulencia.

Las propiedades y composiciones de las pectinas varían dependiendo de su proceso de obtención.

El término pectina se usa habitualmente en sentido genérico para describir las preparaciones de galacturonoglicanos hidrosolubles, con

contenidos de grupos metiléster y grados de neutralización variables, que son capaces de formar geles. Las preparaciones con más de la mitad de grupos carboxílicos están en forma de grupos metilester (-COOCH₃) se denominan pectinas de alto metóxilo. Las preparaciones con menos de la mitad, se denominan pectinas de bajo metóxilo.

El porcentaje de grupos carboxílicos esterificados con metanol se denomina Grado de Esterificación GE. Este porcentaje es importante a la hora de adquirir la pectina adecuada para cada proceso industrial.

El uso de la pectina en este proyecto es para dar un estado gel a la mezcla de fresas, azúcar, ácido y pectina. La pectina en solución con azúcar y ácido ve reducido su pH, por lo que disminuye los grupos carboxilato altamente hidratados y cargados, convirtiéndose en grupos carboxílicos no cargados y sólo ligeramente hidratados. Esto hace que las moléculas de polímero mediante uniones de Van der Waals hagan redes de cadenas capaces de atrapar la solución acuosa de las moléculas de soluto formando la gelificación.

El azúcar favorece este proceso ya que compite con el agua de hidratación y reduce la solvatación de las cadenas, por lo que pueden interaccionar entre ella.

Las pectinas comerciales se clasifican según sus “grados de pectina”, que es el número de partes de azúcar por cada parte de pectina que formará un gel de una dureza adecuada bajo condiciones estudiadas.

Controlando la acidez del proceso de gelificación entre pectina y azúcar mediante la adición de un ácido, se controla el consumo del azúcar en el proceso, así como la rigidez del gel formado (mermelada). Un exceso en la adición de ácido podría provocar que la rigidez sea tan alta que se pierda la elasticidad del gel o incluso la descomposición de la pectina. Sin embargo, la carencia del azúcar necesario, puede hacer que las cadenas de la pectina sean poco firmes y no sean capaz de “sujetar” el azúcar por lo que la mermelada sería poco firme. La acidez óptima para la mermelada de este proyecto es

alcanzada con un pH igual a 3. La concentración óptima de azúcar en para la mermelada es de 67,5%. (67,5° Brix).

1.7.4. Ácido cítrico

Como ya se ha explicado en el apartado de la pectina, la adición de un ácido a la mezcla para la formación de la mermelada permite controlar la gelificación de ésta.

El ácido que se va a adicionar es ácido cítrico, que es un ácido orgánico tricarbónico que está presente en la mayoría de las frutas, sobre todo en los cítricos el limón y la naranja. Su fórmula química es $C_6H_8O_7$.

Las propiedades ácidas del ácido cítrico vienen dadas por los tres grupos carboxílicos $-COOH$ que pueden perder un protón en las soluciones. El ácido cítrico es un polvo cristalino blanco.

A parte de regulador de pH, el ácido cítrico, en forma de limonada, previene la formación de cálculos renales y garantiza el correcto funcionamiento de los riñones. También se considera un buen antioxidante, dado que es capaz de neutralizar los efectos dañinos de los radicales libre, que en grandes cantidades pueden desencadenar el crecimiento de tumores cancerosos. El ácido cítrico es un buen combatiente de la amigdalitis ya que es capaz de matar a los gérmenes que están causando la infección. A parte de estos usos, el ácido cítrico tiene otros muchos.

En la industria alimentaria, el ácido cítrico se identifica como E-330 E.

1.8. Equipos industriales

1.8.1. Silos

1.8.1.1. Silos fresas

Se utilizarán dos silos portátiles piramidales de acero inoxidable AISI 304 para el transporte y pesaje de las fresas hasta la línea de producción. Los silos para las fresas tendrán una capacidad de 650 litros, y unas dimensiones de 163,5 cms de altura y 112 cms de anchura. Los silos tendrán compuertas superiores abatibles para su carga manual, así como una compuerta manual deslizante para su descarga. De igual forma tendrán portauñas para su transporte con la carretilla elevadora.

1.8.1.2. Silos Azúcar

Se utilizarán tres silos portátiles cónicos para el azúcar, uno con una capacidad de 30 kgs (h=25 cm Ø=35 cm), y dos con capacidad para el transporte de 100 kgs (h=50 cm Ø=40cm) de azúcar cada uno. Estarán fabricados de acero inoxidable AISI 304, tendrán puertas abatibles superiores para su carga y puerta abatible inferior para su descarga. También dispondrán de portauñas para su transporte con carretilla elevadora.

1.8.1.3. Silo pectina

Se utilizará un silo de idénticas condiciones al pequeño del azúcar (30kgs azúcar).

1.8.2. Marmitas

1.8.2.1. Marmita principal

La marmita principal será una marmita para cocción a presión atmosférica, de acero inoxidable AISI304, con una capacidad de 700 litros con agitador. De forma cilíndrica, las dimensiones de la marmita serán 1184 mm de diámetro interno y 610 mm de altura del cilindro. La marmita estará sustentada con tres patas en pies circulares con orificios para anclar al suelo mediante pernos de 20mm. Dispondrá de una tapa basculante con sistema de seguridad ajustable para apertura con junta de silicona. Tendrá una salida de 2" para la extracción del producto final.

La marmita tendrá un grifo de agua caliente. La entrada de agua a este grifo será de ¼". En el lateral tendrá tres salidas roscadas, una de 1" con válvula de globo que permite la entrada de aire, y la segunda, una de ½" con válvula de globo igualmente que permite la extracción del aire y la tercera de 1" con válvula de globo, que permite la entrada del producto terminado de la marmita secundaria.

La marmita tendrá una camisa de aceite que se calienta por resistencia eléctrica. El consumo será de 31,5 Kw. Llevará panel de control incluido.

1.8.2.2. Marmita secundaria

La marmita secundaria será una marmita para cocción a presión atmosférica, de acero inoxidable AISI304, con una capacidad de 100 litros con agitador. De forma cilíndrica, las dimensiones de la marmita serán 619 mm de diámetro interno y 333 mm de altura del cilindro. La marmita estará sustentada con tres patas en pies circulares con orificios para anclar al suelo mediante pernos de 20mm. Dispondrá de una tapa basculante con sistema de seguridad ajustable para apertura con junta de silicona y válvula de seguridad. Tendrá una salida de 1" para la extracción del producto final.

La marmita tendrá un grifo de agua caliente. La entrada de agua a este grifo será de ¼". En el fondo tendrá una salida roscada de 1" con válvula de globo que permite la evacuación de las aguas de limpieza

La marmita tendrá una camisa de aceite que se calienta por resistencia eléctrica. El consumo será de 6 Kw. Llevará panel de control incluido

1.8.3. Línea de tarros

1.8.3.1. Lavadora de tarros

Los tarros son lavados y esterilizados en un túnel de lavado, este túnel estará construido en acero inoxidable AISI 304. Las dimensiones del túnel serán: 2150 mm de largo, 1125 mm de ancho, y 1460 mm de alto. La boca de carga para recibir los tarros de la cinta transportadora tendrá unas dimensiones de 180 mm x 180 mm. La altura de la carga se realizará a 1000 mm. El túnel tendrá 42 aspersores inoxidables de chorro plano, diámetro equivalente de salida de 3 mm. El túnel de lavado estará preparado para lavar 2000 tarros/hora. El transporte interior de los tarros se realizará por una banda de acero inoxidable de malla de pletina de 50 mm. de paso. La velocidad será variable de 2 a 6 m/min. La conexión eléctrica será trifásica 400V + N + T(50 Hz). El consumo eléctrico será de 26,57 Kw. El resto de características viene descrito en el Anejo de Equipos Industriales. Habrá dos túneles de lavado, uno previo al llenado de los tarros, y otro con los tarros ya llenos.

1.8.3.2. Secadora de tarros

Los tarros una vez lavados y esterilizados, se secarán en un túnel de secado por cuchillas de aire autoajustables mediante fotocélulas. El material del túnel es acero inoxidable AISI304. Dimensiones exteriores 1400 mm de

largo, 1100 mm de ancho y 1800 mm de alto. Dimensiones interiores (zona de secado) de 850mm de ancho, 330 mm de alto y 1200 mm de largo. El transporte interior de los tarros correrá por una banda de acero inoxidable de malla de pletina de 50 mm. de paso, con superficie de paso 50x20 mm. La velocidad será regulable desde 5,4 a 13,8 m/min. El consumo eléctrico de la máquina es de 9000 kW. La conexión es de 400V 3+N+T. Poseerá un panel de control de display con pictogramas así como botón de paro de emergencia tipo seta. Habrá dos túneles de secado a la salida de cada uno de los túneles de llenado.

1.8.3.3. Llenadora de tarros – cerradora

El llenado de tarros se realizará en una máquina llenadora-cerradora automatizada de proceso lineal con mecanismo de llenado volumétrico. Para ello utilizará un compresor interno eléctrico de aire para su autoabastecimiento del émbolo de llenado. La máquina poseerá un mecanismo de autolavado. Las dimensiones de la estación serán de 3000 mm de longitud, 1000 mm de anchura y 1000 mm de altura. Con toma de ¼” para agua caliente y salida de 1” de aguas usadas en la limpieza. La potencia consumida por esta máquina de 1,5 Kw. La toma de corriente será de 220 V monofásica.

La estación de llenado – cierre de tarros, deberá de estar controlada por un cuadro eléctrico, que permita regular el volumen de llenado, velocidad de llenado, sincronizar el llenado y cierre de los tarros, etc.

1.8.3.4. Etiquetadora de tarros

Se usará una estación de etiquetado compuesto por una etiquetadora ajustable mediante programación tanto en el tamaño del frasco (hasta 300mm de altura) como en el de la etiqueta. La velocidad de trabajo será variable desde 0 hasta 100 botes por minuto. Paro/Marcha automático mediante sensor de entrada. Estará fabricada de acero AISI 304 excepto los automatismos, que

por necesidades electrónicas estarán fabricados de otro material. Estará sustentada por seis patas nivelantes sujetas al suelo por pernos de M16. Los tarros ser desplazarán a lo largo de la estación a través de una cinta transportadora con barras laterales anticaída. Las dimensiones de la estación es de 2500 mm de longitud, 1450 mm de anchura y una altura de 1850 mm.

La máquina será controlada desde un cuadro eléctrico con pantalla digital. Igualmente poseerá un botón de paro de emergencias tipo seta. El consumo eléctrico de la máquina es de 2,2 kw, y la corriente de entrada necesaria para este aparato será monofásica de 220 V.

1.8.3.5. *Empaquetadora automática*

Estación de empaquetado, compuesta principalmente por acero inoxidable excepto aquellos componentes que por su función no puedan serlo. Contará con puertas correderas anti-accidente con estructura de acero inoxidable y protecciones transparentes de policarbonato a prueba de golpes, para permitir el acceso a todas partes de la máquina y dar amplia visibilidad a todo el proceso de embalaje. Poseerá fotocélulas y sistemas de acumulación mínima y envases caídos. Contará con un sistema de agrupador neumático de gran velocidad autoalimentado con un compresor propio, así como de carga de los envases sobre el cartón.

Tendrá un almacén de cartones situado debajo del transportador de entrada, ajustable según las diferentes medidas de los cartones que se quieran utilizar. El dispensador de cartones será de tipo rotativo continuo, dotado de ventosas.

Al final del túnel, habrá un encolador de cola caliente para el sellado de las bandejas de cartón. La barra soldadora del film será de 700 mm. La máxima dimensión para la bobina del film será de 650 mm de largo por un diámetro de 300 mm. El grosor del film podrá oscilar entre 40-100 micras.

Las dimensiones de este túnel serán de 5800 mm de longitud, 2100 mm de altura y 1300 mm de anchura. La velocidad dependerá del tipo de empaquetado a realizar, oscilando entre 5 y 15 paquetes por minuto. El tamaño máximo de paquete será de 520mm de largo por 310 mm de ancho por 350 mm de alto.

Contará con un cuadro eléctrico a la altura del operador, y será deslizable por toda la longitud de la máquina. En el cuadro habrá una pantalla digital en la que aparecerán la velocidad de empaquetado, así como el tamaño de este. En el cuadro eléctrico, igualmente habrá botones de control para elegir el tamaño del empaquetado, tanto en número de recipientes en filas y columnas, como el tamaño de estos. El suministro eléctrico será de 400 V, 50 Hz 3+N. El consumo de esta máquina será de 13,85 Kw.

1.8.4. Cintas transportadoras

1.8.4.1. Cinta tipo 1 de bandas recta

Cinta de bandas de malla para el transporte de fresas de longitud 15000 mm y anchura de banda de transporte de 400mm. Velocidad de transporte regulable de 0 a 5 metros por segundo. Con pletina distribuidora de producto por toda la banda. La motorización de la cinta transportadora será directa (MD), es decir, el motorreductor se acoplará directamente al eje tambor de la cinta. El motor será de 1,5 kW de potencia. Estará fijada al suelo mediante patas con perfiles de acero inoxidable AISI304 reforzadas por escuadras del mismo material. La parte inferior de las patas dispondrá de plafones articulados mediante varilla roscada para nivelación manual atornillados al suelo mediante pernos de M20. El material de la banda será una malla de HabaGuard Polipropileno (PP) o cualquier material que cumpla con los requisitos sanitarios en industria de diámetro de agujero de malla de 3mm-5mm. Contará con guías

metálicas laterales para evitar posibles derrames laterales del producto transportado. El retorno de la cinta tendrá forma de cuchilla de diámetro 10mm.

1.8.4.2. Cinta tipo 2, de bandas recta

Cinta de bandas de malla para el transporte de fresas de longitud 3250 mm y anchura de banda de transporte de 250mm. Velocidad de transporte regulable de 0 a 5 metros por segundo. Levadiza desde el medio de la cinta de transporte hasta el final para poder cerrar la marmita principal una vez descargadas las fresas. Con pletina distribuidora de producto por toda la banda. La motorización de la cinta transportadora será directa (MD), es decir, el motorreductor se acoplará directamente al eje tambor de la cinta. El motor será de 1,5 kW de potencia. Estará fijada al suelo mediante patas con perfiles de acero inoxidable AISI304 reforzadas por escuadras del mismo material. La parte inferior de las patas dispondrá de plafones articulados mediante varilla roscada para nivelación manual atornillados al suelo mediante pernos de M20. El material de la banda será una malla de HabaGuard Polipropileno (PP) o cualquier material que cumpla con los requisitos sanitarios en industria de diámetro de agujero de malla de 3mm-5mm. Contará con guías metálicas laterales para evitar posibles derrames laterales del producto transportado. El retorno de la cinta tendrá forma de cuchilla de diámetro 10mm.

1.8.4.3. Cinta tipo 3, de charnelas recta

Los tarros de cristal siguen un circuito independiente de las fresas mediante cintas transportadoras de charnelas. Habrá dos tipos de transportadoras de charnelas: rectas o curvas.

La cinta transportadora tipo 3 es una cinta transportadora de charnela, de longitud 2500 mm y anchura de banda de transporte de 150 mm. La velocidad del transporte que será variable desde 0 hasta 12 metros por minuto.

Las charnelas tendrán una anchura de 100mm, y el material estará hecho en acero inoxidable. Tendrá orificios en los que se podrá evacuar el agua que se desprenda a la salida de las estaciones de lavado. El cuerpo de la cinta estará realizado en chapa plegada de acero inoxidable AISI 304. Poseerá guías laterales para alinear y evitar caídas de los tarros. Estas guías serán ajustables para diferentes anchuras de tarros. El material de las guías será acero inoxidable AISI 304. Estará apoyada al suelo por dos trípodes regulables en altura, con patas con orificios para anclar la cinta al suelo perforadas para anclar con tornillos de M20. El grupo motriz se moverá con un motorreductor con corona sinfín y brazo de reacción. El consumo será de 0,37 Kw. La toma de corriente será 220V 2+TT.

1.8.4.4. Cinta tipo 4, de charnelas curva

La longitud de la estas cintas tipo 4 será de 2500 mm y tendrá una anchura 1000 mm. El radio de curvatura del giro será de 800 mm. La anchura de banda de transporte será de 150 mm. La velocidad del transporte que será variable desde 0 hasta 12 metros por minuto. Las charnelas tendrán una anchura de 100mm, y el material estará hecho en acero inoxidable. Tendrá orificios en los que se podrá evacuar el agua que se desprenda a la salida de las estaciones de lavado. El cuerpo de la cinta estará realizado en chapa plegada de acero inoxidable AISI 304. Poseerá guías laterales para alinear y evitar caídas de los tarros. Estas guías serán ajustables para diferentes anchuras de tarros. El material de las guías será acero inoxidable AISI 304. Estará apoyada al suelo por dos trípodes regulables en altura, con patas con orificios para anclar la cinta al suelo perforadas para anclar con tornillos de M20. El grupo motriz se moverá con un motorreductor con corona sinfín y brazo de reacción. El consumo será de 0,37 Kw. La toma de corriente será 220V 2+TT.

1.8.4.5. Cinta tipo 5. Mesa rotatoria

La mesa rotatoria tendrá forma circular, y estará compuesta por una estructura metálica circular en la cual habrá un poste central que actuará de eje de rotación. El eje estará unido a la mesa fija con unos rodamientos de acero inoxidable que permitirán el giro de éste con respecto a la mesa. Del eje de giro, y por la parte superior de la mesa, partirán unos rodillos en forma de radios que estarán fijos al eje, lo que hará que cuando éste gire, los rodillos girarán con él. Encima de estos rodillos, fijada a ellos, habrá una malla de acero inoxidable con forma tórica. Sobre ésta malla se descargarán los tarros llenos y etiquetados de mermelada, y durante el giro de la mesa, un trabajador realizará la inspección visual. La mesa tendrá una guía lateral desde la zona de descarga y entrada de producto, hasta la zona de selección para evitar que se puedan desplomar por los laterales. Todas las piezas metálicas de la mesa rotatoria estarán hechas de acero inoxidable AISI 304, excepto el motor y la barra de transmisión que parte del motor hasta el eje de rotación de la mesa. La mesa tendrá una altura de trabajo de 1000 mm de altura, así como un radio exterior de 690 mm. La guía anticaída del producto, tendrá un grosor de 40 mm, así como estará colocada a una altura de 100 mm. La malla de metálica que actúa como tablero giratorio en la mesa, estará hecha igualmente de acero inoxidable AISI 304. El radio exterior de la malla será de 650 mm. y el radio interior de la malla será de 180 mm. El agujero de la malla será de forma romboidal con semiejes mayor y menor de 20 y 15 mm. La velocidad será ajustable entre 0 y 2 m/s. Poseerá un botón de paro tipo seta para emergencias. La mesa estará anclada al suelo mediante una base metálica circular en forma de brida atornillada al suelo con pernos de M16 anclados en taco químico. El grupo motriz se moverá con un motoreductor con corona sinfín y brazo de reacción. El consumo será de 0,42 Kw. La toma de corriente será de 220V 2+TT.

1.8.4.6. Cinta tipo 6. Rodillos por gravedad recta

Los tarros de cristal que no pasen la inspección visual en la mesa rotatoria se depositarán manualmente en una cinta de rodillos por gravedad en la que permanecerán hasta su carga en un pallet para su reciclaje.

La cinta transportadora tipo 6 es una cinta transportadora de rodillos, de longitud 2500 mm y anchura para el transporte de 150 mm. La pendiente de la cinta será regulable desde 0 hasta 5°. Los rodillos tendrán un diámetro de 100mm, y el material estará hecho en acero inoxidable. El cuerpo de la cinta estará realizado en chapa plegada de acero inoxidable AISI 304. Poseerá guías laterales para alinear y evitar caídas de los tarros. Estas guías serán ajustables para diferentes anchuras de tarros. El material de las guías será acero inoxidable AISI 304. Estará apoyada al suelo por dos trípodes regulables en altura, con patas con orificios para anclar la cinta al suelo perforadas para anclar con tornillos de M20.

1.8.4.7. Cinta tipo 7. Rodillos motorizada curva

Los paquetes de tarros de mermelada terminada, con bandeja de cartón y film retráctil, saldrán de la máquina empaquetadora y le trasladará a través de una cinta de rodillos motorizada hasta el final de ésta, donde un operario los irá apilando en pallets para su transporte a almacén.

La longitud de la estas cintas tipo 7 será de 2500 mm y tendrá una anchura 1320 mm. El radio de curvatura del giro será de 800 mm. La anchura de banda de transporte será de 600 mm. La velocidad del transporte que será variable desde 0 hasta 12 metros por minuto. Los rodillos tendrán un diámetro de 100mm, y el material estará hecho en acero inoxidable. El cuerpo de la cinta estará realizado en chapa plegada de acero inoxidable AISI 304. Poseerá guías laterales para alinear y evitar caídas de los tarros. Estas guías serán ajustables para diferentes anchuras de tarros. El material de las guías será acero inoxidable AISI 304. Estará apoyada al suelo por dos trípodes regulables en altura, con patas con orificios para anclar la cinta al suelo perforadas para

anclar con tornillos de M20. El consumo será de 0,37Kw. La toma de corriente será de 220V 2+TT.

1.8.5. Equipos Complementarios

1.8.5.1. Carretilla elevadora eléctrica

Carretilla elevadora traccionada por un motor eléctrico y pilas recargables a corriente monofásica 220V. La carretilla dispondrá de cabina antivuelco siguiendo la normativa europea con certificado CE. Poseerá uñas para la carga y descarga de pallets, silos, etc. Las uñas tendrán una longitud de 1200 mm, una anchura de 8 cms en la punta y 14 cms en la base de la corredera, el espesor será de 4 cms. La carretilla podrá mover las uñas en vertical, horizontal y volcado. La carretilla tendrá una altura de trabajo entre 0 y 4 metros de descarga. El peso máximo de trabajo será de 2500 kgs. La velocidad máxima de la carretilla estará limitada a 20 km/h. Las dimensiones de la carretilla sin los brazos hidráulicos elevadores y las uñas será de 2100 mm de largo, por 1200 mm de ancho y una altura de 2200 mm. (Alto de la cabina).

1.8.5.2. Báscula

Báscula de cuerpo de acero inoxidable AISI304 para el pesaje de los silos precarga y cargados. La báscula tendrá pantalla de control e información electrónica. Tendrá opción de taraje, así como de memoria extraíble tipo PCCARD para el traspaso de datos a la oficina de producción. Tendrá un peso máximo de trabajo de 3000 kgs. La báscula tendrá un consumo eléctrico de 100 watios. La conexión a la red será monofásica a 220V.

1.8.5.3. Grúa portátil

Grúa portátil para carga de los silos desde la carretilla y descarga de azúcar y pectina en las marmitas principal y secundaria. La grúa dispone de un polipasto para 400 kilogramos de carga útil. Estructura de acero inoxidable AISI304, de altura 2200 mm. Los pies tendrán una longitud de 1200 mm cada uno, y una anchura de 200 mm. Estarán apoyados en ruedas de goma maciza de diámetro 150 mm. Las ruedas tendrán la posibilidad de giro para un cómodo desplazamiento desde la zona de carga hasta la zona de descarga. Igualmente dispondrán de freno de pedal para su bloqueo. El polipasto funcionará con un motor de 0,55 Kw. De conexión de monofásica a 220 V. El cable de conexión tendrá una longitud de 20 metros de recogida automática.

1.8.5.1. Calentador de agua

Se utilizará para el circuito de agua caliente un calentador de agua de tipo industrial, de 120 kW de potencia de consumo, para calentar 2500 litros de agua que es la cantidad de agua caliente que se usa por ciclo de producción. El depósito será cilíndrico de radio de 1,2 metros y altura de 1,2 m.

1.8.5.1. Depósito de agua fría.

El agua fría que entra de la red de abastecimiento se almacenará en un depósito de acero inoxidable AISI304, de 10000 litros de capacidad y dimensiones de 1000 mm de radio y 3200 mm de altura. De este depósito el agua se distribuirá al calentador y a la red de agua fría.

1.8.6. Cámara frigorífica

1.8.6.1. Sala de frigorífica

La sala frigorífica para la conservación de la pulpa de fresa estará hecha de paneles tipo sándwich de espuma de poliuretano forrado con pvc en las paredes y el techo. El suelo estará hecho de hormigón para permitir el tránsito de la carretilla elevadora. Las dimensiones de la cámara serán de 11,95 metros de largo por 10 metros de ancho. La altura será de 3 metros. El espesor de los paneles será de 80 mm. Tendrá puertas de cierre hermético, además de unas cortinas de tiras de pvc para evitar la salida de frío cuando se trabaje con las puertas abiertas.

1.8.6.2. Equipo frigorífico

Se montará una central frigorífica de dos compresores semiherméticos alternativos con capacidad de suministrar una potencia frigorífica de hasta 18,20kW. Esta central estará montada sobre un chasis simple de dimensiones 1840mm x 1134 mm x 1300 mm. El peso de la central es de 748 kgs, chasis incluido. Se manejará desde un cuadro eléctrico de control con paro de emergencia tipo seta. La potencia eléctrica será de 23,25 Kw, y la acometida será trifásica 3F+N+T. El líquido refrigerante utilizado será R-404a, y la central dispondrá de un depósito incluido en el chasis de 60 lts. Como medida de control y seguridad dispondr manómetros de alta y baja presión, presostatos de alta general de rearme manual, y de baja general de rearme automático.

1.9. Instalación luminarias.

Para adaptar la nave del polígono a la normativa vigente se realizará la instalación de las siguientes luminarias:

		Nº lámparas	Wattios por lámpara	Lúmenes por lámpara	Número Luminarias	Nº Luminarias ancho	Nº Luminarias largo
1	Vestuario Masculino	3	14	1.200	10	3	4
2	Vestuario Femenino	3	14	1.200	10	3	4
3	Laboratorio	3	14	1.200	41	5	8
4	Oficinas	3	14	1.200	57	5	12
5	Pasillo Vesturarios	3	14	1.200	6	1	6
6	Pasillo Laboratorio	3	14	1.200	6	1	6
7	Pasillo Oficinas	3	14	1.200	8	1	9
8	Entrada	3	14	1.200	18	3	5
9	Almacén de entrada	4	80	6.550	6	2	3
10	Cámara frigorífica	4	80	6.550	3	2	2
11	Almacén de salida	4	80	6.550	6	2	3
12	Área de producción	4	80	6.550	31	5	6

1.10. Instalación electrificación.

Los trabajos de electrificación se dividen en dos tipos de cableado:

- a) Cableado para iluminación, tanto para oficinas, vestuarios, pasillos, entradas y laboratorio, como para almacenes, cámara frigorífica y zona de producción.
- b) Cableado para fuerza en los mismos lugares.

Para iluminación se utilizarán cables monoconductores de PVC de tipo VV-K de los siguientes diámetros y cantidades según planos de alumbrado:

- 2232 m. Cable 1,5 mm².
- 550 m. Cable 2,5 mm².
- 80 m. Cable 4 mm².
- 200m. Cable 6 mm².
- 326 m. Cable 10 mm².
- 50 m. Cable 16 mm².

Para la distribución eléctrica para fuerza se utilizarán cables multiconductores de cobre de recubiertos con XLPE tipo RZ1C3Z1-K de las siguientes secciones y cantidades.

- 429 m. cable 3 conductores 1,5 mm².
- 175 m. cable 5 conductores 1,5 mm².
- 47 m. cable 3 conductores 2,5 mm².
- 80 m. cable 5 conductores 2,5 mm².
- 53 m. cable 5 conductores 4 mm².
- 82 m. cable 5 conductores 6 mm².
- 10 m. cable 3 conductores 10 mm².
- 116 m. cable 5 conductores 10 mm².

1.11. Instalación protección.

Se montará un armario de protección metálico autoportante en el que se instalarán los elementos de protección que controlarán los cortes por sobrecargas y cortocircuitos.

De la línea de abastecimiento de energía que entra de la red de distribución, se colocará un interruptor diferencial magnetotérmico de 630A que controlará la entrada de energía.

De este diferencial se derivarán tres cuadros eléctricos secundarios: cuadro de alumbrado interior, cuadro de alumbrado exterior, y cuadro de fuerza.

El cuadro de alumbrado interior, estará controlado por un interruptor diferencial magnetotérmico de 80A, y dispondrá de los siguientes elementos de protección:

- 7 Interruptores Magnetotérmicos de 2 Polos y 16A.
- 3 Interruptores Magnetotérmicos de 2 Polos y 25A.
- 1 Interruptor Magnetotérmico de 2 Polos y 32A.
- 2 Interruptores Magnetotérmicos de 2 Polos y 50A.
- 10 Interruptores Diferenciales curva AC de 2 Polos 25A y 300mA.
- 1 Interruptor Diferencial curva AC de 2 Polos 40A y 300mA.
- 2 Interruptores Diferenciales curva AC de 2 Polos 63A y 300mA.

El cuadro de alumbrado exterior, estará controlado por un interruptor diferencial curva AC de 2 polos, 25A y poder de corte de 300mA, y un interruptor magnetotérmico de 2 polos y 16 A.

El cuadro de fuerza, estará controlado por un interruptor diferencial magnetotérmico de 8500A, y dispondrá de los siguientes elementos de protección:

- 13 Interruptores Magnetotérmicos de 2 Polos y 16A.
- 1 Interruptor Magnetotérmico de 2 Polos y 25A.
- 1 Interruptor Magnetotérmico de 2 Polos y 63A.
- 2 Interruptores Magnetotérmicos de 2 Polos y 80A.

- 7 Interruptores Magnetotérmicos de 4 Polos y 16A.
- 2 Interruptores Magnetotérmicos de 4 Polos y 25A.
- 1 Interruptor Magnetotérmico de 4 Polos y 32A.
- 2 Interruptores Magnetotérmicos de 4 Polos y 50A.
- 3 Interruptores Magnetotérmicos de 4 Polos y 63A.
- 1 Interruptores Magnetotérmicos de 4 Polos y 80A.
- 14 Interruptores Diferenciales curva AC de 2 Polos 25A y 300mA.
- 1 Interruptor Diferencial curva AC de 2 Polos 63A y 300mA.
- 2 Interruptores Diferenciales curva AC de 2 Polos 80A y 300mA.
- 9 Interruptores Diferenciales curva AC de 4 Polos 25A y 300mA.
- 1 Interruptor Diferencial curva AC de 4 Polos 40A y 300mA.
- 5 Interruptores Diferenciales curva AC de 4 Polos 63A y 300mA.
- 1 Interruptor Diferencial curva AC de 4 Polos 80A y 300mA.
- 2 Interruptores Diferenciales Magnetotérmicos de 4 Polos 250 A.

1.12. Instalación tuberías.

Se realizará la instalación de dos redes de agua, fría y caliente.

La red de agua fría partirá de un depósito de agua de acero inoxidable de 10.000 litros de capacidad, de donde el agua será aspirada por una bomba centrífuga cuyas características se describen en el siguiente capítulo. La red de agua fría suministrará agua a las siguientes tomas:

Toma 1F: Servicios y vestuarios.

Toma 2F: Lavadora de tarros nº2

Toma 3F: Lavadora de tarros nº1

Toma 4F: Lavadora de fresas.

Para ello se emplearán las siguientes tuberías:

45,00 metros de tubería de acero inox. AISI304 \varnothing 100 mm y 2,5 mm de espesor.

52,47 metros de tubería de acero inox. AISI304 \varnothing 50 mm y 2 mm de espesor.

5,09 metros de tubería de acero inox. AISI304 \varnothing 12 mm y 1 mm de espesor.

La descripción más detallada de estas tuberías vendrá definida en el anejo correspondiente, así como en los planos de tuberías.

La red de agua caliente partirá de un depósito de agua calentador de acero inoxidable de 2.500 litros de capacidad, de donde el agua será aspirada por una bomba centrífuga cuyas características se describen en el siguiente capítulo. La red de agua caliente suministrará agua a las siguientes tomas:

Toma 1C: Servicios y vestuarios.

Toma 2C: Marmita Principal

Toma 3C: Tubería de llenado

Toma 4C: Marmita secundaria.

Toma 5C: Tubería entre tuberías.

Para ello se emplearán las siguientes tuberías:

33,03 metros de tubería de acero inox. AISI304 \varnothing 50 mm y 2 mm de espesor.

61,26 metros de tubería de acero inox. AISI304 \varnothing 25 mm y 1,5 mm de espesor.

6,88 metros de tubería de acero inox. AISI304 \varnothing 12 mm y 1 mm de espesor.

La descripción más detallada de estas tuberías vendrá definida en el anejo correspondiente, así como en los planos de tuberías.

1.13. Instalación bombas.

Se instalarán las bombas para la impulsión de los fluidos a través de las tuberías para el correcto funcionamiento de la planta.

- 1 Bomba centrífuga de 7,5 kW con para elevación de 20 metros y caudal de 50 m³/hora. Fabricada en acero inoxidable AISI 304 y con entrada de aspiración y salida de impulsión de 4" de diámetro para la impulsión del agua fría.
- 1 Bomba centrífuga de 3 kW con para elevación de 25 metros y caudal de 15 m³/hora. Fabricada en acero inoxidable AISI 304 y con entrada de aspiración y salida de impulsión de 2" de diámetro para la impulsión del agua caliente.
- 2 Bombas lobulares de caudal 20m³/h, con cuerpo y lóbulos de acero inoxidable 304, y salidas a 2" o 1" según necesidad. Se utilizarán para el transporte de la mezcla azúcar pectina de la marmita secundaria a la marmita principal, y de la mermelada terminada de la marmita principal hasta la llenadora.
- 1 Bomba de vacío de entrada y salida de agua de ½" y entrada de succión de vapor de ½". Esta bomba se utilizará para succionar el vapor que surja de la cocción de la mermelada.

1.14. Descripción de los trabajos

Como bien se comentó en el capítulo “objeto del proyecto”, los trabajos que se van a definir en este proyecto son los necesarios para transformar una nave vacía ya construida en el polígono industrial de Ayerbe, en una fábrica de mermelada. Los trabajos se pueden definir en tres grupos: diseño e instalación de la maquinaria necesaria para la fabricación de mermelada de fresa, modificación, diseño y construcción de los servicios de las instalaciones (saneamiento, luz y aguas) para el correcto funcionamiento de los equipos así como su adaptación a la normativa. Y como último trabajo, la puesta en marcha de todo lo anterior.

Todos los cálculos y diseños de los equipos e instalaciones se encuentran descritos tanto en los anexos de cálculos de este proyecto, así como en los planos situados en el capítulo de planos. Exceptuando los trabajos de drenajes, bandejas para soporte de cableado, anclajes y soportes de tuberías, así como de pequeña obra civil, en los que se destinan partidas alzadas para su ejecución, y previo cálculo por la contrata, se dará el visto bueno para su realización por parte del autor de este proyecto.

En primer lugar, se realizarán toda la red de drenaje y saneamiento, así como la construcción del foso para los depósitos de agua fría y caliente. Las trazas de los puntos de descarga vienen dadas en el plano *Red de Drenajes*. La duración estimada de estos trabajos será de 15 días laborales.

Para el montaje de los equipos e instalaciones, se diferenciarán dos equipos de trabajo, uno para el montaje de la cámara frigorífica y su equipo de refrigeración, que se realiza en un área diferente de la zona de producción, por lo tanto, no influye en la ejecución del resto de los trabajos. Y el segundo equipo, comenzará en el montaje de la línea de producción.

En la cámara frigorífica, se montarán las paredes y techos aislantes para la conservación del frío en la cámara, dividiendo el espacio habilitado para la conservación de las fresas en dos áreas. El área del congelado, y el área para el equipo de congelación. La duración de estos trabajos es de aproximadamente 20 días. Una vez terminado el montaje del habitáculo para la pulpa de la fresa, se realizará el montaje del equipo centralizado de congelación. Éste equipo está montado sobre un chasis que se fijará al suelo para evitar desplazamientos mientras trabaja. La duración estimada para el montaje del equipo de refrigeración y su conexión a la cámara es de 7 días. El montaje de tanto de la cámara como del equipo viene descrito en el plano *Cámara Frigorífica*.

El cableado para el suministro eléctrico se montará más adelante.

En la línea de producción, se comenzará el montaje de la máquina llenadora, que es el nudo en el que se unirán la línea de producción con la línea de tarros. La ubicación de la máquina de llenado viene dada en el plano *Distribución maquinaria*. A partir de ahí se comenzará a montar primero la línea de producción de la mermelada, instalando las marmitas, tanto principal como secundaria. Una vez colocadas las marmitas y la máquina de llenado, se conectarán a la red de saneamiento, y se replantearán y ejecutarán las bancadas para las bombas lobulares. Para ello se recubrirán las marmitas y la máquina de llenado con plástico para evitar salpicaduras, roces y/o golpes durante los trabajos de construcción de las bancadas. La duración de los trabajos de instalación de las marmitas y máquina de llenado, y construcción de los banales tiene una duración estimada de 12 días.

Una vez desencofrados las bancadas para las bombas el hormigón tiene que ir adquiriendo la resistencia adecuada, por lo que se seguirán los trabajos de montaje por la línea de tarros. Montando y anclando al suelo la cinta transportadora que une la máquina llenadora con la secadora. Posteriormente se montará y anclará la secadora de tarros número 1, conectándola a la red de saneamiento. Una vez conectada, se procederá a nivelar y ajustar la cinta de transporte para que éste se realice correctamente. Realizado este proceso se

instalará y anclará la línea de transporte que une la máquina de lavado con la máquina de secado y se montará y anclará la estación de lavado y esterilizado número 1 y se conectará a la red de saneamiento, y para terminar se montará y anclará la cinta de transporte que mueve los tarros desde su carga hasta la estación de lavado número 1. Terminados los montajes de estas dos cintas se nivelarán y ajustarán para que la línea de tarros funcione correctamente desde su carga manual, hasta su llenado. Cuando todo esté ajustado, se cubrirán con plásticos antigolpe tipo “burbuja” para evitar roces y golpes durante el resto de los trabajos. El montaje de la línea de tarros desde su carga hasta su llenado es de 7 días.

Terminada la línea de tarros, se montarán las bombas lobulares y las tuberías, válvulas y accesorios que las unen, así como se conectarán estas tuberías a la red de saneamiento para la descarga de las aguas en su lavado. Se instalarán, anclarán y nivelarán las cintas de bandas que transportarán las fresas desde los silos hasta la marmita principal. La duración de todos estos trabajos se estima en 9 días.

Para finalizar el montaje, se colocan la estructura con las tuberías para el lavado de las fresas y las estructuras para el apoyo de los silos de fresas. Una vez montado esto, se procederá a cubrir con plásticos toda la línea de producción desde la cinta para la descarga de las fresas hasta la marmita principal. Estos montajes durarán 5 días aproximadamente.

De igual forma que se describe la línea de tarros, se irán montando en el sentido de la producción, la estación de lavado y esterilizado 2, la estación de secado 2, la etiquetadora y la empaquetadora con sus cintas transportadoras entre medias. El tiempo estimado para estos montajes es de 15 días.

Terminados todos los montajes de equipos se procederá al montaje de los depósitos de agua así como las redes de agua caliente y fría desde el cuarto de bombas y depósitos hasta las tomas. Estos trabajos tienen una duración de 30 días. La distribución de tuberías de agua caliente y fría en los aseos está previamente construida, por lo que habrá que llevar agua desde la

acometida general hasta la entrada del punto de distribución de los aseos. (Tomas 1C y 1F).

Previamente se construirán las bancadas para las bombas centrífugas de agua fría y agua caliente, y una vez fraguadas se montarán las bombas y se conectarán a los depósitos y a las redes. Estos trabajos tienen una duración de 15 días.

La instalación de la iluminación en la zona de producción se realizará una vez terminado todo el proceso de instalación de agua. Si el contratista lo considerase oportuno, se podría comenzar anteriormente a trabajar en las luminarias de las oficinas, vestuarios, etc, así como en las de los almacenes y cámara de refrigeración siempre y cuando los trabajos de instalación de ésta hubieran terminado. Los trabajos de instalación de luminarias tienen un tiempo previsto de 47 días.

Los trabajos de electrificación se realizarán del mismo modo que los de las luminarias para no interferir en el proceso de montaje de la zona de producción. Se terminará con el montaje de los cuadros eléctricos de mando y con la conexión a la red de distribución eléctrica. Tendrán un tiempo previsto de 60 días.

Una vez realizadas todas las instalaciones, se realizarán los trabajos de montaje de mobiliario en oficinas, baños, laboratorio, entrada y almacenes, colocación de los elementos de seguridad, trabajos de limpieza correspondientes dejando la sala de producción lista para su trabajo, desde este punto, se verificará el funcionamiento de cada uno de los elementos productivos individualmente, y posteriormente se procederá a realizar todo el proceso productivo en conjunto, quedando las instalaciones listas para su servicio. Para todo ello habrá un tiempo de 35 días.

De esta forma, la duración de los trabajos prevista es de 150 días.

1.15. Estudio Seguridad y Salud.

El estudio de la seguridad y salud del presente proyecto se va a dividir en dos partes: seguridad y salud en los trabajos de construcción, montaje e instalación de las unidades descritas en el proyecto, y seguridad y salud en la instalación una vez terminados los trabajos.

1.15.1. Seguridad y Salud en los trabajos de construcción, montaje e instalación.

En este apartado del estudio, se realizará una evaluación de riesgos de los trabajos a realizar, así como las medidas preventivas a tomar respecto a los riesgos existentes.

1.15.1.1. Trabajos de excavación, rasanteado y tapado.

Se realizarán trabajos de excavación en la preparación de la red de drenajes, el foso de las bombas y los depósitos así como en la preparación de las bancadas de las bombas.

Lo riesgos existentes son:

- Caídas a distinto nivel.
- Caídas a nivel.
- Impactos.
- Ruidos.
- Aplastamiento por medios mecánicos.
- Aplastamiento por hundimientos.
- Atropellos.
- Vuelcos y choques.

Las medidas preventivas a tomar serán las siguientes:

- Se balizará las excavaciones que no superen el metro de profundidad.
- Se vallará con valla amarilla tipo obra las excavaciones que superen el metro de profundidad.
- Se utilizará escalera de mano para la entrada y salida en la excavación para excavaciones superiores a 50 cm. En excavaciones inferiores, se dejará un escalón o una rampa en tierras para su uso como salida y entrada.
- Los trabajadores que trabajen a pie de obra deberán de llevar puestos los equipos de protección individual (EPI) descritos en cada puesto de trabajo, en este caso son:
 - o Casco
 - o Botas de seguridad
 - o Guantes
 - o Gafas antiproyección.
 - o Tapones antiruido en caso de trabajar cerca de máquinas o con maquinaria pequeña.
- Si la excavación es superior a 1,5 metros, y el terreno es inestable se utilizarán entibadores.
- Los conductores de la maquinaria que realice trabajos de movimiento de tierras, deberán de estar formados según la normativa al respecto.
- No se realizarán trabajos a pie de obra dentro de la distancia de seguridad de cualquier máquina. Esta distancia estará definida por el manual de seguridad de la máquina.
- Cualquier maquinaria utilizada en la obra dispondrá de la Inspección Técnica de Vehículos en vigor, Certificado CE, cabina antivuelco, claxon, rotativo de emergencias, luces, sonido cuando se desplace marcha atrás, escaleras de acceso para el conductor, asiento con paro de emergencia y seguro de responsabilidad civil y seguro de accidentes en vigor.

1.15.1.2. Trabajos de montaje de tuberías subterráneas.

Se realizarán trabajos de montaje de tuberías subterráneas en la preparación de la red de drenajes.

Lo riesgos existentes son:

- Caídas a distinto nivel.
- Caídas a nivel.
- Impactos.
- Ruidos.
- Aplastamiento por medios mecánicos.
- Aplastamiento por hundimientos.
- Aplastamiento por caída de objetos.
- Atropellos.
- Vuelcos y choques.

Las medidas preventivas a tomar serán las siguientes:

- Se vallarán o balizarán los almacenes de materiales utilizados para estos trabajos.
- Se utilizará escalera de mano para la entrada y salida en la excavación para excavaciones superiores a 50 cm. En excavaciones inferiores, se dejará un escalón o una rampa en tierras para su uso como salida y entrada.
- Los trabajadores que trabajen a pie de obra deberán de llevar puestos los equipos de protección individual (EPI) descritos en cada puesto de trabajo, en este caso son:
 - o Casco
 - o Botas de seguridad
 - o Guantes
 - o Gafas antiproyección.
 - o Tapones antiruido en caso de trabajar cerca de máquinas o con maquinaria pequeña.

- Si la excavación es superior a 1,5 metros, y el terreno es inestable se utilizarán entibadores.
- Los conductores de la maquinaria que realice trabajos de movimiento de tierras, deberán de estar formados según la normativa al respecto.
- No se realizarán trabajos a pie de obra dentro de la distancia de seguridad de cualquier máquina. Esta distancia estará definida por el manual de seguridad de la máquina.
- No se pasará por debajo de cualquier carga suspendida.
- Se sujetarán las cargas apropiadamente mediante eslingas y/o cadenas con gancho y serán niveladas adecuadamente antes de realizar la elevación.
- Cualquier maquinaria utilizada en la obra dispondrá de la Inspección Técnica de Vehículos en vigor, Certificado CE, cabina antivuelco, claxon, rotativo de emergencias, luces, sonido cuando se desplace marcha atrás, escaleras de acceso para el conductor, asiento con paro de emergencia y seguro de responsabilidad civil y seguro de accidentes en vigor.

1.15.1.3. Trabajos de hormigonado, incluidos encofrado, desencofrado y ferrallado.

Se realizarán trabajos de encofrado, ferrallado, hormigonado y desencofrado en el enlosado de las redes de drenajes, en la construcción de la fosa de los depósitos y en la construcción de las bancadas para las bombas.

Lo riesgos existentes son:

- Caídas a distinto nivel.
- Caídas a nivel.
- Impactos.
- Ruidos.
- Aplastamiento por medios mecánicos.

- Aplastamiento por hundimientos.
- Aplastamiento por caída de objetos.
- Atropellos.
- Vuelcos y choques.
- Salpicaduras.
- Cortes y punzamientos.

Las medidas preventivas a tomar serán las siguientes:

- Se vallarán o balizarán los almacenes de materiales utilizados para estos trabajos.
- Se utilizará escalera de mano para la entrada y salida en la excavación para excavaciones superiores a 50 cm. En excavaciones inferiores, se dejará un escalón o una rampa en tierras para su uso como salida y entrada.
- Los trabajadores que trabajen a pie de obra deberán de llevar puestos los equipos de protección individual (EPI) descritos en cada puesto de trabajo, en este caso son:
 - o Casco
 - o Botas de seguridad
 - o Botas PVC de seguridad.
 - o Guantes.
 - o Gafas antiproyección.
 - o Tapones antiruido en caso de trabajar cerca de máquinas o con maquinaria pequeña.
- Si la excavación es superior a 1,5 metros, y el terreno es inestable se utilizarán entibadores.
- Los conductores de la maquinaria que realice trabajos de movimiento de tierras, deberán de estar formados según la normativa al respecto.
- No se realizarán trabajos a pie de obra dentro de la distancia de seguridad de cualquier máquina. Esta distancia estará definida por el manual de seguridad de la máquina.
- No se pasará por debajo de cualquier carga suspendida.

- Se sujetarán las cargas apropiadamente mediante eslingas y/o cadenas con gancho y serán niveladas adecuadamente antes de realizar la elevación.
- Se cubrirán las puntas de las varillas de acero que queden apuntando hacia arriba con cubre varillas de plástico tipo seta.
- Se recogerán cualquier punta de acero o alambre que no se utilice del suelo.
- No se dejará ningún tablero de encofrado o apuntalamiento con puntas de acero asomando al exterior.
- Cualquier maquinaria utilizada en la obra dispondrá de la Inspección Técnica de Vehículos en vigor, Certificado CE, cabina antivuelco, claxon, rotativo de emergencias, luces, sonido cuando se desplace marcha atrás, escaleras de acceso para el conductor, asiento con paro de emergencia y seguro de responsabilidad civil y seguro de accidentes en vigor.

1.15.1.4. Trabajos de montaje e instalación de equipos.

Se realizarán trabajos de montaje e instalación de equipos en la instalación de los equipos industriales, en la instalación de las cintas de transporte, en la instalación de la cámara frigorífica y su equipo de refrigeración y en la instalación de bombas.

Lo riesgos existentes son:

- Caídas a distinto nivel.
- Caídas a nivel.
- Impactos.
- Aplastamiento por medios mecánicos.
- Aplastamiento por caída de objetos.
- Atropellos.
- Vuelcos y choques.
- Cortes y punzamientos.

Las medidas preventivas a tomar serán las siguientes:

- Se vallarán o balizarán los almacenes de materiales utilizados para estos trabajos.
- Se utilizará escalera de mano para la entrada y salida en la excavación para excavaciones superiores a 50 cm. En excavaciones inferiores, se dejará un escalón o una rampa en tierras para su uso como salida y entrada.
- Los trabajadores que trabajen a pie de obra deberán de llevar puestos los equipos de protección individual (EPI) descritos en cada puesto de trabajo, en este caso son:
 - o Casco
 - o Botas de seguridad
 - o Guantes.
 - o Gafas antiproyección.
 - o Tapones antiruido en caso de trabajar cerca de máquinas o con maquinaria pequeña.
- Los conductores de la maquinaria que realice trabajos de movimiento de tierras, deberán de estar formados según la normativa al respecto.
- No se realizarán trabajos a pie de obra dentro de la distancia de seguridad de cualquier máquina. Esta distancia estará definida por el manual de seguridad de la máquina.
- No se pasará por debajo de cualquier carga suspendida.
- Se sujetarán las cargas apropiadamente mediante eslingas y/o cadenas con gancho y serán niveladas adecuadamente antes de realizar la elevación. Siempre que existan puntos de anclaje para su elevación en los equipos a instalar, se engancharán y elevarán en estos puntos.
- No se moverán las cargas mayores a 40 kilos manualmente.
- En caso de tener que trabajar debajo de cualquier equipo, se asegurará el equipo para evitar su caída antes de entrar a realizar los trabajos.

- Cualquier maquinaria utilizada en la obra dispondrá de la Inspección Técnica de Vehículos en vigor, Certificado CE, cabina antivuelco, claxon, rotativo de emergencias, luces, sonido cuando se desplace marcha atrás, escaleras de acceso para el conductor, asiento con paro de emergencia y seguro de responsabilidad civil y seguro de accidentes en vigor.

1.15.1.5. Trabajos de montaje de luminarias y bandejas.

Se realizarán trabajos de montaje de luminarias y bandejas para la colocación de cables.

Lo riesgos existentes son:

- Caídas a distinto nivel.
- Caídas a nivel.
- Impactos.
- Aplastamiento por medios mecánicos.
- Aplastamiento por caída de objetos.
- Atropellos.
- Cortes y punzamientos.
- Descargas eléctricas.

Las medidas preventivas a tomar serán las siguientes:

- Se vallarán o balizarán los almacenes de materiales utilizados para estos trabajos.
- Se utilizará escalera de tipo tijera para los trabajos de instalación de luminarias en las zonas que el techo no supere los 3 metros de altura. Para trabajos de altura superior se emplearán elementos de elevación mecánicos en caso de que sea posible, o elementos de elevación estáticos tipo andamio donde no puedan acceder los mecánicos.

- Los trabajadores que trabajen a pie de obra deberán de llevar puestos los equipos de protección individual (EPI) descritos en cada puesto de trabajo, en este caso son:
 - o Casco
 - o Botas de seguridad
 - o Guantes.
 - o Gafas antiproyección.
- Los conductores de la maquinaria que realice trabajos de movimiento de tierras, deberán de estar formados según la normativa al respecto.
- No se realizarán trabajos a pie de obra dentro de la distancia de seguridad de cualquier máquina. Esta distancia estará definida por el manual de seguridad de la máquina.
- No se pasará por debajo de cualquier carga suspendida.
- Se sujetarán las cargas apropiadamente mediante eslingas y/o cadenas con gancho y serán niveladas adecuadamente antes de realizar la elevación. Siempre que existan puntos de anclaje para su elevación en los equipos a instalar, se engancharán y elevarán en estos puntos.
- No se moverán las cargas mayores a 40 kilos manualmente.
- No se elevarán cargas mayores a 20 kilos manualmente.
- En caso de tener que trabajar debajo de cualquier equipo, se asegurará el equipo para evitar su caída antes de entrar a realizar los trabajos.
- Cualquier maquinaria utilizada en la obra dispondrá de la Inspección Técnica de Vehículos en vigor, Certificado CE, cabina antivuelco, claxon, rotativo de emergencias, luces, sonido cuando se desplace marcha atrás, escaleras de acceso para el conductor, asiento con paro de emergencia y seguro de responsabilidad civil y seguro de accidentes en vigor.

1.15.1.6. Trabajos de montaje eléctrico.

Se realizarán trabajos de eléctrico serán los que se realizan para el montaje del cableado, enchufes, accionamientos, instalación y montaje de elementos de protección, cuadros, armarios, conexiones a equipos y bombas, conexiones a luminarias, etc.

Lo riesgos existentes son:

- Caídas a distinto nivel.
- Caídas a nivel.
- Impactos.
- Aplastamiento por medios mecánicos.
- Aplastamiento por caída de objetos.
- Atropellos.
- Cortes y punzamientos.
- Descargas eléctricas

Las medidas preventivas a tomar serán las siguientes:

- Se vallarán o balizarán los almacenes de materiales utilizados para estos trabajos.
- Se utilizará escalera de tipo tijera para los trabajos de instalación de cables en las zonas que el techo no supere los 3 metros de altura. Para trabajos de altura superior se emplearán elementos de elevación mecánicos en caso de que sea posible, o elementos de elevación estáticos tipo andamio donde no puedan acceder los mecánicos.
- Los trabajadores que trabajen a pie de obra deberán de llevar puestos los equipos de protección individual (EPI) descritos en cada puesto de trabajo, en este caso son:
 - o Casco
 - o Botas de seguridad

- Guantes.
- Gafas antiproyección.
- Los conductores de la maquinaria que realice trabajos de movimiento de tierras, deberán de estar formados según la normativa al respecto.
- No se realizarán trabajos a pie de obra dentro de la distancia de seguridad de cualquier máquina. Esta distancia estará definida por el manual de seguridad de la máquina.
- No se pasará por debajo de cualquier carga suspendida.
- Se sujetarán las cargas apropiadamente mediante eslingas y/o cadenas con gancho y serán niveladas adecuadamente antes de realizar la elevación. Siempre que existan puntos de anclaje para su elevación en los equipos a instalar, se engancharán y elevarán en estos puntos.
- Todo trabajador que trabaje con aparatos, cableados, cuadros, etc. que tengan carga eléctrica deberán de estar formados para dichas tareas.
- Se comprobarán previamente a su manipulación, la existencia de cargas estáticas y se procederá a su descarga.
- No se moverán las cargas mayores a 40 kilos manualmente.
- No se elevarán cargas mayores a 20 kilos manualmente.
- En caso de tener que trabajar debajo de cualquier equipo, se asegurará el equipo para evitar su caída antes de entrar a realizar los trabajos.
- Cualquier maquinaria utilizada en la obra dispondrá de la Inspección Técnica de Vehículos en vigor, Certificado CE, cabina antivuelco, claxon, rotativo de emergencias, luces, sonido cuando se desplace marcha atrás, escaleras de acceso para el conductor, asiento con paro de emergencia y seguro de responsabilidad civil y seguro de accidentes en vigor.

1.15.1.7. Trabajos de montaje de tuberías no subterráneas, accesorios, bombas, etc.

Se realizarán trabajos de montaje de tuberías no subterráneas, accesorios y bombas en las instalaciones de agua fría y caliente, montaje de tuberías de paso de mermelada, y conexiones a red de drenajes.

Lo riesgos existentes son:

- Caídas a distinto nivel.
- Caídas a nivel.
- Impactos.
- Aplastamiento por medios mecánicos.
- Aplastamiento por caída de objetos.
- Atropellos.
- Cortes y punzamientos.

Las medidas preventivas a tomar serán las siguientes:

- Se vallarán o balizarán los almacenes de materiales utilizados para estos trabajos.
- Se utilizará escalera de tipo tijera para los trabajos de instalación de tuberías y/o elementos en las zonas que el techo no supere los 3 metros de altura. Para trabajos de altura superior se emplearán elementos de elevación mecánicos en caso de que sea posible, o elementos de elevación estáticos tipo andamio donde no puedan acceder los mecánicos.
- Los trabajadores que trabajen a pie de obra deberán de llevar puestos los equipos de protección individual (EPI) descritos en cada puesto de trabajo, en este caso son:
 - o Casco
 - o Botas de seguridad

- Guantes.
- Gafas antiproyección.
- Gafas y Mandil para soldaduras
- Los conductores de la maquinaria que realice trabajos de movimiento de tierras, deberán de estar formados según la normativa al respecto.
- No se realizarán trabajos a pie de obra dentro de la distancia de seguridad de cualquier máquina. Esta distancia estará definida por el manual de seguridad de la máquina.
- No se pasará por debajo de cualquier carga suspendida.
- Se sujetarán las cargas apropiadamente mediante eslingas y/o cadenas con gancho y serán niveladas adecuadamente antes de realizar la elevación. Siempre que existan puntos de anclaje para su elevación en los equipos a instalar, se engancharán y elevarán en estos puntos.
- Todo trabajador que trabaje con equipos de soldadura deberán de estar formados para dichas tareas.
- Se comprobarán previamente a su manipulación, la existencia de cargas estáticas y se procederá a su descarga.
- No se moverán las cargas mayores a 40 kilos manualmente.
- No se elevarán cargas mayores a 20 kilos manualmente.
- En caso de tener que trabajar debajo de cualquier equipo, se asegurará el equipo para evitar su caída antes de entrar a realizar los trabajos.
- Cualquier maquinaria utilizada en la obra dispondrá de la Inspección Técnica de Vehículos en vigor, Certificado CE, cabina antivuelco, claxon, rotativo de emergencias, luces, sonido cuando se desplace marcha atrás, escaleras de acceso para el conductor, asiento con paro de emergencia y seguro de responsabilidad civil y seguro de accidentes en vigor.

1.15.1.8. Trabajos de pintura.

Se realizarán trabajos de pintura en el pintado del suelo, y de todas aquellas reposiciones de daños ejecutados durante los trabajos.

Lo riesgos existentes son:

- Caídas a distinto nivel.
- Caídas a nivel.
- Impactos.
- Golpes por caída de objetos.
- Toxicidad.
- Cortes y punzamientos.

Las medidas preventivas a tomar serán las siguientes:

- Se vallarán o balizarán los almacenes de materiales utilizados para estos trabajos.
- Se utilizará escalera de tipo tijera para los trabajos de pintura en las zonas que el techo no supere los 3 metros de altura. Para trabajos de altura superior se emplearán elementos de elevación mecánicos en caso de que sea posible, o elementos de elevación estáticos tipo andamio donde no puedan acceder los mecánicos.
- Los trabajadores que trabajen a pie de obra deberán de llevar puestos los equipos de protección individual (EPI) descritos en cada puesto de trabajo, en este caso son:
 - o Casco
 - o Botas de seguridad
 - o Guantes.
 - o Gafas antiproyección.
 - o Mascarilla
- Los conductores de la maquinaria que realice trabajos de movimiento de tierras, deberán de estar formados según la normativa al respecto.
- No se realizarán trabajos a pie de obra dentro de la distancia de seguridad de cualquier máquina. Esta distancia estará definida por el manual de seguridad de la máquina.
- No se pasará por debajo de cualquier carga suspendida.
- No se moverán las cargas mayores a 40 kilos manualmente.

- No se elevarán cargas mayores a 20 kilos manualmente.
- Cualquier maquinaria utilizada en la obra dispondrá de la Inspección Técnica de Vehículos en vigor, Certificado CE, cabina antivuelco, claxon, rotativo de emergencias, luces, sonido cuando se desplace marcha atrás, escaleras de acceso para el conductor, asiento con paro de emergencia y seguro de responsabilidad civil y seguro de accidentes en vigor.

1.15.1.9. Instalaciones y botiquín.

Se dispondrán para la realización de los trabajos un espacio cerrado tipo oficina de obra en la que depositará el proyecto y el plan de seguridad y salud durante la realización de los trabajos. En este espacio se tendrá un botiquín de obra y la información del centro de salud más cercano, así como los teléfonos de emergencias y de las personas responsables de la obra.

Igualmente se dispondrá de un espacio cerrado y habilitado para vestuarios, aseos y ducha.

También se dispondrá de un espacio cerrado habilitado para comedor de los trabajadores.

1.15.1.10. Plan de Seguridad y Salud.

Antes de comenzar cualquier trabajo, el contratista o constructor deberá de presentar el Plan de Seguridad y Salud aprobado por la autoridad competente.

1.15.2. Seguridad y Salud en las instalaciones una vez terminada la obra.

Una vez terminados los trabajos, se dejarán instalados los elementos de seguridad necesarios para el correcto funcionamiento de las instalaciones. Una vez adquiridas los equipos a instalar, los suministradores de cada equipo informarán de los riesgos específicos de cada equipo, con esta información que se elaborará un plan de seguridad y salud que se aplicará en los trabajos.

Desde este proyecto se definirán las medidas preventivas básicas inherentes al riesgo de incendios, y a la delimitación zonas de trabajo.

1.15.2.1. Riesgo de incendios.

Dada la gran cantidad de elementos eléctricos que aparecen en esta industria, existe un riesgo de incendios inherente a estos. A parte, existen otros factores que pueden provocar un fuego dentro de las instalaciones, por lo que las medidas preventivas a tomar son las siguientes:

- Formación de prevención a los trabajadores para evitar la aparición de fuego en las instalaciones.
- Formación en la evacuación de las instalaciones en caso de incendio.
- Formación en el uso de elementos antiincendios.
- Instalación de paneles de salida de emergencia en las vías adecuadas para ello.
- Instalación de extintores tipo Polvo CO2 para las zonas de alto contenido eléctrico, y extintores de Polvo ABC para el resto de áreas. Así como extintores móviles para el acceso a zonas más remotas.

1.15.2.2. Delimitación de las zonas de trabajo.

Uno de los riesgos más comunes en las industrias son el atropello o colisión con las máquinas móviles que trabajan en las instalaciones. Es por ello por lo que se opta por realizar un pintado de colores de las zonas de trabajo quedando restringido el paso a esas zonas de trabajo según autorización.

- Zona pintada color rojo: Serán las zonas de tránsito peatonal. Quedará totalmente prohibida la circulación de la carretilla por estas zonas. Podrán andar por esta zona cualquier persona autorizada a trabajar en la fábrica y entrar a la zona de producción.
- Zona pintada color verde: Serán las zonas de circulación de la carretilla elevadora. Se pueden cruzar andando, pero la carretilla tiene la prioridad dado que estará trabajando con cargas por lo que tendrá visibilidad reducida. Quedará totalmente prohibido estar parado a pie, y/o hablando con otra persona o por teléfono en la zona verde.
- Zona pintada color gris: Zona de producción, es la zona en la que está la mayoría del equipamiento para la producción de la mermelada. Solamente podrán permanecer o circular por la zona gris las personas autorizadas y formadas para estos trabajos. Quedará totalmente prohibido la circulación de la carretilla elevadora por estas zonas.
- Líneas amarillas: Delimitarán las zonas de trabajo facilitando su diferenciación.
- Zonas pintadas amarillo-verde: Zonas para la carga y descarga de pallets por parte de la carretilla elevadora.

1.15.3. Presupuesto para Seguridad y Salud.

- Se destinará una partida de 20.000 euros justificables contra facturas para la ejecución de las medidas preventivas de los trabajos de construcción, montaje e instalación.
- Se destinará una partida de 18.000 euros para los trabajos de pintado del suelo de la nave.

- Se destinará una partida de 3.248,52 euros para la instalación de carteles de salida de emergencia y extintores.

El presupuesto total para seguridad y salud de este proyecto es de 41.248,52 euros.

1.16. Presupuesto

El presupuesto de ejecución material de este proyecto asciende a 414.245,48 euros.

Zaragoza, Mayo 2015.

El Alumno,

Andrés Manuel Sanz Millán.

2. ANEJOS

2.1. ANEJOS N°1: Justificación del proceso de producción

2.1.1. Obtención y acondicionamiento de la fresa

La fresa es una materia prima que perece a gran velocidad. Dado que la fábrica proyectada se va a situar en la provincia de Huesca, y que el 98% de la producción de fresa española se realiza en la provincia de Huelva, se corre el riesgo del deterioro de la fruta en el trayecto desde el lugar de recogida, hasta el tratamiento de la fresas en el proceso productivo de la mermelada.

Se debe de tener en cuenta a la hora de seleccionar el tipo de fresa con el que se va a realizar la mermelada, que la calidad de ésta va a depender de la sanidad, madurez y composición de las fresas que se utilicen. Si se emplean frutas con principios de descomposición en las que sus características de color, aroma o sabor hayan cambiado, se están empleando frutas en estados de desarrollo de microorganismos, por lo que pueden causar cambios en el gusto y la sanidad de la mermelada.

También se ha de evitar procesar fresas con altos contenidos de pesticidas y demás sustancias que generalmente se emplean para evitar ataques de plagas, obviamente por motivos de salubridad.

Además de los problemas de caducidad, la fresa, es una fruta estacionaria, la cual tiene un periodo de recolección desde marzo a junio aproximadamente. Si se desea que la fábrica esté en funcionamiento durante todo el año, se debe de preparar un proceso de transformación a pulpa de fresa congelada, lo que encarecería la inversión a realizar, dado que habría que incrementar el número de maquinaria y la superficie de trabajo dentro de la nave para este proceso, así como el espacio para el almacenamiento de la fresa que se va a utilizar para todo el año.

Actualmente, hay una gran variedad de empresas que se dedican al procesamiento de fruta congelada, que además se encuentran situadas en la zona de producción de las frutas, con lo que se aseguran un tiempo de transporte y de maduración mínimo hasta la conversión de la fruta en pulpa congelada. Éste tiempo mínimo de maduración hasta que la fruta está en estado congelado permite la conservación del color, del aroma, del sabor y de los nutrientes. Además ésta fruta tiene posteriormente una rápida descongelación para su uso en los procesos industriales.

Teniendo en cuenta que se evita el riesgo de maduración de la fruta en el transporte, con sus correspondientes pérdidas económicas, de calidad y de salubridad; así como el ahorro tanto en la inversión del proyecto, como en los costes de producción, se opta por la utilización de pulpa de fresa congelada para la elaboración de mermelada en este proceso productivo.

Esta elección, nos permitirá además reducir el espacio de almacenaje de la materia prima, ya que el diseño posterior de la cámara frigorífica no requerirá de un tamaño tan elevado, y su consumo eléctrico, evidentemente se verá también reducido.

2.1.2. Tipos de procesos de elaboración

Se puede dividir los tipos de procesos de elaboración en dos grupos: Los procesos de elaboración caseros, y los procesos de elaboración industrial.

El grupo de procesos de elaboración caseros está ampliamente dividido. Prácticamente, en cada lugar del mundo tienen una forma diferente de elaborar mermelada. Un ejemplo básico de elaboración se realizaría colocando capas de fresa troceada con azúcar y dejándola reposar durante seis horas. Pasado el tiempo de reposo, se cuece cuarenta y cinco minutos para obtener el punto deseado. Posteriormente, si se desea, se puede triturar la mermelada para obtener una mejor homogeneización.

Se podrían nombrar una infinidad de procedimientos para fabricar la mermelada, dependiendo del momento de la mezcla, del tiempo de cocción, de los aditivos que se añaden, etc. Todas estas variables, en los procesos de elaboración caseros se controlan visualmente, y dependen del gusto de la persona que prepara la mermelada. Por lo que no resulta efectivo a la hora de basar una empresa en él.

En los procesos de elaboración industrial, a parte de la incorporación de maquinaria al proceso para incrementar la producción, se introducen aparatos de medición (termómetros, refractómetros, cronómetros, etc.) para controlar ciertas variables (Temperatura, Tiempos de cocción y Grados Brix) para la reproducción del proceso de elaboración de la mermelada. Obviamente, el proceso de elaboración que vamos a utilizar en este proyecto es de tipo industrial, puesto que deseamos repetir el proceso tantas veces como sea necesario para alcanzar la producción deseada, logrando un producto lo más parecido como sea posible, independientemente del momento en que se vaya a realizar.

2.1.3. Preparación de las materias primas para su cocción

En este proceso utilizamos cuatro materias primas para la creación de la mermelada: Fresas, Azúcar, Pectina y Ácido Cítrico. El tiempo que dura un ciclo de cocción y preparación de la mermelada de fresa es de aproximadamente una hora. La carga de estas materias primas se hará manual con ayuda de maquinaria, se opta por tener una batería de silos y depósitos portátiles tarados, que se cargarán y pesarán manualmente en el almacén de entrada, siendo transportados con una carretilla elevadora eléctrica para su posterior colocación en la línea de producción. Una vez allí, por medio de compuertas manuales, se descargará la cantidad deseada de materias primas en una cinta transportadora que las llevará hasta la marmita de cocción, previo lavado.

2.1.4. Transporte de las materias primas del silo a la marmita de cocción

El transportado en la cinta y posterior descarga por gravedad, evita posibles salpicaduras a los trabajadores, es por este motivo por el que se decide utilizar la cinta transportadora. Además evita posibles colisiones entre la carretilla elevadora y la marmita de cocción en caso de que se hiciera la descarga directa a la marmita.

El transporte mediante cinta, permite además un mejor lavado de las fresas ya que pasan mejor extendidas por el túnel de lavado, lo que provoca un mejor lavado.

2.1.5. Lavado de las fresas

Se puede realizar dos tipos de lavado, por inmersión o por aspersión. En este proyecto se va realizar un lavado por aspersión, ya que este proceso permite un ahorro considerable de agua.

La cinta transportadora que lleva las fresas es de malla, por lo que permite que el agua de los aspersores pueda llegar hasta las fresas desde una posición inferior, además de la superior, así como permite el drenaje del agua aportada.

2.1.6. Cocción de la mermelada

La cocción de la mermelada es la fase del proceso industrial en la cual, las materias primas, agregadas en una correcta secuencia, se transformarán en mermelada.

En esta fase, se definirán los atributos que poseerá la mermelada una vez realizada la transformación, por lo que se puede decir que es la parte más importante y delicada del proceso industrial.

Para realizar la cocción a un nivel industrial, se utilizan marmitas de cocción industrial, por lo que se puede decir que el tipo de cocción dependerá del tipo de marmita o viceversa. Para seleccionar la marmita se tienen que definir varias variables: A presión de vacío, a presión atmosférica, con agitador o sin agitador, eléctricas o de gas, etc.

La primera variable a valorar es el tipo de presión: En la cocción a presión de vacío, la mezcla es introducida en una marmita donde se ha hecho el vacío, por lo que permite trabajar a temperaturas menos elevadas, lo que evita tener que hacer un pre-enfriamiento de la masa final. Con esta forma de cocción, se puede trabajar con mayores cantidades de mezcla, por lo que se lograría una mayor producción. Pero a su vez presenta varios problemas, el más importante de ellos es el difícil control de la cocción que se está realizando, por lo que un pequeño fallo humano o técnico, puede traer consecuencias negativas para la producción. El sistema de limpieza de la maquinaria a su vez, es muy complicado.

Todo esto hace pensar en el otro tipo de cocción, que se realiza a presión atmosférica. Éste tipo de cocción se realiza en una marmita que tiene una camisa de aceite en el interior a la que se le proporciona la energía suficiente para calentar homogéneamente el producto. Éste tipo de marmita, es mucho más fácil de controlar y de limpiar. Y la energía puede ser proporcionada eléctricamente, quemando gas natural o quemando gasoil, lo que da un abanico de posibilidades a la hora de elegir el tipo de energía que se va utilizar en la planta. Es por eso que en este proceso industrial se va a optar por realizar la cocción a presión atmosférica.

Teniendo en cuenta el desgaste continuado de las reservas petrolíferas o de las reservas de gas natural, y la continua evolución que se está realizando en el campo de las energías renovables, la marmita en la cual se cocerá la mermelada, será abastecida energéticamente por electricidad, dando homogeneidad y simplicidad a la posterior instalación de la planta, así como dejando una puerta abierta a las energías renovables.

Una vez seleccionado el tipo de cocción, se añade a la marmita, en primer lugar, la cantidad de fruta ya descongelada que se haya calculado para la producción deseada, y se le añade un 10% de la cantidad total de azúcar necesario para evitar que la masa se pegue a las paredes de la marmita y asegurando la inversión deseada de la sacarosa. Es necesario que la cantidad de sólidos solubles no exceda en un 25% antes de avanzar al siguiente paso.

En otra marmita eléctrica con agitador, se mezclarán previamente la dosis que hace falta para hacer la mermelada con azúcar en una proporción 1 a 5. Ésta mezcla pasará a la marmita principal, se agitará vigorosamente, y a su vez se interrumpirá la ebullición de la masa agregada inicialmente.

Se continuará con la evaporación hasta que se obtenga una concentración de entre 37 y 40 °Brix, entonces se agregará el resto del azúcar hasta alcanzar los 65-68 °Brix a la salida de la marmita. En este punto se adicionará ácido cítrico (E-330) para llevar la mezcla al PH adecuado.

El tiempo estimado de cocción es de 30-35 minutos, tiempo en el que se ha invertido el 30 y 40% de la sacarosa, que es el porcentaje que se considera satisfactorio para conseguir una mermelada de 68°Brix.

2.1.7. Línea de tarros

Desde un punto inicial diferente, los tarros donde se ubicará la mermelada posteriormente, se colocarán manualmente en una línea automatizada, que los pasará por un lavado y esterilizado, un secado hasta su paso por una llenadora automática. El llenado se puede hacer manual o automático. Para buscar un llenado constante se utiliza una máquina llenadora – cerradora de tarros automática.

Una vez llenados los tarros, seguirán por una línea de transporte por la que pasarán por un segundo lavado y secado para eliminar posibles

salpicaduras que pudieran haberse producido en el llenado. El túnel de lavado y el túnel de lavado serán del mismo modelo que el utilizado en el primer tramo antes de ser llenados los tarros.

Posteriormente pasarán a una etiquetadora automática, y los enviará a una mesa rotatoria donde un trabajador inspeccionará los tarros desechando los que no cumplan con las necesidades de calidad de la empresa. Los que si pasen la inspección visual, se colocarán en una línea de transporte que los llevará hasta una empaquetadora.

Los tarros, una vez empaquetados, se colocarán en pallets para su almacenamiento en el almacén de salida o producto terminado.

Todo el transporte de los tarros se realizan en líneas transportadoras de charnelas, exceptuando las salidas de la mesa rotatoria que se realizarán en cintas de rodillos por gravedad, evitando posibles atrapamientos al operador.

2.2. ANEJO N°2: Balance de materia

Se pretende realizar una fábrica capaz de producir 600.000 kilos de mermelada al año.

El calendario laboral de producción estará definido por 233 días de trabajo, en los que se realizará un turno de producción de 8 horas. El tiempo de cocción y limpieza y preparación de la siguiente cocción es de 1 hora, por lo que se realizan 8 cocciones por turno.

Con todo ello se obtiene que la producción horaria de mermelada PDM, es la siguiente:

$$PHM = 600000 \frac{Kgs}{año} \cdot \frac{1 \text{ año}}{233 \text{ días}} \cdot \frac{1 \text{ días}}{8 \text{ horas}} = 321,89 \frac{kg}{hora}$$

La mermelada que se quiere obtener tiene un 55% en peso de azúcar, así como un 4,2% en peso de pectina, y un 0,103% en peso de ácido cítrico. Por lo que las necesidades totales horarias de Azúcar, Ácido Cítrico y Pectina (Az,AC,P) son las siguientes:

$$Az = 55\% \cdot PHM = 55\% \cdot 321,89 \frac{kg}{hora} = 177,04 \frac{kg}{hora}$$

$$P = 4,2\% \cdot PHM = 4,2\% \cdot 321,89 \frac{kg}{hora} = 13,52 \frac{kg}{hora}$$

$$AC = 0,103\% \cdot PHM = 0,103\% \cdot 321,89 \frac{kg}{hora} = 0,33 \frac{kg}{hora}$$

En el proceso se realizan tres cocciones, para ver la cantidad de producto que entra y sale en cada una de las cocciones, se realiza un balance de materia al azúcar.

Al obtener mermelada de fresa 68°Brix, sabemos que el azúcar que hay en la mermelada (68%) es el azúcar que se ha añadido, más un 7% de azúcar que hay en la pulpa de fresa:

$$0,68 \text{ PHM} = 0,07 \cdot F + Az$$

De aquí se obtiene que la cantidad de fresas F necesarias para alcanzar la producción PHM es de F=597,79 kg/hora.

De igual forma, la mermelada que sale de la cocción 1 tiene es 25% por lo que haciendo balance

$$0,25 \cdot M1 = 0,07 \cdot F + Az1$$

Donde:

M1 es la cantidad de mermelada que sale de la cocción 1.

F es la cantidad de Fresas que hay que introducir en la marmita.

Az1 es la cantidad de azúcar que se añade en la primera cocción.

Y también se sabe que la cantidad de azúcar que se añade en la cocción uno, es el 10% del azúcar total añadido (ver proceso de elaboración). Por lo que:

$$Az1 = 10\% \cdot Az = 17,70 \frac{\text{kgs}}{\text{hora}}$$

Despejando Az1 en el balance de azúcar de la cocción 1, se obtiene que la cantidad de mermelada 25°brix (M1) que sale de dicha cocción es de 238,20 kgs/hora.

Y la mermelada que sale de la cocción dos tiene 40% brix, por lo que haciendo balance al azúcar se conoce que:

$$0,40 \cdot M2 = 0,25 \cdot M1 + Az2$$

Donde:

M2 es la cantidad de mermelada que sale de la cocción 2.

Az2 es la cantidad de azúcar que se añade en la segunda cocción.

También se sabe que la cantidad de azúcar que se añade en la cocción dos, es cinco veces la cantidad de pectina total añadida (ver proceso de elaboración). Por lo que:

$$Az2 = 5 \cdot P = 67,70 \frac{\text{kgs}}{\text{hora}}$$

Despejando M2 en el balance de azúcar de la cocción dos, se obtiene que M2=317,86 kgs/hora.

Para terminar el balance de azúcares, la cantidad de azúcar añadido es la suma de las adicciones en cada cocción:

$$Az = Az1 + Az2 + Az3$$

Despejando Az3, se obtiene el Azúcar que se ha añadido en la tercera cocción, 91,74 kgs/hora.

Para terminar, realizando el balance de materia a cada una de las cocciones se obtiene la cantidad de agua que se evapora en cada cocción.

Cocción 1:

$$F + Az1 = M1 + Ag1$$

Dónde Ag1 es la cantidad de agua que se evapora en la primera cocción. Despejando, se obtiene que:

$$Ag1 = 377,30 \text{ kgs/hora}$$

Cocción 2:

$$M1 + Az2 + P = M2 + Ag2$$

Dónde Ag2 es la cantidad de agua que se evapora en la segunda cocción. Despejando, se obtiene que:

$$Ag2 = 1,45 \text{ kgs/hora}$$

Cocción 3:

$$M2 + Az3 + AC = PHM + Ag3$$

Dónde Ag3 es la cantidad de agua que se evapora en la primera cocción. Despejando, se obtiene que:

$$Ag3 = 88,05 \text{ kgs/hora}$$

La cantidad total de agua evaporada es la suma de las evaporaciones parciales, es decir 466,79 kgs/hora.

2.3. ANEJO N°3: Equipos industriales

2.3.1. Silos

2.3.1.1. Silos fresas

Las fresas serán cargadas manualmente en silos portátiles de acero inoxidable AISI 304. La carga se realizará en el almacén de producto no frigorífico, ya que una vez descargados estos y la carga ha sido introducida en la cámara frigorífica, gran parte del almacén queda libre para otro tipo de trabajos.

El operario que realiza la carga manual de las fresas, será el encargado de transportar el silo portátil hasta la zona de descarga de éste en la cinta transportador. El silo tendrá forma piramidal invertida para colaborar por gravedad con la descarga del producto sólido y dispondrá de un orificio de salida inferior el cual se podrá abrir mediante una trampilla cerrada con una compuerta deslizante, permitiendo una apertura progresiva y una descarga controlada del producto.

La instalación estará diseñada para dos zonas de descarga con estos silos, de tal forma que una vez un silo ha sido colocado en la zona de descarga primera, y se ha abierto la trampilla para su vaciado en la cinta transportadora, el operario puede empezar a cargar el silo siguiente para la siguiente cocción y en caso de que fuera necesario, poder colocar ambos silos en forma de batería.

El silo tendrá una capacidad de 650 Lts (aproximadamente un 25% más de la carga necesaria para evitar su derrame en la carga, ya que si se elige un depósito menor, si el llenado no se produce homogéneamente, la carga se puede derramar por los lados del silo portable). La anchura de este depósito será de 112 cm y la altura de 163,50 cm.

Para poder calcular el peso exacto de la carga, el silo se tarará a cero en una báscula situada en la zona del almacén de producto no frigorífico. El silo

portátil tendrá dos compuertas superiores abatibles 270° que permitirá su carga superior.

Los silos portátiles dispondrán de una estructura cúbica de columnas y tensores para sostener el peso del recipiente con carga incluida. Estas columnas estarán hechas de elementos angulares de acero que permitan su fijación en la estructura de la zona de descarga en la cinta transportadora. Además dispondrán de dos huecos rectangulares para la inserción de las uñas de la carretilla transportadora para su transporte y elevación a la zona de descarga.

2.3.1.2. Silos azúcar

El azúcar se descarga en tres ocasiones por cocción, en la primera se descargan 17,70 kg en la marmita principal para la cocción nº1, en la segunda se descargan 67,60 kg en la marmita secundaria (mezcla con pectina), y finalmente 91,74 kg en la marmita principal para la cocción nº3.

Para ello se utilizarán tres silos de azúcar portátiles para el azúcar, uno con una capacidad de 30 kgs, y dos para una capacidad de 100 kgs. Al igual que para las fresas, los silos se tararán en una báscula previamente a la carga, y posteriormente se cargarán manualmente por la parte superior hasta conseguir la cantidad necesaria para cada uno de los procesos necesarios.

Como en los silos de las fresas, el material de los silos para el azúcar será de acero inoxidable AISI304 para todos ellos. Para evitar que el azúcar se pueda quedar adherido en las esquinas de los silos, estos serán cilíndricos, con un cono cilíndrico de descarga.

El cono cilíndrico de descarga, tendrá una salida circular de diámetro interior de 50 mm, cerrada con una llave de bola manual roscada al cono de salida, lo que permitirá su sustitución en caso de avería.

El silo portátil cónico, estará armado por una estructura cúbica de perfiles metálicos, lo que permitirá fijar a esta armadura dos perfiles rectangulares metálicos que den la posibilidad de introducir las uñas de la carretilla elevadora para su transporte por la fábrica.

En la parte superior de la armadura dispondrá de un asa plegable que permitirá su enganche en una elevadora eléctrica para su posterior descarga en las marmitas.

Las dimensiones de los cilindros serán:

- Para el silo de 30 kgs: h=25 cm Ø=35 cm
- Para el silo de 100 kgs: h=50 cm Ø=40cm

Estas dimensiones salen de despejar las siguientes fórmulas:

$$V = \frac{m}{\delta} \quad \text{Donde } V=\text{volumen, } m=\text{ masa y } \delta=\text{densidad}$$

Conociendo la masa que se quiere almacenar (30 y 100 kgs), así como la densidad de la sacarosa ($\delta=1587 \text{ kg/m}^3$) se obtiene el volumen.

Se fijará una altura de cilindro de 0,25 m en el silo pequeño, y de 0,50 en el silo grande.

De la fórmula del volumen de un cilindro se puede obtener el radio necesario, y de éste el diámetro.

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot h$$

Dónde V es el volumen del cilindro, r es el radio y h la altura de éste.

Conociendo el volumen requerido y la h deseada se obtiene:

- Para el silo de 30 kgs, el Ø ≈ 35 cm

- Para el silo de 100 kgs, el $\varnothing \approx 40$ cm

2.3.1.3. Silo pectina

Dado que el peso de pectina necesario por cocción (por hora aprox) es de 13,52 kgs, se utilizará un silo de idénticas condiciones al pequeño del azúcar (30kgs azúcar).

Para comprobar que este silo es utilizable con la pectina, realizaremos los mismos cálculos que hemos utilizado anteriormente.

$$V = \frac{m}{\delta} \quad \text{Donde } V=\text{volumen, } m=\text{ masa y } \delta=\text{densidad}$$

$$V = \frac{13.52 \text{ kg}}{580 \text{ kg/m}^3} = 0,02331 \text{ m}^3$$

Si

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot h$$

Dónde V es el volumen del cilindro, r es el radio y h la altura de éste (0,25 m).

El diámetro necesario del cilindro para almacenar esta pectina es:

$$r = \sqrt{\frac{0,02331 \text{ m}^3}{\pi \cdot 0,25 \text{ m}}} = 0,1723 \text{ m}$$

$$\varnothing = 2 \cdot r = 2 \cdot 0,1723 = 0,3446 \text{ m} < 0,35 \text{ m}$$

Por lo que el silo cumple perfectamente el espacio requerido para la pectina.

2.3.2. Marmitas

2.3.2.1. Marmita principal

En la marmita principal, se realizará la cocción principal del proceso productivo. En ellas se introducirán las fresas, y se le añadirá azúcar, la mezcla de pectina y azúcar, y el ácido cítrico posteriormente.

La primera cocción, en la que la pulpa de fresa está completamente hidratada, será la que marque el diámetro necesario de la marmita. Para calcular el volumen, se sabe que se van a cocer 597,79 kg de fresas y que su densidad aproximada es de 0,920 kg/ltr. Por lo que:

$$V_{fresas} = \frac{597,79 \text{ kg}}{1,15 \frac{\text{kg}}{\text{ltr}}} = 519,82 \text{ lts}$$

En la primera cocción se añade también 17,70 kg de azúcar, cuya densidad es de 1,59 kg/ltr. Por lo que:

$$V_{azúcar} = \frac{17,70 \text{ kg}}{1,59 \frac{\text{kg}}{\text{ltr}}} = 11,13 \text{ lts}$$

Por lo que en la primera cocción, la cual es la más voluptuosa introducimos un volumen de alimentos de:

$$V_{cocción1} = V_{fresas} + V_{azúcar} = 519,82 + 11,13 = 530,95 \text{ lts}$$

Para dar el espacio suficiente para el vapor de agua que se evapore, así como para evitar salpicaduras cuando se descarguen los alimentos en la marmita, se elige una marmita de 700 litros de capacidad.

El material de la marmita será íntegramente acero AISI 304.

La marmita tendrá forma cilíndrica evitando los rincones, esto ayudará a la no generación de bacterias y facilitará la limpieza.

El diámetro interno de la marmita será de 1184 mm y la altura del cilindro 610 mm.

El cilindro tendrá un acabado inferior curvo para el correcto deslizamiento el producto final hasta el orificio de salida. El acabado interior de la cuba será satinado fino, evitando la adherencia de productos gelatinosos o azúcares.

El espesor de la marmita será de 3mm. La estructura se soportará sobre 3 patas acabadas en pies circulares con orificios para anclar al suelo mediante pernos de 20mm.

La marmita dispondrá de tapa basculante con sistema de seguridad ajustable para apertura. La tapa tendrá una junta de silicona para mejorar la eficiencia térmica.

La salida del producto se realizará por un orificio en la parte inferior de la marmita, de este orificio saldrá una tubería de acero inoxidable hasta el exterior donde va colocada una válvula de bola, que permite la apertura o cierre del sistema. El diámetro de esta tubería de salida será de 2”.

Esta salida estará conectada posteriormente a una bomba lobular que bombeará el producto hasta la máquina de envasado.

La marmita posee también un grifo de agua caliente para su lavado o llenado de agua en caso de que fuera necesario. La entrada de agua de este grifo será de diámetro ¼”.

En el lateral de la marmita de cocción habrá dos orificios roscados, en el primero, de diámetro 1”, habrá una válvula de globo, que deberá de estar abierta durante el proceso de cocción para permitir la entrada de aire a la

marmita, ya que por el segundo orificio, opuesto a este primero, saldrá una tubería de ½" que estará conectada a una bomba de vacío que extraerá todo el vapor de agua que se evapore mediante el proceso de cocción para su posterior reutilización.

Finalmente, en el lateral del cilindro, por debajo de los orificios para la recuperación del vapor por efecto venturi, habrá un último orificio de entrada de diámetro 1" por el cual entrará el producto preparado de la marmita secundaria (azúcar y pectina) para la cocción secundaria.

La cocción dentro de la marmita será por calentamiento mediante intercambiador de calor con depósito de aceite térmico. El aceite térmico será sintético atóxico. El depósito de aceite tendrá un depósito de expansión para su control de nivel. Tendrá asimismo salida al exterior para su sustitución.

El calentamiento del aceite se realizará mediante resistencias blindadas. La potencia será de 31,5 kw. La tensión será trifásica 400 V+N+T.

La marmita dispondrá de un cuadro eléctrico independiente con pantalla digital, microprocesador de control de tiempo, control de final de ciclo, de temperatura mediante sonda de pincho. Tendrá la opción también de programación electrónica para cualquier tipo de cocción, así como programa de puesta en marcha a una hora prefijada con antelación de hasta 24 horas y avisador acústico para final de cocción.

2.3.2.2. Marmita secundaria

En la marmita secundaria, se preparará la mezcla de pectina y azúcar para la segunda cocción en la marmita principal. La cocción que se realizará en esta marmita tiene una proporción de 5 partes de azúcar por cada parte de pectina. Por lo que el volumen de la marmita se verá dimensionado principalmente por el volumen que se añade a ésta:

Se añaden 67,60 kg de azúcar, cuya densidad es de 1,59 kg/ltr. Por lo que:

$$V_{\text{azúcar}} = \frac{67,60 \text{ kg}}{1,59 \frac{\text{kg}}{\text{ltr}}} = 42,51 \text{ lts}$$

Contando con la pectina, cuya densidad es variable dependiendo del número de cadenas ramificadas que tienen cada polímero, se optará por utilizar una marmita de 100 litros, ya que es un tamaño comercial estándar, lo cual economizará la compra de éste elemento.

El material de la marmita será íntegramente acero AISI 304.

La marmita tendrá forma cilíndrica evitando los rincones, esto ayudará a la no generación de bacterias y facilitará la limpieza.

El diámetro interno de la marmita será de 619 mm y la altura del cilindro 333 mm.

El cilindro tendrá un acabado inferior curvo para el correcto deslizamiento el producto final hasta el orificio de salida. El acabado interior de la cuba será satinado fino, evitando la adherencia de productos gelatinosos o azúcares.

El espesor de la marmita será de 3mm. La estructura se soportará sobre 3 patas acabadas en pies circulares con orificios para anclar al suelo mediante pernos de 20mm.

La marmita dispondrá de tapa basculante con sistema de seguridad ajustable para apertura. La tapa tendrá una junta de silicona para mejorar la eficiencia térmica. La tapa tendrá también una válvula de seguridad para evitar explosiones por la presión de vacío.

La salida del producto se realizará por un orificio en la parte inferior de la marmita, de este orificio saldrá una tubería de acero inoxidable hasta el exterior donde va colocada una válvula de bola, que permite la apertura o cierre del sistema. El diámetro de esta tubería de salida será de 1”.

Esta salida estará conectada posteriormente a una bomba lobular que bombeará el producto hasta la marmita de cocción principal para realizar la segunda cocción.

La marmita posee también un grifo de agua caliente para su lavado o llenado de agua en caso de que fuera necesario. La entrada de agua de este grifo será de diámetro ¼”. La evacuación de esta agua de lavado se realiza por un orificio inferior de diámetro 1”, y cierre con llave de bola.

Esta marmita, a diferencia de la de cocción principal no necesita tener orificio de entrada y salida de aire para la extracción de vapor de agua.

La cocción dentro de la marmita será por calentamiento mediante intercambiador de calor con depósito de aceite térmico. El aceite térmico será sintético atóxico. El depósito de aceite tendrá un depósito de expansión para su control de nivel. Tendrá asimismo salida al exterior para su sustitución.

El calentamiento del aceite se realizará mediante resistencias blindadas. La potencia será de 6 kW. La tensión será trifásica 400 V+N+T.

La marmita dispondrá de un cuadro eléctrico independiente con pantalla digital, microprocesador de control de tiempo, control de final de ciclo, de temperatura mediante sonda de pincho. Tendrá la opción también de programación electrónica para cualquier tipo de cocción, así como programa de puesta en marcha a una hora prefijada con antelación de hasta 24 horas y avisador acústico para final de cocción.

2.3.3. Línea de tarros

2.3.3.1. Lavadora de tarros

Antes de ser llenados, los tarros deben de ser lavados y secados. Para ello se utilizará un túnel de lavado de botes eléctrico, el lavado se realiza en un circuito cerrado con agua caliente jabonosa. El aclarado se realiza con agua de red a fondo perdido.

El túnel de lavado recibe los tarros desde la cinta transportadora en los que se han cargado previamente manualmente. Y una vez lavados y aclarados vuelven a salir linealmente en una segunda cinta transportadora que los llevará hasta la siguiente estación de trabajo.

El túnel estará construido en acero inoxidable AISI 304. Las dimensiones del túnel serán: 2150 mm de largo, 1125 mm de ancho, y 1460 mm de alto. La boca de carga para recibir los tarros de la cinta transportadora tendrá unas dimensiones de 180 mm x 180 mm. La altura de la carga se realizará a 1000 mm. El cuerpo del túnel tendrá dos tapas superiores para registro. Las zonas de trabajo dentro de éste estarán separadas por cortinas de PVC de 4mm de grosor. El túnel se nivelará con 6 pies regulables M20.

El nivel de presión acústica deberá ser inferior a 80dB (A).

El túnel de lavado estará preparado para lavar 2000 tarros/hora.

Para el lavado, el túnel contará con un depósito de 300 litros, con entrada de agua controlada por una válvula de bola de ¾" y una boya inoxidable de flotación para el control de entrada de agua.

Tendrá un grifo de purga de 1 ¼" y trampilla de vaciado de 210x170mm.

Habrá un rebosadero de grasas con salidas al exterior. Igualmente, el túnel contará con un filtro tipo cajón extraíble de reja de perfil triangular de 1mm de paso, con extracción de sólidos al rebosadero.

El depósito contará con una tapa de registro y limpieza de éste.

El depósito se llenará con agua caliente, que se mantendrá en su temperatura mediante 4 resistencias de 6000 W protegidas dentro de éste.

El túnel tendrá 42 aspersores inoxidables de chorro plano, diámetro equivalente de salida de 3 mm.

El agua será impulsada desde el depósito hasta los aspersores con una motobomba en acero inoxidable de 2,2 Kw, con un caudal de 25 m³/h y presión de 2 kg/cm².

La motobomba estará protegida por una caja de acero inoxidable a la altura del depósito, registrable para el alojamiento de la motobomba.

El túnel dispondrá de un manómetro de glicerina.

Para el aclarado, la entrada de agua será controlada por una válvula de bola de 1/2". En esta zona del túnel habrá 7 aspersores de chorro plano, de 1,6 mm. de diámetro equivalente de salida.

El transporte interior de los tarros se realizará por una banda de acero inoxidable de malla de pletina de 50 mm. de paso, superficie de paso 50x20 mm. La velocidad será variable de 2 a 6 m/min.

El accionamiento de la banda será por reductor de aluminio de 0,37 Kw y variador electrónico. Los piñones de ésta serán de Nylon.

El cuadro eléctrico de mandos en caja de fibra, IP-65, situado dentro de armario inoxidable con ventana de metacrilato.

Tendrá un botón de paro de emergencia en el exterior del armario y en la entrada del túnel. Tendrá también indicadores luminosos de funcionamiento, interruptor general y pulsadores.

El regulador de temperatura será electrónico y la sonda para medir ésta será del tipo PT-100.

La conexión eléctrica será trifásica 400V + N + T(50 Hz).

El consumo de agua será de 300 litros para el depósito de lavado y para el aclarado será regulable entre 0 y 10 l/min.

El consumo eléctrico será la suma de la motobomba 2.2 Kw + el motorreductor 0,37 Kw + 24 Kw de las resistencias igual a 26,57 Kw.

2.3.3.2. Secadora de tarros

Una vez finalizado el aclarado de los tarros, se retirará el agua que hay en ellos mediante un túnel de secado en línea.

El túnel de secado en línea funciona mediante cuchillas de aire ajustables mediante fotocélulas. Estas fotocélulas hacen que el proceso de secado sea más económico.

El material del túnel estará formado por acero inoxidable AISI304.

Las dimensiones de la secadora son 1400 mm de largo, 1100 mm de ancho y 1800 mm de alto. Las dimensiones de la zona de secado son 850 mm de ancho, por 330 mm de alto por 1200 mm de largo.

El transporte interior de los tarros se realizará por una banda de acero inoxidable de malla de pletina de 50 mm. de paso, superficie de paso 50x20 mm. La velocidad será variable de 5,4 a 13,8 m/min. Los piñones de ésta serán de Nylon.

La salida de agua se realizará por una tubería inferior de 1-1/4" de diámetro exterior.

El consumo eléctrico de la máquina es de 9000 kW. La conexión es de 400V 3+N+T.

El panel de control será de tipo display con pictogramas, ubicado en la parte superior del túnel para fácil lectura de los operarios.

2.3.3.3. Llenadora de tarros – cerradora

El llenado de tarros se realizará en una máquina automatizada para tal uso. Actualmente hay una gran variedad de máquinas llenadoras, que se pueden clasificar según la dirección de los envases en el proceso: lineales o rotatorias, o también se pueden clasificar por el mecanismo de llenado: volumétricas (tienen una boquilla o pistón de cierto volumen que se llena de producto a envasar y se descarga posteriormente en el envase), con caudalímetros (en vez de usar un cilindro o una boquilla de un cierto volumen, se utiliza un medidor de caudal que deja pasar el producto al envase hasta que se alcance el volumen de envasado deseado) y por peso, (la máquina controla con una balanza la cantidad de producto a envasar).

En el caso de este proyecto, se empleará una máquina de llenado de tarros lineal con mecanismo de llenado volumétrico, ya que la mermelada es un producto bastante denso, y éste sistema es el más apropiado para productos que no fluyen con tanta facilidad.

La producción de mermelada teórica después de la cocción y que se va a envasar es de 321,89 kilos de mermelada. Si el envase a utilizar es de 350 g. La máquina a instalar debe de llenar:

$$N_{\text{envases}} = \frac{321,89}{0,350} = 919,69 \frac{\text{envases}}{\text{hora}} \approx 920 \frac{\text{envases}}{\text{hora}}$$

La estación de llenado incorporará igualmente una taponadora automática, con carga de tapones manual, que una vez llenado los tarros, se cerrarán automáticamente para pasar a la estación de enfriado, lavado y secado.

La máquina de llenado, utiliza igualmente un compresor de aire eléctrico que le permite servirse a sí misma de la cantidad de aire necesaria para accionar el émbolo de llenado.

Esta máquina posee un depósito de agua de 200 litros para su autolavado. Este depósito se abastece con una toma de 1/4" con agua caliente. De igual modo, tiene un orificio de salida de 1" para la evacuación de las aguas usadas en la limpieza.

Las dimensiones de la estación de llenado y cierre son 3000 mm de longitud, 1000 mm de anchura, y 1000 mm de altura. Tiene su propio carro de transporte, lo que permite que la cinta transportadora que porta a los tarros de cristal, los descargue en el carro de la máquina de llenado, y una vez llenos, vuelvan a depositarse en la cinta transportadora que los llevará hasta la siguiente estación de trabajo.

La potencia consumida por esta máquina de 1,5 Kw (Mecanismo de la estación, y compresor para llenadora y cerradora). La toma de corriente será de 220 V monofásica.

La estación de llenado – cierre de tarros, deberá de estar controlada por un cuadro eléctrico, que permita regular el volumen de llenado, velocidad de llenado, sincronizar el llenado y cierre de los tarros, etc.

2.3.3.4. Etiquetadora de tarros

Una vez lavados y secados los tarros llenos, y después de haber pasado una inspección visual por un operario, los tarros pasarán a la siguiente estación de trabajo: la etiquetadora.

Para ello se utilizará un equipo automático de etiquetado. La etiquetadora, será autoajustable tanto en altura de los botes y las etiquetas: deberá de etiquetar todo tipo de botes hasta 300 mm de altura, con una velocidad de etiquetado variable desde 0 hasta 100 botes por minuto.

La etiquetadora tendrá un sensor de entrada de botes que activará y desactivará automáticamente el proceso de etiquetado.

La etiquetadora estará compuesta principalmente por materiales en acero inoxidable AISI 304, excepto automatismos, que por necesidades electro-mecánicas estarán compuestos por otro tipo de materiales.

La máquina etiquetadora estará apoyada en el suelo por patas regulables manualmente, que permitirán, tanto ajustar la máquina a la altura de la banda transportadora de los tarros, tanto de entrada como de salida, para que éstos sigan su ciclo. Así como para nivelar la máquina para evitar vibraciones en el momento de trabajo. Las patas tendrán orificios de métrica Ø16 mm para poder ser fijada al suelo mediante pernos.

La cinta transportadora que moverá los tarros a través de la etiquetadora, tendrá barras laterales ajustables manualmente, que alinearán y enfocarán los tarros hacía el punto de etiquetado. Estas barras laterales

tendrán un recorrido de ajuste para poder realizar tarros desde diámetros de 30 mm hasta diámetros de 100 mm.

Las dimensiones de la máquina serán de 2500 mm de longitud, 1450 mm de anchura y una altura de 1850 mm.

La máquina poseerá un cuadro eléctrico de funcionamiento, con pantalla digital en la que aparecerá la velocidad de funcionamiento, diámetro y altura de los recipientes a etiquetar. El cuadro eléctrico tendrá un botón de paro-marcha, selectores de velocidad, altura y anchura, así como un botón tipo seta de paro de emergencia.

El consumo eléctrico de la máquina es de 2,2 kw, y la corriente de entrada necesaria para este aparato será monofásica de 220 V.

2.3.3.5. *Empaquetadora automática*

Una vez etiquetados, los tarros son empaquetados en bandejas de cartón y plastificados para su paletización o si se prefiere su almacenamiento en dichas bandejas.

Esta colocación en bandejas se realiza en un tren de empaquetado. Éste está formado principalmente por acero inoxidable AISI304, excepto componentes que por su propia naturaleza no puedan serlo (motores, cadenas, etc). El ensamblaje en las cajas se realizará en módulos estandarizados, de tal forma que si uno de los módulos del tren de empaquetado se estropea, podrá ser sustituido por otro, sin tener que cambiar los demás módulos del tren.

El tren de empaquetado contará con puertas correderas anti-accidente con estructura de acero inoxidable y protecciones transparentes de policarbonato a prueba de golpes, para permitir el acceso a todas partes de la máquina y dar amplia visibilidad a todo el proceso de embalaje.

El transportador de entrada será construido íntegramente en acero inoxidable AISI304.

El túnel de empaquetado tendrá fotocélulas y sistemas de acumulación mínima y envases caídos. Contará con un sistema de agrupador neumático de gran velocidad, así como de carga de los envases sobre el cartón.

El almacén de cartones, estará situado debajo del transportador de entrada, será ajustable según las diferentes medidas de los cartones que se quieran utilizar. Igualmente será de gran capacidad y fácil alimentación para los operarios.

El dispensador de cartones será de tipo rotativo continuo, dotado de ventosas.

Al final del túnel, habrá un encolador de cola caliente para el sellado de las bandejas de cartón.

La barra soldadora del film será de 700 mm.

Las dimensiones de este túnel serán de 5800 mm de longitud, 2100 mm de altura y 1300 mm de anchura.

La velocidad dependerá del tipo de empaquetado a realizar, oscilando entre 5 y 15 paquetes por minuto.

El tamaño máximo de paquete será de 520mm de largo por 310 mm de ancho por 350 mm de alto.

La máxima dimensión para la bobina del film será de 650 mm de largo por un diámetro de 300 mm. El grosor del film podrá oscilar entre 40-100 micras.

Contará con un cuadro eléctrico a la altura del operador, y será deslizable por toda la longitud de la máquina. En el cuadro habrá una pantalla digital en la que aparecerán la velocidad de empaquetado, así como el tamaño de este. En el cuadro eléctrico, igualmente habrá botones de control para elegir el tamaño del empaquetado, tanto en número de recipientes en filas y columnas, como el tamaño de estos.

El suministro eléctrico será de 400 V, 50 Hz 3+N. El consumo de esta máquina será de 13,85 Kw.

Para los movimientos neumáticos, la máquina cuenta con un compresor incorporado que suministrará unos 16 kg de aire por paquete, a unos 5 bares de presión.

2.3.4. Circuito nº1: Transporte de fresas desde silo portátil hasta marmita de cocción principal

Las fresas deben de ser transportadas desde su descarga desde el silo portátil, hasta la marmita de cocción principal donde se mezclarán con el azúcar para convertirse en mermelada. A éste tramo de transporte se le denominará circuito nº1. Este circuito estará formado por dos tramos de cintas transportadoras, uno recto que recogerá las fresas del silo, y las transportará a través de un túnel de lavado, hasta el final de la cinta donde las fresas caerán por gravedad en una segunda cinta, más corta, girada 90° con respecto a la primera y con pendiente ascendente. Esta segunda cinta transportará las fresas ya lavadas hasta su descarga en la marmita de cocción.

2.3.4.1. Cinta 1 de bandas recta

La longitud de la cinta nº1 será de 15000 mm y tendrá una anchura de banda de transporte de 400mm.

La velocidad del transporte dependerá de tres factores, la descarga de las fresas en la cinta, el tiempo de lavado y el tiempo de carga en la marmita.

Si se fija un tiempo de carga de la marmita de 5 minutos, para poder cargar los 597,79 kg que se vierten en cada cocción. Se puede determinar una velocidad mínima para poder realizar la carga dentro del tiempo deseado.

La banda tiene una anchura de 400 mm, pero el orificio de salida del silo tiene una anchura de 140 mm. Para poder repartir las fresas a través de todo el ancho de la banda, se colocará un perfil metálico en forma de v con dirección invertida para su distribución por toda la banda. Si la pulpa de fresa viene cortada en trozos de diámetro no superior a los 15 mm, la banda dejará una altura de 20 mm para el paso de algún trozo que haya podido venir más grande, pero evitará que se monten dos alturas de fresas de cara al lavado.

Si se quiere dejar pasar una sección de pulpa de fresa de 400 mm de ancho que tiene la banda, y 20 mm de altura de paso que hay en el perfil distribuidor, esto indica que hay una sección de paso de 8000mm^2 .

La sección de descarga del orificio del silo no debe de ser mayor a esta sección de paso, ya que la velocidad de la cinta es la misma en ambos puntos, por lo que una sección superior, provocaría un amontonamiento en el perfil distribuidor, y su posterior derrame fuera de la cinta transportadora.

Siendo la anchura del orificio de salida de 140 mm, la altura de descarga del orificio debe ser menor o igual a $H_{\text{descarga}} = 8000\text{ mm}^2/140\text{ mm} = 57,14\text{ mm}$.

Para evitar llegar al límite de esta sección, la altura de descarga se fijará en 50 mm.

Si hay que descargar 597,79 kgs (≈ 600 kgs para los cálculos) de pulpa de fresa en 5 minutos, esto indica que el volumen por minuto de la cinta debe de ser:

$$V_{\text{cinta 1}} = \frac{600 \text{ kgs}}{5 \text{ minutos}} = 120 \frac{\text{kgs}}{\text{minuto}}$$

Como la densidad de la pulpa de fresa es aproximadamente de 1,15 g/cm³, transformando la densidad de la fresa a Kgs/mm³, obtenemos:

$$d_{\text{pulpa fresa}} = \frac{1,15 \text{ g}}{\text{cm}^3} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} \cdot \frac{1 \text{ cm}^3}{1000 \text{ mm}^3} = 1,15 \cdot 10^{-6} \text{ kg/mm}^3$$

De aquí obtenemos el volumen de fresas por minuto que tiene que llegar a la marmita.

$$V_{\text{cinta 1}} = \frac{120 \text{ kg}}{1 \text{ minuto}} \cdot \frac{\text{mm}^3}{1,15 \cdot 10^{-6} \text{ kg}} = 104.347.826,1 \frac{\text{mm}^3}{\text{minuto}}$$

Sabiendo la sección de paso (8000mm²), podemos calcular la velocidad de la cinta:

$$v_{\text{cinta 1}} = \frac{104.347.826,1 \text{ mm}^3/\text{min}}{8000 \text{ mm}^2} = 13043,5 \text{ mm}/\text{min} = 13,0435 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

La motorización de la cinta transportadora será directa (MD), es decir, el motorreductor se acoplará directamente al eje tambor de la cinta.

El motor tiene una potencia de 1,5 kW.

La cinta transportadora estará fijada al suelo mediante patas con perfiles de acero inoxidable. Las patas estarán reforzadas por escuadras del mismo material. La parte inferior de las patas dispondrá de plafones articulados mediante varilla roscada, lo que permitirá la perfecta nivelación de la cinta transportadora. A parte de sustentarse mediante plafones, las patas estarán fijadas al suelo mediante angulares atornillados, tanto a estas como al suelo, evitando el movimiento de las cintas en caso de vibraciones o golpes accidentales.

El material de la cinta que transportará las fresas a través del túnel de lavado deberá de cumplir con la normativa sanitaria alimentaria. Durante los últimos años se han desarrollado materiales nuevos que permiten elegir tejidos distintos a la malla de acero inoxidable. Para el caso de la cinta nº1 del circuito nº1 de transporte, se elige el HabaGuard Polipropileno (PP), este material es un polímero termoplástico con aditivos antimicrobianos (registrado) con excelente resistencia química a ácidos y bases. La temperatura de trabajo de este material está dentro de la franja 5°C-105°C lo que unido a las características anteriores lo hace un material perfecto para cualquier industria alimentaria.

La forma de la cinta será de malla con agujeros que permitan la evacuación del agua que lava las fresas. El diámetro del agujero de malla estará entre 3mm-5mm para evitar el paso de la pulpa a través de la reja y evitar posibles pérdidas.

Además la cinta contará con guías metálicas laterales para evitar posibles derrames laterales del producto transportado. El retorno de la cinta tendrá forma de cuchilla de diámetro 10mm para mejorar la descarga en la cinta siguiente.

2.3.4.2. Cinta 2 de bandas recta

La longitud de la cinta nº2 será de 3250 mm y tendrá una anchura de banda de transporte de 250mm. La anchura de esta cinta se ve reducida para poder verter dentro de la marmita sin que haya derrames fuera de ésta. Esta cinta estará colocada perpendicular a la cinta nº1, haciendo un giro de 90° en la trayectoria de las fresas.

La cinta nº2 será levadiza desde el medio de la cinta de transporte hasta el final para poder cerrar la marmita principal una vez descargadas las fresas.

La velocidad del transporte en esta cinta dependerá solamente de la velocidad de entrada de las fresas desde la cinta 1.

El tiempo de descarga en la marmita sigue siendo de 5 minutos para cargar los 597,70 kg de fresa que se introducen en cada cocción.

La banda tiene una anchura de 250 mm, la recepción de las fresas de la cinta 1 se recibe a lo largo del eje de la cinta 2. En la zona de recepción, la parte más lejana a la dirección del movimiento de la cinta, no tiene problemas para recibir las fresas, pero la parte más interior tiene un problema de acumulación ya que recibe las fresas de la parte interior de la cinta nº1, además de las que ya se han descargado de la parte posterior del circuito nº1. Para evitar posibles derrames, se colocarán en esta cinta guías laterales de mayor altura, así como se le diseñará una velocidad de carro superior a la cinta nº1 para evitar amontonamientos. Al igual que en la cinta nº1, se le colocará una chapa superior en forma de V invertida para alcanzar una correcta distribución de las fresas a lo largo de la cinta. La diferencia entre esta chapa de distribución, y la de la cinta nº1 será la altura, ya que en esta cinta las fresas no sufren ningún tratamiento, simplemente son transportadas hasta su descarga en la marmita de cocción, por lo que la altura de la cuchilla reguladora de la cinta nº2 tendrá una altura de 80 mm.

Si se quiere dejar pasar una sección de pulpa de fresa de 250 mm de ancho que tiene la banda, y 80 mm de altura de paso que hay en el perfil distribuidor, esto indica que hay una sección de paso de 20000mm^2 . Esta sección es 2.5 veces mayor que la de la cinta nº1.

Fijando una velocidad de cinta:

$$v_{\text{cinta 2}} = 15,00 \frac{m}{min}$$

Casi 2 m/minuto superior a la de la cinta, más la sección de paso 2.5 veces mayor a la de la cinta 1, se debe de comprobar que estas condiciones son suficientes para que no derrame la pulpa de fresa fuera de la cinta nº2.

Si la velocidad de la cinta nº2 es de 15 m/minuto, y la distancia de unión entre la cinta nº1 y la nº2 es de 400 mm (ancho cinta nº1), se debe de averiguar la cantidad de fresa que sale por la cinta nº2 al ginal de la unión:

$$t_{\text{unión}} = \frac{0,4 \text{ m}}{15 \text{ m}/\text{min}} = 0,02667 \text{ minutos}$$

Si en la cinta nº1 mueve una cantidad de

$$V_{\text{cinta 1}} = 120 \frac{\text{kgs}}{\text{minuto}}$$

Se descargan durante el tiempo de unión en la cinta nº2:

$$M_{\text{descarga}} = 120 \text{ kgs}/\text{minuto} \cdot 0,02667 \text{ minutos} = 3,2 \text{ kg}$$

Con la densidad de la pulpa de fresa se obtiene el volumen de fresas que pasa por dicha sección:

$$V_{\text{sección unión}} = \frac{M_{\text{descarga}}}{\rho_{\text{pulpa fresa}}} = \frac{3,2 \text{ kg}}{1,15 \cdot 10^{-6} \text{ kg}/\text{mm}^3} = 2782608,69 \text{ mm}^3$$

Si se divide este volumen por la sección de paso puesta a la salida de la unión tenemos la velocidad mínima necesaria para mover este volumen de pulpa a través de la sección.

$$v_{\text{mínima}} = \frac{V_{\text{sección unión}}}{S_{\text{paso}} \cdot t_{\text{paso}}} = \frac{2782608,69 \text{ mm}^3}{20000 \text{ mm}^2 \cdot 0,02667 \text{ minutos}} = 5216,74 \text{ mm}/\text{min} =$$

$$= 5,21674 \text{ m}/\text{minuto}$$

Como la velocidad que se ha fijado por seguridad es de 15 m/minuto, mayor que la mínima necesaria, el sistema es viable.

Al igual que la cinta nº1, la motorización de la cinta transportadora nº2 será directa (MD), es decir, el motorreductor se acoplará directamente al eje tambor de la cinta.

El motor de esta cinta será de una potencia de 1,5 kW.

La cinta transportadora estará fijada al suelo mediante patas con perfiles de acero inoxidable. Las patas estarán reforzadas por escuadras del mismo material. La parte inferior de las patas dispondrá de plafones articulados mediante varilla roscada, lo que permitirá la perfecta nivelación de la cinta transportadora. A parte de sustentarse mediante plafones, las patas estarán fijadas al suelo mediante angulares atornillados, tanto a estas como al suelo, evitando el movimiento de las cintas en caso de vibraciones o golpes accidentales.

El material de la cinta que transportará la pulpa de fresa debe ser permeable para terminar de escurrir el agua que puedan llevar las fresas lavadas en la cinta nº1. Para el caso de la cinta nº2 del circuito nº2 de transporte, se elige el HabaGuard Polipropileno (PP), ya descrito en la cinta nº1.

La forma de la cinta será de malla con agujeros que permitan la evacuación del agua que lleva la pulpa de fresa lavada. El diámetro del agujero de malla estará entre 3mm-5mm para evitar el paso de la pulpa a través de la reja y evitar posibles pérdidas.

La cinta transportadora tendrá pendiente ascendente para alcanzar la altura necesaria de descarga en la marmita de cocción nº1.

Además la cinta contará con guías metálicas laterales para evitar posibles derrames laterales del producto transportado. El retorno de la cinta tendrá forma de cuchilla de diámetro 10mm para mejorar la descarga en la cinta siguiente.

1.1.1 Circuito nº2: Transporte de tarros desde carga manual hasta empaquetado final

Los tarros de cristal siguen un circuito independiente de las fresas al principio, en el que tienen que pasar por un lavado y secado previo, hasta que llegan a la llenadora. En ese momento son llenados de mermelada, y ya conjuntamente hacen el resto del circuito productivo hasta su empaquetado final. Este movimiento de tarros, tanto llenos como vacíos, se realiza en cintas transportadoras modulares de charnelas excepto las que irán a la salida de la empaquetadora, que serán unas cintas transportadoras de rodillos.

Las transportadoras de charnelas, serán de dos tipos: tipo 1 (cintas 3,4,5,8 y 9) tramo recto, y tipo 2 (cintas 6 y 7) tramo curvo.

La transportadora de rodillos (cinta 10) será curva y la cinta 11 recta.

Para completar este circuito de transporte, habrá otros dos componentes, que serán: mesa transportadora rotativa, en la cual, los tarros serán inspeccionados antes de ser empaquetados; y transportadoras de rodillos por gravedad, en los que los rodillos se moverán por efecto gravitatorio, e irán desde la mesa rotativa de inspección, hasta la máquina de empaquetado o a la zona de tarros no válidos.

2.3.4.3. Cintas tipo 3 de charnelas recta

La longitud de la estas cintas tipo 1 será de 2500 mm y tendrá una anchura de banda de transporte de 150 mm.

La velocidad del transporte dependerá de la velocidad de funcionamiento de cada una de las estaciones de trabajo en las que estarán situadas, por lo que será variable desde 0 hasta 12 metros por minuto.

Las charnelas tendrán una anchura de 100mm, y el material estará hecho en acero inoxidable. Tendrá orificios en los que se podrá evacuar el agua que se desprenda a la salida de las estaciones de lavado.

El cuerpo de la cinta estará realizado en chapa plegada de acero inoxidable AISI 304.

La cinta tendrá guías laterales que permitirán la alineación de los tarros. Estas guías serán móviles, pudiendo ser ajustables a diferentes anchuras de tarros. El material de las guías será acero inoxidable AISI 304.

Estará apoyada al suelo por dos trípodes regulables en altura, con patas con orificios para anclar la cinta al suelo.

El grupo motriz se moverá con un motoreductor con corona sinfín y brazo de reacción. El consumo será de 0,37 Kw. La toma de corriente será 220V 2+TT.

2.3.4.4. Cintas tipo 4 de charnelas curva

La longitud de estas cintas tipo 2 será de 2500 mm y tendrá una anchura de banda de transporte de 1000 mm. El radio de curvatura del giro será de 800 mm. La anchura de banda de transporte será de 150 mm.

La velocidad del transporte dependerá de la velocidad de funcionamiento de cada una de las estaciones de trabajo en las que estarán situadas, por lo que será variable desde 0 hasta 12 metros por minuto.

Las charnelas tendrán una anchura de 100mm, y el material estará hecho en acero inoxidable. Tendrá orificios en los que se podrá evacuar el agua que se desprenda a la salida de las estaciones de lavado.

El cuerpo de la cinta estará realizado en chapa plegada de acero inoxidable AISI 304.

La cinta tendrá guías laterales que permitirán la alineación de los tarros. Estas guías serán móviles, pudiendo ser ajustables a diferentes anchuras de tarros. El material de las guías será acero inoxidable AISI 304.

Estará apoyada al suelo por dos trípodes regulables en altura, con patas con orificios para anclar la cinta al suelo.

El grupo motriz se moverá con un motoreductor con corona sinfín y brazo de reacción. El consumo será de 0,37 Kw. La toma de corriente será de 220V 2+TT.

2.3.4.5. Cinta tipo 5 mesa rotatoria.

La mesa rotatoria tendrá forma circular, y estará compuesta por una estructura metálica circular en la cual habrá un poste central que actuará de eje de rotación. Este eje de rotación recibirá la transmisión de un motor monofásico de 0,42 Kw. El eje estará unido a la mesa fija con unos rodamientos de acero inoxidable que permitirán el giro de éste con respecto a la mesa. Del eje de giro, y por la parte superior de la mesa, partirán unos rodillos en forma de radios que estarán fijos al eje, lo que hará que cuando éste gire, los rodillos girarán con él. Encima de estos rodillos, fijada a ellos, habrá una malla de acero inoxidable con forma tórica. Sobre ésta malla se descargarán los tarros llenos y etiquetados de mermelada, y durante el giro de la mesa, un trabajador realizará la inspección visual. La mesa tendrá una guía lateral desde la zona de descarga y entrada de producto, hasta la zona de selección para evitar que se puedan desplomar por los laterales.

Todas las piezas metálicas de la mesa rotatoria estarán hechas de acero inoxidable AISI 304, excepto el motor y la barra de transmisión que parte del motor hasta el eje de rotación de la mesa.

La mesa tendrá una altura de trabajo de 1000 mm de altura, así como un radio de 690 mm. La guía anticaída del producto, tendrá un grosor de 40 mm, y estará colocada a una altura de 50 mm sobre el nivel de la malla.

La malla de metálica que actúa como tablero giratorio en la mesa, estará hecha igualmente de acero inoxidable AISI 304. El radio exterior de la malla será de 670 mm. y el radio interior de la malla será de 180 mm. El agujero de la malla será de forma romboidal con semiejes mayor y menor de 20 y 15 mm. respectivamente.

Entre la salida de producto no deseado y la salida de producto deseado se ubicará el puesto del trabajador. En este puesto habrá un botón tipo seta de paro de funcionamiento en caso de emergencia.

La velocidad de giro podrá variar entre 0 y 2 m/s en la parte exterior del tablero dependiendo de la destreza y velocidad del operario que selecciona los tarros.

Sobre el tablero de giro, habrá una barra de acompañamiento que ayudará a extraer los tarros deseados de la mesa, al mismo tiempo, el espacio generado por los tarros que han sido evacuados de la mesa, será rellenado de nuevo por los tarros que vayan a ser descargados en la línea de entrada. Esta barra de selección tendrá un grosor de 30 mm y estará colocada a una altura de 20 mm. sobre el nivel de la malla. La longitud de la barra será de 300 mm. El material de la guía o barra de selección será de acero AISI 304

La mesa rotatoria estará anclada al suelo mediante una base metálica circular en forma de brida atornillada al suelo con pernos de 12 mm anclados en taco químico.

El grupo motriz se moverá con un motoreductor con corona sinfín y brazo de reacción. El consumo será de 0,52 Kw. La toma de corriente será de 220V 2+TT.

2.3.4.1. Cinta tipo 6 de rodillos por gravedad recta.

La longitud de la estas cintas tipo 6 será de 2500 mm y tendrá una anchura de banda de transporte de 150 mm.

La velocidad del transporte dependerá de la velocidad de funcionamiento de cada una de las estaciones de trabajo en las que estarán situadas, por lo que será variable desde 0 hasta 12 metros por minuto.

Los rodillos serán de acero inoxidable AISI304, tendrán una longitud de 150 mm y un diámetro de 100 mm., con una distancia entre ejes de 110 mm.

El cuerpo de la cinta estará realizado en chapa plegada de acero inoxidable AISI 304.

La cinta tendrá guías laterales que evitará la caída lateral de los paquetes. Estas guías serán móviles, pudiendo ser ajustables a diferentes anchuras de paquetes. El material de las guías será acero inoxidable AISI 304.

Estará apoyada al suelo por dos trípodes regulables en altura, con patas con orificios para anclar la cinta al suelo. La pendiente será ajustable entre 0 y 5°.

2.3.4.2. Cinta tipo 7 de rodillos motorizada curva.

La longitud de la estas cintas tipo 2 será de 2500 mm, y la anchura será de 1320mm. Tendrá una anchura de banda de transporte de 600 mm. El radio de curvatura del giro será de 800 mm.

La velocidad del transporte dependerá de la velocidad de funcionamiento de cada una de las estaciones de trabajo en las que estarán situadas, por lo que será variable desde 0 hasta 12 metros por minuto.

Los rodillos tendrán una longitud de 600mm dado que el paquete tendrá una anchura máxima de 310 mm., y el material de estos rodillos estará fabricado en acero inoxidable. El diámetro de los rodillos será de 100 mm. y la distancia entre ejes variará entre 110 mm y 150 mm dependiendo si están en el tramo recto o si lo están en el tramo curvo.

El cuerpo de la cinta estará realizado en chapa plegada de acero inoxidable AISI 304.

La cinta tendrá guías laterales que evitará la caída lateral de los paquetes. Estas guías serán móviles, pudiendo ser ajustables a diferentes anchuras de paquetes. El material de las guías será acero inoxidable AISI 304.

Estará apoyada al suelo por dos trípodes regulables en altura, con patas con orificios para anclar la cinta al suelo.

El grupo motriz se moverá con un motoreductor con corona sinfín y brazo de reacción. El consumo será de 0,37 Kw. La toma de corriente será de 220V 2+TT.

2.3.5. Equipos Complementarios

Para el completado de los trabajos harán falta una serie de equipos complementarios que se describen a continuación.

2.3.5.1. Carretilla elevadora eléctrica

Para llevar los silos desde el almacén de entrada a la línea de producción, así como el movimiento de pallets con tarros llenos y vacíos será necesario el empleo de una carretilla elevadora. No se emplearán pallets, silos o elementos con pesos brutos superiores a los 1000 kgs, por lo que la carretilla elevadora tendrá una carga máxima permitida de 2500 kgs.

Para evitar la contaminación en la sala de producción, la carretilla elevadora estará traccionada por un motor eléctrico y pilas recargables a corriente monofásica 220V. La alimentación se derivará de los enchufes de las oficinas.

La carretilla dispondrá de cabina antivuelco siguiendo la normativa europea con certificado CE. Poseerá uñas para la carga y descarga de pallets, silos, etc. Las uñas tendrán una longitud de 1200 mm, una anchura de 8 cms en la punta y 14 cms en la base de la corredera, el espesor será de 4 cms. La carretilla podrá mover las uñas en vertical, horizontal y volcado. La carretilla tendrá una altura de trabajo entre 0 y 4 metros de descarga. El peso máximo de trabajo será de 2500 kgs. La velocidad máxima de la carretilla estará limitada a 20 km/h. Las dimensiones de la carretilla sin los brazos hidráulicos elevadores y las uñas será de 2100 mm de largo, por 1200 mm de ancho y una altura de 2200 mm. (Alto de la cabina).

2.3.5.2. Báscula

Para el pesado y dosificado de las materias primas (fresas, azúcar, ácido cítrico y pectina) en los silos se utilizará una báscula electrónica capaz de pesar hasta 3000 kgs de peso.

La báscula tendrá el cuerpo de acero inoxidable AISI304 para el pesaje de los silos precarga y cargados.

Igualmente tendrá pantalla de control e información electrónica y dispondrá opción de taraje, así como de memoria extraíble tipo PCCARD para el traspaso de datos a la oficina de producción.

La báscula tendrá un consumo eléctrico de 100 vatios. La conexión a la red será monofásica a 220V. Se derivará de la línea de la cámara frigorífica.

2.3.5.3. Grúa portátil

Para poder descargar con seguridad, los silos de azúcar y pectina, se empleará una grúa portátil para carga de los silos desde la carretilla y descarga en las marmitas principal y secundaria.

El movimiento de la grúa será manual, y el accionamiento del polipasto será mediante control manual igualmente.

La grúa dispondrá de un polipasto para 400 kilogramos de carga útil. Estructura de acero inoxidable AISI304, de altura 2200 mm. Los pies tendrán una longitud de 1200 mm cada uno, y una anchura de 200 mm. Estarán apoyados en ruedas de goma maciza de diámetro 150 mm. Las ruedas tendrán la posibilidad de giro para un cómodo desplazamiento desde la zona de carga hasta la zona de descarga. Igualmente dispondrán de freno de pedal para su bloqueo. El polipasto funcionará con un motor de 0,55 Kw. De conexión de monofásica a 220 V. El cable de conexión tendrá una longitud de 20 metros de

recogida automática. La toma de luz se derivará de la toma de la marmita secundaria.

2.3.5.4. Calentador de agua.

Para el lavado de las marmitas, como para el lavado de las tuberías, se necesita agua caliente. Para evitar tener que realizar una instalación independiente de gas, se utilizará un depósito calentador de agua caliente de 2500 litros.

La potencia de consumo de este calentador será de 120 kW. La toma de corriente será trifásica.

El calentador estará fabricado en acero inoxidable AISI 316, el ánodo será eléctrico no-sacrificatorio. y las dimensiones del depósito con el panel de control incluido serán de tipo cilíndrico de radio de 1,2 metros y altura de 1,2 m. Las salidas dispondrán de llave de esfera embridada en acero inoxidable AISI304.

El armazón será de aluminio removible y tendrá un recubrimiento de espuma dura de poliuretano libre de CFC (clase con protección contra incendios B2 DIN 4102) de 90mm de espesor.

Se controlará desde un tablero de control industrial estándar, con cobertura IP55, interruptor de corte de energía de la red, acoplado al seguro de la puerta. Igualmente dispondrá de interruptor piloto para encendido y apagado manual del calentador, luz indicadora de corriente, luz indicadora de la(s) fase(s) en que se encuentra el elemento de calentamiento, indicación de fallo común de sobrecarga de corriente o nivel bajo de agua, conjunto de contactores de arranque, interruptor desconectador tipo magnético protección contra sobrecarga, restauración manual, termostato bipolar de inmersión con ajuste de temperatura 30°-90°C pre-fijada por la fábrica en 60°C, protección individual contra recalentamiento incorporada, fijada por la fábrica en 90°C,

restauración manual así como diferentes clases de controladores para suplir requerimientos diversos.

2.3.5.1. Depósito agua fría.

El agua proveniente de la red entrará y se acumulará en un depósito de 10000 litros de acero inoxidable AISI304. Desde este depósito se conectará una tubería que le unirá al calentador de agua por gravedad y que le permitirá abastecerse sin necesidad de impulsiones externas.

En el eje del depósito entrará una tubería de aspiración que estará conectada con la bomba de aspiración del circuito de agua fría. Esta tubería será de un diámetro de 4”.

En la entrada del agua de red, habrá una rejilla de malla de acero inoxidable que actuará como filtro de gruesos provenientes de la red. Esta rejilla podrá ser extraída para su limpieza.

El depósito de agua tendrá una estructura con patas ancladas al suelo que le permitirán ser autoportante.

Las dimensiones del depósito que tendrá forma cilíndrica serán de 3200 mm de altura y 1000 mm de radio.

2.4. ANEJO N°4: Cámara frigorífica

2.4.1. Cálculo de las necesidades térmicas

La conservación de la pulpa de fresa hasta su puesta en el silo para el proceso de fabricación de la mermelada se realizará en una cámara frigorífica. Esta cámara se enfriará con maquinaria alimentada por energía eléctrica. Para poder dimensionar esta maquinaria eléctrica, en primer lugar hay que realizar el cálculo de las cargas térmicas y saber la necesidad de frío diario (MJ/día).

Se puede distinguir entre dos tipos de instalación frigorífica: centralizada o Booster (una sala de maquinas para varias cámaras) y descentralizada (Simple etapa). En este proyecto, solamente hay una cámara frigorífica por lo que las cargas térmicas se tendrán en cuenta para una sala de máquinas y una cámara.

En primer lugar, hay que realizar un esquema de la distribución en la nave industrial de la cámara y la sala de máquinas.

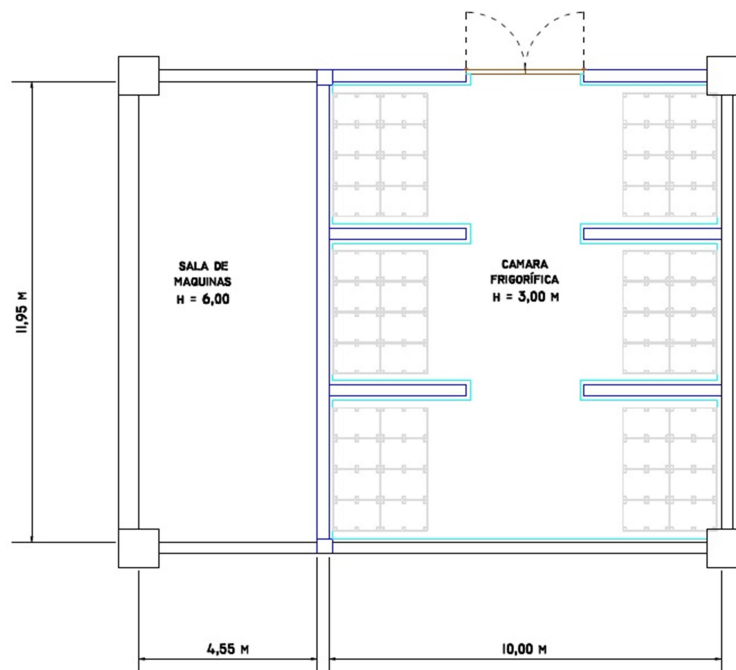


Gráfico 1. Croquis de la sala de máquinas y la cámara.

2.4.2. Datos y cálculos previos

Antes de calcular las cargas térmicas se debe de conocer:

2.4.2.1. Cálculo del volumen y superficie de transmisión de la cámara.

La cámara que se proyecta tiene una planta de forma rectangular con dos particiones internas para el soporte estructural del techo de la cámara. Para simplificar los cálculos, se desestimarán las paredes internas estructurales y se considerará de planta rectangular y volumen de prisma rectangular.

Dimensiones de la cámara:

Longitud, L= 11,95 m. Ancho, A= 10,00 m. Altura, H= 3,00 m.

La expresión para calcular el volumen de la cámara es la siguiente:

$$V = A \times L \times H \quad (\text{ec. 1})$$

donde:

V= Volumen de la cámara en [m³]

L= Longitud de la cámara [m]

A= Ancho de la cámara [m]

H= Altura de la cámara [m]

Por lo que el volumen de la cámara según la ec. 1 es: V= 358,50 m³

La expresión para calcular la superficie total de transmisión de la cámara (Suelo, paredes y techo) es:

$$S_{\text{spt}} = 2 \times (A \times L) + 2 \times (A \times H) + 2 \times (L \times H) \quad (\text{ec. 2})$$

Donde:

S_{spt} = Superficie total del suelo + techo + paredes [m^2]

L= Longitud de la cámara [m]

A= Ancho de la cámara [m]

H= Altura de la cámara [m]

De la ec.2 obtenemos una $S_{\text{spt}} = 370,70 \text{ m}^2$.

Debido a la elevada inercia térmica del género enfriado en la cámara, a diferencia de la climatización, en el frío industrial, no se distingue entresuelo, paredes y techo además de no tener en cuenta la orientación. Ya que no resulta relevantes en los resultados.

2.4.2.2. Cálculo de la masa de pulpa de fresas almacenable en la cámara

La masa de producto almacenable es la cantidad máxima de masa de producto que se puede almacenar en la cámara. Es necesario su cálculo ya que para el caso más desfavorable, deberá de poder abastecerse el frío necesario con la instalación frigorífica que se plantee.

El caso más desfavorable es aquél en el que la cámara está prácticamente llena, exceptuando la carga de la rotación diaria para calcular la masa de producto almacenable.

Masa de pulpa de fresas congeladas almacenables

La expresión para calcular la masa de pulpa de fresa almacenables es la siguiente:

$$M_{pc} = d_c \times V \quad (\text{ec. 1.3})$$

Donde:

M_{pc} es la masa de pulpa de fresa almacenable

d_c = es la densidad de la pulpa de fresa congelada, 1077,20 Kg/m³.

V = es el volumen de la cámara en [m³].

De la ecuación 1.3 obtenemos que

$$M_{pf} = 1077,20 \text{ Kg/m}^3 * 358,50 \text{ m}^3 = 386.175,58 \text{ Kg}$$

Masa de producto congelado de rotación diaria

Para calcular el producto congelado que va a rotar diariamente, se considera en términos de cálculo, el escenario más desfavorable, el cual es la descarga o entrada de un camión de pulpa de fresa a la cámara (aproximadamente 15.000 kgs de pulpa de fresa diarios), aunque realmente salen diariamente de la cámara para la necesidad de producción 4782,32 kgs de pulpa de fresa diarios.

2.4.2.3. Determinación de la temperatura máxima exterior

La temperatura máxima exterior [T_{ext}] es necesaria para contemplar el peor caso en el que la instalación tendrá que trabajar y mantener las condiciones en el interior de la cámara.

Para calcular esta temperatura, hay que ir al archivo histórico de temperaturas de la provincia de Huesca, ya que generalmente este archivo se realiza en la capital de cada provincia. En este archivo histórico, aparece la

temperatura media, y la humedad relativa media de cada mes. Como medida de prevención en el cálculo, se incrementará un 15% el valor de estas cantidades:

$$T_{ext \text{ máx media}} = 30,8^{\circ}C$$

$$T_{ext \text{ máx}} = 30,8 + (30,8 * 0,15) = 35,42^{\circ}C$$

$$H_{rel \text{ media}} = 48\%$$

$$H_{rel} = 48 - (48 * 0,15) = 40.8\%$$

2.4.2.4. Cálculo del coeficiente global de transmisión

Éste coeficiente mide la transmisión de calor en forma de potencia [W] que se transfiere a través de las paredes de la cámara por metro cuadrado de superficie y por cada grado de temperatura Kelvin tanto en las paredes, como en el techo y suelo, además del aislamiento.

La fórmula para calcularlo es:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_{ext}} + \frac{e}{\lambda} + \frac{1}{h_{int}}} = \frac{\lambda}{e}$$

(ec 1.4)

Donde:

U = Coeficiente global de transmisión (W/m²·K)

h_{ext} = Coeficiente de convección de aire exterior (W/m²·K)

h_{int} = Coeficiente de convección de aire interior (W/m²·K)

e = espesor del aislamiento de paredes, techo y suelo.

λ = conductividad térmica del material aislante (W/m·K)

$$\frac{1}{h_{ext}} \cong \frac{1}{h_{int}} \ll \frac{e}{\lambda}$$

La conductividad térmica del panel sándwich de poliuretano depende del fabricante. Puede variar desde 0,046 W/m·K hasta 0,033 W/m·K. Para realizar los cálculos se utilizará una $\lambda=0,036$ W/m·K.

Como las paredes, suelo y techo de la cámara frigorífica van a estar formados por paneles sándwich, el grosor del panel deberá ser estandarizado por cada una de las empresas de fabricación de éste. Los paneles que se suelen utilizar en industria suelen tener espesores de 40, 50, 60 y 80 mm. En este proyecto se van a utilizar espesores de 80 mm.

Por lo que el coeficiente global de transmisión será:

$$U = \frac{\lambda}{e} = \frac{0,036}{0,08} = 0,45 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

2.4.2.5. Estimación de las cargas térmicas

En primer lugar, hay que fijar las condiciones de trabajo, estas son:

Condiciones interiores deseadas para la cámara frigorífica:

Temperatura interior de la cámara $T_{\text{int,c}} = -20^{\circ}\text{C}$

Humedad relativa dentro de la cámara $H_{\text{int,c}} = 80\%$

Condiciones exteriores a la cámara:

Temperatura exterior: $T_{\text{ext max}} = 35,42^{\circ}\text{C}$

Humedad relativa exterior: $H_{\text{rel ext}} = 40,8\%$

Condiciones de entrada de la pulpa de fresa congelada a la cámara:

Temperatura entrada: $T_{\text{ent}} = -15^{\circ}\text{C}$

Con estas condiciones se debe realizar un cálculo de la carga térmica total Q en [MJ/día] que deberá ser suministrada por la instalación frigorífica. Esta carga térmica total, es la suma de las siguientes cargas térmicas q, en [MJ/día]:

$$Q_{\text{necesidades térmicas TOTALES}} = (q_{\text{transmisión calor paredes,techo,suelo}} + q_{\text{servicios}} + q_{\text{infiltraciones}} + q_{\text{respiración}} + q_{\text{ventiladores}})$$

2.4.2.6. Carga térmica por transmisión de calor en paredes, suelo y techo

Esta carga define la cantidad de calor transmitida por unidad de tiempo a través de paredes, techo y suelo de la cámara. Aunque el suelo está formado por paneles sándwich más una losa de hormigón armado, para simplificar los cálculos, se considerará que solamente está formado por la losa de panel sándwich.

La carga térmica de transmisión de calor en paredes, suelo y techo viene definida por:

$$q_{\text{transmisión calor paredes,suelo y techo}} = q_t = U \times S_{\text{spt}} \times (T_{\text{ext}} - T_{\text{int}}) \times 24 \text{ horas} \times \frac{3600 \text{ segundos/hora}}{10^6 \text{ J/MJ}}$$

(ec 1.5)

Donde:

q_t es la carga térmica de transmisión de calor en paredes, suelo y techo.

U es el coeficiente global de transmisión: 0,45 W/m²·K

S_{spt} es la superficie total de paredes, suelo y techo: 370,70 m².

T_{ext} es la temperatura exterior: 35,42 °C

T_{int} es la temperatura interior: -20°C

Con todo esto obtenemos que:

$$q_{\text{transmisión calor paredes,suelo y techo}} = 807,12 \frac{\text{MJ}}{\text{día}}$$

2.4.2.7. Carga térmica debida a los servicios (luces, personas, entrada de carretilla, etc.)

Esta carga expresa el calor aportado por las luces, personas o máquinas que entran en la cámara.

En el caso de este proyecto se prevé un 20% de la carga térmica debida a la transmisión de calor a través de paredes, techo y suelo. Es un porcentaje medio, ya que se introducirá producto una vez cada tres días aproximadamente, así como se retirarán cajas de productos dos veces al día.

Con esto obtenemos que

$$q_{\text{servicios}} = 0,2 \cdot q_t = 161,42 \text{ MJ/día}$$

2.4.2.8. Carga térmica debido a las infiltraciones

Esta carga es debida a la renovación de aire que se produce cada vez que se abre y cierra la cámara.

Como ya se ha mencionado anteriormente, se introduce producto dentro de la cámara cada tres días, y se extrae producto dos veces al día, por lo que el número de renovaciones de aire al día es:

$$n^{\circ} \text{ renovaciones} = \frac{1}{3} + 2 = 2,33 \text{ renovaciones/día}$$

Con estos datos, podemos calcular:

$$q_{\text{infiltraciones}} = V \times \frac{n^{\circ} \text{ renovaciones}}{\text{día}} \times \frac{1}{v_{\text{esp.int}}} \times (h_{\text{ext}} - h_{\text{int}}) \times \frac{1 \text{MJ}}{10^3 \text{KJ}}$$

(ec. 1.6)

Donde:

q_i es la carga por infiltraciones

V es el volumen de la cámara: 358,50 m³

Nº renovaciones por día = 2,33

$v_{\text{esp.int}}$ es el volumen específico del aire interior (buscado en el diagrama psicométrico del aire). [$T_{\text{int}} = -20^{\circ}\text{C}$, $h_{\text{int}} = 80\%$] $\rightarrow v_{\text{esp.int}} = 0,72$ m³/kg

h_{ext} es la entalpía del aire exterior. (buscado en el diagrama psicométrico del aire). [$T_{\text{ext}}=35,42^{\circ}\text{C}$, $h_r= 40,8\%$] $\rightarrow h_{\text{ext}} = 72$ KJ/kg aire seco

h_{int} es la entalpía del aire interior en la cámara. (buscado en el diagrama psicométrico del aire).). [$T_{\text{int}} = -20^{\circ}\text{C}$, $h_{\text{int}} = 80\%$] \rightarrow
 $h_{\text{int}} = -18,5$ KJ/kg aire seco.

Con todo esto, obtenemos que:

$$q_i = 104,99 \text{ MJ/día}$$

2.4.2.9. Carga térmica por enfriamiento de género

$q_{\text{enfriamiento género}}$ es la carga necesaria para enfriar la pulpa de fresa desde los -15°C que llega del camión frigorífico a los -20°C en la que será almacenada hasta su extracción para la producción.

El $q_{\text{enfriamiento género}}$ se calcula de la siguiente manera:

$$q_{\text{enfriamiento}} = \left(R_p \times C_{\text{esp}} \times (T_{\text{ent}} - T_{\text{int}}) \times \frac{1\text{MJ}}{10^3\text{KJ}} \right)$$

(ec 1.7)

En donde:

R_p es la masa de pulpa de fresa en rotación diaria: 15.000 kg/día

C_{esp} es el calor específico de la fresa congelada $\approx 2 \text{ kJ/Kg}\cdot\text{K}$

T_{ent} es la temperatura de entrada de la pulpa de fresa = -15°C

T_{int} es la temperatura interior de la cámara = -20°C

Por lo que se obtiene un valor de q_e :

$$q_e = 150 \text{ MJ/día}$$

2.4.2.10. Carga térmica de respiración

Es la carga térmica que desprenden los productos frescos al respirar y no estar congelados. En el caso de este proyecto, el producto llega directamente congelado, por lo que la $q_r = 0$.

2.4.2.11. Carga térmica debida al calor desprendido por los ventiladores

Es el calor que aportan los ventiladores de los evaporadores $q_{\text{ventiladores}}$ o q_v . Se rige por la siguiente fórmula:

$$q_v = q_{\text{suma parcial}} \times \frac{10}{100}$$

(ec.1.8)

Dónde:

$Q_{\text{suma parcial cargas}}$ = Suma de las cargas calculadas en los apartados anteriores.

$$Q_{\text{suma parcial cargas}} = q_t + q_i + q_s + q_e + q_r$$

(ec.1.9)

De aquí se obtiene que:

$$Q_{\text{suma parcial de cargas}} = 1223,53 \text{ MJ/día}$$

Y

$$q_v = 122,35 \text{ MJ/ día}$$

Una vez calculados todos estas cargas parciales, la carga térmica total es:

$Q_{\text{necesidades térmicas TOTALES}} = 1.345,88 \text{ MJ/día}$

2.4.3. Potencia frigorífica y selección de equipo

$$\dot{Q}[\text{kW}] = \frac{Q_{\text{necesidades térmicas totales}} \left[\frac{\text{MJ}}{\text{día}} \right]}{\frac{n^{\circ} \text{horas}}{\text{día}}} \times \frac{10^3 \text{ kJ}}{1 \text{ MJ}} \times \frac{1 \text{ h}}{3.600 \text{ s}}$$

$$\dot{Q}[\text{kW}] = 15,58 \text{ kW}$$

Para suministrar esta potencia frigorífica se montará una central frigorífica de dos compresores semiherméticos alternativos con capacidad de suministrar una potencia frigorífica de hasta 18,20kW.

Esta central estará montada sobre un chasis simple de dimensiones 1840mm x 1134 mm x 1300 mm. El peso de la central es de 748 kgs, chasis incluido.

La central dispondrá de un cuadro eléctrico de control en el que se recibirá la acometida eléctrica de la nave, y se distribuirá a los componentes de la central. La potencia eléctrica de la central es de 23,25 kW.

Como bien se ha indicado en los cálculos previos a la elección de la central frigorífica, el líquido refrigerante elegido es el R-404a, y la central dispondrá de un depósito de 60 lts.

Cada compresor de la central contará con una válvula de retención en descarga, así como un regulador electrónico de nivel de aceite. También dispondrá de un presostato electrónico para el control de la presión diferencial. Tendrán presostatos de alta y baja con rearme automático.

La línea de descarga dispondrá de colector en acero inoxidable, filtro de impurezas de aceite, visor de paso de aceite, colector de aceite en acero inoxidable. Válvula de retención en descarga general y válvula de corte en descarga general.

La línea de líquido, de DN de 22mm, dispondrá de un filtro de líquido con cartuchos deshidratadores, llave de llenado de la instalación, visor de líquido e indicador de humedad. Válvula de servicio de 22mm de diámetro.

La línea de aspiración será de DN 54 mm de acero inoxidable, con una válvula de servicio del mismo diámetro, filtro de aspiración y aislamiento del colector de aspiración.

Toda la central tendrá manómetros de alta y baja presión, presostatos de alta general de rearme manual, y de baja general de rearme automático.

2.5. ANEJO N°5: Lavado de fresas

2.5.1. Descripción

La pulpa de fresa debe de ser lavada previamente a su cocción, para ello, una vez dosificada en el ancho de la cinta transportadora, la pulpa pasará por debajo de un sistema de lavado por spray. Este sistema estará formado por una red de tubos de acero inoxidable con varias salidas con boquillas de aspersión.

Para evitar que el agua se nebulice por toda la fábrica, se colocarán paredes laterales de acero inoxidable, y un techo abatible también del mismo material. La banda de la cinta transportadora es de malla, por lo que el agua del lavado se filtrará a través de la cinta transportadora y caerá por gravedad al suelo que estará a partir de este punto diseñado con la pendiente necesaria para recoger el agua vertida en una boca de desagüe para poder realizar el vertido de esta agua directamente a la red de saneamiento.

Dado que la cinta transportadora que pasa a través del sistema de lavado es la n°1, tiene una anchura de 400mm, por lo que habrá que buscar un sistema capaz de lavar toda la pulpa distribuida por la banda.

En primer lugar hay que decidir la distribución del chorro de aspersión. Hay una gran gama de boquillas para aspersores industrial. Para poder optimizar al máximo el consumo de agua en el lavado, así como la cantidad de agua recibida por cada fresa, se opta por una boquilla llana, capaz de distribuir el chorro de lavado en una banda recta, de longitud variable. Obviamente, se va a fijar esta longitud en 400 mm para abarcar todo el ancho de la banda de la cinta transportadora.

La red de tuberías que distribuyen el agua para la aspersión debe de regar en dos direcciones, ya que desde una posición inferior, el agua debe de atravesar la malla de la cinta transportadora y lavar la parte inferior de la pulpa,

y posteriormente debe de lavar desde una posición superior, en sentido gravitatorio para limpiar la parte superior y lateral de la pulpa.

En la primera fase, el lavado debe de realizarse con una presión más elevada, para poder atravesar las dos bandas de la malla de transporte, en la segunda fase, la presión puede ir disminuyendo progresivamente ya que por gravedad el agua pasará a través de la pulpa y arrastrará las impurezas que puedan quedar.

Para dar un correcto lavado a las fresas, se colocarán dos aspersores inferiores, y tres superiores.

2.5.2. Cálculo de aspersión

En primer lugar, hay que elegir el tipo de gota que va a alcanzar la pulpa de fresa. El tipo de gota se puede dividir en cuatro tipos diferentes dependiendo de su diámetro en micrómetros:

- Muy pequeño (De 10 a 100 μm). Equivalente a las gotas de niebla.
- Pequeño (De 100 a 500 μm). Equivalente a lluvia ligera.
- Mediano (De 500 a 1000 μm). Equivalente a lluvia moderada.
- Grande (De 1000 a 5000 μm). Equivalente a lluvia fuerte.

El baño que se quiere dar a la fresa es intenso, pero a su vez no se quiere dañar las propiedades físicas o químicas de esta, por lo que se elegirá un tamaño de gota mediano.

Una vez elegido el tipo de gota que se desea esparcir, hay que calcular el caudal de agua y la presión necesaria que tienen que llegar a la boquilla del aspersor para salir a una presión y caudal adecuados.

Para ello se debe de utilizar la fórmula:

$$\frac{Q_1}{Q_2} \sim \frac{(P_1)^n}{(P_2)^n}$$

Dónde:

Q_1 flujo de agua a la entrada de la boquilla (l/min)

Q_2 flujo de agua a salida de la boquilla del aspersor (l/min)

P_1 Presión a la entrada de la boquilla (bar)

P_2 Presión a la salida de la boquilla del aspersor (bar)

n factor de fluido

El factor de fluido depende del tipo de boquilla que se elige, en el caso de este diseño, se opta por una boquilla llana, por lo que el valor de $n=0.50$

La presión de lavado no debe de ser muy elevada para no afectar a la pulpa de la fresa, por lo que se determina una presión de salida del aspersor de 2 bares tanto para las boquillas inferiores como para las boquillas superiores. El flujo de agua que debe de salir por las boquillas será de 10 l/minuto.

La presión a la que la bomba suministrará el agua para el lavado será de 5 bares, por lo que se requiere de un caudal a la entrada de los aspersores de:

$$\frac{Q_1}{10} \sim \frac{(5)^{0.50}}{(2)^{0.50}}$$

$$Q_1 = 15,81 \frac{l}{min}$$

Para finalizar, habrá que definir la altura y el ángulo de salida de la boquilla, para ello se puede consultar en la tabla de cobertura de spray.

La altura de las boquillas, tanto inferiores como superiores estarán a 50 cm de la línea de fresas, permitiendo cierta holgura en caso de tener que reparar la cinta transportadora.

Como en esta selección se quiere dar un lavado a una banda de 400 mm. Simplemente hay que ir a la tabla siguiente, encontrar los 400 mm para una altura de 50 cm, y ver el ángulo de salida de la boquilla del aspersor.

En este caso, para 50 cm de altura, la cobertura de riego tabulada es de 41.2 cm (>400 mm) por lo que se necesita un ángulo de riego en la boquilla de 45°.

THEORETICAL SPRAY COVERAGE AT VARIOUS DISTANCES IN INCHES (CM) FROM NOZZLE ORIFICE

Spray Angle	2 in.	5 cm	4 in.	10 cm	6 in.	15 cm	8 in.	20 cm	10 in.	25 cm	12 in.	30 cm	15 in.	40 cm	18 in.	50 cm	24 in.	60 cm	30 in.	70 cm	36 in.	80 cm	48 in.	100 cm
5°	.2	.4	.4	.9	.5	1.3	.7	1.8	.9	2.2	1.1	2.6	1.3	3.5	1.6	4.2	2.1	5.2	2.6	6.1	3.1	7.0	4.2	8.7
10°	.4	.9	.7	1.8	1.1	2.6	1.4	3.5	1.8	4.4	2.1	5.3	2.6	7.0	3.1	8.7	4.2	10.5	5.2	12.3	6.3	14.0	8.4	17.5
15°	.5	1.3	1.1	2.6	1.6	4.0	2.1	5.3	2.6	6.6	3.2	7.9	3.9	10.5	4.7	12.3	6.3	15.8	7.9	18.4	9.5	21.1	12.6	26.3
20°	.7	1.8	1.4	3.5	2.1	5.3	2.8	7.1	3.5	8.8	4.2	10.6	5.3	14.1	6.4	17.5	8.5	21.2	10.6	24.7	12.7	28.2	16.9	35.3
25°	.9	2.2	1.8	4.4	2.7	6.7	3.5	8.9	4.4	11.1	5.3	13.3	6.6	17.7	8.0	22.2	10.6	26.6	13.3	31.0	15.9	35.5	21.2	44.3
30°	1.1	2.7	2.1	5.4	3.2	8.0	4.3	10.7	5.4	13.4	6.4	16.1	8.1	21.4	9.7	27.1	12.8	32.2	16.1	37.5	19.3	42.9	25.7	53.8
35°	1.3	3.2	2.5	6.3	3.8	9.5	5.0	12.6	6.3	15.8	7.6	18.9	9.5	25.2	11.3	31.9	15.5	37.8	18.9	44.1	22.7	50.5	30.3	63.1
40°	1.5	3.8	2.9	7.3	4.4	10.9	5.8	14.6	7.3	18.2	8.7	21.8	10.9	29.1	13.1	37.5	17.5	43.7	21.8	51.0	26.2	58.2	34.9	72.8
45°	1.7	4.4	3.3	8.3	5.0	12.3	6.6	17.5	8.3	21.8	9.7	25.2	12.3	31.9	14.6	41.2	19.9	49.7	24.8	58.0	29.8	66.3	39.7	82.8
50°	1.9	4.7	3.7	9.3	5.6	14.0	7.5	18.7	9.3	23.3	11.2	28.0	14.0	37.3	16.8	46.0	22.4	56.0	28.0	65.3	33.6	74.6	44.8	93.3
55°	2.1	5.2	4.2	10.4	6.3	15.6	8.3	20.8	10.3	26.0	12.5	31.2	15.6	41.7	18.7	52.1	25.0	62.5	31.2	72.9	37.5	83.3	50.0	104
60°	2.3	5.8	4.6	11.6	6.9	17.3	9.2	23.1	11.5	28.9	13.8	34.6	17.3	46.2	20.6	57.7	27.7	69.3	34.6	80.8	41.6	92.4	55.4	115
65°	2.5	6.4	5.1	12.7	7.6	19.1	10.2	25.5	12.7	31.9	15.3	38.2	19.2	51.0	22.9	63.7	30.5	76.5	38.2	89.2	45.8	102	61.2	127
70°	2.8	7.0	5.6	14.0	8.4	21.0	11.2	28.0	14.0	35.0	16.8	42.0	21.0	56.0	25.2	70.0	33.6	84.0	42.0	98.0	50.4	112	67.2	140
75°	3.1	7.7	6.1	15.4	9.2	23.0	12.3	30.7	15.3	38.4	18.4	46.0	23.0	61.4	27.6	76.7	36.8	92.1	46.0	107	55.2	123	73.6	153
80°	3.4	8.4	6.7	16.8	10.1	25.2	13.4	33.6	16.8	42.0	20.2	50.4	25.2	67.1	30.3	83.9	40.3	101	50.4	118	60.4	134	80.6	168
85°	3.7	9.2	7.3	18.3	11.0	27.5	14.7	36.7	18.3	45.8	22.0	55.0	27.5	73.3	33.0	91.6	44.0	110	55.0	128	66.0	147	88.0	183
90°	4.0	10.0	8.0	20.0	12.0	30.0	16.0	40.0	20.0	50.0	24.0	60.0	30.0	80.0	36.0	100	48.0	120	60.0	140	72.0	160	96.0	200
95°	4.4	10.9	8.7	21.8	13.1	32.7	17.5	43.7	21.8	54.6	26.2	65.5	32.8	87.3	39.3	109	52.4	131	65.5	153	78.6	175	105	218
100°	4.8	11.9	9.5	23.8	14.3	35.8	19.1	47.7	23.8	59.6	28.6	71.5	35.8	95.3	43.0	119	57.2	143	71.6	167	85.9	191	114	238
110°	5.7	14.3	11.4	28.6	17.1	42.9	22.8	57.1	28.5	71.4	34.3	85.7	42.8	114	51.4	143	68.5	171	85.6	200	103	229	-	286
120°	6.9	17.3	13.9	34.6	20.8	52.0	27.7	69.3	34.6	86.6	41.6	104	52.0	139	62.4	173	83.2	208	104	243	-	-	-	-
130°	8.6	21.5	17.2	42.9	25.7	64.3	34.3	85.8	42.9	107	51.5	129	64.4	172	77.3	215	103	257	-	-	-	-	-	-
140°	10.9	27.5	21.9	55.0	32.9	82.4	43.8	110	54.8	137	65.7	165	82.2	220	98.6	275	-	-	-	-	-	-	-	-
150°	14.9	37.3	29.8	74.6	44.7	112	59.6	149	74.5	187	89.5	224	112	299	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160°	22.7	56.7	45.4	113	68.0	170	90.6	227	113	284	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
170°	45.8	114	91.6	229	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

2.6. ANEJO N°6: Cálculo de luminarias

2.6.1. Introducción

En este anejo se va a realizar los cálculos de las luminarias necesarias para tener un nivel de iluminación apropiado en cada una de las zonas de trabajo dentro de la fábrica. Para esto se utilizará el método de los lúmenes, que es una forma muy práctica y sencilla para calcular el nivel medio de la iluminancia en una instalación de alumbrado general. Proporciona una iluminancia media con un error de más/menos 5% y nos da una idea muy aproximada de las necesidades de iluminación.

Utilizando el método mencionado, se calculará el número de luminarias en cada una de las zonas en las que se divide la fábrica:

- Vestuarios masculinos.
- Vestuarios femeninos.
- Laboratorio.
- Oficinas.
- Recepción
- Almacén de entrada.
- Cámara frigorífica.
- Almacén de producto terminado.
- Línea de producción.

2.6.2. Cálculo de número de luminarias en el vestuario masculino

2.6.2.1. Cálculo del flujo luminoso total necesario

La fórmula que se va a emplear es la siguiente:

$$\Phi_T = \frac{E_m \cdot S}{C_u \cdot C_m}$$

Dónde:

E_m = nivel de iluminación medio (en LUX).

Φ_T = flujo luminoso que un determinado local o zona necesita (en LÚMENES)

S = Superficie a iluminar (en m^2).

C_u = Coeficiente de utilización. Es la relación entre el flujo luminoso por un cuerpo u el flujo emitido por la fuente luminosa. Lo proporciona el fabricante de la luminaria.

C_m = Coeficiente de mantenimiento. Es el coeficiente que indica el grado de conservación de una luminaria.

2.6.2.2. Cálculo del número de luminarias

$$NL = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L} \quad (\text{el valor de } NL \text{ se redondea por exceso}).$$

Dónde:

NL= Número de luminarias.

Φ_T = flujo luminoso total necesario en la zona o local

Φ_L = flujo luminoso de una lámpara (se toma del catálogo)

n = número de lámparas que tiene la luminaria.

A partir de estas fórmulas, se comienza a fijar los datos de entrada para la obtención del flujo total necesario Φ_T :

- 1) Dimensiones de los vestuarios masculinos:

Ancho $a = 7,27$ m. Largo $b = 9,30$ Altura techo $H = 4,00$ m.

- 2) Altura de la zona de trabajo h' (en este caso la zona de trabajo más alta es la de las duchas).

Altura de trabajo: $h' = 1,80$

- 3) Nivel de luminancia media (E_m)

Este valor se obtiene de la Norma Europea UNE-EN 12464-1:2003. Iluminación de los lugares de trabajo. Parte I: Lugares de trabajo en el interior.

En el caso de los vestuarios están encuadrados en la tabla 5.1 Zonas de tráfico y áreas comunes dentro de los edificios:

1.2 Salas de descanso, sanitarias y de primeros auxilios					
Nº ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	\bar{E}_m lux	UGR _L	R _a	Observaciones
1.2.1	Cantinas, despensas	200	22	80	
1.2.2	Salas de descanso	100	22	80	
1.2.3	Salas para ejercicio físico	300	22	80	
1.2.4	Vestuarios, salas de lavado, cuartos de baño, servicios	200	25	80	
1.2.5	Enfermería	500	19	80	
1.2.6	Salas para atención médica	500	16	90	T _{CP} ≥ 4 000 K

De la tabla se obtiene que: $E_m = 200$ lux

4) Elección del tipo de lámpara.

Para los vestuarios, la lámpara elegida es fluorescente tipo Philips TL5 (o Equivalente) de 1200 lúmenes. La potencia consumida por cada lámpara es de 14W.

5) Elección de las luminarias.

En los vestuarios, tanto femeninos como masculinos se va a optar por luminarias empotradas en el falso techo, elevado a 4 metros de altura. Las luminarias serán rectangulares con tres lámparas TL5 por luminaria. El consumo de cada luminaria será de 14 W. El flujo total de la luminaria es de $3 \times 1200 = 3600$ lúmenes.

6) Altura de suspensión de las lámparas.

En este caso, como se ha indicado en la descripción anterior, las luminarias están empotradas en el falso techo a 4,00 metros de altura.

2.6.2.3. Coeficiente de utilización

Una vez fijados los factores de trabajo, se calcula el coeficiente de utilización, que nos indica la relación entre el número de lúmenes emitidos por la lámpara y los que llegan efectivamente al plano ideal de trabajo. Los fabricantes de luminarias proporcionan para cada modelo unas tablas que son

denominadas tablas de factor de utilización. Este coeficiente será tanto más grande cuanto mayores sean los coeficientes de reflexión, mayores la altura y longitud y menor la altura de trabajo. También, lógicamente, influirá si el alumbrado es directo o no, pues una distribución centrada dirigirá la luz unitariamente hacia abajo, originando que una menor proporción de luz incida en las paredes y techos, obteniendo así una considerable mejora en el rendimiento de las instalaciones.

Para poder encontrar en la tabla el coeficiente de utilización, primero hay que calcular el índice del local, y los coeficientes de reflexión de las superficies del cuarto.

Índice del local

$$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$$

Para iluminación directa, semidirecta, directa-indirecta y general difusa. Donde a=ancho, b=largo, h=altura.

En este caso (vestuario masculino) $k = 1.02$

Coefficientes de reflexión

Los coeficientes de reflexión de paredes, techos y suelos están tabulados para cada tipo de material, superficie o acabado:

En caso de no aparecer en la tabla siguiente, se pueden considerar 0,5 para el techo, 0,3 para las paredes y 0,1 para el suelo.

En los vestuarios masculinos el techo es de escayola blanca. Observando la tabla de debajo utilizaremos un coeficiente de 0,70-0,85.

Las paredes son de azulejos blancos, por lo que el coeficiente de las paredes será también de 0,70-0,85.

El suelo es de cerámica azul oscuro, por lo que el coeficiente del suelo será 0,05-0,15.

LOR	PINTURA/CO	COEF. REFL.	MATERIAL	COEF.REFL.
	Blanco	0,70-0,85	Mortero claro	0,35-0,55
	Techo acústico blanco	0,50-0,65	Mortero Oscuro	0,20-0,30
	Gris claro	0,40-0,50	Hormigón Claro	0,30-0,50

Gris oscuro	0,10-0,20	Hormigón Oscuro	0,15-0,25
Negro	0,03-0,07	Arenisca Clara	0,30-0,40
Crema, Amarillo Claro	0,50-0,75	Arenisca Oscura	0,15-0,25
Marrón Claro	0,30-0,40	Ladrillo Claro	0,30-0,40
Marrón Oscuro	0,10-0,20	Ladrillo Oscuro	0,15-0,25
Rosa	0,45-0,55	Marmol Blanco	0,60-0,70
Rojo Claro	0,30-0,50	Granito	0,15-0,25
Rojo Oscuro	0,10-0,20	Madera Clara	0,30-0,50
Verde Claro	0,45-0,65	Madera Oscura	0,10-0,25
Verde Oscuro	0,10-0,20	Espejo de vidrio plateado	0,80-0,90
Azul Claro	0,40-0,55	Aluminio Mate	0,55-0,60
Azul Oscuro	0,05-0,15	Aluminio Anodizado y Abrillantado	0,80-0,85
		Acero Pulido	0,55-0,65

Una vez determinado el índice del local y los coeficientes de reflexión, podemos calcular el coeficiente de utilización buscando en las tablas de coeficientes que suelen aparecer en las fichas técnicas de productos que suministran los fabricantes.

En el caso de la luminaria elegida:

Utilisation factor table

Room Index k	Reflectances (%) for ceiling, walls and working plane (CIE)										
	0.80	0.80	0.70	0.70	0.70	0.70	0.50	0.50	0.30	0.30	0.00
	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.30	0.30	0.10	0.30	0.10	0.00
0.60	0.36	0.34	0.35	0.35	0.34	0.29	0.29	0.26	0.29	0.26	0.25
0.80	0.44	0.41	0.43	0.42	0.40	0.36	0.36	0.33	0.35	0.33	0.32
1.00	0.50	0.46	0.49	0.47	0.45	0.42	0.41	0.38	0.41	0.38	0.37
1.25	0.55	0.51	0.54	0.52	0.50	0.46	0.46	0.43	0.45	0.43	0.42
1.50	0.59	0.54	0.58	0.55	0.53	0.50	0.49	0.47	0.49	0.46	0.45
2.00	0.65	0.58	0.64	0.60	0.58	0.55	0.54	0.52	0.53	0.52	0.50
2.50	0.69	0.61	0.67	0.63	0.60	0.58	0.57	0.55	0.56	0.55	0.53
3.00	0.71	0.63	0.70	0.66	0.62	0.60	0.59	0.58	0.58	0.57	0.55
4.00	0.75	0.64	0.72	0.68	0.64	0.62	0.61	0.60	0.60	0.59	0.58
5.00	0.76	0.66	0.74	0.69	0.65	0.64	0.62	0.61	0.61	0.60	0.59

Ceiling mounted

Se realiza la interpolación:

$$k = \frac{(0.49 + 0.47 + 0.54 + 0.52)}{4} = \frac{2.02}{4} = 0.51$$

2.6.2.4. Coeficiente de mantenimiento

El coeficiente de mantenimiento evalúa el grado de limpieza de la luminaria que afecta al flujo de la lámpara.

Se puede tabular en:

Ambiente Limpio → Cm=0,80

Ambiente Sucio → Cm=0.60

En el caso de los vestuarios, es una atmósfera libre de humos y que se suele limpiar periódicamente con alta frecuencia, por lo que se va a considerar un ambiente limpio Cm=0,80.

Una vez obtenido todos los datos necesarios, se puede calcular el **flujo luminoso total** necesario:

$$\Phi_T = \frac{E_m \cdot S}{C_u \cdot C_m} = \frac{200 \cdot 7,27}{0,51 \cdot 0,80} = 33470,79 \text{ lúmenes}$$

Obtenido el flujo luminoso total necesario, se puede obtener el número **de luminarias totales necesarias**

$$NL = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L} = \frac{33470,79}{3 \cdot 1200} = 9,29 \approx 10 \text{ luminarias}$$

2.6.2.5. Distribución de las luminarias

Para simplificar los cálculos, se van a considerar todos los locales en los que va a haber luminarias rectangulares. La distribución se hará en líneas horizontales y verticales paralelos a las paredes del local.

El número de luminarias a lo ancho viene dado por la siguiente fórmula:

$$N_{\text{ancho}} = \sqrt{\frac{N_{\text{TOTAL}} \cdot a}{b}} = \sqrt{\frac{10 \cdot 7.27}{9.30}} = 2.74 \approx 3$$

El número de luminarias a lo largo viene dado por la siguiente fórmula:

$$N_{\text{largo}} = N_{\text{ancho}} \cdot \left(\frac{b}{a}\right) = 2.74 \cdot \left(\frac{9.30}{7.27}\right) = 3.51 \approx 4$$

En este caso, aunque el número de luminarias necesarias para satisfacer las necesidades del local son 10, para poder dar una correcta distribución de iluminación al local se van a colocar 12 luminarias.

Para distribuir correctamente las luminarias hay que contar que la primera luminaria tiene que estar una distancia de la pared equivalente a la mitad de la distancias entre luminarias. En el caso de los vestuarios masculinos:

$$e_L = \text{distancia entre luminarias a lo largo} = \frac{\text{largo}}{N^{\circ} \text{luminarias largo}} = \frac{9,30 \text{ m.}}{4} = 2,33 \text{ m.}$$

$$e_{L\text{inicial}} = \text{distancia a pared inicio luminaria a lo largo} = \frac{e_L}{2} = \frac{2,33 \text{ m.}}{2} = 1,16 \text{ m.}$$

$$e_A = \text{distancia entre luminarias a lo ancho} = \frac{\text{ancho}}{N^{\circ} \text{luminarias ancho}} = \frac{7,27 \text{ m.}}{3} = 2,42 \text{ m.}$$

$$e_{A\text{inicial}} = \text{distancia a pared inicio luminaria a lo largo} = \frac{e_A}{2} = \frac{2,42 \text{ m.}}{2} = 1,21 \text{ m.}$$

Para terminar, se debe de realizar dos comprobaciones: La primera que la relación entre la distancia mínima entre luminarias y la altura del local es menor que la exigida en la siguiente tabla.

Tipo de	Altura del Local	Distancia máxima entre
---------	------------------	------------------------

luminaria		luminarias
intensiva	Mayor que 10 m.	$e \leq 1,2 \cdot h$
extensiva	Entre 6 y 10 m.	$e \leq 1,5 \cdot h$
semiextensiva	Entre 4 y 6 m.	$e \leq 1,5 \cdot h$
extensiva	Menor o igual que 4 metros.	$e \leq 1,6 \cdot h$

h = altura desde luminaria hasta plano de trabajo, en este caso $h = 2,20$ m.

Ancho $\rightarrow 2,42 \leq 1,6 \cdot 2,20 = 3,52 \rightarrow$ Cumple

Largo $\rightarrow 2,33 \leq 3,52 \rightarrow$ Cumple.

La segunda comprobación es establecer si la iluminancia media que se ha obtenido con esta distribución es mayor o igual que la mínima exigida en las tablas del Norma Europea UNE-EN 12464-1:2003. Iluminación de los lugares de trabajo. Parte I: Lugares de trabajo en el interior.

$$E_m = \frac{NL \cdot n \cdot \Phi_L \cdot C_u \cdot C_m}{S} = \frac{12 \cdot 3 \cdot 1200 \cdot 0,51 \cdot 0,80}{67,61} = 260,69 > 200 = E_{tablas}$$

A partir de este punto, se va a fijar los datos iniciales para cada uno de los locales o áreas donde se va a calcular las luminarias. La gran mayoría de ellos aparecen en la tabla de resultados que aparece al final de este Anexo, por lo que las siguientes líneas se van a fijar en datos particulares como alturas de trabajo o luminaria a utilizar:

2.6.3. Vestuario femenino

Todos los datos son iguales que el vestuario masculino, por lo que los resultados de distribución son los mismos.

2.6.4. Pasillo vestuarios

El plano de trabajo del pasillo es el mismo suelo, por lo que la altura de trabajo es 0. Se utilizarán los mismos tipos de luminarias que los vestuarios. El color del techo será blanco, al igual que las paredes, el suelo en cambio será gris claro.

2.6.5. Laboratorio

El plano de trabajo del laboratorio es la altura de la mesa de trabajo, las mesas de trabajo del laboratorio son un poco más altas que las mesas convencionales. $h'=1,00$. La altura del techo sigue siendo 4,00 m. Las luminarias serán las mismas que las de los vestuarios. El color de las paredes es blanco, al igual que el del techo. El suelo es gris claro.

2.6.6. Pasillo Laboratorio

Exactamente igual que el pasillo de vestuarios.

2.6.7. Oficinas

El plano de trabajo del laboratorio es la altura de la mesa de trabajo $h'=0,75$ m. La altura del techo sigue siendo 4,00 m. Las luminarias serán las mismas que las de los vestuarios. El techo y paredes son blancos, el suelo gris claro.

2.6.8. Pasillo oficinas

Igual que el pasillo de vestuarios.

2.6.9. Entrada

La altura de trabajo será la altura de la mesa de recepción. $h'=1,00$. La altura del techo sigue siendo 4,00 m. Las luminarias serán las mismas que las de los vestuarios. El suelo y el techo son blancos, el suelo gris claro.

2.6.10. Almacén de recepción de mercancías

En los almacenes (entrada y salida), y en la zona de la línea de producción, se va a optar por luminarias colgadas del techo a una altura de 8 metros sobre el suelo. La altura de trabajo se va a considerar 1,50 m. ya que es la parte media de las estanterías donde se van a guardar las materias primas. Las luminarias serán rectangulares con cuatro lámparas TL5 por luminaria. El consumo de cada luminaria será de 80 W. El flujo total de la luminaria es de $4 \times 6550 = 26600$ lúmenes. Las paredes y el techo son de hormigón claro, y el suelo verde oscuro (pintura antideslizante).

2.6.11. Cámara frigorífica

En la zona de cámara frigorífica se colocarán luminarias idénticas a las del almacén de entrada. Se va a optar por luminarias colgadas del techo a una altura de 8 metros sobre el suelo. La altura de trabajo se va a considerar 1,50 m. ya que es la parte media de las estanterías donde se van a guardar las materias primas. Las luminarias serán rectangulares con cuatro lámparas TL5 por luminaria. El consumo de cada luminaria será de 80 W. El flujo total de la luminaria es de $4 \times 6550 = 26600$ lúmenes. Las paredes y el techo son de hormigón claro, y el suelo verde oscuro (pintura antideslizante).

2.6.12. Almacén de salida de mercancías

Es igual que el almacén de entrada de mercancías.

2.6.13. Planta de producción

Los colores de paredes, techo y suelo son iguales que las de los almacenes de entrada y salida. La altura de la lámpara colgada es de 8 metros, así como la altura de trabajo será de 0,80 m. Las luminarias son de el mismo modelo que la de los almacenes.

TABLA DE RESULTADOS

		Largo	Ancho	Area	Altura techo	Altura plano trabajo	Em	Indice local	Cu	Cm	Flujo L total	Nº lámparas	Lúmenes por lámpara	Luminarias	Nº Luminarias ancho	s largo	Ancho		Largo	
																	Distancia de pared mínima	Distancia entre Luminarias	Distancia de pared mínima	Distancia entre Luminarias
	Vestuario Masculino	9,30	7,27	67,61	4,00	1,80	200,00	1,02	0,51	0,80	33.470,79	3	1.200	0			1,21	2,42	1,16	2,33
	Vestuario Femenino	9,30	7,27	67,61	4,00	1,80	200,00	1,02	0,51	0,80	33.470,79	3	1.200	0			1,21	2,42	1,16	2,33
	Laboratorio	14,20	9,30	132,06	4,00	1,00	500,00	1,40	0,57	0,80	144.802,63	3	1.200	1			0,93	1,86	0,89	1,78
	Oficinas	21,70	9,30	201,81	4,00	0,75	500,00	1,63	0,62	0,80	203.437,50	3	1.200	7		2	0,93	1,86	0,90	1,81
	Pasillo Vesturarios	14,85	2,50	37,13	4,00	-	150,00	0,53	0,36	0,80	19.335,94	3	1.200				1,25	2,50	1,24	2,48
	Pasillo Laboratorio	14,20	2,50	35,50	4,00	-	150,00	0,53	0,36	0,80	18.489,58	3	1.200				1,25	2,50	1,18	2,37
	Pasillo Oficinas	21,70	2,50	54,25	4,00	-	150,00	0,56	0,36	0,80	28.255,21	3	1.200				1,25	2,50	1,21	2,41
	Entrada Almacén de entrada	12,10	7,35	88,94	4,00	1,00	300,00	1,14	0,53	0,80	62.925,71	3	1.200	8			1,23	2,45	1,21	2,42
	Cámara frigorífica	14,85	11,95	177,46	8,00	1,50	300,00	0,83	0,49	0,80	135.809,31	4	6.550				2,99	5,98	2,48	4,95
0	Almacén de salida	14,85	11,95	177,46	5,00	1,00	200,00	1,32	0,67	0,80	66.215,49	4	6.550				2,99	5,98	3,71	7,43
1	Área de producción	14,85	12,10	179,69	8,00	1,50	300,00	0,83	0,49	0,80	137.514,03	4	6.550				3,03	6,05	2,48	4,95
2		43,85	36,60	1.604,91	8,00	0,80	300,00	2,49	0,76	0,80	791.896,38	4	6.550	1			3,66	7,32	3,65	7,31

2.7. ANEJO N°7: Cálculo electrificación

2.7.1. Introducción

Como la nave en la que se desarrolla este proyecto es una nave prefabricada, se van a intentar aprovechar el máximo de instalaciones posibles. Uno de los problemas que presenta la nave es que el alumbrado no es suficiente para las necesidades lumínicas que exige la normativa, por lo que se reinstalarán luminarias e interruptores nuevos por toda la nave (Incluido oficinas) para adaptarla a la normativa.

El alumbrado exterior es suficiente con el que había preinstalado (12 focos exteriores LED de 73W cada uno) por lo que simplemente se le suministrará desde el cuadro general de alumbrado la energía necesaria al cuadro de alumbrado exterior. El cableado actual es suficiente por lo que no se tocará.

Igualmente ocurre con las tomas de fuerza de las oficinas – vestuarios. Dado que no hay que instalar ningún equipo especial en el edificio dentro de estas áreas, se dejará la instalación previa, conectando al cuadro de fuerza de oficinas – vestuarios la acometida del cuadro general de fuerza.

La red de acometida llegará desde el transformador de media a baja tensión hasta un cuadro general de distribución. Del cuadro general de distribución, se derivarán dos líneas a un cuadro general de alumbrado y a un cuadro general de fuerza.

El cuadro general de alumbrado derivará la electricidad en dos cuadros secundarios: cuadro secundario de alumbrado interior, cuadro secundario de alumbrado exterior. De estos cuadros secundarios (en especial el de alumbrado interior) se distribuirá la electrificación hasta las cajas de distribución de cada una de las áreas asignadas.

El cuadro general de fuerza derivará en cuatro cuadros secundarios: Línea de producción, Oficinas – Vestuarios, Cámara frigorífica, Agua. De estos cuadros secundarios se distribuirá la electrificación hasta los cuadros de mando de cada uno de los equipos e instalaciones pertinentes.

2.7.2. Cálculos

Para definir el grosor de cable de la electrificación, se deben de realizar los siguientes pasos una vez conocida la potencia consumida por cada uno de los elementos:

- 1) Calcular la intensidad

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi} \text{ (para circuitos monofásicos)}$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi} \text{ (para circuitos trifásicos)}$$

Dónde:

- P es la potencia de cálculo en watos
- I es la intensidad de cálculo en amperios
- V es la tensión de cálculo en voltios.

- 2) Calcular la sección del cable

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot P}{(C \cdot e \cdot V)} \text{ (para circuitos monofásicos)}$$

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{(C \cdot e)} \text{ (para circuitos trifásicos)}$$

Dónde:

- S es la sección del cable en mm².
- L longitud del cable en metros
- C es la conductividad del cable (56 para el cobre)
- e es la caída de tensión de la línea de principio a fin.

Aunque generalmente, conocida la intensidad, se puede calcular la sección de los conductores yendo a la tabla que aparece en el Reglamento de Baja Tensión.

3) Caída de tensión

El Reglamento de Baja Tensión fija en un 3% la caída de tensión máxima admisible para alumbrado en otro tipo de instalaciones a las viviendas en circuitos interiores, y en un 5% la caída de tensión máxima admisible para fuerza en circuitos interiores en otro tipo de instalaciones a las viviendas.

Para calcular esta caída de tensión se realiza con las siguientes fórmulas:

$$e = \frac{2 \cdot L \cdot P}{(C \cdot S \cdot V) \text{ (para circuitos monofásicos)}}$$

$$e = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos\varphi}{(C \cdot S) \text{ (para circuitos trifásicos)}}$$

2.7.3. Alumbrado

2.7.3.1. Alumbrado interior

Electrificación desde luminarias hasta caja de distribución de cada una de las áreas de trabajo

Línea 1.1.1 alumbrado vestuario masculino fila de luminarias 1

Caída de tensión máxima admisible = $0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,8

$P = (3 \times 14 \text{ W}) \cdot 4 = 168 \text{ W}$

$P_c = 168 \text{ W} \cdot 1,8 = 302,4 \text{ W}$

$$I = \frac{302,4}{220 \cdot 0,8} = 1,72 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

La caída de tensión es:

$$e = \frac{2 \cdot 11 \cdot 302,4}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 0,36 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán dos cables de 1,5 mm² tipo VV-K

Línea 1.1.2 alumbrado vestuario masculino fila de luminarias 2

Caída de tensión máxima admisible = 0,03 · 220 V = 6,6 V

Factor de corrección = 1,8

$$P = (3 \times 14 \text{W}) \cdot 4 = 168 \text{ W}$$

$$P_c = 210 \text{ W} \cdot 1,8 = 302,4 \text{ W}$$

$$I = \frac{302,4}{220 \cdot 0,8} = 1,72 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican S = 1,5 mm².

La caída de tensión es:

$$e = \frac{2 \cdot 8 \cdot 302,4}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 0,26 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán dos cables de 1,5 mm² tipo VV-K

Línea 1.1.3 alumbrado vestuario masculino fila de luminarias 3

Caída de tensión máxima admisible = 0,03 · 220 V = 6,6 V

Factor de corrección = 1,8

$$P = (3 \times 14 \text{W}) \cdot 4 = 168 \text{ W}$$

$$P_c = 210 \text{ W} \cdot 1,8 = 302,4 \text{ W}$$

$$I = \frac{302,4}{220 \cdot 0,8} = 1,72 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican S = 1,5 mm².

La caída de tensión es:

$$e = \frac{2 \cdot 11 \cdot 302,4}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 0,36 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán dos cables de 1,5 mm² tipo VV-K

Línea 1.1 alumbrado vestuario masculino luminarias (filas 1,2,3)

Caída de tensión máxima admisible = 0,03 · 220 V = 6,6 V

Factor de corrección = 1,8

$$P = ((3 \times 14 \text{W}) \cdot 4) + ((3 \times 14 \text{W}) \cdot 4) + ((3 \times 14 \text{W}) \cdot 4) = 504 \text{ W}$$

$$P_c = 504 \text{ W} \cdot 1,8 = 907,2 \text{ W}$$

$$I = \frac{907,2}{220 \cdot 0,8} = 5,15 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

La caída de tensión es:

$$e = \frac{2 \cdot 30 \cdot 907,2}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 2,94 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán tres cables de $1,5 \text{ mm}^2$ tipo VV-K, debido a que se realiza un conmutamiento.

Línea 1.2.1 alumbrado vestuario femenino fila de luminarias 1

Caída de tensión máxima admisible = $0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,8

$$P = (3 \times 14 \text{ W}) \cdot 4 = 168 \text{ W}$$

$$P_c = 210 \text{ W} \cdot 1,8 = 302,4 \text{ W}$$

$$I = \frac{302,4}{220 \cdot 0,8} = 1,72 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

La caída de tensión es:

$$e = \frac{2 \cdot 11 \cdot 302,4}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 0,36 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán dos cables de $1,5 \text{ mm}^2$ tipo VV-K

Línea 1.2.2 alumbrado vestuario femenino fila de luminarias 2

Caída de tensión máxima admisible = $0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,8

$$P = (3 \times 14 \text{ W}) \cdot 4 = 168 \text{ W}$$

$$P_c = 210 \text{ W} \cdot 1,8 = 302,4 \text{ W}$$

$$I = \frac{302,4}{220 \cdot 0,8} = 1,72 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

La caída de tensión es:

$$e = \frac{2 \cdot 8 \cdot 302,4}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 0,26 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán dos cables de $1,5 \text{ mm}^2$ tipo VV-K

Línea 1.2.3 alumbrado vestuario femenino fila de luminarias 3

Caída de tensión máxima admisible = $0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,8

$$P = (3 \times 14 \text{ W}) \cdot 4 = 168 \text{ W}$$

$$P_c = 168 \text{ W} \cdot 1,8 = 302,4 \text{ W}$$

$$I = \frac{302,4}{220 \cdot 0,8} = 1,72 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

La caída de tensión es:

$$e = \frac{2 \cdot 11 \cdot 302,4}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 0,36 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán dos cables de $1,5 \text{ mm}^2$ tipo VV-K

Línea 1.2 alumbrado vestuario femenino luminarias (filas 1,2,3)

Caída de tensión máxima admisible = $0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,8

$$P = ((3 \times 14 \text{ W}) \cdot 4) + ((3 \times 14 \text{ W}) \cdot 4) + ((3 \times 14 \text{ W}) \cdot 4) = 504 \text{ W}$$

$$P_c = 504 \text{ W} \cdot 1,8 = 907,2 \text{ W}$$

$$I = \frac{907,2}{220 \cdot 0,8} = 5,15 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

La caída de tensión es:

$$e = \frac{2 \cdot 30 \cdot 907,2}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 2,94 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán tres cables de $1,5 \text{ mm}^2$ tipo VV-K, debido a que se realiza un conmutamiento.

Línea 1.3.1.1 alumbrado laboratorios grupo de luminarias 1 fila 1

Caída de tensión máxima admisible = $0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,8

$$P = (3 \times 14 \text{ W}) \cdot 5 = 210 \text{ W}$$

$$P_c = 210 \text{ W} \cdot 1,8 = 378 \text{ W}$$

$$I = \frac{378}{220 \cdot 0,8} = 1,37 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

La caída de tensión es:

$$e = \frac{2 \cdot 12 \cdot 378}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 0,49 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán dos cables de 1,5 mm² tipo VV-K

Línea 1.3.1.2 alumbrado laboratorio grupo de luminarias 1 fila 2

Caída de tensión máxima admisible = 0,03 · 220 V = 6,6 V

Factor de corrección = 1,8

$$P = (3 \times 14 \text{W}) \cdot 5 = 210 \text{ W}$$

$$P_c = 210 \text{ W} \cdot 1,8 = 378 \text{ W}$$

$$I = \frac{378}{220 \cdot 0,8} = 1,37 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican S = 1,5 mm².

La caída de tensión es:

$$e = \frac{2 \cdot 10 \cdot 378}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 0,41 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán dos cables de 1,5 mm² tipo VV-K

Línea 1.3.1.3 alumbrado laboratorio grupo de luminarias 1 fila 3

Caída de tensión máxima admisible = 0,03 · 220 V = 6,6 V

Factor de corrección = 1,8

$$P = (3 \times 14 \text{W}) \cdot 5 = 210 \text{ W}$$

$$P_c = 210 \text{ W} \cdot 1,8 = 378 \text{ W}$$

$$I = \frac{378}{220 \cdot 0,8} = 1,37 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican S = 1,5 mm².

La caída de tensión es:

$$e = \frac{2 \cdot 10 \cdot 378}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 0,41 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán dos cables de 1,5 mm² tipo VV-K

Línea 1.3.1.4 alumbrado laboratorio grupo de luminarias 1 fila 4

Caída de tensión máxima admisible = 0,03 · 220 V = 6,6 V

Factor de corrección = 1,8

$$P = (3 \times 14 \text{W}) \cdot 5 = 210 \text{ W}$$

$$P_c = 210 \text{ W} \cdot 1,8 = 378 \text{ W}$$

$$I = \frac{378}{220 \cdot 0,8} = 1,37 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

La caída de tensión es:

$$e = \frac{2 \cdot 10 \cdot 378}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 0,41 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán dos cables de $1,5 \text{ mm}^2$ tipo VV-K

línea 1.3.1 alumbrado laboratorio grupo de luminarias 1 (filas 1,2,3,4)

Caída de tensión máxima admisible = $0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,8

$$P = ((3 \times 14 \text{ W}) \cdot 5) + ((3 \times 14 \text{ W}) \cdot 5) + ((3 \times 14 \text{ W}) \cdot 5) + ((3 \times 14 \text{ W}) \cdot 5) = 840 \text{ W}$$

$$P_c = 840 \text{ W} \cdot 1,8 = 1134 \text{ W}$$

$$I = \frac{1512}{220 \cdot 0,8} = 8,59 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

La caída de tensión es:

$$e = \frac{2 \cdot 28 \cdot 1512}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 4,58 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán tres cables de $1,5 \text{ mm}^2$ tipo VV-K, debido a que se realiza un conmutamiento.

Línea 1.3.2.5 alumbrado laboratorios grupo de luminarias 2 fila 5

Caída de tensión máxima admisible = $0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,8

$$P = (3 \times 14 \text{ W}) \cdot 5 = 210 \text{ W}$$

$$P_c = 210 \text{ W} \cdot 1,8 = 378 \text{ W}$$

$$I = \frac{378}{220 \cdot 0,8} = 1,37 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

La caída de tensión es:

$$e = \frac{2 \cdot 10 \cdot 378}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 0,41 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán dos cables de $1,5 \text{ mm}^2$ tipo VV-K

Línea 1.3.2.6 alumbrado laboratorio grupo de luminarias 2 fila 6

Caída de tensión máxima admisible = $0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,8

$$P = (3 \times 14 \text{ W}) \cdot 5 = 210 \text{ W}$$

$$P_c = 210 \text{ W} \cdot 1,8 = 378 \text{ W}$$

$$I = \frac{378}{220 \cdot 0,8} = 1,37 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

La caída de tensión es:

$$e = \frac{2 \cdot 10 \cdot 378}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 0,41 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán dos cables de $1,5 \text{ mm}^2$ tipo VV-K

Línea 1.3.2.7 alumbrado laboratorio grupo de luminarias 2 fila 7

Caída de tensión máxima admisible = $0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,8

$$P = (3 \times 14 \text{ W}) \cdot 5 = 210 \text{ W}$$

$$P_c = 210 \text{ W} \cdot 1,8 = 378 \text{ W}$$

$$I = \frac{378}{220 \cdot 0,8} = 1,37 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

La caída de tensión es:

$$e = \frac{2 \cdot 10 \cdot 378}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 0,41 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán dos cables de $1,5 \text{ mm}^2$ tipo VV-K

Línea 1.3.2.8 alumbrado laboratorio grupo de luminarias 2 fila 8

Caída de tensión máxima admisible = $0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,8

$$P = (3 \times 14 \text{ W}) \cdot 5 = 210 \text{ W}$$

$$P_c = 210 \text{ W} \cdot 1,8 = 378 \text{ W}$$

$$I = \frac{378}{220 \cdot 0,8} = 1,37 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

La caída de tensión es:

$$e = \frac{2 \cdot 12 \cdot 378}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 0,49 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán dos cables de 1,5 mm² tipo VV-K

Línea 1.3.2 alumbrado laboratorio grupo de luminarias 2 (filas 5,6,7,8)

Caída de tensión máxima admisible = 0,03 · 220 V = 6,6 V

Factor de corrección = 1,8

$$P = ((3 \times 14 \text{W}) \cdot 5) + ((3 \times 14 \text{W}) \cdot 5) + ((3 \times 14 \text{W}) \cdot 5) + ((3 \times 14 \text{W}) \cdot 5) = 840 \text{ W}$$

$$P_c = 840 \text{ W} \cdot 1,8 = 1134 \text{ W}$$

$$I = \frac{1512}{220 \cdot 0,8} = 8,59 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican S = 1,5 mm².

La caída de tensión es:

$$e = \frac{2 \cdot 26 \cdot 1512}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 4,25 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán tres cables de 1,5 mm² tipo VV-K, debido a que se realiza un conmutamiento.

Línea 1.4.1.1 alumbrado oficinas grupo de luminarias 1 fila 1

Caída de tensión máxima admisible = 0,03 · 220 V = 6,6 V

Factor de corrección = 1,8

$$P = (3 \times 14 \text{W}) \cdot 5 = 210 \text{ W}$$

$$P_c = 210 \text{ W} \cdot 1,8 = 378 \text{ W}$$

$$I = \frac{378}{220 \cdot 0,8} = 1,37 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican S = 1,5 mm².

La caída de tensión es:

$$e = \frac{2 \cdot 18 \cdot 378}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 0,74 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán dos cables de 1,5 mm² tipo VV-K

Línea 1.4.1.3 alumbrado oficinas grupo de luminarias 1 fila 3

Caída de tensión máxima admisible = 0,03 · 220 V = 6,6 V

Factor de corrección = 1,8

$$P = (3 \times 14 \text{W}) \cdot 5 = 210 \text{ W}$$

$$P_c = 210 \text{ W} \cdot 1,8 = 378 \text{ W}$$

$$I = \frac{378}{220 \cdot 0,8} = 1,37 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

La caída de tensión es:

$$e = \frac{2 \cdot 12 \cdot 378}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 0,49 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán dos cables de $1,5 \text{ mm}^2$ tipo VV-K

Línea 1.4.1.5 alumbrado oficinas grupo de luminarias 1 fila 5

Caída de tensión máxima admisible = $0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,8

$$P = (3 \times 14 \text{ W}) \cdot 5 = 210 \text{ W}$$

$$P_c = 210 \text{ W} \cdot 1,8 = 378 \text{ W}$$

$$I = \frac{378}{220 \cdot 0,8} = 1,37 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

La caída de tensión es:

$$e = \frac{2 \cdot 8 \cdot 378}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 0,33 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán dos cables de $1,5 \text{ mm}^2$ tipo VV-K

Línea 1.4.1 alumbrado oficinas grupo de luminarias 1 (filas 1,3,5)

Caída de tensión máxima admisible = $0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,8

$$P = ((3 \times 14 \text{ W}) \cdot 5) + ((3 \times 14 \text{ W}) \cdot 5) + ((3 \times 14 \text{ W}) \cdot 5) = 630 \text{ W}$$

$$P_c = 630 \text{ W} \cdot 1,8 = 1134 \text{ W}$$

$$I = \frac{1134}{220 \cdot 0,8} = 6,44 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

La caída de tensión es:

$$e = \frac{2 \cdot 44 \cdot 1134}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 5,40 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán tres cables de $1,5 \text{ mm}^2$ tipo VV-K, debido a que se realiza un conmutamiento cruzado.

Línea 1.4.2.2 alumbrado oficinas grupo de luminarias 2 fila 2

Caída de tensión máxima admisible = $0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,8

$$P = (3 \times 14 \text{ W}) \cdot 5 = 210 \text{ W}$$

$$P_c = 210 \text{ W} \cdot 1,8 = 378 \text{ W}$$

$$I = \frac{378}{220 \cdot 0,8} = 1,37 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

La caída de tensión es:

$$e = \frac{2 \cdot 18 \cdot 378}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 0,74 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán dos cables de $1,5 \text{ mm}^2$ tipo VV-K

Línea 1.4.2.4 alumbrado oficinas grupo de luminarias 2 fila 4

Caída de tensión máxima admisible = $0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,8

$$P = (3 \times 14 \text{ W}) \cdot 5 = 210 \text{ W}$$

$$P_c = 210 \text{ W} \cdot 1,8 = 378 \text{ W}$$

$$I = \frac{378}{220 \cdot 0,8} = 1,37 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

La caída de tensión es:

$$e = \frac{2 \cdot 12 \cdot 378}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 0,49 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán dos cables de $1,5 \text{ mm}^2$ tipo VV-K

Línea 1.4.2.6 alumbrado oficinas grupo de luminarias 2 fila 6

Caída de tensión máxima admisible = $0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,8

$$P = (3 \times 14 \text{ W}) \cdot 5 = 210 \text{ W}$$

$$P_c = 210 \text{ W} \cdot 1,8 = 378 \text{ W}$$

$$I = \frac{378}{220 \cdot 0,8} = 1,37 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

La caída de tensión es:

$$e = \frac{2 \cdot 8 \cdot 378}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 0,33 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán dos cables de 1,5 mm² tipo VV-K

Línea 1.4.2 alumbrado oficinas grupo de luminarias 2 (filas 2,4,6)

Caída de tensión máxima admisible = 0,03 · 220 V = 6,6 V

Factor de corrección = 1,8

$$P = ((3 \times 14 \text{W}) \cdot 5) + ((3 \times 14 \text{W}) \cdot 5) + ((3 \times 14 \text{W}) \cdot 5) = 630 \text{ W}$$

$$P_c = 630 \text{ W} \cdot 1,8 = 1134 \text{ W}$$

$$I = \frac{1134}{220 \cdot 0,8} = 6,44 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican S = 1,5 mm².

La caída de tensión es:

$$e = \frac{2 \cdot 42 \cdot 1134}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 5,15 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán tres cables de 1,5 mm² tipo VV-K, debido a que se realiza un conmutamiento cruzado.

Línea 1.4.3.7 alumbrado oficinas grupo de luminarias 3 fila 7

Caída de tensión máxima admisible = 0,03 · 220 V = 6,6 V

Factor de corrección = 1,8

$$P = (3 \times 14 \text{W}) \cdot 5 = 210 \text{ W}$$

$$P_c = 210 \text{ W} \cdot 1,8 = 378 \text{ W}$$

$$I = \frac{378}{220 \cdot 0,8} = 1,37 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican S = 1,5 mm².

La caída de tensión es:

$$e = \frac{2 \cdot 18 \cdot 378}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 0,74 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán dos cables de 1,5 mm² tipo VV-K

Línea 1.4.3.9 alumbrado oficinas grupo de luminarias 3 fila 9

Caída de tensión máxima admisible = 0,03 · 220 V = 6,6 V

Factor de corrección = 1,8

$$P = (3 \times 14 \text{ W}) \cdot 5 = 210 \text{ W}$$

$$P_c = 210 \text{ W} \cdot 1,8 = 378 \text{ W}$$

$$I = \frac{378}{220 \cdot 0,8} = 1,37 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

La caída de tensión es:

$$e = \frac{2 \cdot 12 \cdot 378}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 0,49 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán dos cables de $1,5 \text{ mm}^2$ tipo VV-K

Línea 1.4.3.11 alumbrado oficinas grupo de luminarias 3 fila 11

Caída de tensión máxima admisible = $0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,8

$$P = (3 \times 14 \text{ W}) \cdot 5 = 210 \text{ W}$$

$$P_c = 210 \text{ W} \cdot 1,8 = 378 \text{ W}$$

$$I = \frac{378}{220 \cdot 0,8} = 1,37 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

La caída de tensión es:

$$e = \frac{2 \cdot 8 \cdot 378}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 0,33 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán dos cables de $1,5 \text{ mm}^2$ tipo VV-K

Línea 1.4.3 alumbrado oficinas grupo de luminarias 3 (filas 7,9,11)

Caída de tensión máxima admisible = $0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,8

$$P = ((3 \times 14 \text{ W}) \cdot 5) + ((3 \times 14 \text{ W}) \cdot 5) + ((3 \times 14 \text{ W}) \cdot 5) = 630 \text{ W}$$

$$P_c = 630 \text{ W} \cdot 1,8 = 1134 \text{ W}$$

$$I = \frac{1134}{220 \cdot 0,8} = 6,44 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

La caída de tensión es:

$$e = \frac{2 \cdot 32 \cdot 1134}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 3,93 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán tres cables de $1,5 \text{ mm}^2$ tipo VV-K, debido a que se realiza un conmutamiento cruzado.

Línea 1.4.4.8 alumbrado oficinas grupo de luminarias 4 fila 8

Caída de tensión máxima admisible = $0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,8

$$P = (3 \times 14 \text{ W}) \cdot 5 = 210 \text{ W}$$

$$P_c = 210 \text{ W} \cdot 1,8 = 378 \text{ W}$$

$$I = \frac{378}{220 \cdot 0,8} = 1,37 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

La caída de tensión es:

$$e = \frac{2 \cdot 18 \cdot 378}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 0,74 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán dos cables de $1,5 \text{ mm}^2$ tipo VV-K

Línea 1.4.4.10 alumbrado oficinas grupo de luminarias 4 fila 10

Caída de tensión máxima admisible = $0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,8

$$P = (3 \times 14 \text{ W}) \cdot 5 = 210 \text{ W}$$

$$P_c = 210 \text{ W} \cdot 1,8 = 378 \text{ W}$$

$$I = \frac{378}{220 \cdot 0,8} = 1,37 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

La caída de tensión es:

$$e = \frac{2 \cdot 12 \cdot 378}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 0,49 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán dos cables de $1,5 \text{ mm}^2$ tipo VV-K

Línea 1.4.4.12 alumbrado oficinas grupo de luminarias 4 fila 12

Caída de tensión máxima admisible = $0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,8

$$P = (3 \times 14 \text{ W}) \cdot 5 = 210 \text{ W}$$

$$P_c = 210 \text{ W} \cdot 1,8 = 378 \text{ W}$$

$$I = \frac{378}{220 \cdot 0,8} = 1,37 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

La caída de tensión es:

$$e = \frac{2 \cdot 8 \cdot 378}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 0,33 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán dos cables de 1,5 mm² tipo VV-K

Línea 1.4.4 alumbrado oficinas grupo de luminarias 4 (filas 8,10,12)

Caída de tensión máxima admisible = 0,03 · 220 V = 6,6 V

Factor de corrección = 1,8

$$P = ((3 \times 14 \text{W}) \cdot 5) + ((3 \times 14 \text{W}) \cdot 5) + ((3 \times 14 \text{W}) \cdot 5) = 630 \text{ W}$$

$$P_c = 630 \text{ W} \cdot 1,8 = 1134 \text{ W}$$

$$I = \frac{1134}{220 \cdot 0,8} = 6,44 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican S = 1,5 mm².

La caída de tensión es:

$$e = \frac{2 \cdot 42 \cdot 1134}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 3,68 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán tres cables de 1,5 mm² tipo VV-K, debido a que se realiza un conmutamiento cruzado.

Línea 1.5.1 alumbrado pasillo vestuarios luminarias fila 1

Caída de tensión máxima admisible = 0,03 · 220 V = 6,6 V

Factor de corrección = 1,8

$$P = ((3 \times 14 \text{W}) \cdot 6) = 252 \text{ W}$$

$$P_c = 252 \text{ W} \cdot 1,8 = 453,6 \text{ W}$$

$$I = \frac{453,6}{220 \cdot 0,8} = 2,58 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican S = 1,5 mm².

La caída de tensión es:

$$e = \frac{2 \cdot 14 \cdot 453,6}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 0,69 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán dos cables de 1,5 mm² tipo VV-K.

Línea 1.5 alumbrado pasillo vestuarios luminarias

Caída de tensión máxima admisible = 0,03 · 220 V = 6,6 V

Factor de corrección = 1,8

$$P = ((3 \times 14 \text{ W}) \cdot 6) = 252 \text{ W}$$

$$P_c = 252 \text{ W} \cdot 1,8 = 453,6 \text{ W}$$

$$I = \frac{453,6}{220 \cdot 0,8} = 2,58 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

La caída de tensión es:

$$e = \frac{2 \cdot 20 \cdot 453,6}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 0,98 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán tres cables de $1,5 \text{ mm}^2$ tipo VV-K, debido a que se realiza un conmutamiento.

Línea 1.6.1 alumbrado pasillo laboratorio luminarias fila 1

Caída de tensión máxima admisible = $0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,8

$$P = ((3 \times 14 \text{ W}) \cdot 6) = 252 \text{ W}$$

$$P_c = 252 \text{ W} \cdot 1,8 = 453,6 \text{ W}$$

$$I = \frac{453,6}{220 \cdot 0,8} = 2,58 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

La caída de tensión es:

$$e = \frac{2 \cdot 14 \cdot 453,6}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 0,69 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán dos cables de $1,5 \text{ mm}^2$ tipo VV-K.

Línea 1.6 alumbrado pasillo laboratorio luminarias

Caída de tensión máxima admisible = $0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,8

$$P = ((3 \times 14 \text{ W}) \cdot 6) = 252 \text{ W}$$

$$P_c = 252 \text{ W} \cdot 1,8 = 453,6 \text{ W}$$

$$I = \frac{453,6}{220 \cdot 0,8} = 2,58 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

La caída de tensión es:

$$e = \frac{2 \cdot 16 \cdot 453,6}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 0,78 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán tres cables de $1,5 \text{ mm}^2$ tipo VV-K, debido a que se realiza un conmutamiento.

Línea 1.7.1 alumbrado pasillo oficinas luminarias fila 1

Caída de tensión máxima admisible = $0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,8

$P = ((3 \times 14 \text{ W}) \cdot 9) = 378 \text{ W}$

$P_c = 378 \text{ W} \cdot 1,8 = 680,4 \text{ W}$

$$I = \frac{680,4}{220 \cdot 0,8} = 3,86 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

La caída de tensión es:

$$e = \frac{2 \cdot 24 \cdot 680,4}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 1,77 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán dos cables de $1,5 \text{ mm}^2$ tipo VV-K.

Línea 1.7 alumbrado pasillo oficinas luminarias

Caída de tensión máxima admisible = $0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,8

$P = ((3 \times 14 \text{ W}) \cdot 9) = 378 \text{ W}$

$P_c = 378 \text{ W} \cdot 1,8 = 680,4 \text{ W}$

$$I = \frac{680,4}{220 \cdot 0,8} = 3,86 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

La caída de tensión es:

$$e = \frac{2 \cdot 26 \cdot 680,4}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 1,91 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán tres cables de $1,5 \text{ mm}^2$ tipo VV-K, debido a que se realiza un conmutamiento.

Línea 1.8.1 alumbrado entrada luminarias fila 1

Caída de tensión máxima admisible = $0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,8

$P = ((3 \times 14 \text{ W}) \cdot 6) = 252 \text{ W}$

$P_c = 252 \text{ W} \cdot 1,8 = 453,6 \text{ W}$

$$I = \frac{453,6}{220 \cdot 0,8} = 2,58 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

La caída de tensión es:

$$e = \frac{2 \cdot 14 \cdot 453,6}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 0,69 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán dos cables de $1,5 \text{ mm}^2$ tipo VV-K.

Línea 1.8.2 alumbrado entrada luminarias fila 2

Caída de tensión máxima admisible = $0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,8

$$P = ((3 \times 14 \text{ W}) \cdot 6) = 252 \text{ W}$$

$$P_c = 252 \text{ W} \cdot 1,8 = 453,6 \text{ W}$$

$$I = \frac{453,6}{220 \cdot 0,8} = 2,58 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

La caída de tensión es:

$$e = \frac{2 \cdot 11 \cdot 453,6}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 0,54 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán dos cables de $1,5 \text{ mm}^2$ tipo VV-K.

Línea 1.8.3 alumbrado entrada luminarias fila 3

Caída de tensión máxima admisible = $0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,8

$$P = ((3 \times 14 \text{ W}) \cdot 6) = 252 \text{ W}$$

$$P_c = 252 \text{ W} \cdot 1,8 = 453,6 \text{ W}$$

$$I = \frac{453,6}{220 \cdot 0,8} = 2,58 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

La caída de tensión es:

$$e = \frac{2 \cdot 14 \cdot 453,6}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 0,69 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán dos cables de $1,5 \text{ mm}^2$ tipo VV-K.

Línea 1.8 alumbrado entrada luminarias

Caída de tensión máxima admisible = $0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,8

$$P = ((3 \times 14 \text{ W}) \cdot 6) + ((3 \times 14 \text{ W}) \cdot 6) + ((3 \times 14 \text{ W}) \cdot 6) = 756 \text{ W}$$

$$P_c = 756 \text{ W} \cdot 1,8 = 1360,8 \text{ W}$$

$$I = \frac{1360,8}{220 \cdot 0,8} = 7,73 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

La caída de tensión es:

$$e = \frac{2 \cdot 10 \cdot 1360,8}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 1,47 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán tres cables de $1,5 \text{ mm}^2$ tipo VV-K, debido a que se realiza un conmutamiento.

Línea 1.9.1 alumbrado almacén de entrada luminarias fila 1

Caída de tensión máxima admisible = $0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,8

$$P = ((4 \times 80 \text{ W}) \cdot 3) = 960 \text{ W}$$

$$P_c = 960 \text{ W} \cdot 1,8 = 1728 \text{ W}$$

$$I = \frac{1728}{220 \cdot 0,8} = 9,81 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

La caída de tensión es:

$$e = \frac{2 \cdot 12,5 \cdot 1728}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 2,34 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán dos cables de $1,5 \text{ mm}^2$ tipo VV-K.

Línea 1.9.2 alumbrado almacén de entrada luminarias fila 2

Caída de tensión máxima admisible = $0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,8

$$P = ((4 \times 80 \text{ W}) \cdot 3) = 960 \text{ W}$$

$$P_c = 960 \text{ W} \cdot 1,8 = 1728 \text{ W}$$

$$I = \frac{1728}{220 \cdot 0,8} = 9,81 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

La caída de tensión es:

$$e = \frac{2 \cdot 19 \cdot 1728}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 3,55 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán dos cables de 1,5 mm² tipo VV-K.

Línea 1.9 alumbrado almacén entrada iluminarias

Caída de tensión máxima admisible = 0,03 · 220 V = 6,6 V

Factor de corrección = 1,8

$$P = ((4 \times 80 \text{W}) \cdot 3) + ((4 \times 80 \text{W}) \cdot 3) = 1920 \text{ W}$$

$$P_c = 1920 \text{ W} \cdot 1,8 = 3456 \text{ W}$$

$$I = \frac{3456}{220 \cdot 0,8} = 19,63 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican S = 2,5 mm².

La caída de tensión es:

$$e = \frac{2 \cdot 5 \cdot 3456}{56 \cdot 2,5 \cdot 220} = 1,12 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán dos cables de 2,5 mm² tipo VV-K ya que solamente habrá un interruptor.

Línea 1.10.1 alumbrado cámara frigorífica luminarias fila 1

Caída de tensión máxima admisible = 0,03 · 220 V = 6,6 V

Factor de corrección = 1,8

$$P = ((4 \times 80 \text{W}) \cdot 2) = 640 \text{ W}$$

$$P_c = 640 \text{ W} \cdot 1,8 = 1152 \text{ W}$$

$$I = \frac{1152}{220 \cdot 0,8} = 6,54 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican S = 1,5 mm².

La caída de tensión es:

$$e = \frac{2 \cdot 18 \cdot 1152}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 2,24 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán dos cables de 1,5 mm² tipo VV-K.

Línea 1.10.2 alumbrado cámara frigorífica luminarias fila 2

Caída de tensión máxima admisible = 0,03 · 220 V = 6,6 V

Factor de corrección = 1,8

$$P = ((4 \times 80W) \cdot 2) = 640 \text{ W}$$

$$P_c = 640 \text{ W} \cdot 1,8 = 1152 \text{ W}$$

$$I = \frac{1152}{220 \cdot 0,8} = 6,54 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

La caída de tensión es:

$$e = \frac{2 \cdot 12 \cdot 1152}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 1,50 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán dos cables de $1,5 \text{ mm}^2$ tipo VV-K.

Línea 1.10 alumbrado cámara frigorífica

En este caso, y debido a la división del área en dos partes: cámara frigorífica y sala de compresores, se dividen en dos líneas independientes en paralelo conectadas (1.10.1 y 1.10.2) reguladas mediante un interruptor simple. Estas dos líneas están conectadas directamente a la caja de empalmes-distribución del área.

Línea 1.11.1 alumbrado almacén de salida luminarias fila 1

$$\text{Caída de tensión máxima admisible} = 0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$$

$$\text{Factor de corrección} = 1,8$$

$$P = ((4 \times 80W) \cdot 3) = 960 \text{ W}$$

$$P_c = 960 \text{ W} \cdot 1,8 = 1728 \text{ W}$$

$$I = \frac{1728}{220 \cdot 0,8} = 9,81 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

La caída de tensión es:

$$e = \frac{2 \cdot 12,5 \cdot 1728}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 2,34 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán dos cables de $1,5 \text{ mm}^2$ tipo VV-K.

Línea 1.11.2 alumbrado almacén de salida luminarias fila 2

$$\text{Caída de tensión máxima admisible} = 0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$$

$$\text{Factor de corrección} = 1,8$$

$$P = ((4 \times 80W) \cdot 3) = 960 \text{ W}$$

$$P_c = 960 \text{ W} \cdot 1,8 = 1728 \text{ W}$$

$$I = \frac{1728}{220 \cdot 0,8} = 9,81 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

La caída de tensión es:

$$e = \frac{2 \cdot 19 \cdot 1728}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 3,55 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán dos cables de $1,5 \text{ mm}^2$ tipo VV-K.

Línea 1.11 alumbrado almacén salida luminarias

Caída de tensión máxima admisible = $0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,8

$$P = ((4 \times 80 \text{ W}) \cdot 3) + ((4 \times 80 \text{ W}) \cdot 3) = 1920 \text{ W}$$

$$P_c = 1920 \text{ W} \cdot 1,8 = 3456 \text{ W}$$

$$I = \frac{3456}{220 \cdot 0,8} = 19,63 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 2,5 \text{ mm}^2$.

La caída de tensión es:

$$e = \frac{2 \cdot 5 \cdot 3456}{56 \cdot 2,5 \cdot 220} = 1,12 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán dos cables de $2,5 \text{ mm}^2$ tipo VV-K ya que solamente habrá un interruptor.

Línea 1.12.1.1 alumbrado línea producción grupo de luminarias 1 fila 1

Caída de tensión máxima admisible = $0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,8

$$P = (4 \times 80 \text{ W}) \cdot 5 = 1600 \text{ W}$$

$$P_c = 1600 \text{ W} \cdot 1,8 = 2880 \text{ W}$$

$$I = \frac{2880}{220 \cdot 0,8} = 16,36 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$ si la bandeja por la que van es perforada, o $S = 2,5 \text{ mm}^2$ si la bandeja por la que van no está perforada. En este caso, siendo que está en el límite, como medida de seguridad se opta por una sección de $2,5 \text{ mm}^2$

La caída de tensión es:

$$e = \frac{2 \cdot 62,5 \cdot 2880}{56 \cdot 2,5 \cdot 220} = 11,68 \geq 6,6 \rightarrow \text{NO ADMISIBLE}$$

Por lo que se prueba con un cable mayor:

$$e = \frac{2 \cdot 62,5 \cdot 2880}{56 \cdot 4 \cdot 220} = 7,30 \geq 6,6 \rightarrow \text{NO ADMISIBLE}$$

Para minimizar costes, se intenta colocar este cable hasta la caja de empalme al final de la línea: 32,5 m.

$$e = \frac{2 \cdot 32,5 \cdot 2880}{56 \cdot 2,5 \cdot 220} = 6,08 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán dos cables de 2,5 mm² tipo VV-K

Línea 1.12.1.3 alumbrado línea producción grupo de luminarias 1 fila 3

Caída de tensión máxima admisible = 0,03 · 220 V = 6,6 V

Factor de corrección = 1,8

P = (4x80W)·5 = 1600 W

P_c = 1600 W · 1,8 = 2880 W

$$I = \frac{2880}{220 \cdot 0,8} = 16,36 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican S = 1,5 mm² si la bandeja por la que van es perforada, o S=2,5 mm² si la bandeja por la que van no está perforada. En este caso, siendo que está en el límite, como medida de seguridad se opta por una sección de 2,5 mm²

La caída de tensión es:

$$e = \frac{2 \cdot 32,5 \cdot 2880}{56 \cdot 2,5 \cdot 220} = 6,08 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán dos cables de 2,5 mm² tipo VV-K

Línea 1.12.1.5 alumbrado línea producción grupo de luminarias 1 fila 5

Caída de tensión máxima admisible = 0,03 · 220 V = 6,6 V

Factor de corrección = 1,8

P = (4x80W)·5 = 1600 W

P_c = 1600 W · 1,8 = 2880 W

$$I = \frac{2880}{220 \cdot 0,8} = 16,36 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$ si la bandeja por la que van es perforada, o $S=2,5 \text{ mm}^2$ si la bandeja por la que van no está perforada. En este caso, siendo que está en el límite, como medida de seguridad se opta por una sección de $2,5 \text{ mm}^2$

La caída de tensión es:

$$e = \frac{2 \cdot 32,5 \cdot 2880}{56 \cdot 2,5 \cdot 220} = 6,08 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán dos cables de $2,5 \text{ mm}^2$ tipo VV-K

Línea 1.12.1 alumbrado línea producción grupo de luminarias 1 (filas 1,3,5)

Caída de tensión máxima admisible = $0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,8

$P = ((4 \times 80 \text{ W}) \cdot 5) + ((4 \times 80 \text{ W}) \cdot 5) + ((4 \times 80 \text{ W}) \cdot 5) = 4800 \text{ W}$

$P_c = 4800 \text{ W} \cdot 1,8 = 8640 \text{ W}$

$$I = \frac{8640}{220 \cdot 0,8} = 49,09 \text{ A}$$

Para esta intensidad, la sección que demanda la tabla del RBT es de 10 mm^2 . Para abaratar costes, vamos a dividir esta línea en varios segmentos para poder utilizar un grosor menor.

Tramo Fila 1-Fila 3:

Caída de tensión máxima admisible = $0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,8

$P = (4 \times 80 \text{ W}) \cdot 5 = 1600 \text{ W}$

$P_c = 1600 \text{ W} \cdot 1,8 = 2880 \text{ W}$

$$I = \frac{2880}{220 \cdot 0,8} = 16,36 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$ si la bandeja por la que van es perforada, o $S=2,5 \text{ mm}^2$ si la bandeja por la que van no está perforada. En este caso, siendo que está en el límite, como medida de seguridad se opta por una sección de $2,5 \text{ mm}^2$

La caída de tensión es:

$$e = \frac{2 \cdot 47,5 \cdot 2880}{56 \cdot 2,5 \cdot 220} = 8,88 > 6,6 \rightarrow \text{NO ADMISIBLE}$$

Hay que contar que el consumo de electricidad viene desde 32,5 m además de los 15 de este tramo.

$$e = \frac{2 \cdot 47,5 \cdot 2880}{56 \cdot 4 \cdot 220} = 5,55 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán dos cables de longitud 15 m y sección 4 mm² tipo VV-K.

Tramo Filas 1y3 -Fila 5:

Caída de tensión máxima admisible = 0,03 · 220 V = 6,6 V

Factor de corrección = 1,8

$$P = ((4 \times 80 \text{W}) \cdot 5) + ((4 \times 80 \text{W}) \cdot 5) = 3200 \text{ W}$$

$$P_c = 3200 \text{ W} \cdot 1,8 = 5760 \text{ W}$$

$$I = \frac{5760}{220 \cdot 0,8} = 32,73 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican S = 4 mm² si la bandeja por la que van es perforada, o S=6 mm² si la bandeja por la que van no está perforada. En este caso, siendo que está en el límite, como medida de seguridad se opta por una sección de 6mm²

La caída de tensión es:

$$e = \frac{2 \cdot ((62,5 \cdot 2880) + (47,5 \cdot 2880))}{56 \cdot 6 \cdot 220} = 8,57 < 6,6 \rightarrow \text{NO ADMISIBLE}$$

$$e = \frac{2 \cdot ((62,5 \cdot 2880) + (47,5 \cdot 2880))}{56 \cdot 10 \cdot 220} = 5,14 < 6,6 \text{ ADMISIBLE}$$

Se utilizarán dos cables de longitud 15 m y sección 10 mm² tipo VV-K.

Tramo Filas 1,3 y 5 hasta final:

Caída de tensión máxima admisible = 0,03 · 220 V = 6,6 V

Factor de corrección = 1,8

$$P = ((4 \times 80 \text{W}) \cdot 5) + ((4 \times 80 \text{W}) \cdot 5) + ((4 \times 80 \text{W}) \cdot 5) = 4800 \text{ W}$$

$$P_c = 4800 \text{ W} \cdot 1,8 = 8640 \text{ W}$$

$$I = \frac{8640}{220 \cdot 0,8} = 49,09 \text{ A}$$

Para esta intensidad, la sección que demanda la tabla del RBT es de 10 mm².

La caída de tensión es:

$$e = (2 \cdot ((77,5 \cdot 2880) + (62,5 \cdot 2880) + (47,5 \cdot 2880)))/(56 \cdot 10 \cdot 220) = 8,76 < 6,6 \rightarrow \text{NO ADMISIBLE}$$

$$e = (2 \cdot ((77,5 \cdot 2880) + (62,5 \cdot 2880) + (47,5 \cdot 2880)))/(56 \cdot 16 \cdot 220) = 5,48 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán dos cables de longitud 15 m y sección 16 mm² tipo VV-K.

**Línea 1.12.2.2 alumbrado línea producción grupo de luminarias 2
fila 2**

Caída de tensión máxima admisible = $0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,8

$P = (4 \times 80 \text{ W}) \cdot 5 = 1600 \text{ W}$

$P_c = 1600 \text{ W} \cdot 1,8 = 2880 \text{ W}$

$$I = \frac{2880}{220 \cdot 0,8} = 16,36 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$ si la bandeja por la que van es perforada, o $S = 2,5 \text{ mm}^2$ si la bandeja por la que van no está perforada. En este caso, siendo que está en el límite, como medida de seguridad se opta por una sección de $2,5 \text{ mm}^2$

Siguiendo los cálculos del grupo de luminarias 1:

$$e = \frac{2 \cdot 32,5 \cdot 2880}{56 \cdot 2,5 \cdot 220} = 6,08 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán dos cables de $2,5 \text{ mm}^2$ tipo VV-K

**Línea 1.12.2.4 alumbrado línea producción grupo de luminarias 2
fila 4**

Caída de tensión máxima admisible = $0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,8

$P = (4 \times 80 \text{ W}) \cdot 5 = 1600 \text{ W}$

$P_c = 1600 \text{ W} \cdot 1,8 = 2880 \text{ W}$

$$I = \frac{2880}{220 \cdot 0,8} = 16,36 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$ si la bandeja por la que van es perforada, o $S = 2,5 \text{ mm}^2$ si la bandeja por la que van no está perforada. En este caso, siendo que está en el límite, como medida de seguridad se opta por una sección de $2,5 \text{ mm}^2$

Siguiendo los cálculos del grupo de luminarias 1:

$$e = \frac{2 \cdot 32,5 \cdot 2880}{56 \cdot 2,5 \cdot 220} = 6,08 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán dos cables de $2,5 \text{ mm}^2$ tipo VV-K

Línea 1.12.2.6 alumbrado línea producción grupo de luminarias 2 fila 6

Caída de tensión máxima admisible = $0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,8

$P = (4 \times 80 \text{ W}) \cdot 5 = 1600 \text{ W}$

$P_c = 1600 \text{ W} \cdot 1,8 = 2880 \text{ W}$

$$I = \frac{2880}{220 \cdot 0,8} = 16,36 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$ si la bandeja por la que van es perforada, o $S = 2,5 \text{ mm}^2$ si la bandeja por la que van no está perforada. En este caso, siendo que está en el límite, como medida de seguridad se opta por una sección de $2,5 \text{ mm}^2$

Siguiendo los cálculos del grupo de luminarias 1:

$$e = \frac{2 \cdot 32,5 \cdot 2880}{56 \cdot 2,5 \cdot 220} = 6,08 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán dos cables de $2,5 \text{ mm}^2$ tipo VV-K

Línea 1.12.2 alumbrado línea producción grupo de luminarias 2

Caída de tensión máxima admisible = $0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,8

$P = ((4 \times 80 \text{ W}) \cdot 5) + ((4 \times 80 \text{ W}) \cdot 5) + ((4 \times 80 \text{ W}) \cdot 5) = 4800 \text{ W}$

$P_c = 4800 \text{ W} \cdot 1,8 = 8640 \text{ W}$

$$I = \frac{8640}{220 \cdot 0,8} = 49,09 \text{ A}$$

Para esta intensidad, la sección que demanda la tabla del RBT es de 10 mm^2 . Para abaratar costes, vamos a dividir esta línea en varios segmentos para poder utilizar un grosor menor.

Tramo Fila 2-Fila 4:

Caída de tensión máxima admisible = $0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,8

$P = (4 \times 80 \text{ W}) \cdot 5 = 1600 \text{ W}$

$P_c = 1600 \text{ W} \cdot 1,8 = 2880 \text{ W}$

$$I = \frac{2880}{220 \cdot 0,8} = 16,36 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$ si la bandeja por la que van es perforada, o $S=2,5 \text{ mm}^2$ si la bandeja por la que van no está perforada. En este caso, siendo que está en el límite, como medida de seguridad se opta por una sección de $2,5 \text{ mm}^2$

La caída de tensión es:

$$e = \frac{2 \cdot 47,5 \cdot 2880}{56 \cdot 2,5 \cdot 220} = 8,88 > 6,6 \rightarrow \text{NO ADMISIBLE}$$

Hay que contar que el consumo de electricidad viene desde 32,5 m además de los 15 de este tramo.

$$e = \frac{2 \cdot 47,5 \cdot 2880}{56 \cdot 4 \cdot 220} = 5,55 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán dos cables de longitud 15 m y sección 4 mm^2 tipo VV-K.

Tramo Filas 2y4 -Fila 6:

Caída de tensión máxima admisible = $0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,8

$P = ((4 \times 80 \text{ W}) \cdot 5) + ((4 \times 80 \text{ W}) \cdot 5) = 3200 \text{ W}$

$P_c = 3200 \text{ W} \cdot 1,8 = 5760 \text{ W}$

$$I = \frac{5760}{220 \cdot 0,8} = 32,73 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 4 \text{ mm}^2$ si la bandeja por la que van es perforada, o $S=6 \text{ mm}^2$ si la bandeja por la que van no está perforada. En este caso, siendo que está en el límite, como medida de seguridad se opta por una sección de 6 mm^2

La caída de tensión es:

$$e = \frac{2 \cdot ((62,5 \cdot 2880) + (47,5 \cdot 2880))}{56 \cdot 6 \cdot 220} = 8,57 < 6,6 \rightarrow \text{NO ADMISIBLE}$$

$$e = \frac{2 \cdot ((62,5 \cdot 2880) + (47,5 \cdot 2880))}{56 \cdot 10 \cdot 220} = 5,14 < 6,6 \text{ ADMISIBLE}$$

Se utilizarán dos cables de longitud 15 m y sección 10 mm^2 tipo VV-K.

Tramo Filas 2,4 y 6 hasta final:

Caída de tensión máxima admisible = $0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,8

$P = ((4 \times 80 \text{ W}) \cdot 5) + ((4 \times 80 \text{ W}) \cdot 5) + ((4 \times 80 \text{ W}) \cdot 5) = 4800 \text{ W}$

$P_c = 4800 \text{ W} \cdot 1,8 = 8640 \text{ W}$

$$I = \frac{8640}{220 \cdot 0,8} = 49,09 \text{ A}$$

Para esta intensidad, la sección que demanda la tabla del RBT es de 10 mm².

La caída de tensión es:

$$e = (2 \cdot ((72,5 \cdot 2880) + (57,5 \cdot 2880) + (42,5 \cdot 2880)))/(56 \cdot 10 \cdot 220) = 8,07 < 6,6 \rightarrow \text{NO ADMISIBLE}$$

$$e = (2 \cdot ((72,5 \cdot 2880) + (57,5 \cdot 2880) + (42,5 \cdot 2880)))/(56 \cdot 16 \cdot 220) = 5,04 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán dos cables de longitud 10 m y sección 16 mm² tipo VV-K.

Cableado desde caja de distribución individual hasta armario de cuadro de distribución de alumbrado interior.

Línea 1: vestuarios masculinos

Caída de tensión máxima admisible = 0,03 · 220 V = 6,6 V

Factor de corrección = 1,8

P = 504 W

P_c = 504 W · 1,8 = 907,2 W

$$I = \frac{907,2}{220 \cdot 0,8} = 5,15 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican S = 1,5 mm².

Por lo que la caída de tensión será de:

$$e = \frac{2 \cdot 12 \cdot 907,2}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 1,18 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán dos cables de 1,5 mm² tipo VV-K

Línea 2: vestuarios femeninos

Caída de tensión máxima admisible = 0,03 · 220 V = 6,6 V

Factor de corrección = 1,8

P = 504 W

P_c = 504 W · 1,8 = 907,2 W

$$I = \frac{907,2}{220 \cdot 0,8} = 5,15 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican S = 1,5 mm².

Por lo que la caída de tensión será de:

$$e = \frac{2 \cdot 20 \cdot 907,2}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 1,96 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán dos cables de 1,5 mm² tipo VV-K

Línea 3: Laboratorio

Caída de tensión máxima admisible = 0,03 · 220 V = 6,6 V

Factor de corrección = 1,8

P = 1680 W

P_c = 1680 W · 1,8 = 3024 W

$$I = \frac{3024}{220 \cdot 0,8} = 17,18 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican S = 2,5 mm².

Por lo que la caída de tensión será de:

$$e = \frac{2 \cdot 40 \cdot 3024}{56 \cdot 2,5 \cdot 220} = 7,85 > 6,6 \rightarrow \text{NO ADMISIBLE}$$

$$e = \frac{2 \cdot 40 \cdot 3024}{56 \cdot 4 \cdot 220} = 4,91 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán dos cables de 4 mm² tipo VV-K

Línea 4: Oficinas

Caída de tensión máxima admisible = 0,03 · 220 V = 6,6 V

Factor de corrección = 1,8

P = 2520 W

P_c = 2520 W · 1,8 = 4536 W

$$I = \frac{4536}{220 \cdot 0,8} = 25,77 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican S = 4 mm².

Por lo que la caída de tensión será de:

$$e = \frac{2 \cdot 58 \cdot 4536}{56 \cdot 4 \cdot 220} = 10,67 > 6,6 \rightarrow \text{NO ADMISIBLE}$$

$$e = \frac{2 \cdot 40 \cdot 3024}{56 \cdot 6 \cdot 220} = 7,11 > 6,6 \rightarrow \text{NO ADMISIBLE}$$

$$e = \frac{2 \cdot 40 \cdot 3024}{56 \cdot 10 \cdot 220} = 4,27 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán dos cables de 10 mm² tipo VV-K

Línea 5: Pasillo vestuarios

Caída de tensión máxima admisible = 0,03 · 220 V = 6,6 V

Factor de corrección = 1,8

$P = 252 \text{ W}$

$P_c = 252 \text{ W} \cdot 1,8 = 453,6 \text{ W}$

$$I = \frac{453,6}{220 \cdot 0,8} = 2,57 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

Por lo que la caída de tensión será de:

$$e = \frac{2 \cdot 20 \cdot 453,6}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 0,98 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán dos cables de $1,5 \text{ mm}^2$ tipo VV-K

Línea 6: Pasillo laboratorio

Caída de tensión máxima admisible = $0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,8

$P = 252 \text{ W}$

$P_c = 252 \text{ W} \cdot 1,8 = 453,6 \text{ W}$

$$I = \frac{453,6}{220 \cdot 0,8} = 2,57 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

Por lo que la caída de tensión será de:

$$e = \frac{2 \cdot 35 \cdot 453,6}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 1,72 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán dos cables de $1,5 \text{ mm}^2$ tipo VV-K

Línea 7: Pasillo oficinas

Caída de tensión máxima admisible = $0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,8

$P = 378 \text{ W}$

$P_c = 378 \text{ W} \cdot 1,8 = 680,4 \text{ W}$

$$I = \frac{680,4}{220 \cdot 0,8} = 3,86 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

Por lo que la caída de tensión será de:

$$e = \frac{2 \cdot 48 \cdot 680,4}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 2,36 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán dos cables de $1,5 \text{ mm}^2$ tipo VV-K.

Línea 8: Entrada

Caída de tensión máxima admisible = $0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,8

$P = 756 \text{ W}$

$P_c = 756 \text{ W} \cdot 1,8 = 1360,8 \text{ W}$

$$I = \frac{1360,8}{220 \cdot 0,8} = 7,73 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

Por lo que la caída de tensión será de:

$$e = \frac{2 \cdot 70 \cdot 1360,8}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 10,30 > 6,6 \rightarrow \text{NO ADMISIBLE}$$

$$e = \frac{2 \cdot 70 \cdot 1360,8}{56 \cdot 2,5 \cdot 220} = 6,18 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán dos cables de $2,5 \text{ mm}^2$ tipo VV-K

Línea 9: Almacén de entrada

Caída de tensión máxima admisible = $0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,8

$P = 1920 \text{ W}$

$P_c = 1920 \text{ W} \cdot 1,8 = 3456 \text{ W}$

$$I = \frac{3456}{220 \cdot 0,8} = 19,63 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 2,5 \text{ mm}^2$.

Por lo que la caída de tensión será de:

$$e = \frac{2 \cdot 52 \cdot 3456}{56 \cdot 2,5 \cdot 220} = 11,66 > 6,6 \rightarrow \text{NO ADMISIBLE}$$

$$e = \frac{2 \cdot 52 \cdot 3456}{56 \cdot 4 \cdot 220} = 7,29 > 6,6 \rightarrow \text{NO ADMISIBLE}$$

$$e = \frac{2 \cdot 52 \cdot 1360,8}{56 \cdot 6 \cdot 220} = 4,86 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán dos cables de 6 mm^2 tipo VV-K

Línea 10: Cámara frigorífica

Caída de tensión máxima admisible = $0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,8

$$P = 1280 \text{ W}$$

$$P_c = 1280 \text{ W} \cdot 1,8 = 2304 \text{ W}$$

$$I = \frac{2304}{220 \cdot 0,8} = 13,10 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

Por lo que la caída de tensión será de:

$$e = \frac{2 \cdot 68 \cdot 2304}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 16,95 > 6,6 \rightarrow \text{NO ADMISIBLE}$$

$$e = \frac{2 \cdot 68 \cdot 2304}{56 \cdot 2,5 \cdot 220} = 10,17 > 6,6 \rightarrow \text{NO ADMISIBLE}$$

$$e = \frac{2 \cdot 68 \cdot 1360,8}{56 \cdot 4 \cdot 220} = 6,36 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán dos cables de 4 mm^2 tipo VV-K

Línea 11: Almacén de salida

Caída de tensión máxima admisible = $0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,8

$$P = 1920 \text{ W}$$

$$P_c = 1920 \text{ W} \cdot 1,8 = 3456 \text{ W}$$

$$I = \frac{3456}{220 \cdot 0,8} = 19,63 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 2,5 \text{ mm}^2$.

Por lo que la caída de tensión será de:

$$e = \frac{2 \cdot 75 \cdot 3456}{56 \cdot 2,5 \cdot 220} = 16,83 > 6,6 \rightarrow \text{NO ADMISIBLE}$$

$$e = \frac{2 \cdot 75 \cdot 3456}{56 \cdot 4 \cdot 220} = 10,51 > 6,6 \rightarrow \text{NO ADMISIBLE}$$

$$e = \frac{2 \cdot 75 \cdot 3456}{56 \cdot 6 \cdot 220} = 7,01 > 6,6 \rightarrow \text{NO ADMISIBLE}$$

$$e = \frac{2 \cdot 75 \cdot 1360,8}{56 \cdot 10 \cdot 220} = 4,21 < 6,6 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizarán dos cables de 10 mm^2 tipo VV-K

Línea 12: Producción.

Las dos líneas de luminarias de producción ya están calculadas hasta el cuadro secundario de alumbrado.

2.7.3.2. Alumbrado exterior

Las luminarias del alumbrado exterior están ya instaladas ya que se pretende renovar una nave existente. Estas luminarias y su cableado está instalado por lo que únicamente hay que abastecer de energía estas lámparas y montar el cuadro que las controle.

En total son 10 luminarias exteriores tipo led con un consumo de 80 W cada una, por lo que la potencia requerida será:

$$\text{Caída de tensión máxima admisible} = 0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$$

$$\text{Factor de corrección} = 1,8$$

$$P = 80 \cdot 10 = 800 \text{ W}$$

$$P_c = 800 \text{ W} \cdot 1,8 = 1440 \text{ W}$$

$$I = \frac{1440}{220 \cdot 0,8} = 8,18 \text{ A}$$

Todas las luminarias se conectan directamente al cuadro, del que hay que calcular las características del interruptor, pero esto se hará en el anejo correspondiente.

2.7.4. Fuerza

2.7.4.1. Fuerza producción

Las líneas de fuerza se lanzarán desde el cuadro de control hasta las tomas de corriente de cada una de los equipos.

Línea 1: Cinta transportadora N°1

$$\text{Caída de tensión máxima admisible} = 0,05 \cdot 400 \text{ V} = 20,0 \text{ V}$$

$$\text{Factor de corrección} = 1,25$$

$$P = 1500 \text{ W}$$

$$P_c = 1500 \text{ W} \cdot 1,25 = 1875 \text{ W}$$

$$I = \frac{1875}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 3,38 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

Por lo que la caída de tensión será de:

$$e = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos\varphi}{C \cdot S} = \frac{\sqrt{3} \cdot 56 \cdot 3,38 \cdot 0,8}{56 \cdot 1,5} = 3,12 < 20,0 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizará un cable multipolar con 5 conductores de 1,5 mm² recubiertos con XLPE tipo RZ1C3Z1-K

Línea 2: Lavadora de fresas

Caída de tensión máxima admisible = 0,05 · 400 V = 20,0 V

Factor de corrección = 1

P = 450 W

P_c = 450 W · 1 = 450 W

$$I = \frac{450}{220 \cdot 0,8} = 2,56 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican S = 1,5 mm².

Por lo que la caída de tensión será de:

$$e = \frac{2 \cdot L \cdot P}{C \cdot S \cdot V} = \frac{2 \cdot 38 \cdot 450}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 1,85 < 20,0 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizará un cable multipolar con 3 conductores de 1,5 mm² recubiertos con XLPE tipo RZ1C3Z1-K

Línea 3: Cinta transportadora N°2

Caída de tensión máxima admisible = 0,05 · 220 V = 11,0 V

Factor de corrección = 1,25

P = 1500 W

P_c = 1500 W · 1,25 = 1875 W

$$I = \frac{1875}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 3,38 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican S = 1,5 mm².

Por lo que la caída de tensión será de:

$$e = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos\varphi}{C \cdot S} = \frac{\sqrt{3} \cdot 31 \cdot 3,38 \cdot 0,8}{56 \cdot 1,5} = 1,72 < 11,0 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizará un cable multipolar con 5 conductores de 1,5 mm² recubiertos con XLPE tipo RZ1C3Z1-K

Línea 4: Marmita principal

Caída de tensión máxima admisible = $0,05 \cdot 400 \text{ V} = 20,0 \text{ V}$

Factor de corrección = 1

$P = 31500 \text{ W}$

$P_c = 31500 \text{ W} \cdot 1 = 31500 \text{ W}$

$$I = \frac{31500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 56,83 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 10 \text{ mm}^2$.

Por lo que la caída de tensión será de:

$$e = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos\varphi}{C \cdot S} = \frac{\sqrt{3} \cdot 32 \cdot 56,83 \cdot 0,8}{56 \cdot 10} = 4,49 < 20,0 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizará un cable multipolar con 5 conductores de 10 mm^2 recubiertos con XLPE tipo RZ1C3Z1-K

Línea 5: Marmita secundaria

Caída de tensión máxima admisible = $0,05 \cdot 400 \text{ V} = 20,0 \text{ V}$

Factor de corrección = 1

$P = 6000 \text{ W}$

$P_c = 6000 \text{ W} \cdot 1 = 6000 \text{ W}$

$$I = \frac{6000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 10,82 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

Por lo que la caída de tensión será de:

$$e = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos\varphi}{C \cdot S} = \frac{\sqrt{3} \cdot 28 \cdot 10,82 \cdot 0,8}{56 \cdot 1,5} = 5,0 < 20,0 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizará un cable multipolar con 5 conductores de $1,5 \text{ mm}^2$ recubiertos con XLPE tipo RZ1C3Z1-K

Línea 6: Bomba Lobular N°1

Caída de tensión máxima admisible = $0,05 \cdot 400 \text{ V} = 20,0 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,25

$P = 1750 \text{ W}$

$P_c = 1750 \text{ W} \cdot 1,25 = 2187,5 \text{ W}$

$$I = \frac{2187,5}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 3,95 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

Por lo que la caída de tensión será de:

$$e = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos\varphi}{C \cdot S} = \frac{\sqrt{3} \cdot 30 \cdot 3,95 \cdot 0,8}{56 \cdot 1,5} = 1,95 < 20,0 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizará un cable multipolar con 4 conductores de $1,5 \text{ mm}^2$ recubiertos con XLPE tipo RZ1C3Z1-K

Línea 7: Bomba Lobular N°2

Caída de tensión máxima admisible = $0,05 \cdot 400 \text{ V} = 20,0 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,25

$P = 1750 \text{ W}$

$P_c = 1750 \text{ W} \cdot 1,25 = 2187,5 \text{ W}$

$$I = \frac{2187,5}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 3,95 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

Por lo que la caída de tensión será de:

$$e = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos\varphi}{C \cdot S} = \frac{\sqrt{3} \cdot 30 \cdot 3,95 \cdot 0,8}{56 \cdot 1,5} = 1,95 < 20,0 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizará un cable multipolar con 4 conductores de $1,5 \text{ mm}^2$ recubiertos con XLPE tipo RZ1C3Z1-K

Línea 8: Cinta transporte n°3

Caída de tensión máxima admisible = $0,05 \cdot 220 \text{ V} = 11,0 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,25

$P = 370 \text{ W}$

$P_c = 370 \text{ W} \cdot 1,25 = 462,5 \text{ W}$

$$I = \frac{462,5}{220 \cdot 0,8} = 2,63 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

Por lo que la caída de tensión será de:

$$e = \frac{2 \cdot L \cdot P}{C \cdot S \cdot V} = \frac{2 \cdot 45 \cdot 462,5}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 2,25 < 11,0 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizará un cable multipolar con 3 conductores de $1,5 \text{ mm}^2$ recubiertos con XLPE tipo RZ1C3Z1-K

Línea 9: Lavadora de tarros nº1

Caída de tensión máxima admisible = $0,05 \cdot 400 \text{ V} = 20,0 \text{ V}$

Factor de corrección = 1

$P = 26700 \text{ W}$

$P_c = 26700 \text{ W} \cdot 1 = 26700 \text{ W}$

$$I = \frac{26700}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 48,17 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

Por lo que la caída de tensión será de:

$$e = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos\varphi}{C \cdot S} = \frac{\sqrt{3} \cdot 41 \cdot 48,17 \cdot 0,8}{56 \cdot 1,5} = 8,14 < 20,0 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizará un cable multipolar con 5 conductores de 6 mm^2 recubiertos con XLPE tipo RZ1C3Z1-K

Línea 10: Cinta transporte nº4

Caída de tensión máxima admisible = $0,05 \cdot 220 \text{ V} = 11,0 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,25

$P = 370 \text{ W}$

$P_c = 370 \text{ W} \cdot 1,25 = 462,5 \text{ W}$

$$I = \frac{462,5}{220 \cdot 0,8} = 2,63 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

Por lo que la caída de tensión será de:

$$e = \frac{2 \cdot L \cdot P}{C \cdot S \cdot V} = \frac{2 \cdot 40 \cdot 462,5}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 2,00 < 11,0 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizará un cable multipolar con 3 conductores de $1,5 \text{ mm}^2$ recubiertos con XLPE tipo RZ1C3Z1-K

Línea 11: Secadora de tarros nº1

Caída de tensión máxima admisible = $0,05 \cdot 400 \text{ V} = 20,0 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,25

$P = 9000 \text{ W}$

$P_c = 9000 \text{ W} \cdot 1,25 = 11250 \text{ W}$

$$I = \frac{11250}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 20,29 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

Por lo que la caída de tensión será de:

$$e = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos\varphi}{C \cdot S} = \frac{\sqrt{3} \cdot 37 \cdot 20,29 \cdot 0,8}{56 \cdot 1,5} = 12,38 < 20,0 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizará un cable multipolar con 5 conductores de $2,5 \text{ mm}^2$ recubiertos con XLPE tipo RZ1C3Z1-K, aunque el cálculo permite colocar una sección de $1,5 \text{ mm}^2$, al estar al límite de la intensidad tabulada, se opta por colocar un cable de sección mayor.

Línea 12: Cinta transporte nº5

Caída de tensión máxima admisible = $0,05 \cdot 220 \text{ V} = 11,0 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,25

$P = 370 \text{ W}$

$P_c = 370 \text{ W} \cdot 1,25 = 462,5 \text{ W}$

$$I = \frac{462,5}{220 \cdot 0,8} = 2,63 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

Por lo que la caída de tensión será de:

$$e = \frac{2 \cdot L \cdot P}{C \cdot S \cdot V} = \frac{2 \cdot 36 \cdot 462,5}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 1,80 < 11,0 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizará un cable multipolar con 3 conductores de $1,5 \text{ mm}^2$ recubiertos con XLPE tipo RZ1C3Z1-K

Línea 13: Llenadora de tarros

Caída de tensión máxima admisible = $0,05 \cdot 220 \text{ V} = 11,0 \text{ V}$

Factor de corrección = 1

$P = 1500 \text{ W}$

$P_c = 1500 \text{ W} \cdot 1 = 1500 \text{ W}$

$$I = \frac{1500}{220 \cdot 0,8} = 8,52 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

Por lo que la caída de tensión será de:

$$e = \frac{2 \cdot L \cdot P}{C \cdot S \cdot V} = \frac{2 \cdot 35 \cdot 1500}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 5,68 < 11,0 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizará un cable multipolar con 3 conductores de 1,5 mm² recubiertos con XLPE tipo RZ1C3Z1-K

Línea 14: Cinta transporte nº6

Caída de tensión máxima admisible = 0,05 · 220 V = 11,0 V

Factor de corrección = 1,25

P = 370 W

P_c = 370 W · 1,25 = 462,5 W

$$I = \frac{462,5}{220 \cdot 0,8} = 2,63 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican S = 1,5 mm².

Por lo que la caída de tensión será de:

$$e = \frac{2 \cdot L \cdot P}{C \cdot S \cdot V} = \frac{2 \cdot 43 \cdot 462,5}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 2,15 < 11,0 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizará un cable multipolar con 3 conductores de 1,5 mm² recubiertos con XLPE tipo RZ1C3Z1-K

Línea 15: Lavadora de tarros nº2

Caída de tensión máxima admisible = 0,05 · 400 V = 20,0 V

Factor de corrección = 1

P = 26700 W

P_c = 26700 W · 1 = 26700 W

$$I = \frac{26700}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 48,17 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican S = 1,5 mm².

Por lo que la caída de tensión será de:

$$e = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos\varphi}{C \cdot S} = \frac{\sqrt{3} \cdot 41 \cdot 48,17 \cdot 0,8}{56 \cdot 1,5} = 8,14 < 20,0 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizará un cable multipolar con 5 conductores de 6 mm² recubiertos con XLPE tipo RZ1C3Z1-K

Línea 16: Cinta transporte nº7

Caída de tensión máxima admisible = 0,05 · 220 V = 11,0 V

Factor de corrección = 1,25

P = 370 W

$$P_c = 370 \text{ W} \cdot 1,25 = 462,5 \text{ W}$$

$$I = \frac{462,5}{220 \cdot 0,8} = 2,63 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

Por lo que la caída de tensión será de:

$$e = \frac{2 \cdot L \cdot P}{C \cdot S \cdot V} = \frac{2 \cdot 40 \cdot 462,5}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 2,00 < 11,0 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizará un cable multipolar con 3 conductores de $1,5 \text{ mm}^2$ recubiertos con XLPE tipo RZ1C3Z1-K

Línea 17: Secadora de tarros nº2

Caída de tensión máxima admisible = $0,05 \cdot 400 \text{ V} = 20,0 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,25

$P = 9000 \text{ W}$

$P_c = 9000 \text{ W} \cdot 1,25 = 11250 \text{ W}$

$$I = \frac{11250}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 20,29 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

Por lo que la caída de tensión será de:

$$e = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos\phi}{C \cdot S} = \frac{\sqrt{3} \cdot 43 \cdot 20,29 \cdot 0,8}{56 \cdot 1,5} = 14,38 < 20,0 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizará un cable multipolar con 5 conductores de $2,5 \text{ mm}^2$ recubiertos con XLPE tipo RZ1C3Z1-K, aunque el cálculo permite colocar una sección de $1,5 \text{ mm}^2$, al estar al límite de la intensidad tabulada, se opta por colocar un cable de sección mayor.

Línea 18: Cinta transporte nº8

Caída de tensión máxima admisible = $0,05 \cdot 220 \text{ V} = 11,0 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,25

$P = 370 \text{ W}$

$P_c = 370 \text{ W} \cdot 1,25 = 462,5 \text{ W}$

$$I = \frac{462,5}{220 \cdot 0,8} = 2,63 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

Por lo que la caída de tensión será de:

$$e = \frac{2 \cdot L \cdot P}{C \cdot S \cdot V} = \frac{2 \cdot 45 \cdot 462,5}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 2,25 < 11,0 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizará un cable multipolar con 3 conductores de 1,5 mm² recubiertos con XLPE tipo RZ1C3Z1-K

Línea 19: Etiquetadora de tarros

Caída de tensión máxima admisible = 0,05 · 220 V = 11,0 V

Factor de corrección = 1

P = 2200 W

P_c = 2200 W · 1 = 2200 W

$$I = \frac{2200}{220 \cdot 0,8} = 12,50 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican S = 1,5 mm².

Por lo que la caída de tensión será de:

$$e = \frac{2 \cdot L \cdot P}{C \cdot S \cdot V} = \frac{2 \cdot 47 \cdot 2200}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 11,19 > 11,0 \rightarrow \text{NO ADMISIBLE}$$

$$e = \frac{2 \cdot L \cdot P}{C \cdot S \cdot V} = \frac{2 \cdot 45 \cdot 462,5}{56 \cdot 2,5 \cdot 220} = 6,71 < 11,0 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizará un cable multipolar con 3 conductores de 2,5 mm² recubiertos con XLPE tipo RZ1C3Z1-K

Línea 20: Cinta transporte nº9

Caída de tensión máxima admisible = 0,05 · 220 V = 11,0 V

Factor de corrección = 1,25

P = 370 W

P_c = 370 W · 1,25 = 462,5 W

$$I = \frac{462,5}{220 \cdot 0,8} = 2,63 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican S = 1,5 mm².

Por lo que la caída de tensión será de:

$$e = \frac{2 \cdot L \cdot P}{C \cdot S \cdot V} = \frac{2 \cdot 51 \cdot 462,5}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 2,55 < 11,0 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizará un cable multipolar con 3 conductores de 1,5 mm² recubiertos con XLPE tipo RZ1C3Z1-K

Línea 21: Cinta transporte nº10 (Mesa rotativa selección)

Caída de tensión máxima admisible = $0,05 \cdot 220 \text{ V} = 11,0 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,25

$P = 420 \text{ W}$

$P_c = 420 \text{ W} \cdot 1,25 = 525 \text{ W}$

$$I = \frac{525}{220 \cdot 0,8} = 2,98 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

Por lo que la caída de tensión será de:

$$e = \frac{2 \cdot L \cdot P}{C \cdot S \cdot V} = \frac{2 \cdot 56 \cdot 462,5}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 2,80 < 11,0 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizará un cable multipolar con 3 conductores de $1,5 \text{ mm}^2$ recubiertos con XLPE tipo RZ1C3Z1-K

Línea 22: Cinta transporte nº11

Caída de tensión máxima admisible = $0,05 \cdot 220 \text{ V} = 11,0 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,25

$P = 370 \text{ W}$

$P_c = 370 \text{ W} \cdot 1,25 = 462,5 \text{ W}$

$$I = \frac{462,5}{220 \cdot 0,8} = 2,63 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

Por lo que la caída de tensión será de:

$$e = \frac{2 \cdot L \cdot P}{C \cdot S \cdot V} = \frac{2 \cdot 57 \cdot 462,5}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 2,85 < 11,0 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizará un cable multipolar con 3 conductores de $1,5 \text{ mm}^2$ recubiertos con XLPE tipo RZ1C3Z1-K

Línea 23: Empaquetadora

Caída de tensión máxima admisible = $0,05 \cdot 400 \text{ V} = 20,0 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,25

$P = 13850 \text{ W}$

$P_c = 13850 \text{ W} \cdot 1,25 = 17312,5 \text{ W}$

$$I = \frac{17312,5}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 31,23 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 4 \text{ mm}^2$.

Por lo que la caída de tensión será de:

$$e = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos\varphi}{C \cdot S} = \frac{\sqrt{3} \cdot 53 \cdot 31,23 \cdot 0,8}{56 \cdot 4} = 10,24 < 20,0 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizará un cable multipolar con 5 conductores de 4 mm^2 recubiertos con XLPE tipo RZ1C3Z1-K.

Línea 24: Cinta transporte nº12

Caída de tensión máxima admisible = $0,05 \cdot 220 \text{ V} = 11,0 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,25

$P = 370 \text{ W}$

$P_c = 370 \text{ W} \cdot 1,25 = 462,5 \text{ W}$

$$I = \frac{462,5}{220 \cdot 0,8} = 2,63 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

Por lo que la caída de tensión será de:

$$e = \frac{2 \cdot L \cdot P}{C \cdot S \cdot V} = \frac{2 \cdot 57 \cdot 462,5}{56 \cdot 1,5 \cdot 220} = 2,85 < 11,0 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizará un cable multipolar con 3 conductores de $1,5 \text{ mm}^2$ recubiertos con XLPE tipo RZ1C3Z1-K

2.7.4.2. Fuerza Oficinas-Vestuarios

Línea 25: Línea fuerza a cuadro oficinas (montado en obra nave)

Caída de tensión máxima admisible = $0,05 \cdot 220 \text{ V} = 11,0 \text{ V}$

Factor de corrección = 1

$P = 12000 \text{ W}$

$P_c = 12000 \text{ W} \cdot 1 = 12000 \text{ W}$

$$I = \frac{12000}{220 \cdot 0,8} = 68,18 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 10 \text{ mm}^2$.

Por lo que la caída de tensión será de:

$$e = \frac{2 \cdot L \cdot P}{C \cdot S \cdot V} = \frac{2 \cdot 10 \cdot 12000}{56 \cdot 10 \cdot 220} = 1,95 < 11,0 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizará un cable multipolar con 3 conductores de 10 mm^2 recubiertos con XLPE tipo RZ1C3Z1-K

2.7.4.3. Fuerza centro frigorífico

Línea 26: Centro Frigorífico

Caída de tensión máxima admisible = $0,05 \cdot 400 \text{ V} = 20,0 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,25

$P = 23250 \text{ W}$

$P_c = 23250 \text{ W} \cdot 1,25 = 29062,5 \text{ W}$

$$I = \frac{29062,5}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 52,44 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 10 \text{ mm}^2$.

Por lo que la caída de tensión será de:

$$e = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos\phi}{C \cdot S} = \frac{\sqrt{3} \cdot 84 \cdot 52,44 \cdot 0,8}{56 \cdot 10} = 10,89 < 20,0 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizará un cable multipolar con 5 conductores de 4 mm^2 recubiertos con XLPE tipo RZ1C3Z1-K.

2.7.4.4. Fuerza agua

Línea 27: Línea fuerza bomba centrífuga nº1 (agua fría)

Caída de tensión máxima admisible = $0,05 \cdot 220 \text{ V} = 11,0 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,25

$P = 7500 \text{ W}$

$P_c = 7500 \text{ W} \cdot 1,25 = 9375 \text{ W}$

$$I = \frac{9375}{220 \cdot 0,8} = 53,27 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 10 \text{ mm}^2$.

Por lo que la caída de tensión será de:

$$e = \frac{2 \cdot L \cdot P}{C \cdot S \cdot V} = \frac{2 \cdot 55 \cdot 9375}{56 \cdot 10 \cdot 220} = 8,37 < 11,0 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizará un cable multipolar con 3 conductores de 10 mm^2 recubiertos con XLPE tipo RZ1C3Z1-K

Línea 28: Línea fuerza bomba centrífuga nº2 (agua caliente)

Caída de tensión máxima admisible = $0,05 \cdot 220 \text{ V} = 11,0 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,25

$P = 3000 \text{ W}$

$P_c = 3000 \text{ W} \cdot 1,25 = 3750 \text{ W}$

$$I = \frac{3750}{220 \cdot 0,8} = 21,30 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 2,5 \text{ mm}^2$.

Por lo que la caída de tensión será de:

$$e = \frac{2 \cdot L \cdot P}{C \cdot S \cdot V} = \frac{2 \cdot 55 \cdot 3750}{56 \cdot 2,5 \cdot 220} = 13,39 < 11,0 \rightarrow \text{NO ADMISIBLE}$$

$$e = \frac{2 \cdot L \cdot P}{C \cdot S \cdot V} = \frac{2 \cdot 55 \cdot 3750}{56 \cdot 4 \cdot 220} = 8,37 < 11,0 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizará un cable multipolar con 3 conductores de 4 mm^2 recubiertos con XLPE tipo RZ1C3Z1-K

Línea 29: Calentador eléctrico.

Caída de tensión máxima admisible = $0,05 \cdot 400 \text{ V} = 20,0 \text{ V}$

Factor de corrección = 1

$P = 120000 \text{ W}$

$P_c = 120000 \text{ W} \cdot 1 = 120000 \text{ W}$

$$I = \frac{120000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 216,51 \text{ A}$$

Para esta intensidad las tablas indican $S = 95 \text{ mm}^2$.

Por lo que la caída de tensión será de:

$$e = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos\varphi}{C \cdot S} = \frac{\sqrt{3} \cdot 60 \cdot 216,51 \cdot 0,8}{56 \cdot 95} = 0,33 < 20,0 \rightarrow \text{ADMISIBLE}$$

Se utilizará un cable multipolar con 5 conductores de 95 mm^2 recubiertos con XLPE tipo RZ1C3Z1-K.

2.8. ANEJO N°8: Cuadro eléctrico de protección.

2.8.1. Introducción

El objetivo de este anejo es definir la protección necesaria en el sistema para evitar las consecuencias destructivas o peligrosas de las corrientes excesivas (cortocircuitos) o causadas por sobrecargas y defectos de aislamiento, y separar el circuito defectuoso del resto de la instalación.

Se distingue entre tres objetivos de protección:

- Protección a los circuitos por:
 - o Protección contra sobrecargas, situación en la que se limita una corriente excesiva de una instalación en buen estado (sin defectos).
 - o Protección contra corrientes de cortocircuito causadas por el defecto completo del aislamiento entre los conductores de diferentes fases o entre una fase y un conductor neutro.
- Protección a las personas por:
 - o Protección contra defectos de aislamiento. Según la aparamenta a tierra de la instalación, la protección la proporcionan fusibles o interruptores automáticos, dispositivos de corriente residual y/o una supervisión permanente de la resistencia de aislamiento de la instalación a tierra.
- Protección a los motores eléctricos:
 - o Protección contra el sobrecalentamiento, causado por sobrecarga a largo plazo, un rotor parado, una sola fase, etc.

Para realizar esta protección, se va a instalar Interruptores automáticos o seccionadores que en instalaciones industriales de baja tensión siguen la normativa siguiente:

- UNE-EN 60947-1/A1:2002, parte 1: reglas generales.
- UNE-EN 60947-2/A1:1999, parte 2: interruptores automáticos.

- UNE-EN 60947-3/A1:2002, parte 3: interruptores, seccionadores, interruptores-seccionadores y combinados fusibles.
- UNE-EN 60947-4-1/A1:2003, parte 4: reglas contactores y arrancadores de motor.
- UNE-EN 60947-5-1/A1:2000, parte 5: aparatos y elementos de conmutación para circuitos de mando.
- UNE-EN 60947-6-1/A1:1997, parte 6: materiales de funciones múltiples.
- UNE-EN 60947-7-1/A1:2000, parte 7: materiales y accesorios.

Las cuatro características fundamentales de un interruptor automático son:

- Su tensión nominal U_e , que es la tensión a la que funciona el interruptor automático en condiciones normales.
- Corriente nominal I_n , que es el valor de corriente máximo que un interruptor automático equipado con un relé de disparo por sobreintensidad puede transportar indefinidamente a la temperatura de referencia definida por el fabricante, sin superar los límites de temperatura especificados de los componentes conductores de corriente.
- Márgenes de ajuste del nivel de corriente de disparo para protección contra sobrecargas I_r y para protección contra cortocircuitos I_m .
- Su poder de corte de la corriente de cortocircuito, I_{cu} para interruptores eléctricos industriales, que es el valor de corriente más alto previsto que el interruptor de corriente indicado es capaz de cortar sin sufrir daños.

2.8.2. Selección de interruptores.

La temperatura ambiente para la corriente nominal de un interruptor automático en instalaciones industriales se de 40°C según la norma industrial.

Se utilizarán unidades de disparo magnetotérmicas compensadas, es decir, la temperatura ambiente se compensa de tal forma que no afecte a la corriente nominal en un margen de -5°C a 40°.

Para elegir el interruptor magnetotérmico necesario en cada punto se analizará la corriente que pasa por ese punto y se colocará el interruptor tabulado para esa intensidad de corriente o el inmediatamente superior en caso de que no coincidan.

Igualmente se instalarán interruptores automáticos diferenciales para el corte de corriente en caso de cortocircuitos. Estos interruptores se elegirán de la misma forma que los magnetotérmicos, con un diferencial de corte de 300mA.

Por lo que se elegirán los siguientes interruptores magnetotérmicos y diferenciales para las siguientes líneas.

2.8.2.1. Alumbrado Interior.

Línea 1: vestuarios masculinos (AI-L-1)

Caída de tensión máxima admisible = $0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,8

$P = 504 \text{ W}$

$P_c = 504 \text{ W} \cdot 1,8 = 907,2 \text{ W}$

$$I = \frac{907,2}{220 \cdot 0,8} = 5,15 \text{ A}$$

Interruptor Magnetotérmico 2 Polos $I_n = 16\text{A}$ e $I_{cu} = 6\text{kA}$.

Interruptor Diferencial 2 Polos $I_n = 25\text{A}$ e $PdC = 300\text{mA}$.

Línea 2: vestuarios femeninos (AI-L-2)

Caída de tensión máxima admisible = $0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,8

$P = 504 \text{ W}$

$P_c = 504 \text{ W} \cdot 1,8 = 907,2 \text{ W}$

$$I = \frac{907,2}{220 \cdot 0,8} = 5,15 \text{ A}$$

Interruptor Magnetotérmico 2 Polos $I_n = 16\text{A}$ e $I_{cu} = 6\text{kA}$.

Interruptor Diferencial 2 Polos $I_n = 25\text{A}$ e $PdC = 300\text{mA}$.

Línea 3: Laboratorio (AI-L-3)

Caída de tensión máxima admisible = $0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,8

$P = 1680 \text{ W}$

$P_c = 1680 \text{ W} \cdot 1,8 = 3024 \text{ W}$

$$I = \frac{3024}{220 \cdot 0,8} = 17,18 \text{ A}$$

Interruptor Magnetotérmico 2 Polos $I_n = 25\text{A}$ e $I_{cu} = 6\text{kA}$.

Interruptor Diferencial 2 Polos $I_n = 25\text{A}$ e $PdC = 300\text{mA}$.

Línea 4: Oficinas (AI-L-4)

Caída de tensión máxima admisible = $0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,8

$P = 2520 \text{ W}$

$P_c = 2520 \text{ W} \cdot 1,8 = 4536 \text{ W}$

$$I = \frac{4536}{220 \cdot 0,8} = 25,77 \text{ A}$$

Interruptor Magnetotérmico 2 Polos $I_n = 32\text{A}$ e $I_{cu} = 6\text{kA}$.

Interruptor Diferencial 2 Polos $I_n = 40\text{A}$ e $PdC = 300\text{mA}$.

Línea 5: Pasillo vestuarios (AI-L-5)

Caída de tensión máxima admisible = $0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,8

$P = 252 \text{ W}$

$P_c = 252 \text{ W} \cdot 1,8 = 453,6 \text{ W}$

$$I = \frac{453,6}{220 \cdot 0,8} = 2,57 \text{ A}$$

Interruptor Magnetotérmico 2 Polos $I_n = 16\text{A}$ e $I_{cu} = 6\text{kA}$.

Interruptor Diferencial 2 Polos $I_n = 25\text{A}$ e $PdC = 300\text{mA}$.

Línea 6: Pasillo laboratorio (AI-L-6)

Caída de tensión máxima admisible = $0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,8

$P = 252 \text{ W}$

$$P_c = 252 \text{ W} \cdot 1,8 = 453,6 \text{ W}$$

$$I = \frac{453,6}{220 \cdot 0,8} = 2,57 \text{ A}$$

Interruptor Magnetotérmico 2 Polos $I_n = 16\text{A}$ e $I_{cu} = 6\text{kA}$.

Interruptor Diferencial 2 Polos $I_n = 25\text{A}$ e $PdC = 300\text{mA}$.

Línea 7: Pasillo oficinas (AI-L-7)

Caída de tensión máxima admisible = $0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,8

$$P = 378 \text{ W}$$

$$P_c = 378 \text{ W} \cdot 1,8 = 680,4 \text{ W}$$

$$I = \frac{680,4}{220 \cdot 0,8} = 3,86 \text{ A}$$

Interruptor Magnetotérmico 2 Polos $I_n = 16\text{A}$ e $I_{cu} = 6\text{kA}$.

Interruptor Diferencial 2 Polos $I_n = 25\text{A}$ e $PdC = 300\text{mA}$.

Línea 8: Entrada (AI-L-8)

Caída de tensión máxima admisible = $0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,8

$$P = 756 \text{ W}$$

$$P_c = 756 \text{ W} \cdot 1,8 = 1360,8 \text{ W}$$

$$I = \frac{1360,8}{220 \cdot 0,8} = 7,73 \text{ A}$$

Interruptor Magnetotérmico 2 Polos $I_n = 16\text{A}$ e $I_{cu} = 6\text{kA}$.

Interruptor Diferencial 2 Polos $I_n = 25\text{A}$ e $PdC = 300\text{mA}$.

Línea 9: Almacén de entrada (AI-L-9)

Caída de tensión máxima admisible = $0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,8

$$P = 1920 \text{ W}$$

$$P_c = 1920 \text{ W} \cdot 1,8 = 3456 \text{ W}$$

$$I = \frac{3456}{220 \cdot 0,8} = 19,63 \text{ A}$$

Interruptor Magnetotérmico 2 Polos $I_n = 25\text{A}$ e $I_{cu} = 6\text{kA}$.

Interruptor Diferencial 2 Polos $I_n = 25\text{A}$ e $PdC = 300\text{mA}$.

Línea 10: Cámara frigorífica (AI-L-10)

Caída de tensión máxima admisible = $0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,8

$P = 1280 \text{ W}$

$P_c = 1280 \text{ W} \cdot 1,8 = 2304 \text{ W}$

$$I = \frac{2304}{220 \cdot 0,8} = 13,10 \text{ A}$$

Interruptor Magnetotérmico 2 Polos $I_n = 16\text{A}$ e $I_{cu} = 6\text{kA}$.

Interruptor Diferencial 2 Polos $I_n = 25\text{A}$ e $PdC = 300\text{mA}$.

Línea 11: Almacén de salida (AI-L-11)

Caída de tensión máxima admisible = $0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,8

$P = 1920 \text{ W}$

$P_c = 1920 \text{ W} \cdot 1,8 = 3456 \text{ W}$

$$I = \frac{3456}{220 \cdot 0,8} = 19,63 \text{ A}$$

Interruptor Magnetotérmico 2 Polos $I_n = 25\text{A}$ e $I_{cu} = 6\text{kA}$.

Interruptor Diferencial 2 Polos $I_n = 25\text{A}$ e $PdC = 300\text{mA}$.

Línea 12: Producción 1 (AI-L-12)

Caída de tensión máxima admisible = $0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,8

$P = ((4 \times 80\text{W}) \cdot 5) + ((4 \times 80\text{W}) \cdot 5) + ((4 \times 80\text{W}) \cdot 5) = 4800 \text{ W}$

$P_c = 4800 \text{ W} \cdot 1,8 = 8640 \text{ W}$

$$I = \frac{8640}{220 \cdot 0,8} = 49,09 \text{ A}$$

Interruptor Magnetotérmico 2 Polos $I_n = 50\text{A}$ e $I_{cu} = 6\text{kA}$.

Interruptor Diferencial 2 Polos $I_n = 63\text{A}$ e $PdC = 300\text{mA}$.

Línea 13: Producción 2 (AI-L-13)

Caída de tensión máxima admisible = $0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,8

$$P = ((4 \times 80W) \cdot 5) + ((4 \times 80W) \cdot 5) + ((4 \times 80W) \cdot 5) = 4800 \text{ W}$$

$$P_c = 4800 \text{ W} \cdot 1,8 = 8640 \text{ W}$$

$$I = \frac{8640}{220 \cdot 0,8} = 49,09 \text{ A}$$

Interruptor Magnetotérmico 2 Polos $I_n = 50\text{A}$ e $I_{cu} = 6\text{kA}$.

Interruptor Diferencial 2 Polos $I_n = 63\text{A}$ e $PdC = 300\text{mA}$.

Línea Alumbrado Interior.

$P_c = 38818,80 \text{ w}$, que se suministrarán desde una conexión trifásica, saliendo de los interruptores de alumbrado interior, las derivaciones monofásicas correspondientes a sus líneas individuales.

$$I = \frac{38818,80}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 70,04 \text{ A}$$

El alumbrado, por lo general aparecerá conectado con un coeficiente de simultaneidad de 1, por lo que el interruptor elegido para el control de este cuadro será:

Interruptor Diferencial Magnetotérmico Integrado $I_n = 50\text{A}$ e $I_{cu} = 6\text{kA}$
 $PdC = 300\text{mA}$.

2.8.2.2. Alumbrado exterior

Alumbrado Exterior (AE-1)

$$\text{Caída de tensión máxima admisible} = 0,03 \cdot 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$$

$$\text{Factor de corrección} = 1,8$$

$$P = 80 \cdot 10 = 800 \text{ W}$$

$$P_c = 800 \text{ W} \cdot 1,8 = 1440 \text{ W}$$

$$I = \frac{1440}{220 \cdot 0,8} = 8,18 \text{ A}$$

Todas las luminarias se conectan directamente al cuadro por lo que se conectarán de los interruptores siguientes:

Interruptor Magnetotérmico 2 Polos $I_n = 16\text{A}$ e $I_{cu} = 6\text{kA}$.

Interruptor Diferencial 2 Polos $I_n = 25\text{A}$ e $PdC = 300\text{mA}$.

2.8.2.3. Fuerza.

Las líneas de fuerza se lanzarán desde el cuadro de control hasta las tomas de corriente de cada una de los equipos.

Línea 1: Cinta transportadora N°1 (F-L-1)

Caída de tensión máxima admisible = $0,05 \cdot 400 \text{ V} = 20,0 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,25

$P = 1500 \text{ W}$

$P_c = 1500 \text{ W} \cdot 1,25 = 1875 \text{ W}$

$$I = \frac{1875}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 3,38 \text{ A}$$

Interruptor Magnetotérmico 4 Polos $I_n = 16\text{A}$ e $I_{cu} = 6\text{kA}$.

Interruptor Diferencial 4 Polos $I_n = 25\text{A}$ e $PdC = 300\text{mA}$.

Línea 2: Lavadora de fresas (F-L-2)

Caída de tensión máxima admisible = $0,05 \cdot 400 \text{ V} = 20,0 \text{ V}$

Factor de corrección = 1

$P = 450 \text{ W}$

$P_c = 450 \text{ W} \cdot 1 = 450 \text{ W}$

$$I = \frac{450}{220 \cdot 0,8} = 2,56 \text{ A}$$

Interruptor Magnetotérmico 2 Polos $I_n = 16\text{A}$ e $I_{cu} = 6\text{kA}$.

Interruptor Diferencial 2 Polos $I_n = 25\text{A}$ e $PdC = 300\text{mA}$.

Línea 3: Cinta transportadora N°2 (F-L-3)

Caída de tensión máxima admisible = $0,05 \cdot 220 \text{ V} = 11,0 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,25

$P = 1500 \text{ W}$

$P_c = 1500 \text{ W} \cdot 1,25 = 1875 \text{ W}$

$$I = \frac{1875}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 3,38 \text{ A}$$

Interruptor Magnetotérmico 4 Polos $I_n = 16\text{A}$ e $I_{cu} = 6\text{kA}$.

Interruptor Diferencial 4 Polos $I_n = 25\text{A}$ e $PdC = 300\text{mA}$.

Control Línea Lavado Fresas

$$P_c = 4200 \text{ W}$$

$$I = \frac{4200}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 7,58 \text{ A}$$

Interruptor Magnetotérmico 4 Polos $I_n = 16\text{A}$ e $I_{cu} = 6\text{kA}$.

Interruptor Diferencial 4 Polos $I_n = 25\text{A}$ e $PdC = 300\text{mA}$.

Línea 4: Marmita principal (F-L-4)

Caída de tensión máxima admisible = $0,05 \cdot 400 \text{ V} = 20,0 \text{ V}$

Factor de corrección = 1

$$P = 31500 \text{ W}$$

$$P_c = 31500 \text{ W} \cdot 1 = 31500 \text{ W}$$

$$I = \frac{31500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 56,83 \text{ A}$$

Interruptor Magnetotérmico 4 Polos $I_n = 63\text{A}$ e $I_{cu} = 6\text{kA}$.

Interruptor Diferencial 4 Polos $I_n = 63\text{A}$ e $PdC = 300\text{mA}$.

Línea 5: Marmita secundaria (F-L-5)

Caída de tensión máxima admisible = $0,05 \cdot 400 \text{ V} = 20,0 \text{ V}$

Factor de corrección = 1

$$P = 6000 \text{ W}$$

$$P_c = 6000 \text{ W} \cdot 1 = 6000 \text{ W}$$

$$I = \frac{6000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 10,82 \text{ A}$$

Interruptor Magnetotérmico 4 Polos $I_n = 16\text{A}$ e $I_{cu} = 6\text{kA}$.

Interruptor Diferencial 4 Polos $I_n = 25\text{A}$ e $PdC = 300\text{mA}$.

Control Marmitas

$$P_c = 36500 \text{ W}$$

$$I = \frac{36500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 65,85 \text{ A}$$

Interruptor Magnetotérmico 4 Polos $I_n = 80\text{A}$ e $I_{cu} = 6\text{kA}$.

Interruptor Diferencial 4 Polos $I_n = 80\text{A}$ e $PdC = 300\text{mA}$.

Línea 6: Bomba Lobular N°1 (F-L-6)

Caída de tensión máxima admisible = $0,05 \cdot 400 \text{ V} = 20,0 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,25

$P = 1750 \text{ W}$

$P_c = 1750 \text{ W} \cdot 1,25 = 2187,5 \text{ W}$

$$I = \frac{2187,5}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 3,95 \text{ A}$$

Interruptor Magnetotérmico 4 Polos $I_n = 16\text{A}$ e $I_{cu} = 6\text{kA}$.

Interruptor Diferencial 4 Polos $I_n = 25\text{A}$ e $PdC = 300\text{mA}$.

Línea 7: Bomba Lobular N°2 (F-L-7)

Caída de tensión máxima admisible = $0,05 \cdot 400 \text{ V} = 20,0 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,25

$P = 1750 \text{ W}$

$P_c = 1750 \text{ W} \cdot 1,25 = 2187,5 \text{ W}$

$$I = \frac{2187,5}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 3,95 \text{ A}$$

Interruptor Magnetotérmico 4 Polos $I_n = 16\text{A}$ e $I_{cu} = 6\text{kA}$.

Interruptor Diferencial 4 Polos $I_n = 25\text{A}$ e $PdC = 300\text{mA}$.

Control Bombas Lobulares

$P_c = 4375 \text{ W}$

$$I = \frac{4375}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 7,89 \text{ A}$$

Interruptor Magnetotérmico 4 Polos $I_n = 16\text{A}$ e $I_{cu} = 6\text{kA}$.

Interruptor Diferencial 4 Polos $I_n = 25\text{A}$ e $PdC = 300\text{mA}$.

Línea 8: Cinta transporte n°3 (F-L-8)

Caída de tensión máxima admisible = $0,05 \cdot 220 \text{ V} = 11,0 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,25

$P = 370 \text{ W}$

$P_c = 370 \text{ W} \cdot 1,25 = 462,5 \text{ W}$

$$I = \frac{462,5}{220 \cdot 0,8} = 2,63 \text{ A}$$

Interruptor Magnetotérmico 2 Polos $I_n = 16\text{A}$ e $I_{cu} = 6\text{kA}$.

Interruptor Diferencial 2 Polos $I_n = 25A$ e $PdC = 300mA$.

Línea 9: Lavadora de tarros nº1 (F-L-9)

Caída de tensión máxima admisible = $0,05 \cdot 400 V = 20,0 V$

Factor de corrección = 1

$P = 26700 W$

$P_c = 26700 W \cdot 1 = 26700 W$

$$I = \frac{26700}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 48,17 A$$

Interruptor Magnetotérmico 4 Polos $I_n = 50A$ e $I_{cu} = 6kA$.

Interruptor Diferencial 4 Polos $I_n = 63A$ e $PdC = 300mA$.

Línea 10: Cinta transporte nº4 (F-L-10)

Caída de tensión máxima admisible = $0,05 \cdot 220 V = 11,0 V$

Factor de corrección = 1,25

$P = 370 W$

$P_c = 370 W \cdot 1,25 = 462,5 W$

$$I = \frac{462,5}{220 \cdot 0,8} = 2,63 A$$

Interruptor Magnetotérmico 2 Polos $I_n = 16A$ e $I_{cu} = 6kA$.

Interruptor Diferencial 2 Polos $I_n = 25A$ e $PdC = 300mA$.

Línea 11: Secadora de tarros nº1 (F-L-11)

Caída de tensión máxima admisible = $0,05 \cdot 400 V = 20,0 V$

Factor de corrección = 1,25

$P = 9000 W$

$P_c = 9000 W \cdot 1,25 = 11250 W$

$$I = \frac{11250}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 20,29 A$$

Interruptor Magnetotérmico 4 Polos $I_n = 25A$ e $I_{cu} = 6kA$.

Interruptor Diferencial 4 Polos $I_n = 25A$ e $PdC = 300mA$.

Línea 12: Cinta transporte nº5 (F-L-12)

Caída de tensión máxima admisible = $0,05 \cdot 220 V = 11,0 V$

Factor de corrección = 1,25

$P = 370 \text{ W}$

$P_c = 370 \text{ W} \cdot 1,25 = 462,5 \text{ W}$

$$I = \frac{462,5}{220 \cdot 0,8} = 2,63 \text{ A}$$

Interruptor Magnetotérmico 2 Polos $I_n = 16\text{A}$ e $I_{cu} = 6\text{kA}$.

Interruptor Diferencial 2 Polos $I_n = 25\text{A}$ e $PdC = 300\text{mA}$.

Línea 13: Llenadora de tarros (F-L-13)

Caída de tensión máxima admisible = $0,05 \cdot 220 \text{ V} = 11,0 \text{ V}$

Factor de corrección = 1

$P = 1500 \text{ W}$

$P_c = 1500 \text{ W} \cdot 1 = 1500 \text{ W}$

$$I = \frac{1500}{220 \cdot 0,8} = 8,52 \text{ A}$$

Interruptor Magnetotérmico 2 Polos $I_n = 16\text{A}$ e $I_{cu} = 6\text{kA}$.

Interruptor Diferencial 2 Polos $I_n = 25\text{A}$ e $PdC = 300\text{mA}$.

Línea 14: Cinta transporte nº6 (F-L-14)

Caída de tensión máxima admisible = $0,05 \cdot 220 \text{ V} = 11,0 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,25

$P = 370 \text{ W}$

$P_c = 370 \text{ W} \cdot 1,25 = 462,5 \text{ W}$

$$I = \frac{462,5}{220 \cdot 0,8} = 2,63 \text{ A}$$

Interruptor Magnetotérmico 2 Polos $I_n = 16\text{A}$ e $I_{cu} = 6\text{kA}$.

Interruptor Diferencial 2 Polos $I_n = 25\text{A}$ e $PdC = 300\text{mA}$.

Línea 15: Lavadora de tarros nº2 (F-L-15)

Caída de tensión máxima admisible = $0,05 \cdot 400 \text{ V} = 20,0 \text{ V}$

Factor de corrección = 1

$P = 26700 \text{ W}$

$P_c = 26700 \text{ W} \cdot 1 = 26700 \text{ W}$

$$I = \frac{26700}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 48,17 \text{ A}$$

Interruptor Magnetotérmico 4 Polos $I_n = 50A$ e $I_{cu} = 6kA$.

Interruptor Diferencial 4 Polos $I_n = 63A$ e $PdC = 300mA$.

Línea 16: Cinta transporte nº7 (F-L-16)

Caída de tensión máxima admisible = $0,05 \cdot 220 V = 11,0 V$

Factor de corrección = 1,25

$P = 370 W$

$P_c = 370 W \cdot 1,25 = 462,5 W$

$$I = \frac{462,5}{220 \cdot 0,8} = 2,63 A$$

Interruptor Magnetotérmico 2 Polos $I_n = 16A$ e $I_{cu} = 6kA$.

Interruptor Diferencial 2 Polos $I_n = 25A$ e $PdC = 300mA$.

Línea 17: Secadora de tarros nº2 (F-L-17)

Caída de tensión máxima admisible = $0,05 \cdot 400 V = 20,0 V$

Factor de corrección = 1,25

$P = 9000 W$

$P_c = 9000 W \cdot 1,25 = 11250 W$

$$I = \frac{11250}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 20,29 A$$

Interruptor Magnetotérmico 4 Polos $I_n = 25A$ e $I_{cu} = 6kA$.

Interruptor Diferencial 4 Polos $I_n = 25A$ e $PdC = 300mA$.

Línea 18: Cinta transporte nº8 (F-L-18)

Caída de tensión máxima admisible = $0,05 \cdot 220 V = 11,0 V$

Factor de corrección = 1,25

$P = 370 W$

$P_c = 370 W \cdot 1,25 = 462,5 W$

$$I = \frac{462,5}{220 \cdot 0,8} = 2,63 A$$

Interruptor Magnetotérmico 2 Polos $I_n = 16A$ e $I_{cu} = 6kA$.

Interruptor Diferencial 2Polos $I_n = 25A$ e $PdC = 300mA$.

Línea 19: Etiquetadora de tarros (F-L-19)

Caída de tensión máxima admisible = $0,05 \cdot 220 \text{ V} = 11,0 \text{ V}$

Factor de corrección = 1

$P = 2200 \text{ W}$

$P_c = 2200 \text{ W} \cdot 1 = 2200 \text{ W}$

$$I = \frac{2200}{220 \cdot 0,8} = 12,50 \text{ A}$$

Interruptor Magnetotérmico 2 Polos $I_n = 16\text{A}$ e $I_{cu} = 6\text{kA}$.

Interruptor Diferencial 2 Polos $I_n = 25\text{A}$ e $PdC = 300\text{mA}$.

Línea 20: Cinta transporte nº9 (F-L-20)

Caída de tensión máxima admisible = $0,05 \cdot 220 \text{ V} = 11,0 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,25

$P = 370 \text{ W}$

$P_c = 370 \text{ W} \cdot 1,25 = 462,5 \text{ W}$

$$I = \frac{462,5}{220 \cdot 0,8} = 2,63 \text{ A}$$

Interruptor Magnetotérmico 2 Polos $I_n = 16\text{A}$ e $I_{cu} = 6\text{kA}$.

Interruptor Diferencial 2 Polos $I_n = 25\text{A}$ e $PdC = 300\text{mA}$.

Línea 21: Cinta transporte nº10 (Mesa rotativa selección) (F-L-21)

Caída de tensión máxima admisible = $0,05 \cdot 220 \text{ V} = 11,0 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,25

$P = 420 \text{ W}$

$P_c = 420 \text{ W} \cdot 1,25 = 525 \text{ W}$

$$I = \frac{525}{220 \cdot 0,8} = 2,98 \text{ A}$$

Interruptor Magnetotérmico 2 Polos $I_n = 16\text{A}$ e $I_{cu} = 6\text{kA}$.

Interruptor Diferencial 2 Polos $I_n = 25\text{A}$ e $PdC = 300\text{mA}$.

Línea 22: Cinta transporte nº11 (F-L-22)

Caída de tensión máxima admisible = $0,05 \cdot 220 \text{ V} = 11,0 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,25

$P = 370 \text{ W}$

$P_c = 370 \text{ W} \cdot 1,25 = 462,5 \text{ W}$

$$I = \frac{462,5}{220 \cdot 0,8} = 2,63 \text{ A}$$

Interruptor Magnetotérmico 2 Polos $I_n = 16\text{A}$ e $I_{cu} = 6\text{kA}$.

Interruptor Diferencial 2 Polos $I_n = 25\text{A}$ e $PdC = 300\text{mA}$.

Línea 23: Empaquetadora (F-L-23)

Caída de tensión máxima admisible = $0,05 \cdot 400 \text{ V} = 20,0 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,25

$P = 13850 \text{ W}$

$P_c = 13850 \text{ W} \cdot 1,25 = 17312,5 \text{ W}$

$$I = \frac{17312,5}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 31,23 \text{ A}$$

Interruptor Magnetotérmico 4 Polos $I_n = 32\text{A}$ e $I_{cu} = 6\text{kA}$.

Interruptor Diferencial 4 Polos $I_n = 40\text{A}$ e $PdC = 300\text{mA}$.

Línea 24: Cinta transporte nº12 (F-L-24)

Caída de tensión máxima admisible = $0,05 \cdot 220 \text{ V} = 11,0 \text{ V}$

Factor de corrección = 1,25

$P = 370 \text{ W}$

$P_c = 370 \text{ W} \cdot 1,25 = 462,5 \text{ W}$

$$I = \frac{462,5}{220 \cdot 0,8} = 2,63 \text{ A}$$

Interruptor Magnetotérmico 4 Polos $I_n = 16\text{A}$ e $I_{cu} = 6\text{kA}$.

Interruptor Diferencial 4 Polos $I_n = 25\text{A}$ e $PdC = 300\text{mA}$.

Línea 25: Línea fuerza a cuadro oficinas (montado en obra nave) (F-L-25).

Caída de tensión máxima admisible = $0,05 \cdot 220 \text{ V} = 11,0 \text{ V}$

Factor de corrección = 1

$P = 12000 \text{ W}$

$P_c = 12000 \text{ W} \cdot 1 = 12000 \text{ W}$

$$I = \frac{12000}{220 \cdot 0,8} = 68,18 \text{ A}$$

Interruptor Magnetotérmico 4 Polos $I_n = 80\text{A}$ e $I_{cu} = 6\text{kA}$.

Interruptor Diferencial 4 Polos $I_n = 80\text{A}$ e $PdC = 300\text{mA}$.

Control Línea de producción

$$P_c = 101600 \text{ W}$$

$$I = \frac{101600}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 183 \text{ A}$$

Interruptor Diferencial Magnetotérmico Integrado 4 Polos $I_n = 250\text{A}$ e $I_{cu} = 70\text{kA}$ PdC = 300mA.

Línea 26: Centro Frigorífico (F-L-26)

$$\text{Caída de tensión máxima admisible} = 0,05 \cdot 400 \text{ V} = 20,0 \text{ V}$$

$$\text{Factor de corrección} = 1,25$$

$$P = 23250 \text{ W}$$

$$P_c = 23250 \text{ W} \cdot 1,25 = 29062,5 \text{ W}$$

$$I = \frac{29062,5}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 52,44 \text{ A}$$

Interruptor Magnetotérmico 4 Polos $I_n = 63\text{A}$ e $I_{cu} = 6\text{kA}$.

Interruptor Diferencial 4 Polos $I_n = 63\text{A}$ e PdC = 300mA.

Línea 27: Línea fuerza bomba centrífuga nº1 (agua fría) (F-L-27)

$$\text{Caída de tensión máxima admisible} = 0,05 \cdot 220 \text{ V} = 11,0 \text{ V}$$

$$\text{Factor de corrección} = 1,25$$

$$P = 7500 \text{ W}$$

$$P_c = 7500 \text{ W} \cdot 1,25 = 9375 \text{ W}$$

$$I = \frac{9375}{220 \cdot 0,8} = 53,27 \text{ A}$$

Interruptor Magnetotérmico 2 Polos $I_n = 63\text{A}$ e $I_{cu} = 6\text{kA}$.

Interruptor Diferencial 2 Polos $I_n = 63\text{A}$ y PdC = 300mA.

Línea 28: Línea fuerza bomba centrífuga nº2 (agua caliente) (F-L-28)

$$\text{Caída de tensión máxima admisible} = 0,05 \cdot 220 \text{ V} = 11,0 \text{ V}$$

$$\text{Factor de corrección} = 1,25$$

$$P = 3000 \text{ W}$$

$$P_c = 3000 \text{ W} \cdot 1,25 = 3750 \text{ W}$$

$$I = \frac{3750}{220 \cdot 0,8} = 21,30 \text{ A}$$

Interruptor Magnetotérmico 2 Polos $I_n = 25\text{A}$ e $I_{cu} = 6\text{kA}$.

Interruptor Diferencial 2 Polos $I_n = 25\text{A}$ e $PdC = 300\text{mA}$.

Control Línea de producción

$P_c = 13125 \text{ W}$

$$I = \frac{13125}{220 \cdot 0,8} = 74,57 \text{ A}$$

Interruptor Magnetotérmico 2 Polos $I_n = 80\text{A}$ e $I_{cu} = 6\text{kA}$.

Interruptor Diferencial 2 Polos $I_n = 80\text{A}$ e $PdC = 300\text{mA}$.

Línea 29: Calentador eléctrico.

Caída de tensión máxima admisible = $0,05 \cdot 400 \text{ V} = 20,0 \text{ V}$

Factor de corrección = 1

$P = 120000 \text{ W}$

$P_c = 120000 \text{ W} \cdot 1 = 120000 \text{ W}$

$$I = \frac{120000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 216,51 \text{ A}$$

Interruptor Diferencial Magnetotérmico Integrado 4 Polos $I_n = 250\text{A}$ e $I_{cu} = 70\text{kA}$ $PdC = 300\text{mA}$.

Control Fuerza

La suma de todas las intensidades de corriente que actúan en el cuadro de fuerza nos daría una $I = 675,5 \text{ A}$, pero dado que no todos los equipos trabajan al mismo tiempo, se considera un coeficiente de simultaneidad de 0,7, por lo que $I = 472,85$

Interruptor Diferencial Magnetotérmico Integrado 4 Polos $I_n = 500\text{A}$ e $I_{cu} = 70\text{kA}$ $PdC = 300\text{mA}$.

Interruptor general

La suma de todas las intensidades de corriente que actúan la fábrica nos daría una $I = 551,07 \text{ A}$, que se da por fija dada la corrección que se ha realizado en el apartado anterior, por lo que se controlará con:

Interruptor Diferencial Magnetotérmico Integrado 4 Polos $I_n = 630\text{A}$ e $I_{cu} = 70\text{kA}$ PdC = 300mA.

2.9. ANEJO N°9: Cálculo de tuberías

2.9.1. Introducción

Uno de los aspectos más importantes que hay que realizar en este proyecto es la adaptación de la toma de agua actual al diseño de la línea de producción. Para ello, se ubicará un depósito de agua regulador en el que almacenará el agua procedente de la toma general bajo el suelo de un cuarto cerrado en el que se colocarán también las bombas de aspiración y el calentador necesarios.

De este cuarto de bombas, partirán tres líneas de agua: caliente, fría e incendios. El cálculo de las dimensiones de estas tuberías se realiza en los siguientes capítulos de este anejo.

2.9.2. Estimación de consumo de agua caliente

El agua caliente se divide en dos redes de consumo: Agua caliente para los vestuarios y aseos, y agua caliente para el proceso industrial, principalmente para el lavado de las instalaciones.

Respecto a los aseos, hay que suministrar agua caliente para 6 duchas ($0,10 \text{ dm}^3/\text{s}$ por unidad) y 8 lavabos ($0,03 \text{ dm}^3/\text{s}$ por unidad).

Respecto al proceso industrial, cada suministro requiere diferentes estimaciones:

2.9.2.1. Marmita principal

El volumen de agua a que cabe en la marmita es de:

$$V = \pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot l = \pi \cdot \left(\frac{1,186}{2}\right)^2 \cdot 0,61 = 0,674 \text{ m}^3 = 674 \text{ dm}^3$$

Para realizar el lavado utilizará 3 veces la cantidad de agua que cabe en ésta. La marmita realizará el lavado durante 15 minutos:

$$C = \frac{674 \cdot 3}{15 \cdot \frac{60}{1}} = 2,24 \text{ dm}^3/\text{s}$$

2.9.2.2. Lavado de tubería desde marmita principal hasta máquina de llenado

La longitud de esta tubería es de aproximadamente 4,5 metros, y el diámetro es de 2" que es aproximadamente 51 mm, por lo que el volumen de agua a que cabe en la tubería es de:

$$V = \pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot l = \pi \cdot \left(\frac{0,051}{2}\right)^2 \cdot 4,5 = 0,00919 \text{ m}^3 = 9,193 \text{ dm}^3$$

Para realizar el lavado se llenará la tubería, y se pasará 5 veces la cantidad de agua que cabe en ésta. Para ello, una vez llena la tubería se abrirá la válvula de vaciado y se dejará pasar esta cantidad durante un máximo de 5 minutos. Por lo que la estimación de agua caliente necesaria para realizar el lavado es:

$$C = \frac{9,193 \cdot 5}{5 \cdot \frac{60}{1}} = 0,153 \text{ dm}^3/\text{s}$$

2.9.2.3. Marmita secundaria

El volumen de agua a que cabe en la marmita es de:

$$V = \pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot l = \pi \cdot \left(\frac{0,619}{2}\right)^2 \cdot 0,333 = 0,100 \text{ m}^3 = 100 \text{ dm}^3$$

Para realizar el lavado utilizará 3 veces la cantidad de agua que cabe en ésta. La marmita realizará el lavado durante 8 minutos:

$$C = \frac{100 \cdot 3}{8 \cdot \frac{60}{1}} = 0,625 \text{ dm}^3/\text{s}$$

2.9.2.4. Tubería de marmita secundaria hasta marmita principal

La longitud de esta tubería es de aproximadamente 3 metros, y el diámetro es de 1" que es aproximadamente 25 mm, por lo que el volumen de agua que cabe en la tubería es de:

$$V = \pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot l = \pi \cdot \left(\frac{0,025}{2}\right)^2 \cdot 3 = 0,00147 \text{ m}^3 = 1,472 \text{ dm}^3$$

Para realizar el lavado se llenará la tubería, y se pasará 5 veces la cantidad de agua que cabe en ésta. Para ello, una vez llena la tubería se abrirá la válvula de vaciado y se dejará pasar esta cantidad durante un máximo de 5 minutos. Por lo que la estimación de agua caliente necesaria para realizar el lavado es:

$$C = \frac{0,368 \cdot 5}{5 \cdot \frac{60}{1}} = 0,0245 \text{ dm}^3/\text{s}$$

2.9.3. Estimación de consumo de agua fría

El agua fría se divide en dos redes de consumo: Agua fría para los vestuarios y aseos, así como los lavabos del laboratorio, y agua fría para el proceso industrial, principalmente para el lavado de materias primas y equipamiento.

Respecto a los aseos, hay que suministrar agua caliente para 6 duchas (0,10 dm³/s por unidad), 10 lavabos (0,03 dm³/s por unidad) y 6 inodoros (0,20 dm³/s por unidad).

Respecto al proceso industrial, cada suministro requiere diferentes estimaciones:

2.9.3.1. Lavado de fresas

El lavado de fresas se realiza mediante una red de tuberías terminadas en aspersores, que para realizar su trabajo óptimo necesitan un caudal de 15,81 l/min, es decir, 0,264 l/s.

Para realizar el lavado, los aspersores esparcirán agua durante el paso de las fresas por el tren de lavado. Este proceso dura 6 minutos.

2.9.3.2. Lavadora de tarros 1

La máquina lavadora de tarros dispone de un depósito de 300 litros. La bomba que impulsa el agua a los aspersores es lo hace con un caudal de $25\text{m}^3/\text{h}$, es decir, 6.94l/s .

Para realizar el lavado de los tarros necesarios de una cocción se necesita realizar el lavado durante aproximadamente 15 minutos.

2.9.3.3. Lavadora de tarros 2

La máquina lavadora de tarros número dos es idéntica a la número uno, por lo que los consumos serán iguales.

2.9.4. Cálculo de pérdidas de carga por tramos

Para realizar el diseño del sistema de distribución de agua, el siguiente paso a realizar, una vez calculadas las necesidades de consumos, es realizar el cálculo de las pérdidas de carga o de presión originadas desde el origen de la instalación hasta cada uno de los puntos finales de consumo, identificándose el recorrido donde se produzca la mayor pérdida de carga ya que este valor va a condicionar las prestaciones que debe ofrecer el grupo de bombeo o la altura del depósito si este se realiza desde un depósito en altura.

El cálculo de la pérdida de carga Δp originado en los tramos rectos de tuberías es inmediato y fácil de realizar mediante la ecuación de Darcy-Weisbach:

$$\Delta p = f \cdot \frac{8 \cdot L \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot g \cdot D^5}$$

Donde L es la longitud del tramo considerado de tubería (m), D es el diámetro interior de la tubería (m), g es la aceleración de la gravedad, f es el factor de fricción de Darcy-Weisbach.

En este caso se conoce todos los parámetros excepto "f". f es un parámetro adimensional que depende del número de Reynolds (R_e) del fluido (en este caso agua), y de la rugosidad relativa de la tubería (ϵ_r).

El número de Reynolds viene expresado de la siguiente formulación:

$$R_e = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu}$$

Donde ρ es la densidad del fluido, en este caso agua a 80°C (971,8 kg/m³), v es la velocidad del fluido, y μ es la viscosidad absoluta del fluido (agua 80°C = 0,357 · 10⁻³ kg/m·s)

La velocidad se puede calcular de la siguiente forma:

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2}$$

La rugosidad relativa viene dada en función de la rugosidad absoluta (ϵ) del material que está fabricada la tubería y de su diámetro interior (D) de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\epsilon_r = \frac{\epsilon}{D}$$

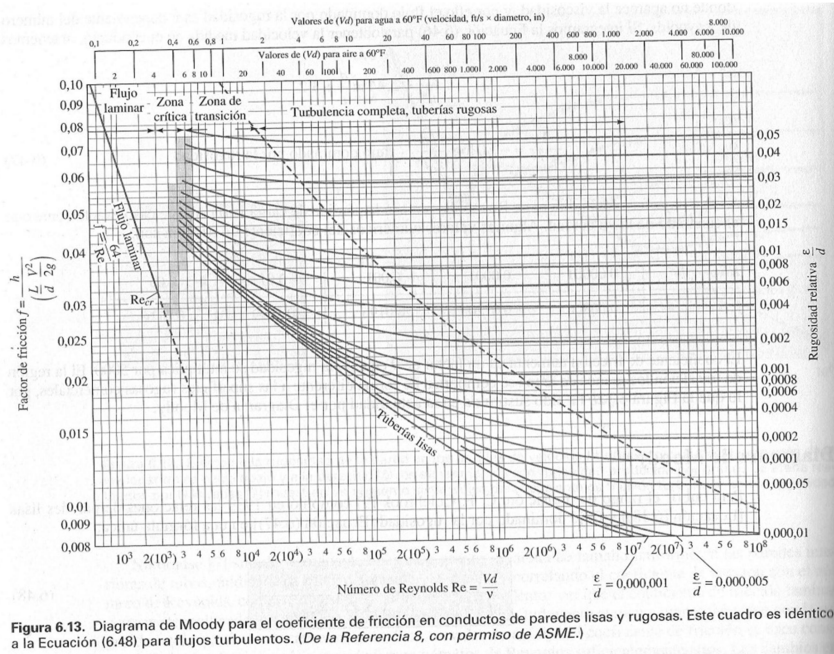
Como la tubería que se va a utilizar en esta instalación va a ser acero inoxidable AISI 304, la rugosidad absoluta de este material es 0,0457 mm = 0,0000457 m.

Dependiendo de si el $R_e < 2000$ (el régimen es laminar), o si el $R_e > 4000$ (el régimen es turbulento) podemos calcular f de una forma u otra.

Para regímenes laminares:

$$f = \frac{64}{Re}$$

Para regímenes turbulentos se puede obtener del Diagrama de Moody:



Para calcular la pérdida de carga del tramo de tubería, hay que añadir la pérdida de carga de otros elementos como válvulas, derivaciones, codos, etc. Estos elementos tienen una longitud equivalente tabulada que permiten el cálculo de la carga fácilmente.

TIPO	LONGITUD EQUIVALENTE L / D
Válvula de globo----- Completamente abierta	340
Válvula de ángulo---- Completamente abierta	150
Válvula de compuerta ----Completamente abierta	8
---- ¾ abierta	35
---- ½ abierta	160
----- ¼ abierta	900
Válvula de verificación-----tipo giratorio	100
Válvula de verificación-----tipo de bola	150
Válvula de mariposa-----completamente abierta	45
Codo estándar de 90°	30
Codo de radio largo de 90°	20
Codo de calle de 90°	50
Codo estándar de 45°	16
Codo de calle de 45°	26
Codo de devolución cerrada	50
Te estándar-----con flujo a través de un tramo	20
Te estándar-----con flujo a través de una rama	60

2.9.4.1. Agua caliente

El sistema de agua caliente está compuesto por un calentador eléctrico de múltiples resistencias con una capacidad de depósito de agua caliente de 1250 lts. Este depósito se estará situado en un sótano. Del calentador se extrae el agua caliente con una bomba de aspiración que le dará el impulso suficiente para repartir el agua caliente por todo el sistema de distribución. Para obtener las pérdidas de carga del sistema de agua caliente que serán necesarias para el cálculo de las bombas, se dividirá el sistema en dos: aspiración e impulsión, es decir, anterior y posterior al bombeo.

Tramo aspiración

Se fijan los parámetros de cálculo para este tramo:

$$g=9,8 \text{ m/s}^2$$

$$\rho=971,8 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{visc}=0,000357 \text{ kg/m}\cdot\text{s}$$

$$\varepsilon=0,0000457 \text{ m.}$$

$$Q=0,0038825 \text{ m}^3/\text{s}$$

Estos tres parámetros serán comunes para todos los tramos de agua caliente.

Para el acero AISI304.

Por este tramo pasa todo el caudal.

Se propone un diámetro de 2" (0,0504m.) para este tramo, para dar el tramo por bueno, la velocidad del fluido debe de estar entre 0,8 y 2,1 m/s. Si la velocidad obtenida se sale de este intervalo, ser redimensionará el diámetro hasta que la velocidad se sitúe en el rango indicado.

$$v = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 0,0038825}{3,1416 \cdot (0,0504)^2} = 1,9461 \frac{m}{s}$$

La f se calculará con el diagrama de Moody. Para ello hace falta saber dos parámetros: ε_r (rugosidad relativa) y Re (número de Reynolds).

$$\varepsilon_r = \frac{\varepsilon}{D} = \frac{0,0000457}{0,0504} = 0,00090675$$

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu} = \frac{971,8 \cdot 1,9461 \cdot 0,0504}{0,000357} = 266992$$

Interpolando en las tablas se obtiene $f=0,019$.

A partir de aquí se obtiene la pérdida de carga.

Para ello hay que ver la longitud equivalente de todos los elementos del tramo:

- Tubería de depósito a Codo 90° CCA: 3,80 m.
- Codo 90° CCA= 1,5 m.
- Tubería de Codo CCA a bomba = 2,34 m.

Leq = 7,64 m.

$$\Delta p = f \cdot \frac{8 \cdot L \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot g \cdot D^5} = 0,019 \cdot \frac{8 \cdot 7,64 \cdot (0,0038825)^2}{3,1416^2 \cdot 9,8 \cdot 0,0504^5} = 0,5567 \text{ m.}$$

De todos estos cálculos se obtiene que la pérdida de carga del tramo de aspiración es de 0,5567 m.

Impulsión

Tramo 0: De salida a nudo 1.

C0.1 De bomba a válvula de corte C1

Se fijan los parámetros de cálculo para este tramo:

$g=9,8 \text{ m/s}^2$	}	Estos tres parámetros serán comunes para todos los tramos de agua caliente. Para el acero AISI304. Por este tramo pasa todo el caudal.
$\rho=971,8 \text{ kg/m}^3$		
$\text{visc}=0,000357 \text{ kg/m}\cdot\text{s}$		
$\varepsilon=0,0000457 \text{ m}$.		
$Q=0,0038825 \text{ m}^3/\text{s}$		

Se propone un diámetro de 2" (0,0504m.) para este tramo, para dar el tramo por bueno, la velocidad del fluido debe de estar entre 0,8 y 2,1 m/s. Si la velocidad obtenida se sale de este intervalo, se redimensionará el diámetro hasta que la velocidad se sitúe en el rango indicado.

$$v = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 0,0038825}{3,1416 \cdot (0,0504)^2} = 1,9461 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

La f se calculará con el diagrama de Moody. Para ello hace falta saber dos parámetros: ε_r (rugosidad relativa) y Re (número de Reynolds).

$$\varepsilon_r = \frac{\varepsilon}{D} = \frac{0,0000457}{0,0504} = 0,00090675$$

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu} = \frac{971,8 \cdot 1,9461 \cdot 0,0504}{0,000357} = 266992$$

Interpolando en las tablas se obtiene $f=0,019$.

A partir de aquí se obtiene la pérdida de carga.

Para ello hay que ver la longitud equivalente de todos los elementos del tramo:

- Tubería de Bomba a Válvula de compuerta C1 = 0,35 m.

- Válvula de compuerta C1= 0,4 m.
- Tubería de Val. C1 a Codo 90° C1: 0,27 m.
- Codo 90° C1= 1,5 m.
- Tubería de Codo C1 a Codo 90° C2 = 2,34 m.
- Codo 90° C2 = 1,5 m.

Leq = 6,36 m.

$$\Delta p = f \cdot \frac{8 \cdot L \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot g \cdot D^5} = 0,019 \cdot \frac{8 \cdot 6,36 \cdot (0,0038825)^2}{3,1416^2 \cdot 9,8 \cdot 0,0504^5} = 0,4633 \text{ m.}$$

De todos estos cálculos se obtiene que la pérdida de carga del tramo 0 (desde bomba hasta nudo 1) es de 0,4633 m.

Tramo 1: De nudo 1 a toma servicios

Se fijan los parámetros de cálculo para este tramo:

$g=9,8 \text{ m/s}^2$ $\rho=971,8 \text{ kg/m}^3$ $\text{visc}=0,000357 \text{ kg/m}\cdot\text{s}$ $\varepsilon=0,0000457 \text{ m.}$ $Q=0,00084 \text{ m}^3/\text{s}$	}	<p>Estos tres parámetros serán comunes para todos los tramos de agua caliente.</p> <p>Para el acero AISI304.</p> <p>Por este tramo pasa sólo el caudal de los servicios.</p>
--	---	--

Se propone un diámetro de 1" (0,0254m.) para este tramo, para dar el tramo por bueno, la velocidad del fluido debe de estar entre 0,8 y 2,1 m/s. Si la velocidad obtenida se sale de este intervalo, se redimensionará el diámetro hasta que la velocidad se sitúe en el rango indicado.

$$v = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 0,00084}{3,1416 \cdot (0,0254)^2} = 1,6578 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

La f se calculará con el diagrama de Moody. Para ello hace falta saber dos parámetros: ε_r (rugosidad relativa) y Re (número de Reynolds).

$$\varepsilon_r = \frac{\varepsilon}{D} = \frac{0,0000457}{0,0254} = 0,00178$$

$$R_\varepsilon = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu} = \frac{971,8 \cdot 1,6578 \cdot 0,0254}{0,000357} = 114621$$

Interpolando en las tablas se obtiene $f=0,023$.

A partir de aquí se obtiene la pérdida de carga. Para ello hay que ver la longitud equivalente de todos los elementos del tramo:

- Té 180° salida recta $d=50\text{mm}$. $TC1= 1 \text{ m}$.
- Válvula de compuerta $VC2 =0,4 \text{ m}$.
- Reducción $d=50\text{mm}$ a reducción $d=25\text{mm}$ $RC1=1,7 \text{ m}$.
- Tubería de reducción C1 a Codo 90° $CC3 = 14,27 \text{ m}$.
- Codo 90° $CC3= 0,7 \text{ m}$.
- Tubería de Codo $CC3$ a toma 1= $35,354 \text{ m}$.

$Leq = 53,424 \text{ m}$.

$$\Delta p = f \cdot \frac{8 \cdot L \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot g \cdot D^5} = 0,023 \cdot \frac{8 \cdot 53,424 \cdot (0,00084)^2}{3,1416^2 \cdot 9,8 \cdot 0,0254^5} = 6,7829 \text{ m}.$$

De todos estos cálculos se obtiene que la pérdida de carga del tramo 0 (desde bomba hasta nudo 1) es de 6,7829 m.

Tramo 2: De nudo 1 a nudo 2

Se fijan los parámetros de cálculo para este tramo:

$g=9,8 \text{ m/s}^2$ $\rho=971,8 \text{ kg/m}^3$ $\text{visc}=0,000357 \text{ kg/m}\cdot\text{s}$ $\varepsilon=0,0000457 \text{ m}$ $Q=0,003043 \text{ m}^3/\text{s}$	}	<p>Estos tres parámetros serán comunes para todos los tramos de agua caliente.</p> <p>Para el acero AISI304.</p> <p>Por este tramo pasa todo el caudal de prod.</p>
--	---	---

Se propone un diámetro de 2" (0,0504 m.) para este tramo, para dar el tramo por bueno, la velocidad del fluido debe de estar entre 0,8 y 2,1 m/s. Si la velocidad obtenida se sale de este intervalo, se redimensionará el diámetro hasta que la velocidad se sitúe en el rango indicado.

$$v = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 0,003043}{3,1416 \cdot (0,0504)^2} = 1,5253 \frac{m}{s}$$

La f se calculará con el diagrama de Moody. Para ello hace falta saber dos parámetros: ε_r (rugosidad relativa) y Re (número de Reynolds).

$$\varepsilon_r = \frac{\varepsilon}{D} = \frac{0,0000457}{0,0504} = 0,00091$$

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu} = \frac{971,8 \cdot 1,5253 \cdot 0,0504}{0,000357} = 209262$$

Interpolando en las tablas se obtiene $f=0,0195$.

A partir de aquí se obtiene la pérdida de carga. Para ello hay que ver la longitud equivalente de todos los elementos del tramo:

- Té 180° salida curva $d=50\text{mm}$. $TC1= 3 \text{ m}$.
- Válvula de compuerta $VC3 = 0,4 \text{ m}$.
- Tubería de $VC3$ a Té 180° $TC2 = 22,635 \text{ m}$.

$Leq = 26,035 \text{ m}$.

$$\Delta p = f \cdot \frac{8 \cdot L \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot g \cdot D^5} = 0,0195 \cdot \frac{8 \cdot 26,035 \cdot (0,003043)^2}{3,1416^2 \cdot 9,8 \cdot 0,0504^5} = 10,3951 \text{ m}$$

De todos estos cálculos se obtiene que la pérdida de carga del tramo 2 (desde nudo 1 hasta nudo 2) es de 10,3951 m.

Tramo 3: De nudo 2 a nudo 3

Se fijan los parámetros de cálculo para este tramo:

$g=9,8 \text{ m/s}^2$	}	Estos tres parámetros serán comunes para todos los tramos de agua caliente. Para el acero AISI304. Caudal Marmita principal y tubería llenado.
$\rho=971,8 \text{ kg/m}^3$		
$\text{visc}=0,000357 \text{ kg/m}\cdot\text{s}$		
$\varepsilon=0,0000457 \text{ m.}$		
$Q=0,002393 \text{ m}^3/\text{s}$		

Se propone un diámetro de 2" (0,0504 m.) para este tramo, para dar el tramo por bueno, la velocidad del fluido debe de estar entre 0,8 y 2,1 m/s. Si la velocidad obtenida se sale de este intervalo, se redimensionará el diámetro hasta que la velocidad se sitúe en el rango indicado.

$$v = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 0,002393}{3,1416 \cdot (0,0504)^2} = 1,1995 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

La f se calculará con el diagrama de Moody. Para ello hace falta saber dos parámetros: ε_r (rugosidad relativa) y Re (número de Reynolds).

$$\varepsilon_r = \frac{\varepsilon}{D} = \frac{0,0000457}{0,0504} = 0,00091$$

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu} = \frac{971,8 \cdot 1,1995 \cdot 0,0504}{0,000357} = 164562$$

Interpolando en las tablas se obtiene $f=0,0195$.

A partir de aquí se obtiene la pérdida de carga. Para ello hay que ver la longitud equivalente de todos los elementos del tramo:

- Té 180° salida curva $d=50\text{mm}$. $TC2= 3 \text{ m}$.
- Válvula de compuerta $VC3 =0,4 \text{ m}$.
- Tubería de $VC3$ a Té 180° $TC2 = 1,146 \text{ m}$.

$Leq = 4,546 \text{ m}$.

$$\Delta p = f \cdot \frac{8 \cdot L \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot g \cdot D^5} = 0,0195 \cdot \frac{8 \cdot 4,546 \cdot (0,002393)^2}{3,1416^2 \cdot 9,8 \cdot 0,0504^5} = 1,2911 \text{ m.}$$

De todos estos cálculos se obtiene que la pérdida de carga del tramo 2 (desde nudo 1 hasta nudo 2) es de 1,2911 m.

Tramo 4: De nudo 3 a toma 2 Marmita Principal

Se fijan los parámetros de cálculo para este tramo:

$g=9,8 \text{ m/s}^2$	}	Estos tres parámetros serán comunes para todos los tramos de agua caliente. Para el acero AISI304. Caudal Marmita Principal.
$\rho=971,8 \text{ kg/m}^3$		
$\text{visc}=0,000357 \text{ kg/m}\cdot\text{s}$		
$\varepsilon=0,0000457 \text{ m.}$		
$Q=0,00224 \text{ m}^3/\text{s}$		

Se propone un diámetro de 2" (0,0504 m.) para este tramo, para dar el tramo por bueno, la velocidad del fluido debe de estar entre 0,8 y 2,1 m/s. Si la velocidad obtenida se sale de este intervalo, se redimensionará el diámetro hasta que la velocidad se sitúe en el rango indicado.

$$v = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 0,00224}{3,1416 \cdot (0,0504)^2} = 1,1228 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

La f se calculará con el diagrama de Moody. Para ello hace falta saber dos parámetros: ε_r (rugosidad relativa) y Re (número de Reynolds).

$$\varepsilon_r = \frac{\varepsilon}{D} = \frac{0,0000457}{0,0504} = 0,00091$$

$$R_e = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu} = \frac{971,8 \cdot 1,1228 \cdot 0,0504}{0,000357} = 154041$$

Interpolando en las tablas se obtiene $f=0,0195$.

A partir de aquí se obtiene la pérdida de carga. Para ello hay que ver la longitud equivalente de todos los elementos del tramo:

- Té 180° salida curva d=50mm. TC3= 3 m.
- Tubería de TC3 a codo CC4 90° = 0,138 m.
- Codo CC4 90° = 1,5 m.
- Tubería de CC4 a VC4 = 2,100 m.
- Válvula de esfera VC4 =7,5 m.
- Codo CC5 90° =1,5 m.
- Tubería de CC5 a CC6 = 0,142 m.
- Codo 90° CC6= 1,5 m.
- Tubería de CC6 a codo CC7 = 0,062 m.
- Codo 45° CC7= 0,8 m.
- Tubería de CC7 a toma 2 =0,154 m.

Leq = 18,396 m.

$$\Delta p = f \cdot \frac{8 \cdot L \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot g \cdot D^5} = 0,0195 \cdot \frac{8 \cdot 18,396 \cdot (0,00224)^2}{3,1416^2 \cdot 9,8 \cdot 0,0504^5} = 4,5779 \text{ m.}$$

De todos estos cálculos se obtiene que la pérdida de carga del tramo 4 (desde nudo 3 hasta toma 2: marmita principal) es de 4,5779 m.

Tramo 5: De nudo 3 a toma 3 Tubería llenado

Se fijan los parámetros de cálculo para este tramo:

$$g=9,8 \text{ m/s}^2$$

$$\rho=971,8 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{visc}=0,000357 \text{ kg/m}\cdot\text{s}$$

$$\varepsilon=0,0000457 \text{ m.}$$

$$Q=0,000153 \text{ m}^3/\text{s}$$

Estos tres parámetros serán comunes para todos los tramos de agua caliente.

Para el acero AISI304.

Caudal tubería llenado.

Se propone un diámetro de 1/2" (0,0127 m.) para este tramo, para dar el tramo por bueno, la velocidad del fluido debe de estar entre 0,8 y 2,1 m/s. Si la velocidad obtenida se sale de este intervalo, se redimensionará el diámetro hasta que la velocidad se sitúe en el rango indicado.

$$v = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 0,000153}{3,1416 \cdot (0,0127)^2} = 1,2078 \frac{m}{s}$$

La f se calculará con el diagrama de Moody. Para ello hace falta saber dos parámetros: ε_r (rugosidad relativa) y Re (número de Reynolds).

$$\varepsilon_r = \frac{\varepsilon}{D} = \frac{0,0000457}{0,0127} = 0,00360$$

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu} = \frac{971,8 \cdot 1,2078 \cdot 0,0127}{0,000357} = 154041$$

Interpolando en las tablas se obtiene $f=0,027$.

A partir de aquí se obtiene la pérdida de carga. Para ello hay que ver la longitud equivalente de todos los elementos del tramo:

- Té 180° salida recta $d=50\text{mm}$. $TC3= 1 \text{ m}$.
- Reducción $d=50\text{mm}$ a $d=12\text{mm}$ $RC2= 2,4\text{m}$.
- Tubería de $RC2$ a $CC8 = 1,047 \text{ m}$.
- Codo $CC8 90^\circ = 0,375 \text{ m}$.
- Tubería de $CC8$ a $CC9 = 2,24 \text{ m}$.
- Codo $CC9 90^\circ = 0,375 \text{ m}$.
- Válvula de esfera $VC6 = 1,8 \text{ m}$.

$Leq = 9,237 \text{ m}$.

$$\Delta p = f \cdot \frac{8 \cdot L \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot g \cdot D^5} = 0,027 \cdot \frac{8 \cdot 9,237 \cdot (0,000153)^2}{3,1416^2 \cdot 9,8 \cdot 0,0127^5} = 1,4616 \text{ m}.$$

De todos estos cálculos se obtiene que la pérdida de carga del tramo 5 (desde nudo 3 hasta toma 3: tubería llenado) es de 1,4616 m.

Tramo 6: De nudo 2 a nudo 4

Se fijan los parámetros de cálculo para este tramo:

$$g=9,8 \text{ m/s}^2$$

$$\rho=971,8 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{visc}=0,000357 \text{ kg/m}\cdot\text{s}$$

Estos tres parámetros serán comunes para todos los tramos de agua caliente.

$\varepsilon=0,0000457$ m.

Para el acero AISI304.

$Q=0,000650$ m³/s

Marmita Secundaria.

Se propone un diámetro de 1" (0,0254 m.) para este tramo, para dar el tramo por bueno, la velocidad del fluido debe de estar entre 0,8 y 2,1 m/s. Si la velocidad obtenida se sale de este intervalo, se redimensionará el diámetro hasta que la velocidad se sitúe en el rango indicado.

$$v = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 0,00065}{3,1416 \cdot (0,0254)^2} = 1,2828 \frac{m}{s}$$

La f se calculará con el diagrama de Moody. Para ello hace falta saber dos parámetros: ε_r (rugosidad relativa) y Re (número de Reynolds).

$$\varepsilon_r = \frac{\varepsilon}{D} = \frac{0,0000457}{0,0254} = 0,0018$$

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu} = \frac{971,8 \cdot 1,2828 \cdot 0,0254}{0,000357} = 88695$$

Interpolando en las tablas se obtiene $f=0,0235$.

A partir de aquí se obtiene la pérdida de carga. Para ello hay que ver la longitud equivalente de todos los elementos del tramo:

- Té 180° salida recta $d=50$ mm. $TC3= 1$ m.
- Válvula de compuerta $d=50$ mm $VC7 = 0,4$ m.
- Reducción $d=50$ mm a $d=25$ mm $RC3= 1,7$ m.
- Tubería de $RC3$ a $CC10 = 4,25$ m.
- Codo $CC10$ 90° = 0,7 m.
- Tubería de $CC10$ a nudo 4 = 2,792 m.

$Leq = 10,842$ m.

$$\Delta p = f \cdot \frac{8 \cdot L \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot g \cdot D^5} = 0,027 \cdot \frac{8 \cdot 10,842 \cdot (0,000650)^2}{3,1416^2 \cdot 9,8 \cdot 0,0254^5} = 0,8422 \text{ m.}$$

De todos estos cálculos se obtiene que la pérdida de carga del tramo 6 (desde nudo 2 hasta nudo 4) es de 0,8422 m.

Tramo 7: De nudo 4 a toma 4 Marmita Secundaria

Se fijan los parámetros de cálculo para este tramo:

$g=9,8 \text{ m/s}^2$	}	Estos tres parámetros serán comunes para todos los tramos de agua caliente. Para el acero AISI304. Marmita Secundaria y tubería marmitas.
$\rho=971,8 \text{ kg/m}^3$		
$\text{visc}=0,000357 \text{ kg/m}\cdot\text{s}$		
$\varepsilon=0,0000457 \text{ m.}$		
$Q=0,00065 \text{ m}^3/\text{s}$		

Se propone un diámetro de 1" (0,0254 m.) para este tramo, para dar el tramo por bueno, la velocidad del fluido debe de estar entre 0,8 y 2,1 m/s. Si la velocidad obtenida se sale de este intervalo, se redimensionará el diámetro hasta que la velocidad se sitúe en el rango indicado.

$$v = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 0,000625}{3,1416 \cdot (0,0254)^2} = 1,2334 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

La f se calculará con el diagrama de Moody. Para ello hace falta saber dos parámetros: ε_r (rugosidad relativa) y Re (número de Reynolds).

$$\varepsilon_r = \frac{\varepsilon}{D} = \frac{0,0000457}{0,0254} = 0,0018$$

$$R_e = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu} = \frac{971,8 \cdot 1,2334 \cdot 0,0254}{0,000357} = 85283$$

Interpolando en las tablas se obtiene $f=0,0235$.

A partir de aquí se obtiene la pérdida de carga. Para ello hay que ver la longitud equivalente de todos los elementos del tramo:

- Té 180° salida 90° d=25mm. TC4= 1,5 m.
- Tramo tubería d=25mm. =1,26 m.
- Codo 90° d=25mm CC11=0,7 m.

- Tramo tubería d=25 mm. = 0,55 m.
- Codo 90° d=25mm CC12=0,7m.
- Tramo tubería d=25mm =2,24 m.
- Codo 90° d=25mm CC13=0,7 m
- Válvula de esfera d=25mm VC8 = 3,7 m.
- Tramo tubería d=25mm =0,39 m.

Leq = 11,74 m.

$$\Delta p = f \cdot \frac{8 \cdot L \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot g \cdot D^5} = 0,027 \cdot \frac{8 \cdot 11,74 \cdot (0,000625)^2}{3,1416^2 \cdot 9,8 \cdot 0,0254^5} = 0,8431 \text{ m.}$$

De todos estos cálculos se obtiene que la pérdida de carga del tramo 7 (desde nudo 4 hasta toma 2: secundaria) es de 0,8431 m.

Tramo 8: De nudo 4 a toma 5 Tubería marmitas

Se fijan los parámetros de cálculo para este tramo:

$$g=9,8 \text{ m/s}^2$$

$$\rho=971,8 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{visc}=0,000357 \text{ kg/m}\cdot\text{s}$$

$$\varepsilon=0,0000457 \text{ m.}$$

$$Q=0,00025 \text{ m}^3/\text{s}$$

Estos tres parámetros serán comunes para todos los tramos de agua caliente.

Para el acero AISI304.

Tubería marmitas.

Se propone un diámetro de 1/2" (0,0127 m.) para este tramo, en este caso, aunque para dar el tramo por bueno, la velocidad del fluido debería de estar entre 0,8 y 2,1 m/s, obtenemos una velocidad bastante inferior, pero dado que es una tubería para la limpieza de la tubería entre marmitas, y que no se fabrican tubos de acero inoxidable de diámetro inferior a 1/2" o 12,7 mm, se opta por utilizar este diámetro.

$$v = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 0,000025}{3,1416 \cdot (0,0127)^2} = 0,1973 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

La f se calculará con el diagrama de Moody. Para ello hace falta saber dos parámetros: ε_r (rugosidad relativa) y Re (número de Reynolds).

$$\varepsilon_r = \frac{\varepsilon}{D} = \frac{0,0000457}{0,0127} = 0,00360$$

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu} = \frac{971,8 \cdot 0,1973 \cdot 0,0127}{0,000357} = 6823$$

Interpolando en las tablas se obtiene $f=0,0285$.

A partir de aquí se obtiene la pérdida de carga. Para ello hay que ver la longitud equivalente de todos los elementos del tramo:

- Té 180° salida recta $d=25\text{mm}$. $TC4= 0,5 \text{ m}$.
- Reducción $d=25\text{mm}$ a $d=12\text{mm}$ $=0,7 \text{ m}$.
- Tramo tubería $d=12\text{mm}$. $=1,58 \text{ m}$.
- Codo 90° $d=12\text{mm}$ $CC14=0,375 \text{ m}$.
- Tramo tubería $d=12 \text{ mm}$. $= 0,21 \text{ m}$.
- Codo 90° $d=12\text{mm}$ $CC15=0,375\text{m}$.
- Tramo tubería $d=12\text{mm}$ $=1,80 \text{ m}$.
- Válvula de esfera $d=12\text{mm}$ $VC8 = 1,8 \text{ m}$.
- Codo 90° $d=25\text{mm}$ $CC16=0,375 \text{ m}$

$Leq = 7,75 \text{ m}$.

$$\Delta p = f \cdot \frac{8 \cdot L \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot g \cdot D^5} = 0,027 \cdot \frac{8 \cdot 7,75 \cdot (0,000025)^2}{3,1416^2 \cdot 9,8 \cdot 0,0127^5} = 0,0346 \text{ m}.$$

De todos estos cálculos se obtiene que la pérdida de carga del tramo 8 (desde nudo 4 hasta toma 5: tubería entre marmitas) es de $0,0346 \text{ m}$.

Toma de impulsión más desfavorable

Para los cálculos posteriores de la bomba a elegir para la tubería de agua caliente, se evalúan las pérdidas de carga en cada toma según los tramos por los que el agua caliente circula para llegar a la toma, y la toma que tenga una mayor pérdida de carga, será la que restrinja la elección de la bomba.

De los cálculos anteriores se obtiene:

Toma 1(servicios): $T_0+T_1=0,4633+6,7829$	=7,2462
Toma 2(marmita ppal): $T_0+T_2+T_3+T_4=$ $0,4633+10,3951+1,2911+4,5779$	=16,7274
Toma 3(tubería llenado)= $T_0+T_2+T_3+T_5=$ $0,4633+10,3951+1,2911+1,4616$	=13,6111
Toma 4(marmita sec)= $T_0+T_2+T_6+T_7=$ $0,4633+10,3951+0,8422+0,8431$	=12,5437
Toma 5(tubería marmitas)= $T_0+T_2+T_6+T_7=$ $0,4633+10,3951+0,8422+0,0346$	=11,7352


Por lo que la toma más desfavorable, la cuál se utilizará para el cálculo de la bomba posteriormente será la Toma 2=16,7274.

2.9.4.2. Agua fría

El sistema de agua fría está compuesto por un depósito de agua en el que se recibe el agua de la toma de la calle. Este depósito se estará situado en un sótano. Del depósito parten dos ramas, una por gravedad que llena el depósito calentador del agua caliente, y la otra que va a la bomba de aspiración que distribuirá el agua por toda la red de agua fría. Para obtener las pérdidas de carga del sistema de agua caliente que serán necesarias para el cálculo de las bombas, se dividirá el sistema en dos: aspiración e impulsión, es decir, anterior y posterior al bombeo.

Tramo aspiración

Se fijan los parámetros de cálculo para este tramo:

$$g=9,8 \text{ m/s}^2$$


$\rho=997 \text{ kg/m}^3$ (25°C)
 $\text{visc}=0,000891 \text{ kg/m}\cdot\text{s}$
 $\varepsilon=0,0000457 \text{ m}$.
 $Q=0,016984 \text{ m}^3/\text{s}$

Estos tres parámetros serán comunes para todos los tramos de agua fría.
 Para el acero AISI304.
 Por este tramo pasa todo el caudal.

Se propone un diámetro de 4" (0,1016m.) para este tramo, para dar el tramo por bueno, la velocidad del fluido debe de estar entre 0,8 y 2,1 m/s. Si la velocidad obtenida se sale de este intervalo, ser redimensionará el diámetro hasta que la velocidad se sitúe en el rango indicado.

$$v = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 0,016984}{3,1416 \cdot (0,1016)^2} = 2,0949 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

La f se calculará con el diagrama de Moody. Para ello hace falta saber dos parámetros: ε_r (rugosidad relativa) y Re (número de Reynolds).

$$\varepsilon_r = \frac{\varepsilon}{D} = \frac{0,0000457}{0,1016} = 0,000498$$

$$R_e = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu} = \frac{997 \cdot 2,0949 \cdot 0,1016}{0,000891} = 238163$$

Interpolando en las tablas se obtiene $f=0,0165$.

A partir de aquí se obtiene la pérdida de carga.

Para ello hay que ver la longitud equivalente de todos los elementos del tramo:

- Tubería de depósito a Codo 90° CFA: 2,92 m.
- Codo 90° CFA= 3 m.
- Tubería de Codo CFA a bomba = 1,91 m.

$Leq = 6,93 \text{ m}$.

$$\Delta p = f \cdot \frac{8 \cdot L \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot g \cdot D^5} = 0,0165 \cdot \frac{8 \cdot 6,93 \cdot (0,016984)^2}{3,1416^2 \cdot 9,8 \cdot 0,1016^5} = 0,2520 \text{ m}.$$

De todos estos cálculos se obtiene que la pérdida de carga del tramo de aspiración es de 0,2520 m.

Impulsión

Tramo 0: De salida a nudo 1

Se fijan los parámetros de cálculo para este tramo:

$g=9,8 \text{ m/s}^2$	}	Estos tres parámetros serán comunes para todos los tramos de agua fría.	
$\rho=997 \text{ kg/m}^3 (25^\circ\text{C})$			
$\text{visc}=0,000891 \text{ kg/m}\cdot\text{s}$			
$\varepsilon=0,0000457 \text{ m.}$			Para el acero AISI304.
$Q=0,016984 \text{ m}^3/\text{s}$			Por este tramo pasa todo el caudal.

Se propone un diámetro de 4" (0,1016m.) para este tramo, para dar el tramo por bueno, la velocidad del fluido debe de estar entre 0,8 y 2,1 m/s. Si la velocidad obtenida se sale de este intervalo, se redimensionará el diámetro hasta que la velocidad se sitúe en el rango indicado.

$$v = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 0,016984}{3,1416 \cdot (0,1016)^2} = 2,0949 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

La f se calculará con el diagrama de Moody. Para ello hace falta saber dos parámetros: ε_r (rugosidad relativa) y Re (número de Reynolds).

$$\varepsilon_r = \frac{\varepsilon}{D} = \frac{0,0000457}{0,1016} = 0,000498$$

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu} = \frac{997 \cdot 2,0949 \cdot 0,1016}{0,000891} = 238163$$

Interpolando en las tablas se obtiene $f=0,0165$.

A partir de aquí se obtiene la pérdida de carga.

Para ello hay que ver la longitud equivalente de todos los elementos del tramo:

- Válvula de compuerta $d=100\text{mm}$ $VF1=0,8$ m.
- Tubería de $VF1$ a $TF1$: $0,225$ m.

$Leq = 1,025$ m.

$$\Delta p = f \cdot \frac{8 \cdot L \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot g \cdot D^5} = 0,0165 \cdot \frac{8 \cdot 1,025 \cdot (0,016984)^2}{3,1416^2 \cdot 9,8 \cdot 0,1016^5} = 0,0373 \text{ m.}$$

De todos estos cálculos se obtiene que la pérdida de carga del tramo de aspiración es $0,0373$ m.

Tramo 1: De nudo 1 a toma 1

Se fijan los parámetros de cálculo para este tramo:

$g=9,8 \text{ m/s}^2$	}	Estos tres parámetros serán comunes para todos los tramos de agua fría.	
$\rho=997 \text{ kg/m}^3$ (25°C)			
$\text{visc}=0,000891 \text{ kg/m}\cdot\text{s}$			
$\varepsilon=0,0000457 \text{ m.}$			Para el acero AISI304.
$Q=0,00284 \text{ m}^3/\text{s}$			Caudal para servicios.

Se propone un diámetro de 2" ($0,0504\text{m.}$) para este tramo, para dar el tramo por bueno, la velocidad del fluido debe de estar entre $0,8$ y $2,1$ m/s. Si la velocidad obtenida se sale de este intervalo, se redimensionará el diámetro hasta que la velocidad se sitúe en el rango indicado.

$$v = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 0,00284}{3,1416 \cdot (0,0504)^2} = 1,4235 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

La f se calculará con el diagrama de Moody. Para ello hace falta saber dos parámetros: ε_r (rugosidad relativa) y Re (número de Reynolds).

$$\varepsilon_r = \frac{\varepsilon}{D} = \frac{0,0000457}{0,0504} = 0,000907$$

$$R_s = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu} = \frac{997 \cdot 1,4235 \cdot 0,0504}{0,000891} = 80281$$

Interpolando en las tablas se obtiene $f=0,0195$.

A partir de aquí se obtiene la pérdida de carga.

Para ello hay que ver la longitud equivalente de todos los elementos del tramo:

- Té 180° TF1 con salida ramal d=100mm = 6 m.
- Reducción RF1 d=100 mm a d=50mm = 1,15 m.
- Válvula de compuerta d=50mm VF2=0,4 m.
- Tubería de VF2 a CF1: 0,14 m.
- Codo 90° CF1 d=50mm. = 1,5m
- Tubería de CF1 a CF2 = 0,29 m.
- Codo 90° CF2 d=50mm. = 1,5 m.
- Tubería d=50mm de CF2 a CF3 = 2,24 m.
- Codo 90° CF3 d=50mm. = 1,5 m.
- Tubería d=50mm. De CF3 a CF4 = 14,59 m.
- Codo 90° CF4 d=50mm. = 1,5 m.
- Tubería d=50mm. De CF4 a toma 1 = 35,21 m.

Leq = 66,02 m.

$$\Delta p = f \cdot \frac{8 \cdot L \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot g \cdot D^5} = 0,0195 \cdot \frac{8 \cdot 66,02 \cdot (0,00284)^2}{3,1416^2 \cdot 9,8 \cdot 0,0504^5} = 2,6409 \text{ m.}$$

De todos estos cálculos se obtiene que la pérdida de carga del tramo 1 de impulsión desde el nudo 1 hasta la toma 1 (entrada a tubería existente de servicios) es 2,6409 m.

Tramo 2: De nudo 1 a nudo 2

Se fijan los parámetros de cálculo para este tramo:

$g=9,8 \text{ m/s}^2$	}	Estos tres parámetros serán comunes para todos los tramos de agua fría.
$\rho=997 \text{ kg/m}^3 (25^\circ\text{C})$		
$\text{visc}=0,000891 \text{ kg/m}\cdot\text{s}$		
$\varepsilon=0,0000457 \text{ m.}$		
$Q=0,014144 \text{ m}^3/\text{s}$		Para el acero AISI304. Caudal para producción.

Se propone un diámetro de 4" (0,1016m.) para este tramo, para dar el tramo por bueno, la velocidad del fluido debe de estar entre 0,8 y 2,1 m/s. Si la velocidad obtenida se sale de este intervalo, se redimensionará el diámetro hasta que la velocidad se sitúe en el rango indicado.

$$v = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 0,014144}{3,1416 \cdot (0,1016)^2} = 1,7446 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

La f se calculará con el diagrama de Moody. Para ello hace falta saber dos parámetros: ε_r (rugosidad relativa) y Re (número de Reynolds).

$$\varepsilon_r = \frac{\varepsilon}{D} = \frac{0,0000457}{0,1016} = 0,000450$$

$$R_\varepsilon = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu} = \frac{997 \cdot 1,7446 \cdot 0,1016}{0,000891} = 198338$$

Interpolando en las tablas se obtiene $f=0,0165$.

A partir de aquí se obtiene la pérdida de carga.

Para ello hay que ver la longitud equivalente de todos los elementos del tramo:

- Té 180° TF1 con salida ramal $d=100\text{mm} = 6 \text{ m.}$
- Válvula de compuerta $d=100\text{mm}$ $VF3=0,4 \text{ m.}$
- Tubería $d=100 \text{ mm}$ de VF3 a CF5: $0,38 \text{ m.}$
- Codo 90° CF5 $d=100 \text{ mm.} = 3 \text{ m.}$
- Tubería $d=100\text{mm}$ de CF5 a CF6 = $2,24 \text{ m.}$
- Codo 90° CF6 $d=100\text{mm.} = 3 \text{ m.}$
- Tubería $d=100\text{mm.}$ De CF6 a TF2 = $15,37 \text{ m.}$

$Leq = 30,39 \text{ m.}$

$$\Delta p = f \cdot \frac{8 \cdot L \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot g \cdot D^5} = 0,0165 \cdot \frac{8 \cdot 30,39 \cdot (0,014144)^2}{3,1416^2 \cdot 9,8 \cdot 0,1016^5} = 0,7664 \text{ m.}$$

De todos estos cálculos se obtiene que la pérdida de carga del tramo 2 de impulsión desde el nudo 1 hasta el nudo 2 es 0,7664 m.

Tramo 3: De nudo 2 a toma 2: Lavadora tarros 2

Se fijan los parámetros de cálculo para este tramo:

g=9,8 m/s ²	}	Estos tres parámetros serán comunes para todos los tramos de agua fría.	
ρ=997 kg/m ³ (25°C)			
visc=0,000891 kg/m·s			
ε=0,0000457 m.			Para el acero AISI304.
Q=0,00694 m ³ /s			Caudal para lavadora tarros 2.

Se propone un diámetro de 4" (0,1016m.) para este tramo, para dar el tramo por bueno, la velocidad del fluido debe de estar entre 0,8 y 2,1 m/s. Si la velocidad obtenida se sale de este intervalo, se redimensionará el diámetro hasta que la velocidad se sitúe en el rango indicado.

$$v = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 0,00694}{3,1416 \cdot (0,1016)^2} = 0,8560 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

La f se calculará con el diagrama de Moody. Para ello hace falta saber dos parámetros: ε_r (rugosidad relativa) y Re (número de Reynolds).

$$\varepsilon_r = \frac{\varepsilon}{D} = \frac{0,0000457}{0,1016} = 0,000450$$

$$R_\varepsilon = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu} = \frac{997 \cdot 0,8560 \cdot 0,1016}{0,000891} = 97318$$

Interpolando en las tablas se obtiene $f=0,017$.

A partir de aquí se obtiene la pérdida de carga.

Para ello hay que ver la longitud equivalente de todos los elementos del tramo:

- Té 180° TF2 con salida ramal d=100mm = 6 m.
- Válvula de compuerta d=100mm VF4=0,4 m.
- Tubería d=100 mm de VF4 a CF7: 2,57 m.
- Codo 90° CF7 d=100 mm. = 3 m.
- Tubería d=100mm de CF7 a CF8 = 2,64 m.
- Codo 90° CF8 d=100mm. = 3 m.
- Tubería d=100mm. De CF8 a Toma 2 = 0,27 m.

Leq = 17,88 m.

$$\Delta p = f \cdot \frac{8 \cdot L \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot g \cdot D^5} = 0,017 \cdot \frac{8 \cdot 17,88 \cdot (0,00694)^2}{3,1416^2 \cdot 9,8 \cdot 0,1016^5} = 0,1118 \text{ m.}$$

De todos estos cálculos se obtiene que la pérdida de carga del tramo 3 de impulsión desde el nudo 2 hasta la toma 2 (lavadora de tarros número 2) es 0,1118 m.

Tramo 4: De nudo 2 a nudo 3

Se fijan los parámetros de cálculo para este tramo:

g=9,8 m/s ²	}	Estos tres parámetros serán comunes para todos los tramos de agua fría.	
ρ=997 kg/m ³ (25°C)			
visc=0,000891 kg/m·s			
ε=0,0000457 m.			Para el acero AISI304.
Q=0,007204 m ³ /s			Caudal para lavadora tarros 2.

Se propone un diámetro de 4" (0,1016m.) para este tramo, para dar el tramo por bueno, la velocidad del fluido debe de estar entre 0,8 y 2,1 m/s. Si la velocidad obtenida se sale de este intervalo, se redimensionará el diámetro hasta que la velocidad se sitúe en el rango indicado.

$$v = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 0,007204}{3,1416 \cdot (0,1016)^2} = 0,8886 \frac{m}{s}$$

La f se calculará con el diagrama de Moody. Para ello hace falta saber dos parámetros: ε_r (rugosidad relativa) y Re (número de Reynolds).

$$\varepsilon_r = \frac{\varepsilon}{D} = \frac{0,0000457}{0,1016} = 0,000450$$

$$R_e = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu} = \frac{997 \cdot 0,8886 \cdot 0,1016}{0,000891} = 101020$$

Interpolando en las tablas se obtiene $f=0,017$.

A partir de aquí se obtiene la pérdida de carga.

Para ello hay que ver la longitud equivalente de todos los elementos del tramo:

- Té 180° TF2 con salida recta $d=100\text{mm} = 2 \text{ m}$.
- Válvula de compuerta $d=100\text{mm}$ $VF5=0,4 \text{ m}$.
- Tubería $d=100 \text{ mm}$ de VF5 a CF9: $5,66 \text{ m}$.
- Codo 90° CF9 $d=100 \text{ mm}$. $= 3 \text{ m}$.
- Tubería $d=100\text{mm}$ de CF9 a TF3 $= 3,00 \text{ m}$.

$Leq = 14,06 \text{ m}$.

$$\Delta p = f \cdot \frac{8 \cdot L \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot g \cdot D^5} = 0,017 \cdot \frac{8 \cdot 14,06 \cdot (0,007204)^2}{3,1416^2 \cdot 9,8 \cdot 0,1016^5} = 0,0948 \text{ m}.$$

De todos estos cálculos se obtiene que la pérdida de carga del tramo 4 de impulsión desde el nudo 2 hasta el nudo 3 es $0,0948 \text{ m}$.

Tramo 5: De nudo 3 a toma 3: Lavadora de tarros 1

Se fijan los parámetros de cálculo para este tramo:

$g=9,8 \text{ m/s}^2$	}	Estos tres parámetros serán comunes para todos los tramos de agua fría. Para el acero AISI304. Caudal para lavadora tarros 2.
$\rho=997 \text{ kg/m}^3 (25^\circ\text{C})$		
$\text{visc}=0,000891 \text{ kg/m}\cdot\text{s}$		
$\varepsilon=0,0000457 \text{ m.}$		
$Q=0,00694 \text{ m}^3/\text{s}$		

Se propone un diámetro de 4" (0,1016m.) para este tramo, para dar el tramo por bueno, la velocidad del fluido debe de estar entre 0,8 y 2,1 m/s. Si la velocidad obtenida se sale de este intervalo, ser redimensionará el diámetro hasta que la velocidad se sitúe en el rango indicado.

$$v = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 0,007204}{3,1416 \cdot (0,1016)^2} = 0,8560 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

La f se calculará con el diagrama de Moody. Para ello hace falta saber dos parámetros: ε_r (rugosidad relativa) y Re (número de Reynolds).

$$\varepsilon_r = \frac{\varepsilon}{D} = \frac{0,0000457}{0,1016} = 0,000450$$

$$R_e = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu} = \frac{997 \cdot 0,8560 \cdot 0,1016}{0,000891} = 97318$$

Interpolando en las tablas se obtiene $f=0,017$.

A partir de aquí se obtiene la pérdida de carga.

Para ello hay que ver la longitud equivalente de todos los elementos del tramo:

- Té 180° TF3 con salida recta $d=100\text{mm} = 2 \text{ m.}$
- Válvula de compuerta $d=100\text{mm}$ $VF6=0,4 \text{ m.}$
- Tubería $d=100 \text{ mm}$ de VF6 a CF10: $3,46 \text{ m.}$
- Codo 90° CF10 $d=100 \text{ mm.} = 3 \text{ m.}$

- Tubería d=100mm de CF10 a CF11 = 1,94 m.
- Codo 90° CF11 d=100 mm. = 3 m.
- Tubería d=100mm de CF11 a CF12 = 2,64 m.
- Codo 90° CF12 d=100 mm. = 3 m.
- Tubería d=100mm de CF12 a toma 3F = 0,27 m.

Leq = 19,71 m.

$$\Delta p = f \cdot \frac{8 \cdot L \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot g \cdot D^5} = 0,017 \cdot \frac{8 \cdot 19,71 \cdot (0,00694)^2}{3,1416^2 \cdot 9,8 \cdot 0,1016^5} = 0,1233 \text{ m.}$$

De todos estos cálculos se obtiene que la pérdida de carga del tramo 5 de impulsión desde el nudo 3 hasta la toma 3 (lavadora de tarros número 1) es 0,1233 m.

Tramo 6: De nudo 3 a toma 4: Lavadora de fresas

Se fijan los parámetros de cálculo para este tramo:

g=9,8 m/s ²	}	Estos tres parámetros serán comunes para todos los tramos de agua fría.
ρ=997 kg/m ³ (25°C)		
visc=0,000891 kg/m·s		
ε=0,0000457 m.		
Q=0,000264 m ³ /s		Para el acero AISI304.
		Caudal para lavadora tarros 2.

Se propone un diámetro de 1/2" (0,0127 m.) para este tramo, para dar el tramo por bueno, la velocidad del fluido debe de estar entre 0,8 y 2,1 m/s. Si la velocidad obtenida se sale de este intervalo, se redimensionará el diámetro hasta que la velocidad se sitúe en el rango indicado.

$$v = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 0,000264}{3,1416 \cdot (0,0127)^2} = 2,0840 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

La f se calculará con el diagrama de Moody. Para ello hace falta saber dos parámetros: ε_r (rugosidad relativa) y Re (número de Reynolds).

$$\varepsilon_r = \frac{\varepsilon}{D} = \frac{0,0000457}{0,0127} = 0,00360$$

$$R_e = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu} = \frac{997 \cdot 2,0840 \cdot 0,0127}{0,000891} = 29616$$

Interpolando en las tablas se obtiene $f=0,027$.

A partir de aquí se obtiene la pérdida de carga.

Para ello hay que ver la longitud equivalente de todos los elementos del tramo:

- Té 180° TF3 con salida ramal $d=100\text{mm}$ = 6 m.
- Reducción RF2 $d=100\text{mm}$ $d=12\text{mm}$ = 1,5 m.
- Válvula de esfera $d=12\text{mm}$ VF7=0,1 m.
- Tubería $d=12\text{ mm}$ de VF7 a CF13: 2,18 m.
- Codo 90° CF13 $d=12\text{ mm}$. = 0,375 m.
- Tubería $d=12\text{mm}$ de CF13 a CF14 = 2,64 m.
- Codo 90° CF14 $d=100\text{ mm}$. = 0,375 m.
- Tubería $d=12\text{mm}$ de CF14 a toma 4 = 0,27 m.

$Leq = 19,71\text{ m}$.

$$\Delta p = f \cdot \frac{8 \cdot L \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot g \cdot D^5} = 0,017 \cdot \frac{8 \cdot 19,71 \cdot (0,00694)^2}{3,1416^2 \cdot 9,8 \cdot 0,1016^5} = 0,1233\text{ m}.$$

De todos estos cálculos se obtiene que la pérdida de carga del tramo 5 de impulsión desde el nudo 3 hasta la toma 3 (lavadora de tarros número 1) es 0,1233 m.

Toma de impulsión más desfavorable

Para los cálculos posteriores de la bomba a elegir para la tubería de agua fría, se evalúan las pérdidas de carga en cada toma según los tramos por los que el agua caliente circula para llegar a la toma, y la toma que tenga una mayor pérdida de carga, será la que restrinja la elección de la bomba.

De los cálculos anteriores se obtiene:

$$\text{Toma 1(servicios): } T_0+T_1=0,0373+2,6409 =2,6782$$

$$\begin{aligned} \text{Toma 2(lavado tarros 1): } T_0+T_2+T_3 = \\ 0,0373+0,7664+0,1118 =0,9155 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Toma 3(lavado tarros 2)=} T_0+T_2+T_4+T_5= \\ 0,0373+0,7664+0,0948+0,1233 =1,0218 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Toma 4(lavado fresas)=} T_0+T_2+T_4+T_6= \\ 0,0373+0,7664+0,0948+6,3316 =7,2301 \end{aligned}$$

Por lo que la toma más desfavorable, la cual se utilizará para el cálculo de la bomba posteriormente será la Toma 4=7,2301.

2.10. ANEJO N°10: Cálculo de bombas

2.10.1. Introducción

En el presente proyecto se instalarán tres tipos diferentes de bombas, adecuadas para cada tipo de trabajo requerido en el movimiento de los fluidos.

Para fluidos densos, como la mermelada, se emplearán bombas lobulares, que permiten el movimiento de éste producto desde la marmita en la que se encuentra, hasta su destino.

Para la extracción del aire, se empleará una bomba de vacío con chorro de agua.

Para la impulsión de agua fría y caliente a sus tomas correspondientes, se emplearán bombas centrífugas.

A continuación se exponen los cálculos e hipótesis necesarias para su dimensionamiento.

2.10.2. Bombas Lobulares

Para el transporte de materiales de viscosidad alta, se requiere la utilización de bombas rotatorias lobulares. En este proyecto se encuentran dos trayectos de materiales viscosos en los que se requerirá la colocación de dos bombas lobulares, una para cada trayecto.

El primer transporte se realizará desde la marmita secundaria hasta la primaria, impulsando la mezcla azúcar-pectina.

El segundo transporte se realizará desde la marmita primaria hasta la máquina llenadora de tarros, impulsando la mermelada hasta ésta-

Para poder realizar estos transportes se utilizarán dos bombas lobulares de caudal $20\text{m}^3/\text{h}$, con cuerpo y lóbulos de acero inoxidable 304 con regulador de revoluciones, con salidas y entradas de 1" y/o a 2" según dónde se instalen. Estas bombas podrán ser modificadas según las características y recomendaciones del fabricante.

2.10.3. Bomba de vacío con chorro de agua como medio motriz

Para poder calcular el tipo de bomba que se necesita para la evacuación del vapor de la marmita, en primer lugar, se deben de definir el vapor de agua a evacuar que conocemos del balance de materia realizado en la memoria de este proyecto.

Durante este cálculo, habrá que determinar tres volúmenes: Volumen de vapor succionado, volumen de agua a presión necesario, y volumen de agua evacuado.

La cantidad a evacuar de vapor de agua es de 689,95 kg/hora.

El volumen específico del agua a 100°C y 1 atm es de $1,7296\text{ cm}^3/\text{Kg}$

Por lo que el volumen de vapor de agua a evacuar es:

$$\begin{aligned} V_{\text{vp, marmita}} &= (689,95\text{ Kg/hora}) * (1,7296\text{ cm}^3 / \text{Kg}) = 1193,34\text{ cm}^3/\text{hora} = \\ &= 19,889\text{ cm}^3/\text{min} = 0,00070237\text{ scfm} \end{aligned}$$

El tamaño de la marmita a la que se va a extraer el vapor de agua es de 1000 L

Temperatura de agua medio motriz, $T_{\text{amm}} = 25^\circ\text{C} = 77^\circ\text{F} \approx 80^\circ\text{F}$

Presión de agua medio motriz, $P_{\text{amm}} = 2,72\text{ atm} = 40\text{ psig}$

Como se ha descrito en el proceso de fabricación, la bomba de succión permanecerá trabajando mientras se produce el ciclo de cocción (35 minutos). La presión del agua que se suministrará será de 2,72 atm (40 psig en la tabla 1). La marmita de cocción realiza ésta a presión atmosférica (760 mmHg), calcularemos el equivalente en inHg, ya que la tabla de cálculo que tenemos está en unidades anglosajonas. La equivalencia entre mm y pulgadas (inches) es de 1in = 25,4 mm. Por lo que la presión de trabajo dentro de la marmita será de $P_t = 760 \text{ mm} * (1 \text{ in} / 25,4 \text{ mm}) = 29,92 \text{ inHg}$

Con todos estos datos, se extraerá de la Gráfica 1 la capacidad de evacuación.

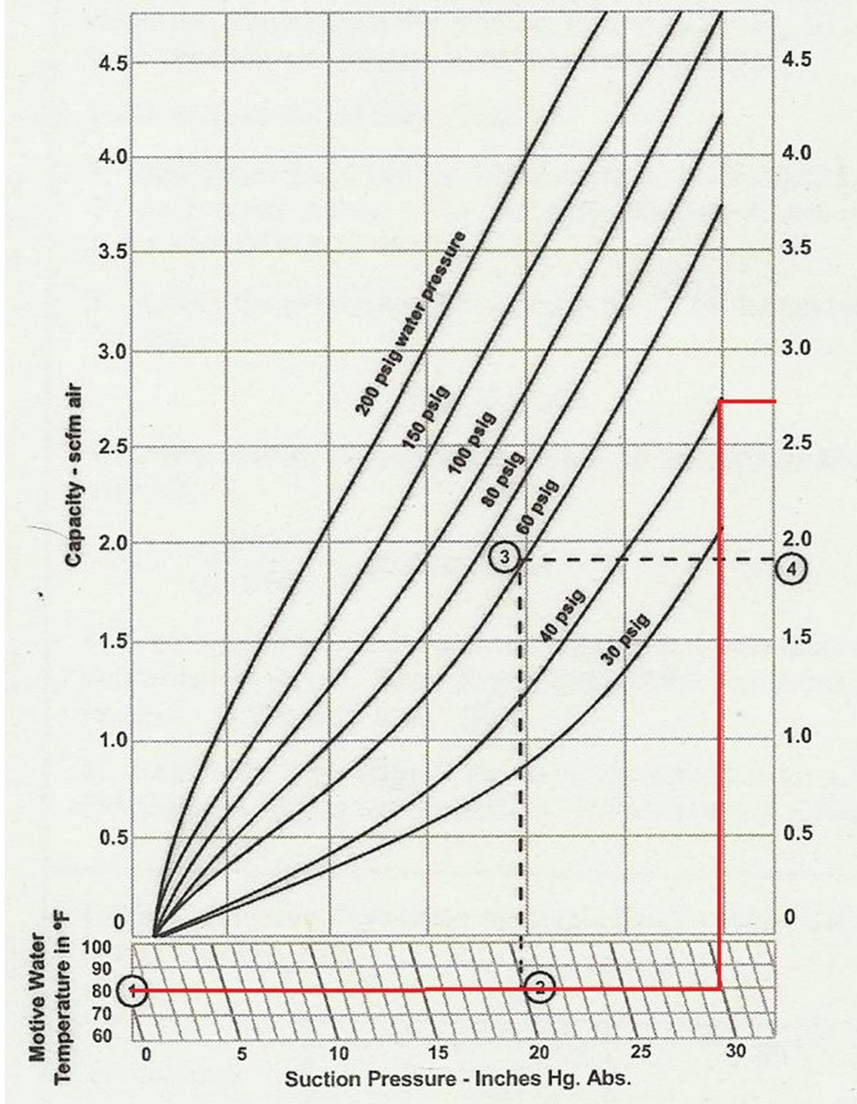
Se selecciona la línea horizontal que representa la temperatura del agua que actúa como medio motriz (Motive Water Temperature in °F).

La presión de succión es la que hay en la marmita, es decir la atmosférica, ya que la marmita tiene un orificio de entrada de aire continuamente abierto para evitar el vacío (29,92 inHg \approx 30 inHg).

En la intersección de la línea de agua con la temperatura de succión, parte una línea vertical que cortará la gráfica de la presión de agua medio motriz (40 psig). De esta intersección sale una línea horizontal que cortará el eje Y de la gráfica (Capacity – scfm [standard cubic feet per minute]).

En el caso de esta bomba, la capacidad es de 2,7 scfm

Chart 1. Suction Pressure And Capacities of 1" Single Nozzle Water Jet Exhauster (Atmospheric Discharge), Fig. 484.



Dividiendo la necesidad de evacuación de vapor de agua (0,00070237 scfm) por la capacidad de la bomba calculada anteriormente obtenemos el ratio de capacidad:

$$CR = \frac{0,00070237 \text{ scfm}}{2,7 \text{ scfm}} = 0,00026 \text{ scfm}$$

Por lo que se puede definir las dimensiones de la bomba de vacío buscando el CR (capacity ratio) en la tabla 1:

La bomba seleccionada será la superior al CR obtenido en el cálculo anterior, en este caso el CR superior a 0,00026 scfm es 0,36 scfm lo que implica una bomba de ½ pulgada, o lo que es lo mismo 1,27 cm.

Table 1. Relative Capacities of Single Nozzle Water Jet Exhauster, Fig. 484.

Exhauster Size (Inches)	Capacity Ratio
1/2	0.36
3/4	0.64
1	1.00
1 1/2	2.89
2	4.00
2 1/2	6.25
3	9.00

Una vez conocido el tamaño de la bomba, se puede extraer de la tabla 2 el consumo de agua:

Table 2. Capacities of Single Nozzle Water Jet Exhauster, Fig. 484.

Size in Inches	Water Pressure - psig						
	30	40	60	80	100	150	200
1/2	*	2.9	3.4	3.8	4.2	5	6
3/4	*	5.3	6.4	7.4	8.3	10	12
1	*	6.8	8.1	9	10	12	14
1 1/2	20	23	27	30	32	38	45
2	28	31	36	41	45	54	63
2 1/2	46	51	60	67	73	88	102
3	66	73	86	96	106	127	148

Como la tabla está en unidades anglosajonas, el consumo aproximado es de 2,9 Gallones por minuto, lo que equivale a 10,978 Lts/minuto.

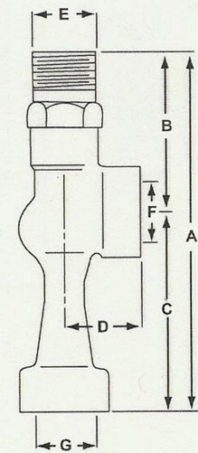
El consumo de agua como medio motriz aproximado es de

$$Q_{\text{amm}} = 10,978 \text{ L/min} = 182,96 \text{ cm}^3/\text{s}$$

Para poder obtener las dimensiones de las tuberías que participan en el proceso de succión de la bomba de vacío, buscaremos la bomba de $\frac{1}{2}$ " en la tabla 3:

Table 2. Sizes, Dimensions, and Weights of Fig. 484 Water Jet Exhausters

Size (Inches)	Dimensions (Inches)							Approx. Weight (Lbs.)
	A	B	C	D	E	F	G	
1/2	4 15/16	2 3/8	2 9/16	1 1/8	1/2	1/2	1/2	1
3/4	6	2 5/8	3 3/8	1 1/4	3/4	3/4	3/4	1 1/2
1	6 15/16	2 3/4	4 3/16	1 5/8	1	1	1	2 1/2
1 1/2	10 1/16	3 9/16	6 1/2	2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	3 1/2
2	12 3/8	4 3/4	7 5/8	2 1/4	2	2	2	7
2 1/2	15 7/16	6 3/16	9 1/4	3 1/8	2 1/2	2 1/2	2 1/2	13
3	17 7/8	6 5/8	11 1/4	3 1/2	3	3	3	25



De esta tabla se obtiene:

Diámetro tubería de agua a presión como medio motriz = $\frac{1}{2}$ "

Diámetro tubería de succión de vapor de agua = $\frac{1}{2}$ "

Diámetro tubería de descarga = $\frac{1}{2}$ "

2.10.4. Bombas de aspiración

2.10.4.1. Conceptos de cálculo

La altura manométrica (H) es la ganada por el fluido desde la aspiración hasta la impulsión y que debe de ser proporcionada por la bomba. Viene dada por la fórmula:

$$H = H_g + P_c + 10 \cdot \frac{P_i - P_a}{\gamma}$$

Dónde:

H_g representa la altura geométrica que debe de vencer el fluido en metros.

P_c es la pérdida de carga del fluido a su paso por las tuberías, válvulas, etc. expresado en metros.

$P_i - P_a / \gamma$ este término representa la presión diferencial existente entre las superficies del líquido en la impulsión y la aspiración. En este caso, se considerarán $P_i = P_a$ por lo que éste sumando no se tendrá en cuenta.

Para calcular H_g tenemos que sumar la altura de aspiración más la altura de impulsión:

Con la altura manométrica a superar por parte de la bomba, más sabiendo el caudal que se va a bombear, se puede elegir mediante las tablas que proporcione el fabricante la bomba a suministrar.

De esa bomba suministrada, se obtendrá de sus características técnicas el $NPSH_r$ (requerido).

Para ver que el diseño de la bomba es el adecuado, se tendrá que calcular el $NPSH_d$ (disponible) mediante la ecuación:

$$NPSH_d = \frac{(10 \cdot P_a)}{\gamma} - H_a - P_{ca} - \frac{(10 \cdot P_v)}{\gamma}$$

Si el $NPSH_d \geq NPSH_r$ no habrá cavitación, por lo que la bomba será la correcta.

2.10.4.2. Bomba 1: Agua fría

Calculo de la presión manométrica del punto de aspiración:

$$P_a = 10,33 - \frac{589,8}{900} = 9,674 \text{ m.}$$

Calculo de la presión manométrica del punto de impulsión:

$$P_i = 10,33 - \frac{595,2}{900} = 9,668 \text{ m.}$$

$$P_a \approx P_i$$

Altura manométrica a vencer por parte de la bomba de agua fría:

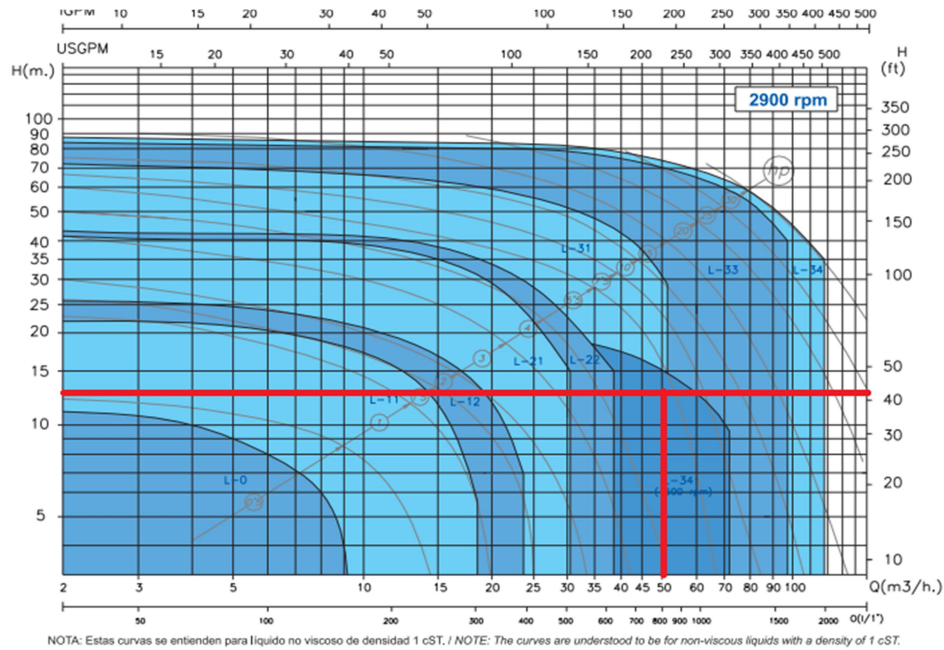
$$H = H_g + P_c = 5,4 + 0,25 + 7,23 = 12,88 \text{ m.}$$

Caudal que a bombear:

$$Q_{\text{agua fría}} = 14,144 \text{ dm}^3/\text{s} = 50,92 \text{ m}^3/\text{h}$$

La bomba a utilizar será una bomba en acero inoxidable para industria alimenticia, del tipo LACTIC de la casa BOMINOX, o equivalente que cubra las condiciones calculadas en este proyecto.

De la gráfica obtenemos la bomba necesaria, el modelo L-34.



El $NPSH_r$ de la bomba según la casa es 2 m.

El $NPSH_d$ es:

$$NSHP_d = \frac{(10 \cdot P_a)}{\gamma} - H_a - P_{Ca} - \frac{(10 \cdot P_v)}{\gamma} = \frac{(10 \cdot 0,9674)}{0,9964} - 3 - 0,25 - \frac{(10 \cdot 0,0335)}{0,9964} = 6,12$$

No se produce cavitación.

De las características técnicas de la bomba se obtiene que la bomba tiene una potencia eléctrica de 7,5 Kw con una toma monofásica.

2.10.4.3. Bomba 2: Agua caliente

Calculo de la presión manométrica del punto de aspiración:

$$P_a = 10,33 - \frac{588,62}{900} = 9,676 \text{ m.}$$

Calculo de la presión manométrica del punto de impulsión:

$$P_i = 10,33 - \frac{595}{900} = 9,669 \text{ m.}$$

$$P_a \approx P_i$$

Altura manométrica a vencer por parte de la bomba de agua caliente:

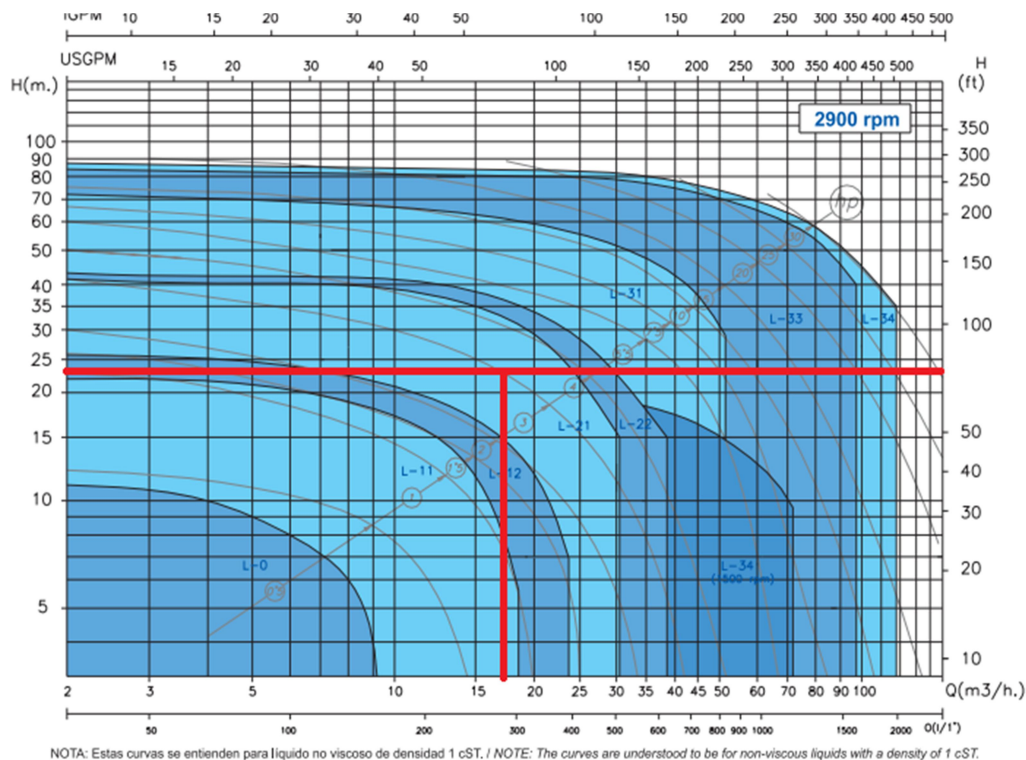
$$H = H_g + P_c = 6,38 + 0,56 + 16,73 = 23,67 \text{ m.}$$

Caudal que a bombear:

$$Q_{\text{agua fría}} = 3,883 \text{ dm}^3/\text{s} = 13,98 \text{ m}^3/\text{h}$$

La bomba a utilizar será una bomba en acero inoxidable para industria alimenticia, del tipo LACTIC de la casa BOMINOX, o equivalente que cubra las condiciones calculadas en este proyecto.

De la gráfica obtenemos la bomba necesaria, el modelo L-21.



El $NPSH_r$ de la bomba según la casa es 0,5 m.

El $NPSH_d$ es:

$$NPSH_d = \frac{(10 \cdot P_a)}{\gamma} - H_a - P_{ca} - \frac{(10 \cdot P_v)}{\gamma} = \frac{(10 \cdot 0,9676)}{0,9718} - 3,88 - 0,56 - \frac{(10 \cdot 0,4829)}{0,9718} = 0,56$$

No se produce cavitación.

De las características técnicas de la bomba se obtiene que la bomba tiene una potencia eléctrica de 3 Kw con una toma monofásica.

2.10.4.4. Características técnicas de las bombas de aspiración

Para el cálculo de este proyecto se ha utilizado el tipo de bomba LACTIC de la casa BOMINOX. La elección de las bombas a la hora de la ejecución material de este proyecto puede variar de marca y modelo siempre y cuando tengan las siguientes características indispensables para el correcto funcionamiento y seguimiento de la reglamentación:

- Las bombas deberán de cumplir los requisitos específicos de las redes de agua calculados anteriormente.
- El cuerpo de la bomba, la turbina de acero, el eje, y cualquier otro componente metálico será en acero inoxidable AISI304, o en su defecto AISI316.
- El motor deberá de cumplir con la normativa IEC IP-55. A su vez tener una tapa de acero inoxidable AISI304 para evitar cualquier tipo de fuga.
- La entrada de aspiración debe de estar embridada, o en su defecto se le roscará un acople soldado a una brida para su conexión mediante brida a la red.
- La salida de impulsión debe de estar embridada, o en su defecto se le roscará un acople soldado a una brida para su conexión mediante brida a la red.
- La entrada y salida de la bomba de agua fría serán de 4". En caso de que la salida fuera inferior, se le roscará un cono de ensanchamiento ampliado para su conexión a la red.
- La entrada y salida de la bomba de agua caliente serán de 2". En caso de que la salida fuera inferior, se le roscará un cono de ensanchamiento ampliado para su conexión a la red.
- Las bombas estarán sujetas a bancadas de hormigón en masa para evitar vibraciones y desplazamientos.



Universidad
Zaragoza

Proyecto Fin de Carrera

PLANOS

Proceso de fabricación de mermelada de fresa
para una producción de 600.000 kilos al año.

Titulación

Ingeniería técnica industrial (Química industrial)

Autor

Andrés Manuel Sanz Millán

Directora

Ana Cristina Royo Sanchez

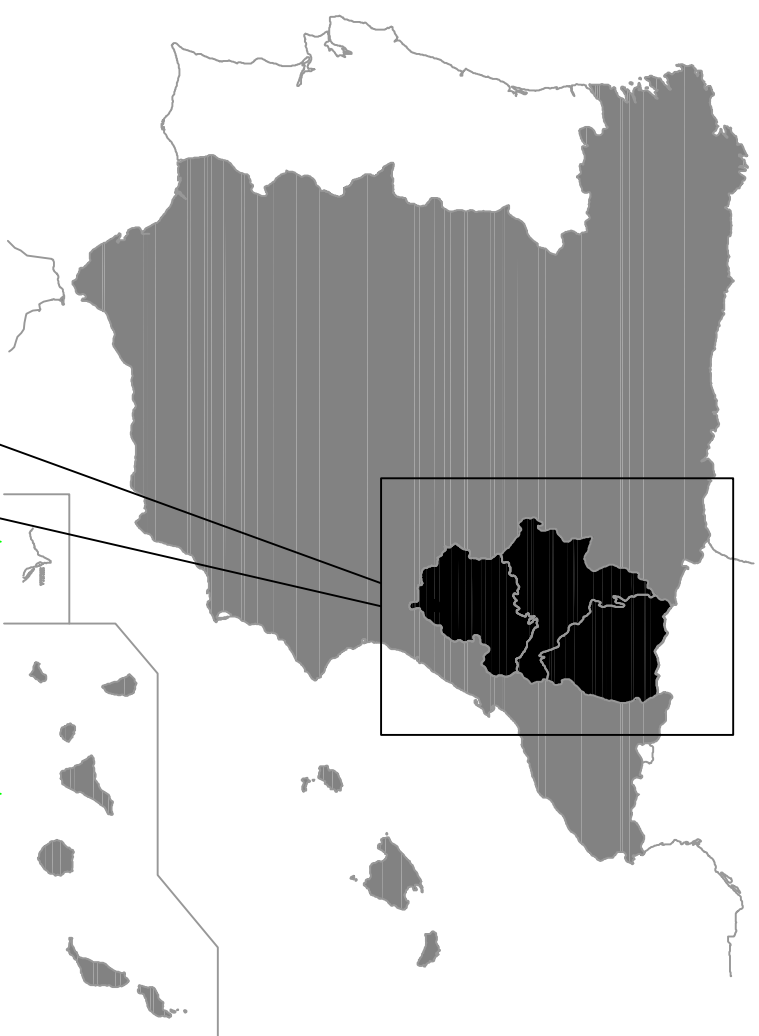
Mayo 2015 / E.I.N.A.

3. PLANOS

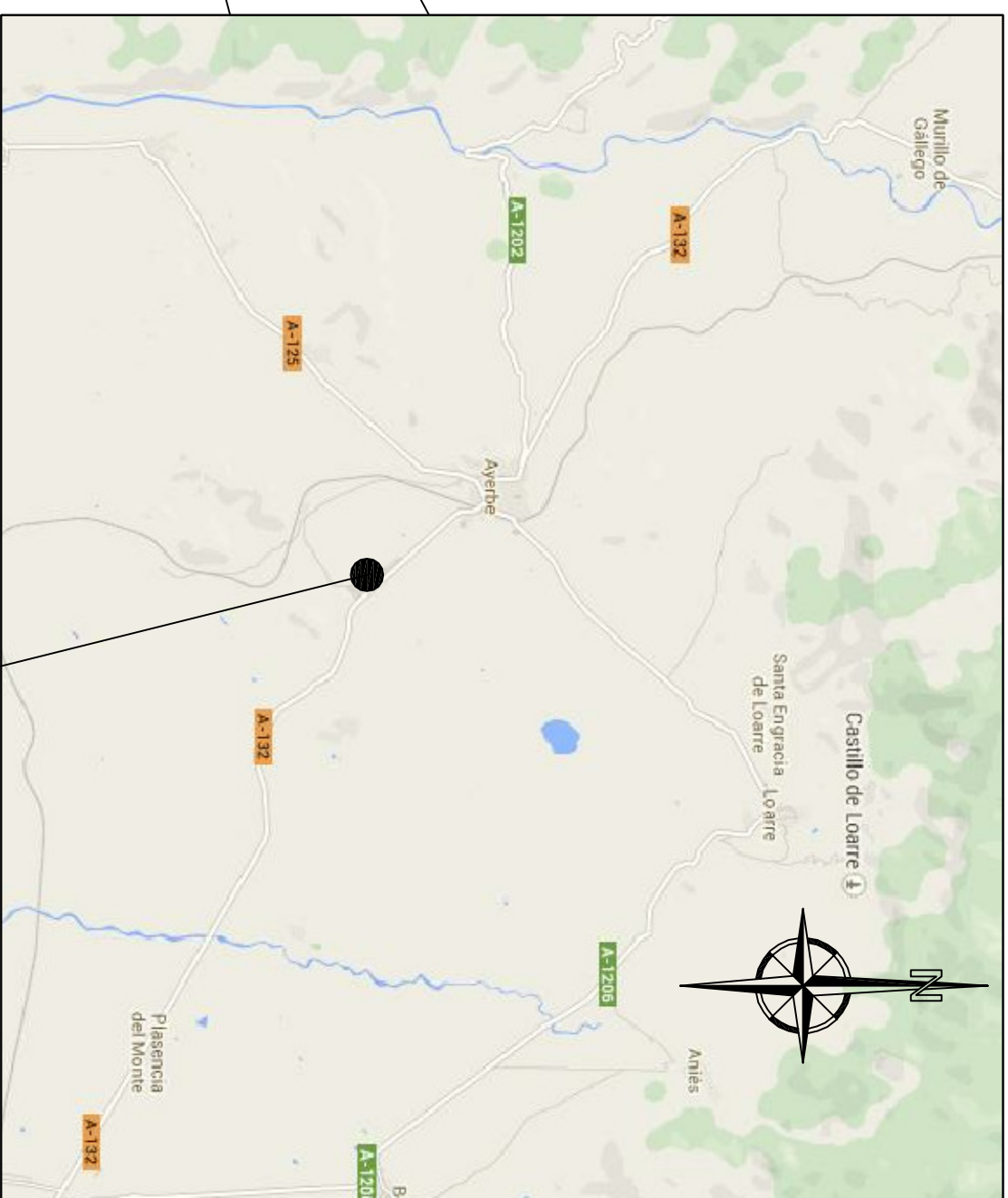
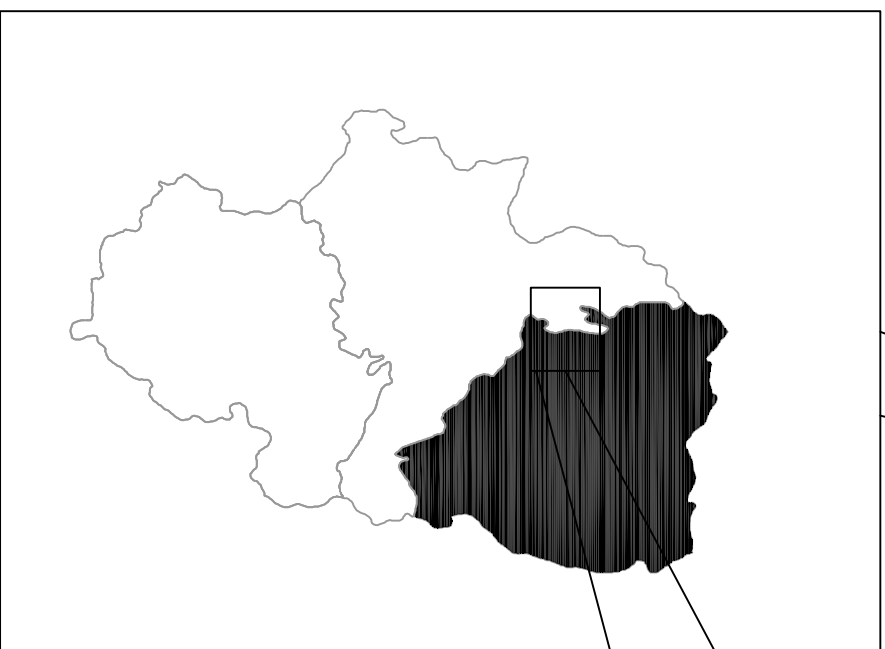
INDICE

- 3 – 1 Plano de situación
- 3 – 2 Plano de planta general
- 3 – 3 Plano de planta general nave
- 3 – 4 Plano de planta de distribución de maquinaria
- 3 – 5.1 Plano de distribución centro frigorífico
- 3 – 5.2 Plano de ubicación centro frigorífico
- 3 – 6 Plano de distribución de luminarias
- 3 – 7.1 Diagrama unifilar
- 3 – 7.2 Planta de distribución unifilar alumbrado
- 3 – 7.3 Planta de distribución unifilar alumbrado interior
- 3 – 7.4 Planta de distribución unifilar fuerza 1
- 3 – 7.5 Planta de distribución unifilar fuerza 2
- 3 – 7.6 Planta de distribución unifilar fuerza 3
- 3 – 7.7 Planta de distribución unifilar fuerza 4
- 3 – 8 Plano isométrico de tuberías
- 3 – 9 Plano de emergencias
- 3 – 10.01 Plano de planta diseño trabajos pintura
- 3 – 10.02 Plano de dimensionado de pintura
- 3 – 11 Plano de planta de red de drenajes
- 3 – 12 Diagrama de flujo

MAPA DE ESPAÑA ESCALA 1:10.000.000

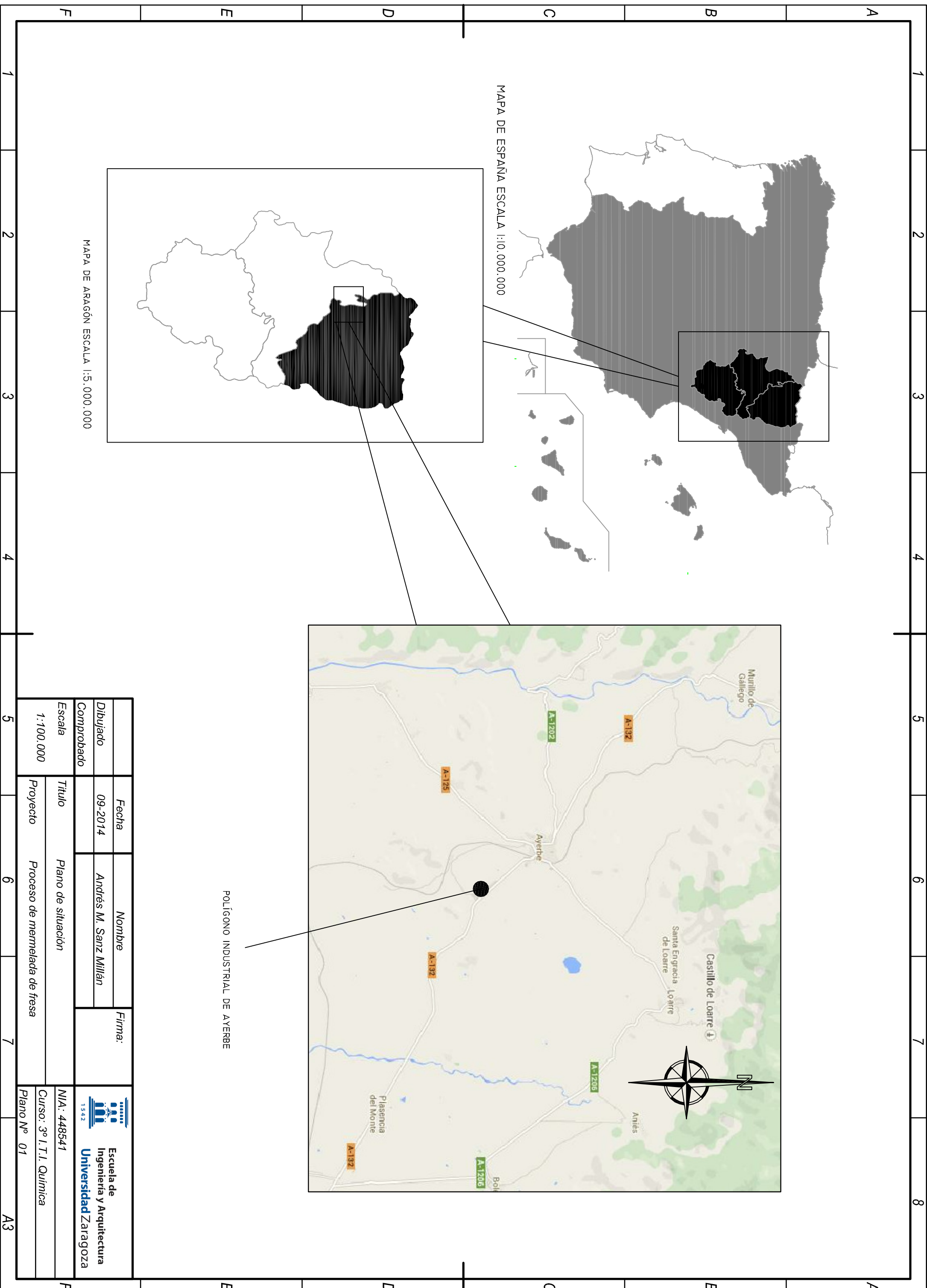


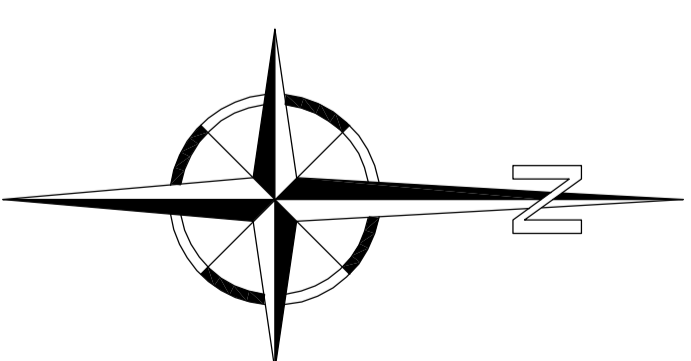
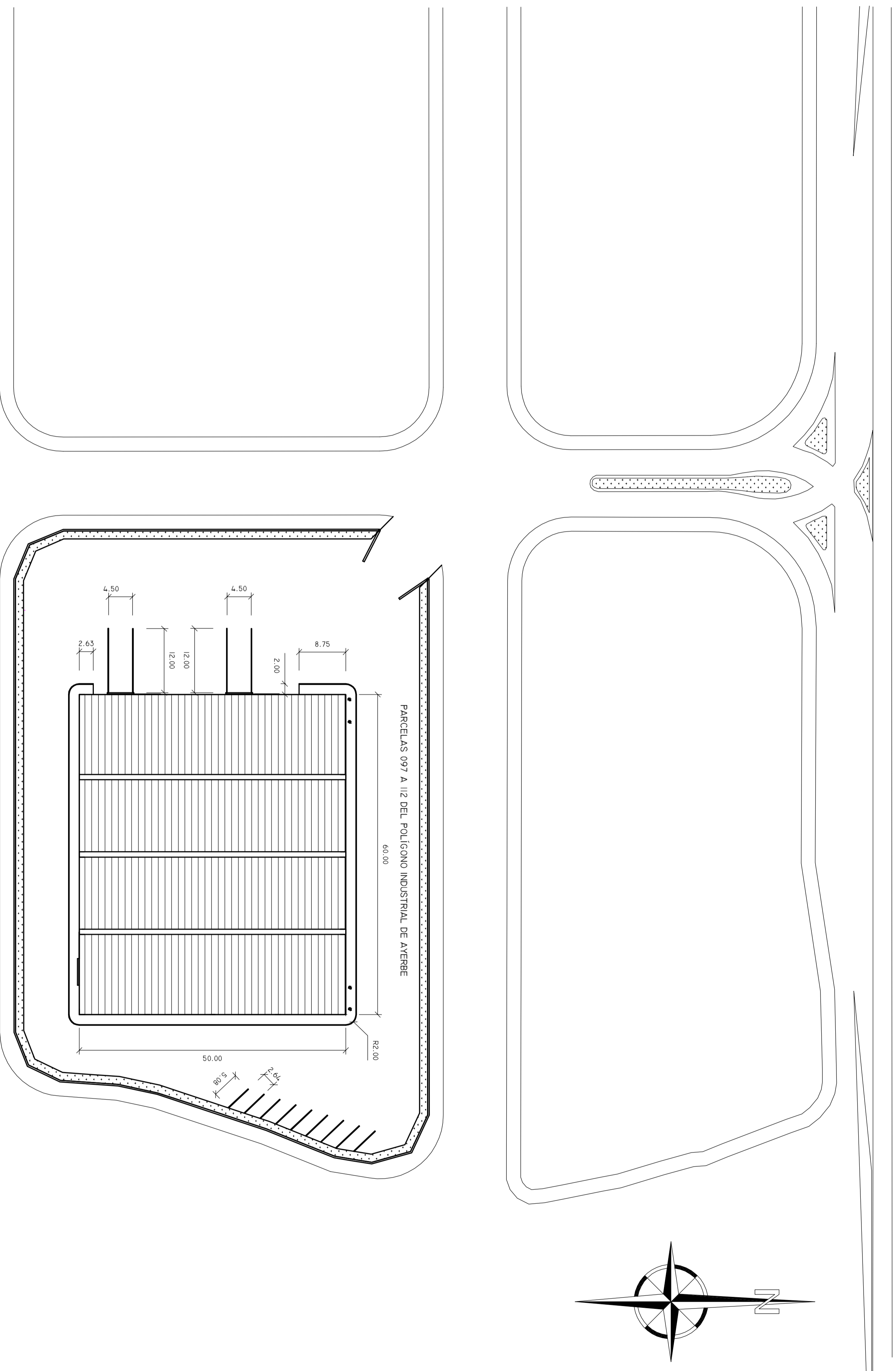
MAPA DE ARAGÓN ESCALA 1:5.000.000



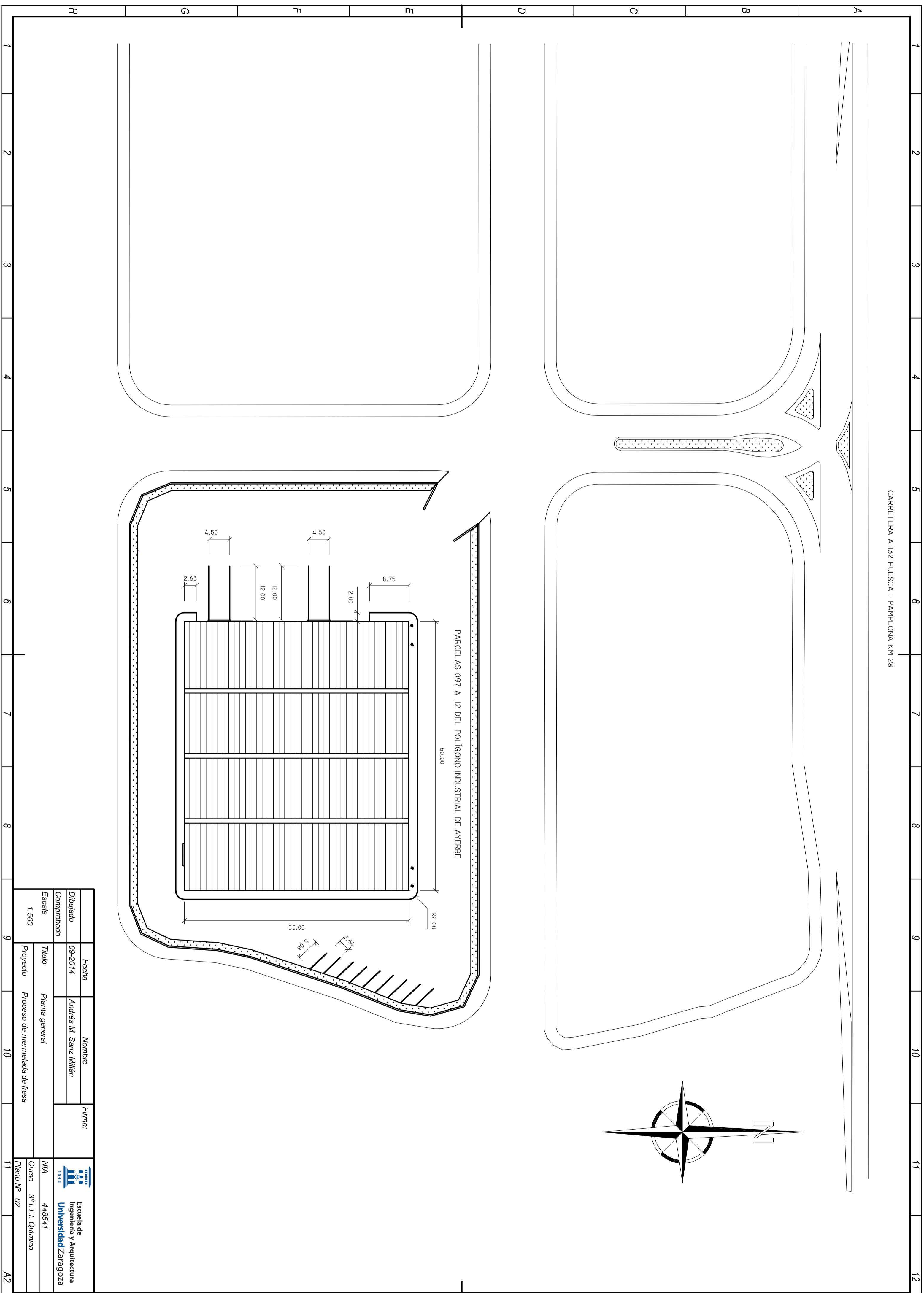
POLÍGONO INDUSTRIAL DE AYERBE

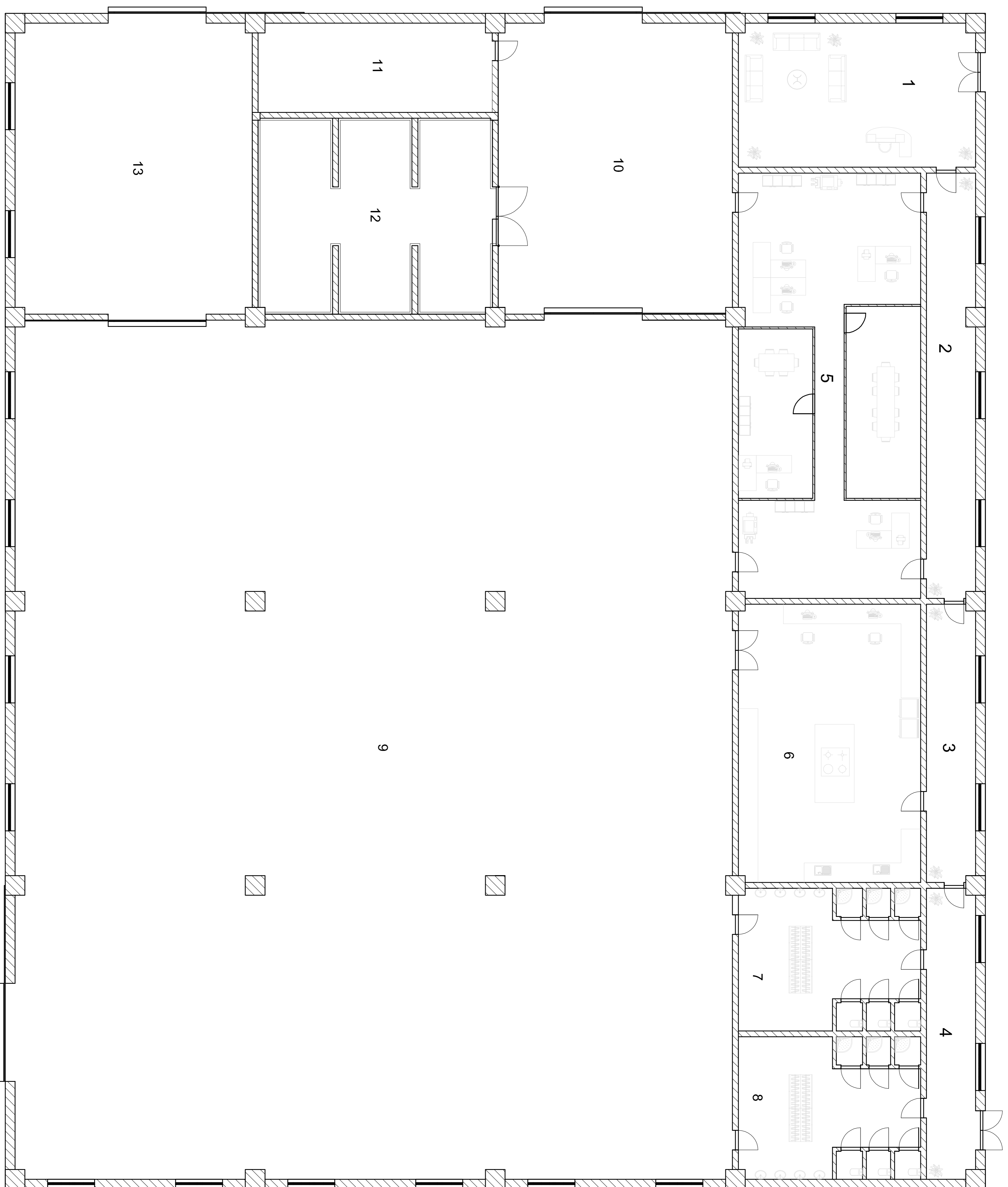
	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	09-2014	Andrés M. Sanz Millán		
Comprobado				
Escala	Titulo		Plano de situación	
1:100.000	Proyecto	Proceso de mermelada de fresa		
		MIA: 448541		Escuela de Ingeniería y Arquitectura
		Curso: 3º I.T.I. Química		Universidad Zaragoza
		Plano Nº 01		1542





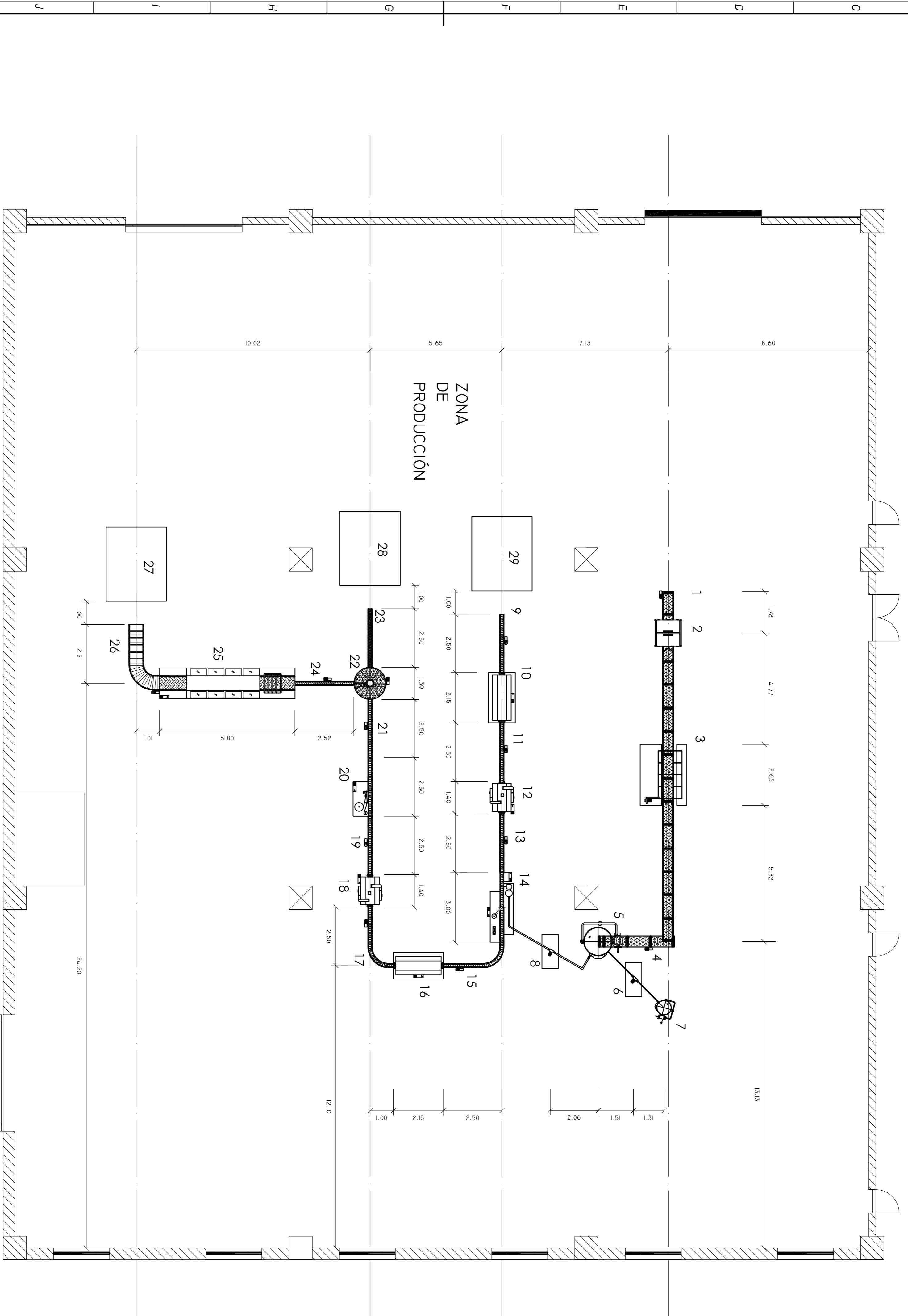
Fecha	09-2014	Nombre	Andrés M. Sanz Millán	Firma:
Dibujado				
Comprobado				
Escala	1:500	Título	Planta general	
		Proyecto	Proceso de mermelada de fresa	
		Curso	3º I.T.I. Química	
		Plano Nº	02	





nº	estancia	(m)	alt(m)	h(m)	area(m2)
1	estancia	12,10	7,35	4,00	88,93
2	pasillo oficinas	21,70	2,50	4,00	54,25
3	pasillo laboratorio	14,20	2,50	4,00	35,50
4	pasillo vestuarios	14,85	2,50	4,00	37,12
5	oficinas	21,70	9,30	4,00	201,81
6	laboratorio	14,20	9,30	4,00	132,06
7	vestuarios femeninos	9,30	7,27	4,00	67,61
8	vest. masculinos	9,30	7,27	4,00	67,61
9	sala de producción	43,05	36,00	8,00	1.604,81
10	almacen de emesas	14,85	11,95	8,00	177,46
11	cuarto equipo refri.	11,95	4,55	8,00	54,37
12	cañama higiénica	11,95	10,08	3,00	119,50
13	almacen de sillas	14,85	11,95	8,00	177,46

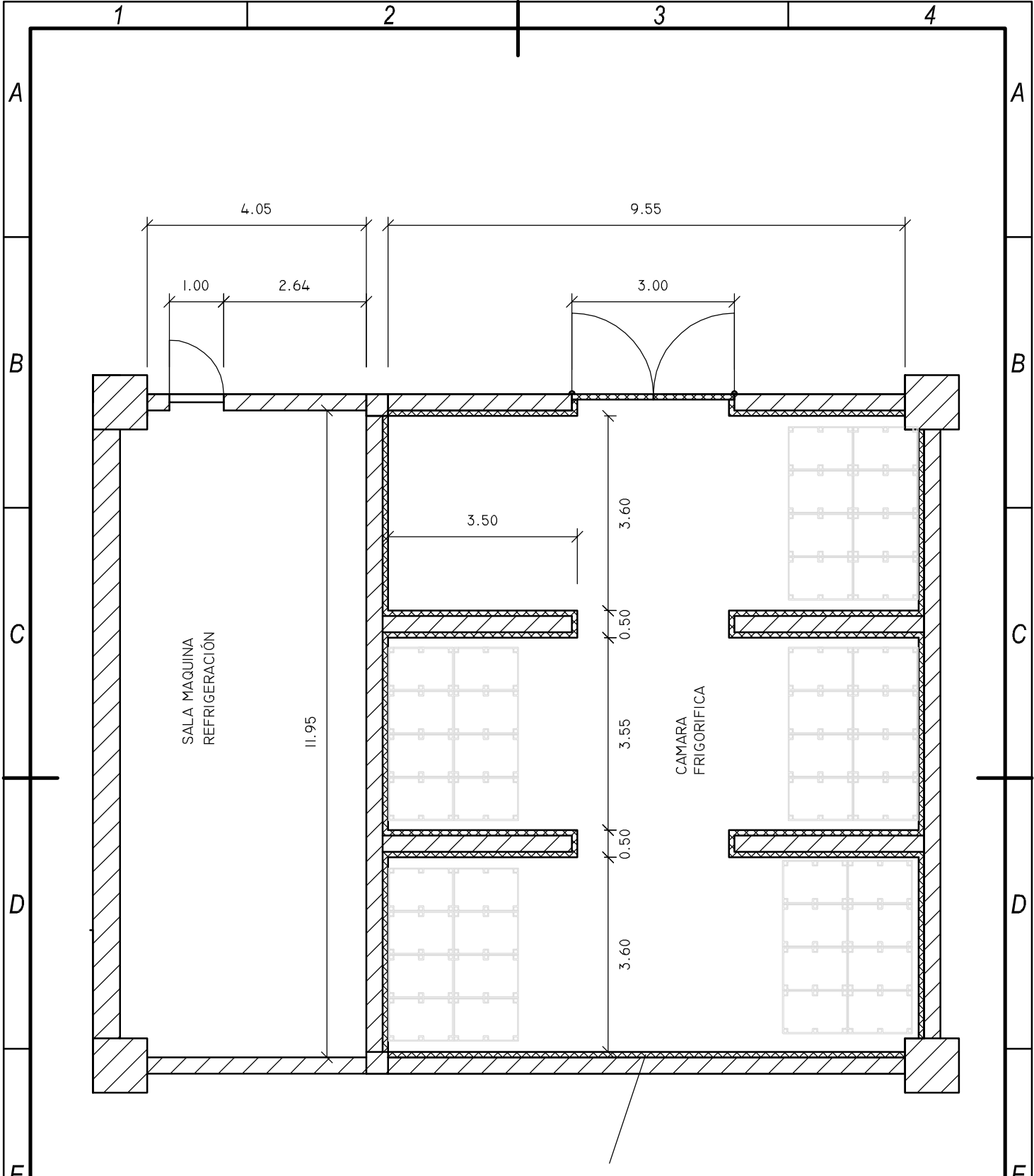
Nombre:		Firma:	
Dibujado:	09-2014	Andrés M. Saiz Millán	
Comprobado:			
Título:		Curso:	
Planta general nave		3º I.T.I. Química	
Proyecto:		Plano Nº 03	
Fecha:		Escala:	
09-2014		1:100	
Nombre:		Curso:	
Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza		3º I.T.I. Química	




ZONA DE PRODUCCIÓN

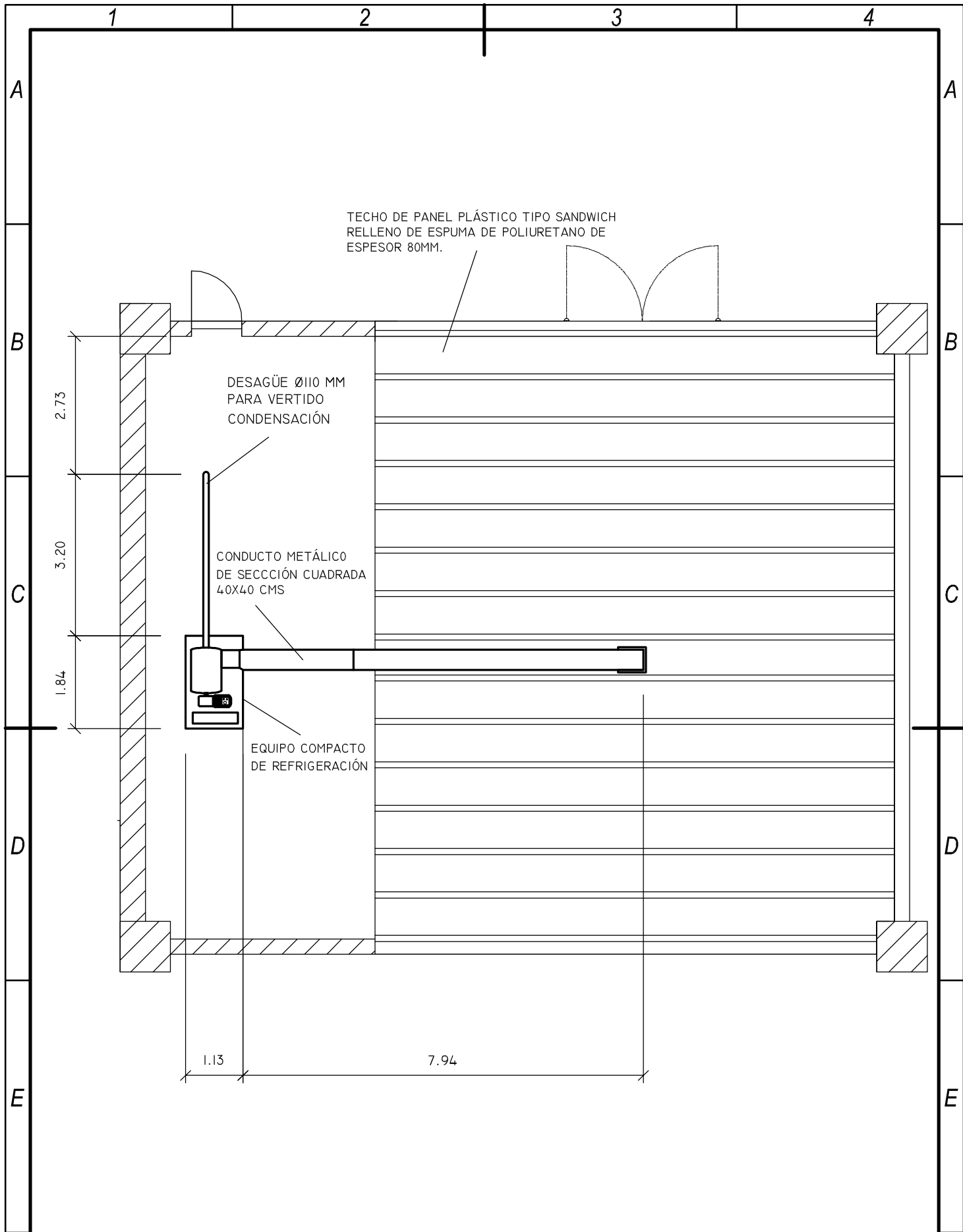
Nº	ELEMENTO
1	CINTA TRANSPORTADORA MALLAS Nº1
2	SILO 650 LTS
3	LAVADO DE FRESAS POR ASPERSIÓN
4	CINTA TRANSPORTADORA MALLAS Nº2
5	MARMITA PRINCIPAL 700 LTS
6	BOMBA LOBLULAR Nº2 Q=20M ³ /H
7	MARMITA SECUNDARIA 100 LTS
8	BOMBA LOBLULAR Nº1 Q=20M ³ /H
9	CINTA TRANSPORTADORA TIPO 3 CHARNELAS
10	LAVADORA TARROS Nº1
11	CINTA TRANSPORTADORA TIPO 3 CHARNELAS
12	SECADORA DE TARROS Nº2
13	CINTA TRANSPORTADORA TIPO 3 CHARNELAS
14	LLENADORA - CERRADORA
15	CINTA TRANSPORTADORA TIPO 4, CHARNELAS
16	LAVADORA TARROS Nº2
17	CINTA TRANSPORTADORA TIPO 4, CHARNELAS
18	SECADORA TARROS Nº2
19	CINTA TRANSPORTADORA TIPO 3 CHARNELAS
20	ETIQUETADORA
21	CINTA TRANSPORTADORA TIPO 3 CHARNELAS
22	MESA ROTATORIA RODILLOS PARA SELECCIÓN
23	CINTA TRANSPORTADORA TIPO 5 RODILLOS GRAY.
24	CINTA TRANSPORTADORA TIPO 3 CHARNELAS
25	EMPAQUETADORA
26	CINTA TRANSPORTADORA TIPO 4, RODILLO TRACC.
27	ZONA DE CARGA PRODUCTO TERMINADO
28	ZONA DE CARGA PRODUCTO DEFECTUOSO
29	ZONA DE DESCARGA TARROS

Fecha		Nombre		Firma:	
09-2014		Andrés M. Sanz Millán			
Dibujado		Comprobado		Escuela de	
				Ingeniería y Arquitectura	
Título		Proyecto		Curso	
N/A		Proceso de mermelada de fresa		3º I.T.I. Química	
Escala		Plano Nº		448541	
1:100		04			



PARED DE PANEL TIPO "SANDWICH" DE
ESPUMA DE POLIURETANO DE 80MM

	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
<i>Dibujado</i>	09-2014	Andrés M. Sanz Millán		
<i>Comprobado</i>				
F	<i>Escala</i>	<i>Título</i> Planta distribución centro frigorífico		NIA: 448541
	1:100	<i>Proyecto</i> Proceso de mermelada de fresa		Curso: 3º I.T.I. Química
				Plano Nº 05.01
	1	2	3	A4



	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
<i>Dibujado</i>	09-2014	Andrés M. Sanz Millán		
<i>Comprobado</i>				
F	<i>Escala</i>	<i>Título</i> <i>Planta ubicación centro frigorífico</i>		NIA: 448541
	1:100	<i>Proyecto</i> <i>Proceso de mermelada de fresa</i>		Curso: 3º I.T.I. Química
				Plano Nº 05.02

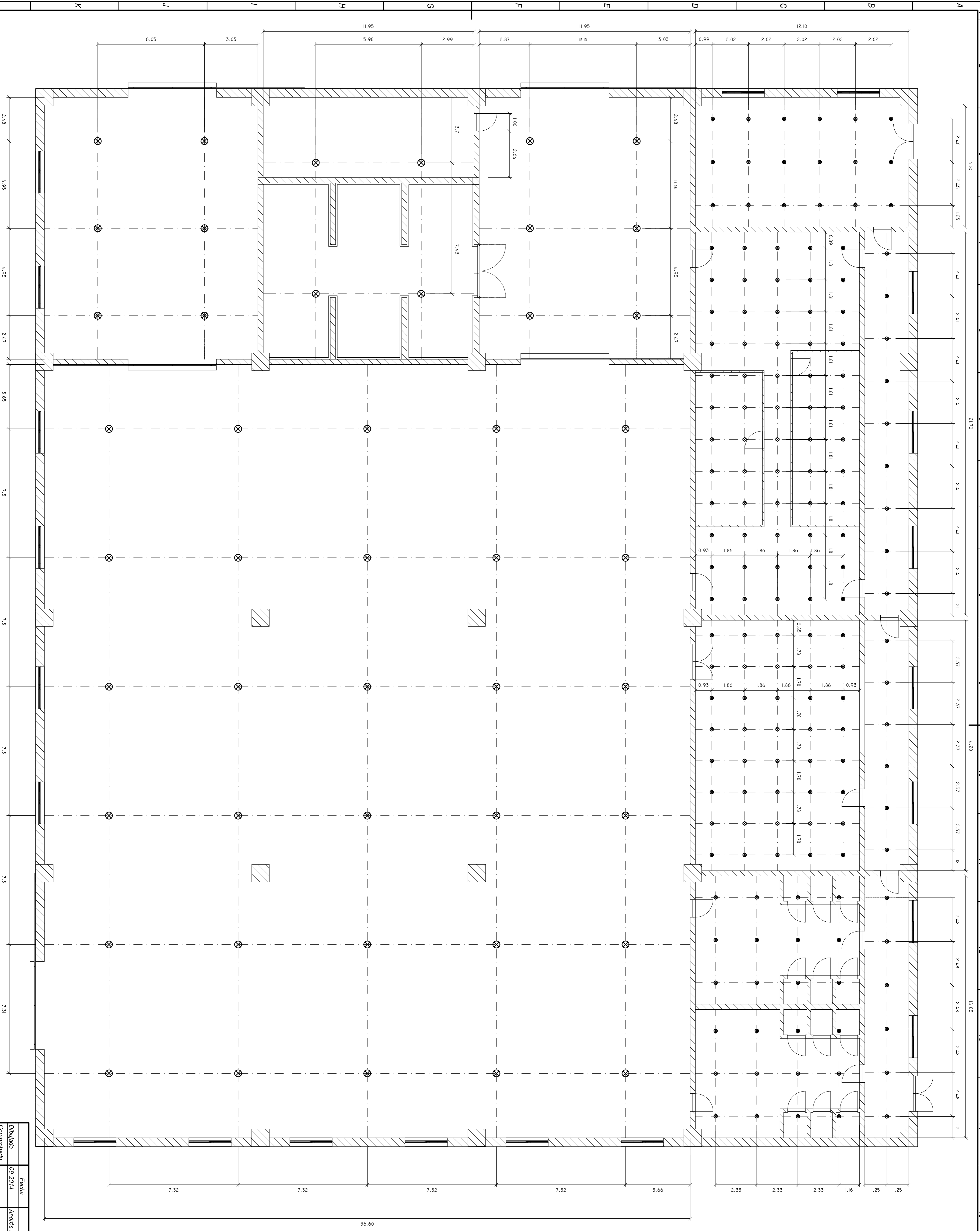
1

2

3

A4

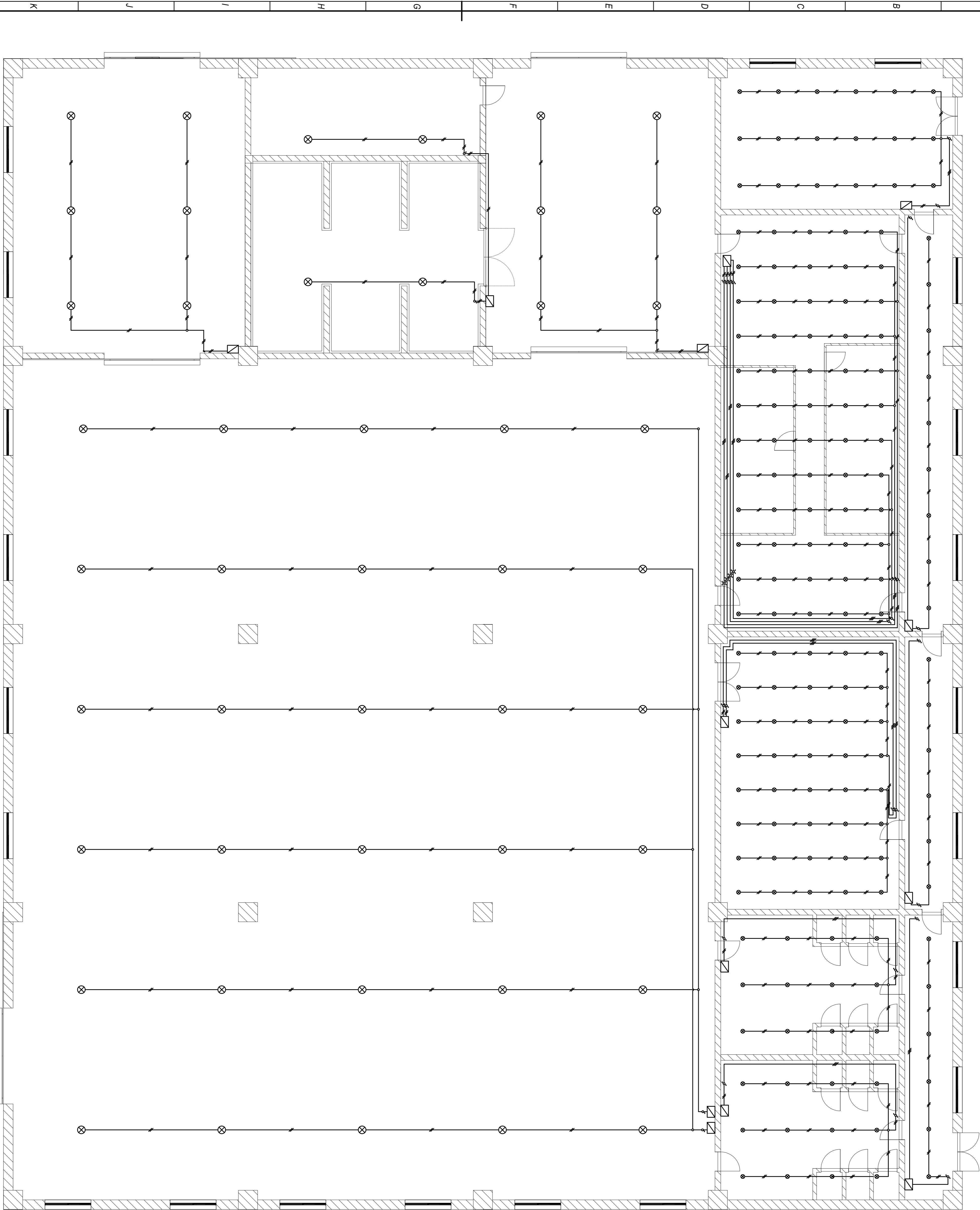
LEYENDA:	
●	LUMINARIA 3X1W
⊗	LUMINARIA 2X8W



Dibujado	09-2014	Nombre	Andrés M. Saiz Millán	Firma:	
Comprobado		Título	Planta distribución de luminarias	Curso	3º I.T.I. Química
Escala	1:100	Proyecto	Proceso de memoria de fresa	Plano Nº	06



Grid labels: A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L (vertical); 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 (horizontal)






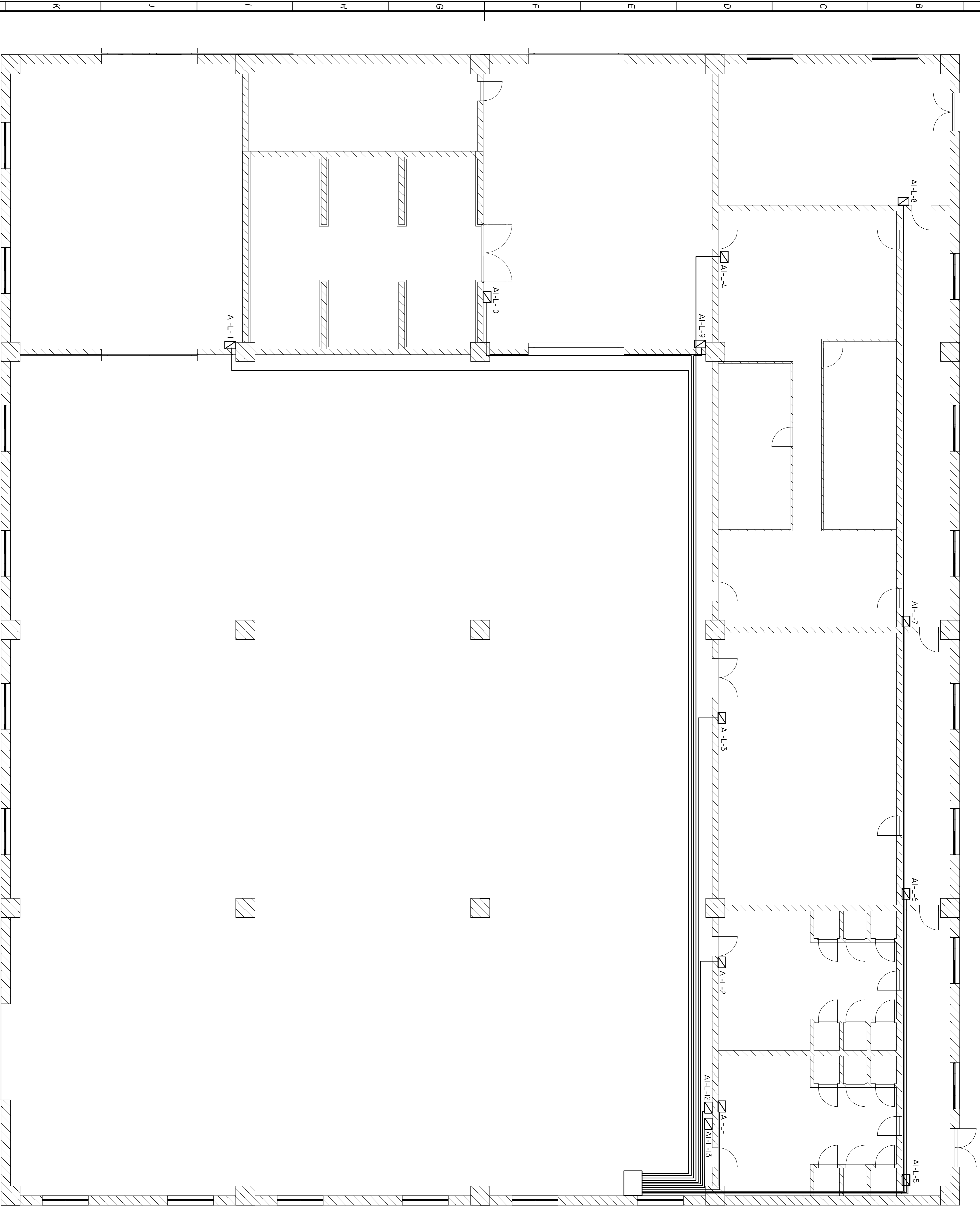
LEYENDA:


⊗	LUMINARIA 4x80W
⊙	LUMINARIA 3x1xW
⌞	INTERRUPTOR SIMPLE
⌞	INTERRUPTOR CONUTADOR
⌞	INTERRUPTOR CONUTADOR CRUZADO
⌞	CAJA DE EMPALMES
⌞	CAJA DE EMPALMES
⌞	LINEA DOS CONDUCTORES
⌞	LINEA TRES CONDUCTORES

Dibujado	09-2014	Andrés M. Saiz Millán	Firma:	
Comprobado				
Escala	1:100			
Título	Planta distribución unifilar iluminado		Curso	448541
Proyecto	Proceso de membrada de fresa		Plano N°	07.02
				17

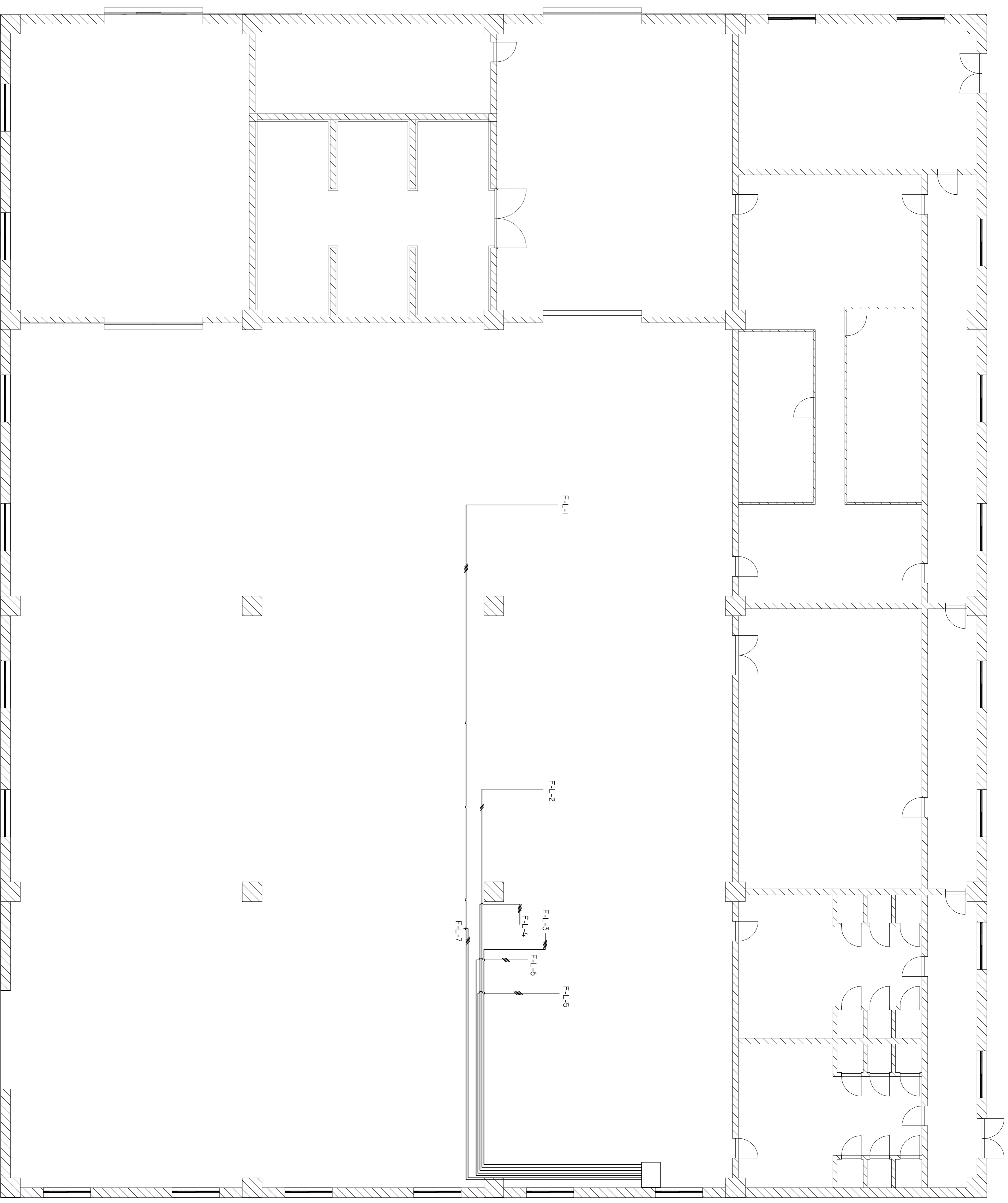
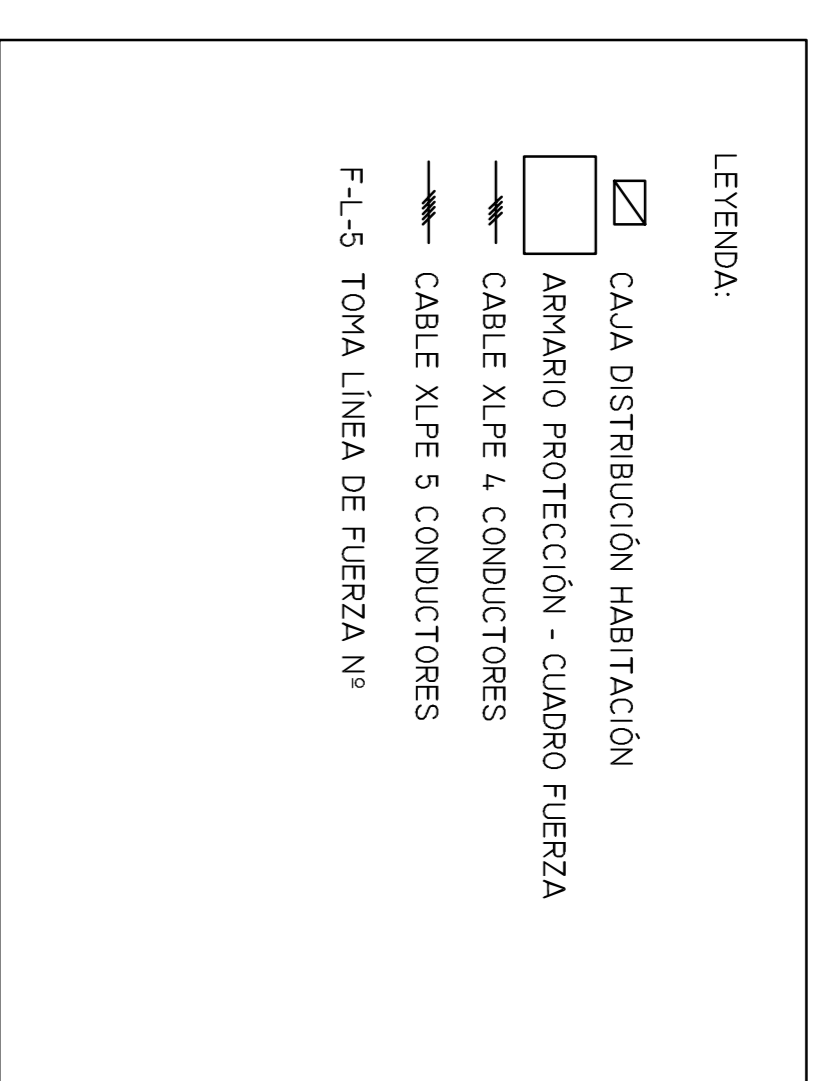
LEYENDA:


- AI-L-1  CAJA DISTRIBUCIÓN HABITACIÓN
-  ARMARIO DE PROTECCIÓN - CUADRO ALUMBRADO INTERIOR
-  LÍNEA FUERZA ALUMBRADO INTERIOR



Dibujado	09-2014	Nombre	Andrés M. Sanz Millán	Firma:	
Comprobado		Título	Plano distribución unifilar alumbrado interior	Curso	3º I.T.I. Química
Escala	1:100	Proyecto	Proceso de memoria de fresa	Plano Nº	07.03

Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza
 448541



Dibujado	09-2014	Andrés M. Sanz Millán	Firma:	
Comprobado				
Escala	1:100		Título	Planta distribución unifilar fuerza 1
Proyecto			Curso	3º I.T.I. Química
			Plano Nº	07/04

L

K

J

I

H

G

F

E

D

C

B

A

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

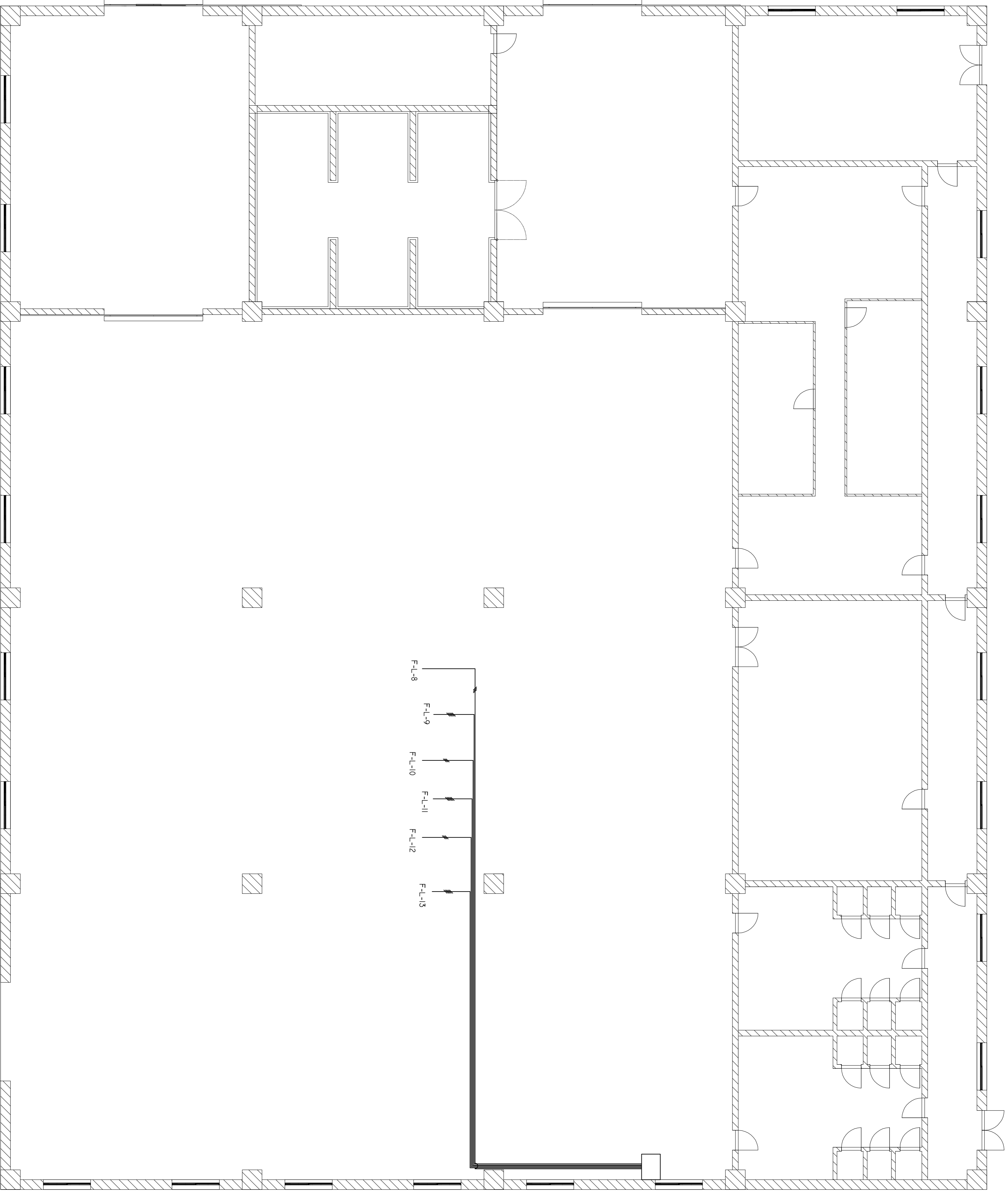
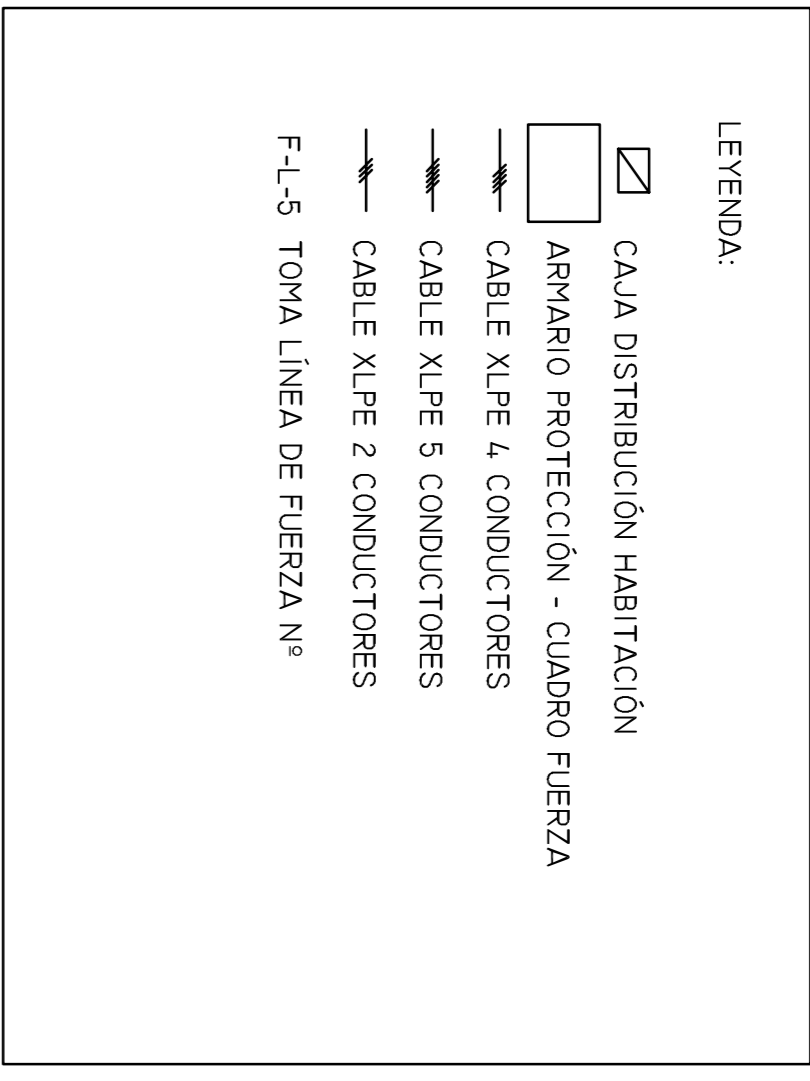
14

15

16

17

18



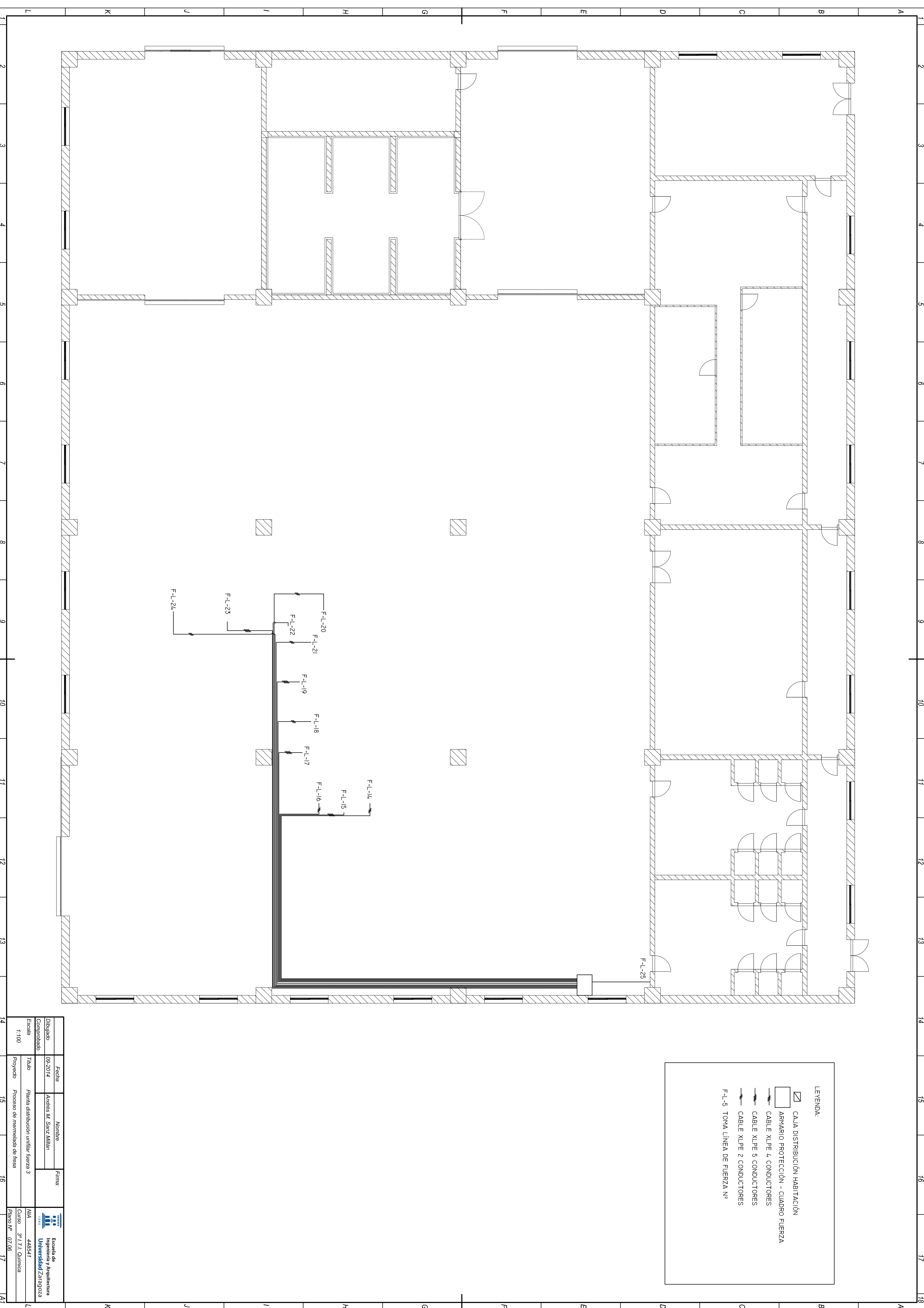
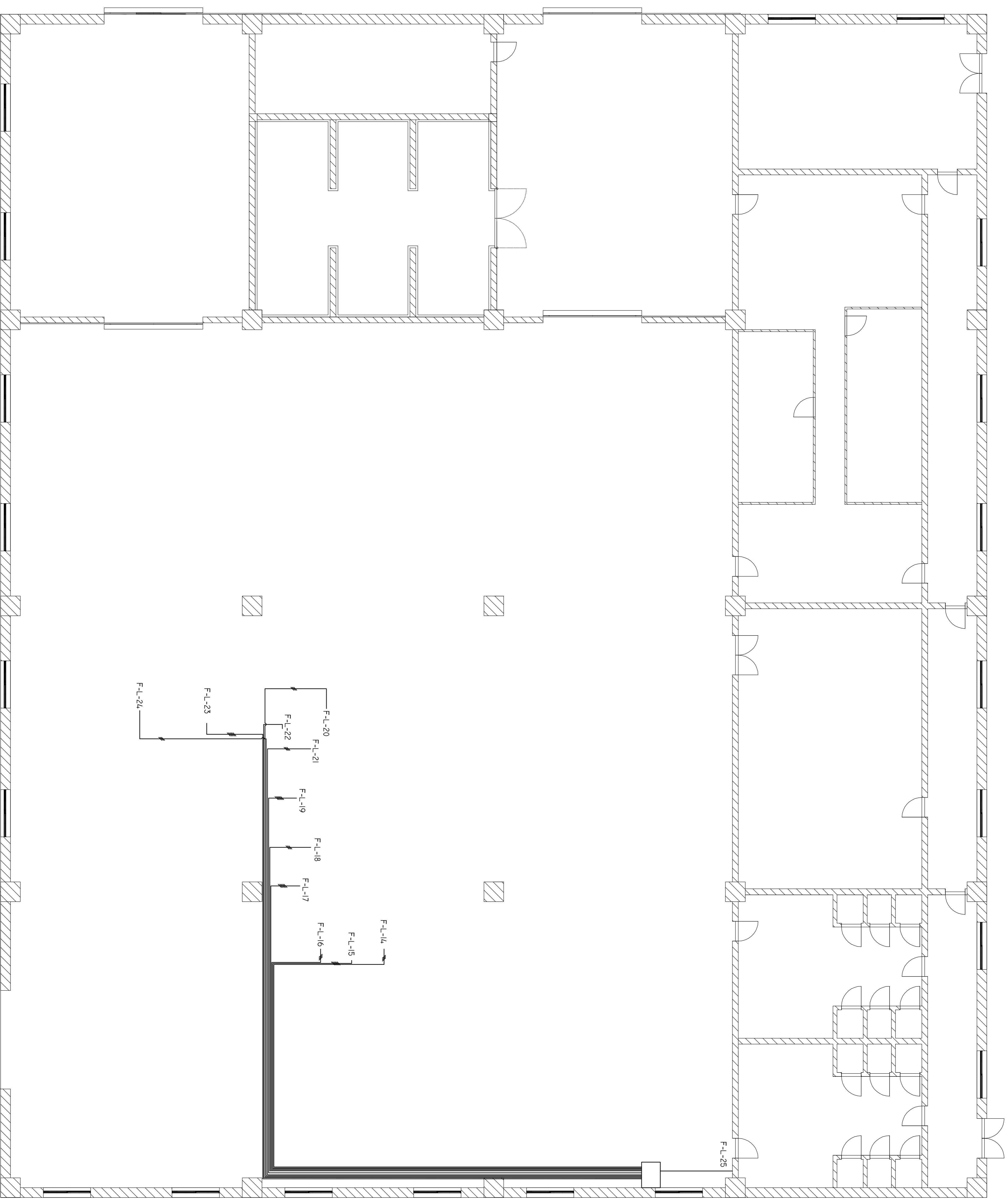
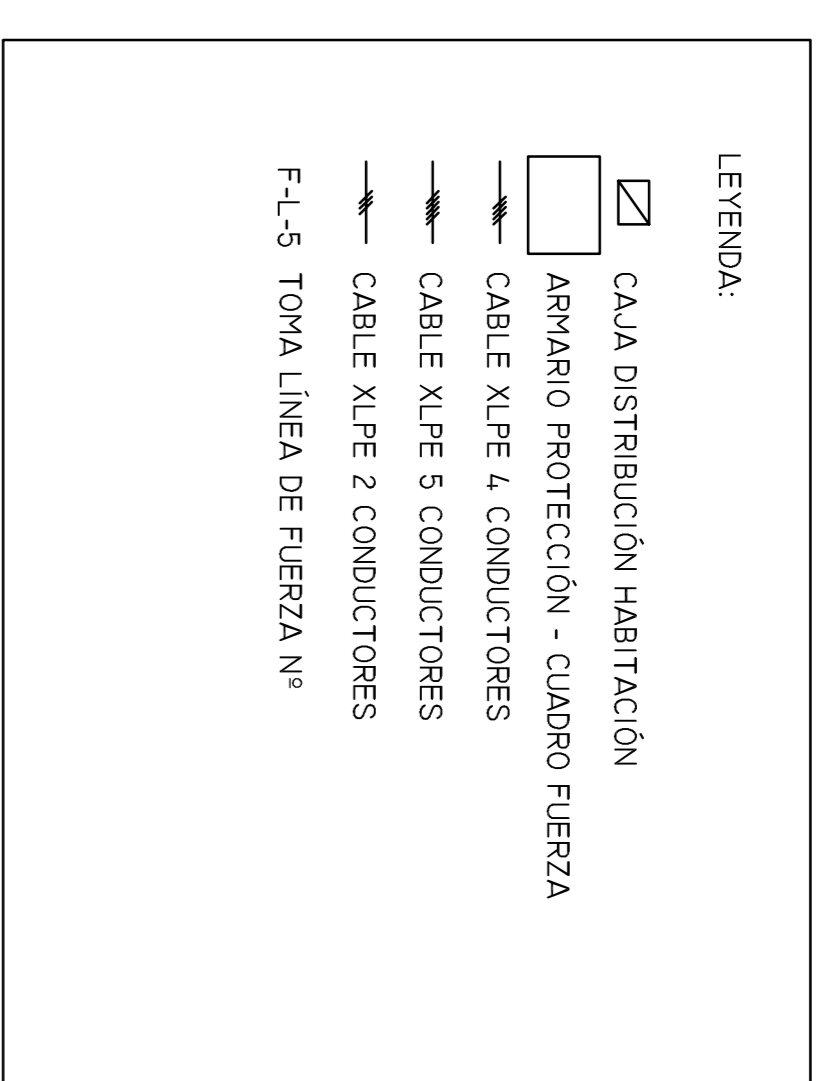
Dibujado	09-2014	Nombre	Andrés M. Sanz Millán	Firma:	
Comprobado		Título	Planta distribución unifilar fuerza 2	N/A	448541
Escala	1:100	Proyecto	Proceso de memoria de fresa	Curso	3º I.T.I. Química
				Plano Nº	07.05

A 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

A 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

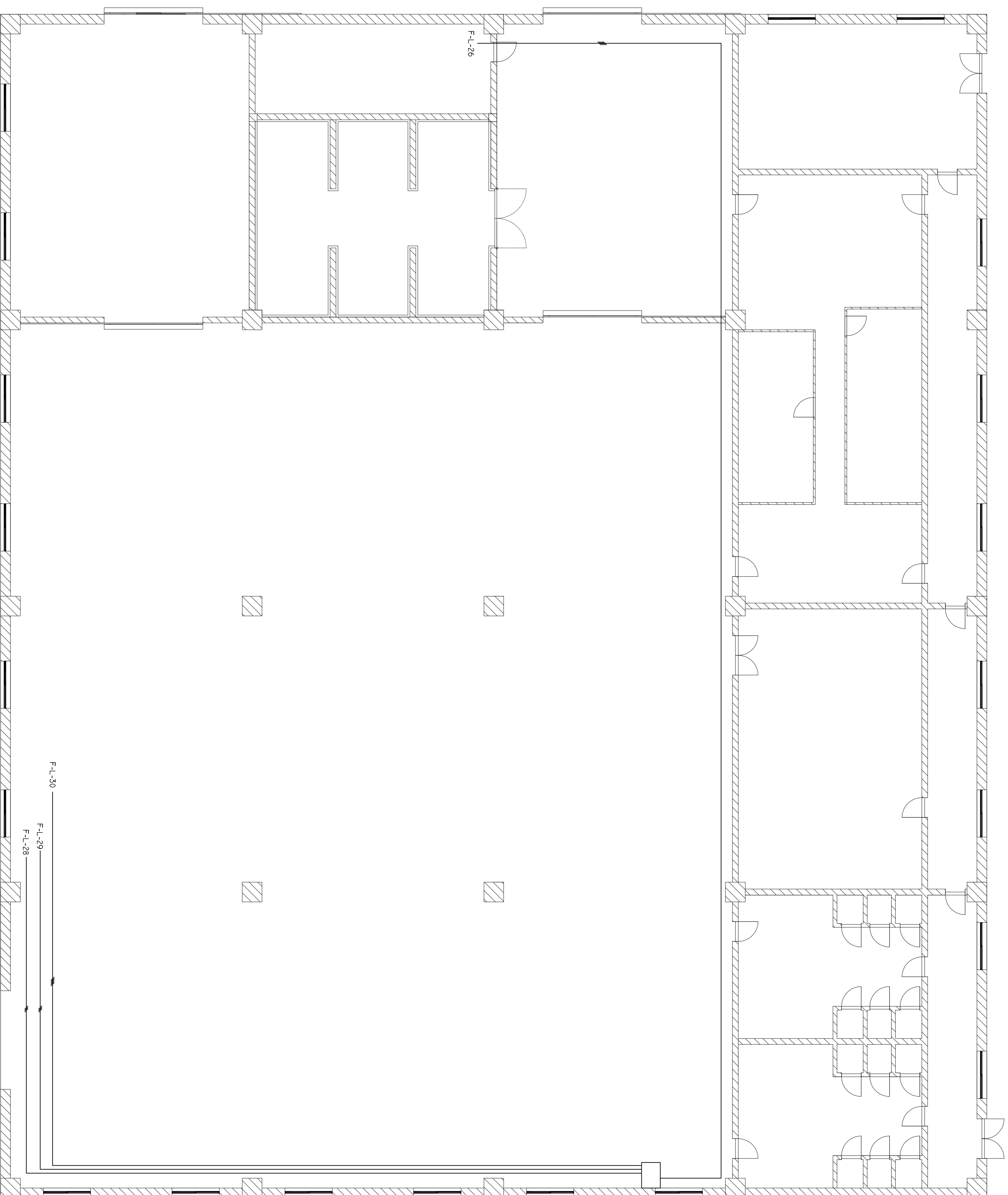
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18



Dibujado	09-2014	Andrés M. Sariz Millán	Firma:		Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Comprobado					
Escala	1:100		Título	Planta distribución unifilar fuerza 3	N/A 448541
			Proyecto	Proceso de memoria de fresa	Curso 3º I.T.I. Química Plano Nº 07.06

LEYENDA:

	CAJA DISTRIBUCIÓN HABITACIÓN
	ARMARIO PROTECCIÓN - CUADRO FUERZA
	CABLE XLPE 4 CONDUCTORES
	CABLE XLPE 5 CONDUCTORES
	CABLE XLPE 2 CONDUCTORES
	F-L-5 TOMA LÍNEA DE FUERZA Nº





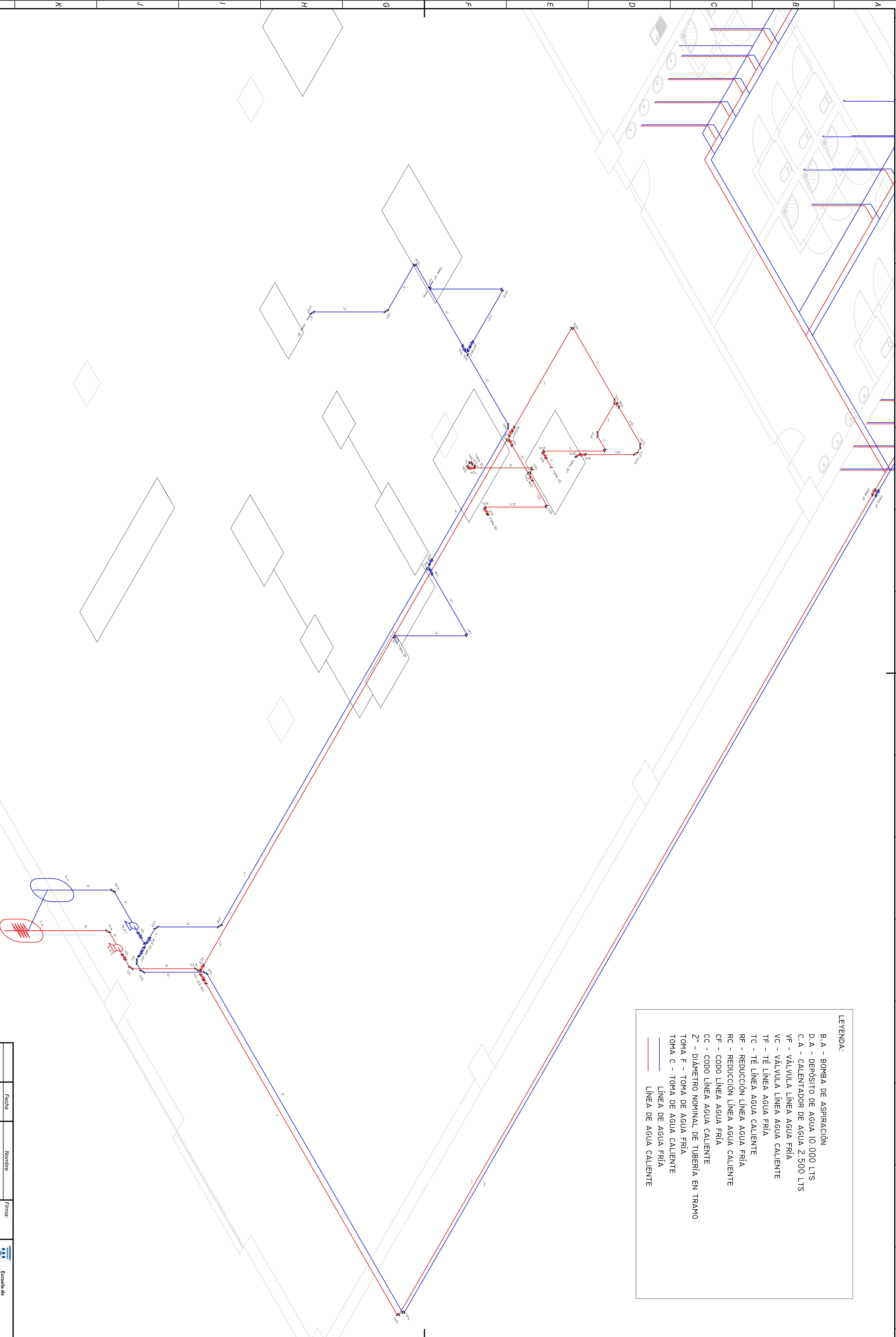
Dibujado	09-2014	Nombre	Andrés M. Sanz Millán	Firma:	
Comprobado					
Escala	1:100	Título	Planta distribución unifilar fuerza 4	N/A	448541
		Proyecto	Proceso de memoria de fresa	Curso	3º I.T.I. Química
				Plano Nº	07.07



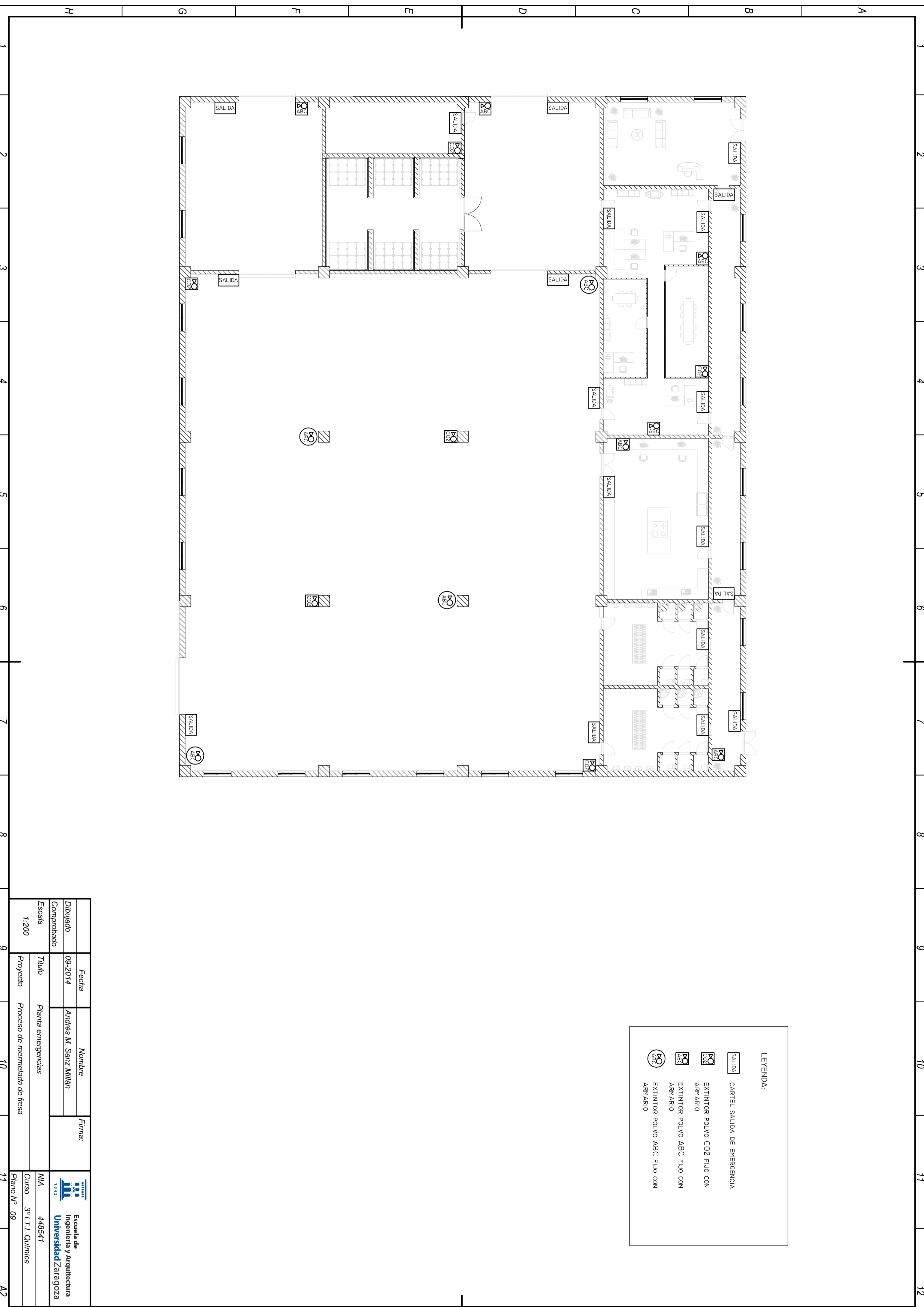
LEYENDA:

- B.A - BOMBA DE ASPIRACIÓN
- D.A - DEPÓSITO DE AGUA 10.000 LTS
- C.A - CALENTADOR DE AGUA 2.500 LTS
- VF - VALVULA LINEA AGUA FRÍA
- VC - VALVULA LINEA AGUA CALIENTE
- TF - TÉ LINEA AGUA FRÍA
- TC - TÉ LINEA AGUA CALIENTE
- RF - REDUCCIÓN LINEA AGUA FRÍA
- RC - REDUCCIÓN LINEA AGUA CALIENTE
- CF - CODO LINEA AGUA FRÍA
- CC - CODO LINEA AGUA CALIENTE
- 2" - DIÁMETRO NOMINAL DE TUBERÍA EN TRAMO
- TOMA F - TOMA DE AGUA FRÍA
- TOMA C - TOMA DE AGUA CALIENTE

	LINEA DE AGUA FRÍA
	LINEA DE AGUA CALIENTE



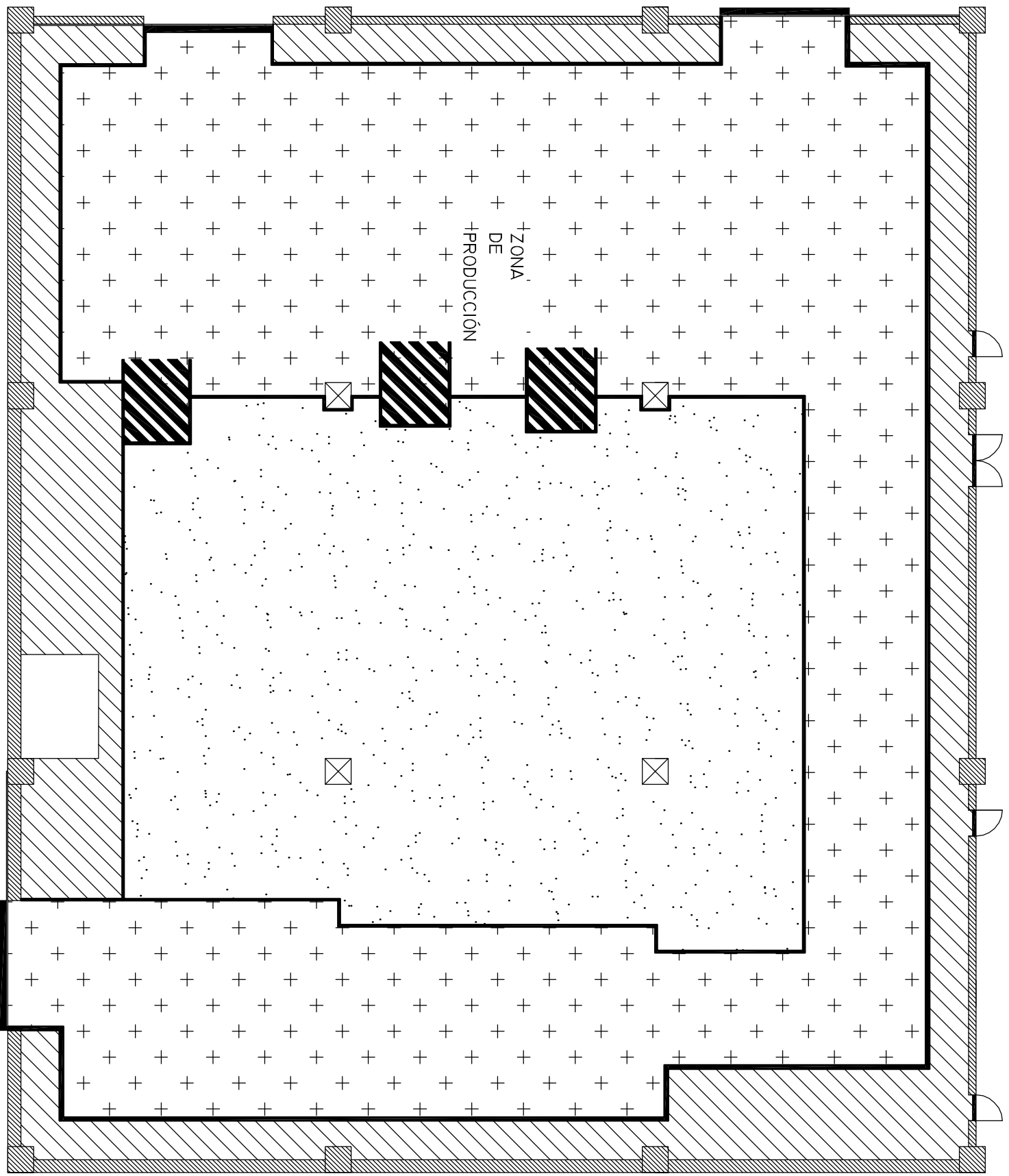
Fecha	09-2014	Nombre	Andrés M. Sanz Millán
Dibujado	Comprobado	Firma:	
Título		Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	
Escuela		N/A 448541	
Proyecto		Curso - 3º I.T.I. Química Plano Nº - 08	



LEYENDA:

	CARTEL SALIDA DE EMERGENCIA
	EXTINTOR POLVO CO2 FIJO CON ARMARIO
	EXTINTOR POLVO ABC FIJO CON ARMARIO
	EXTINTOR POLVO ABC FIJO CON ARMARIO

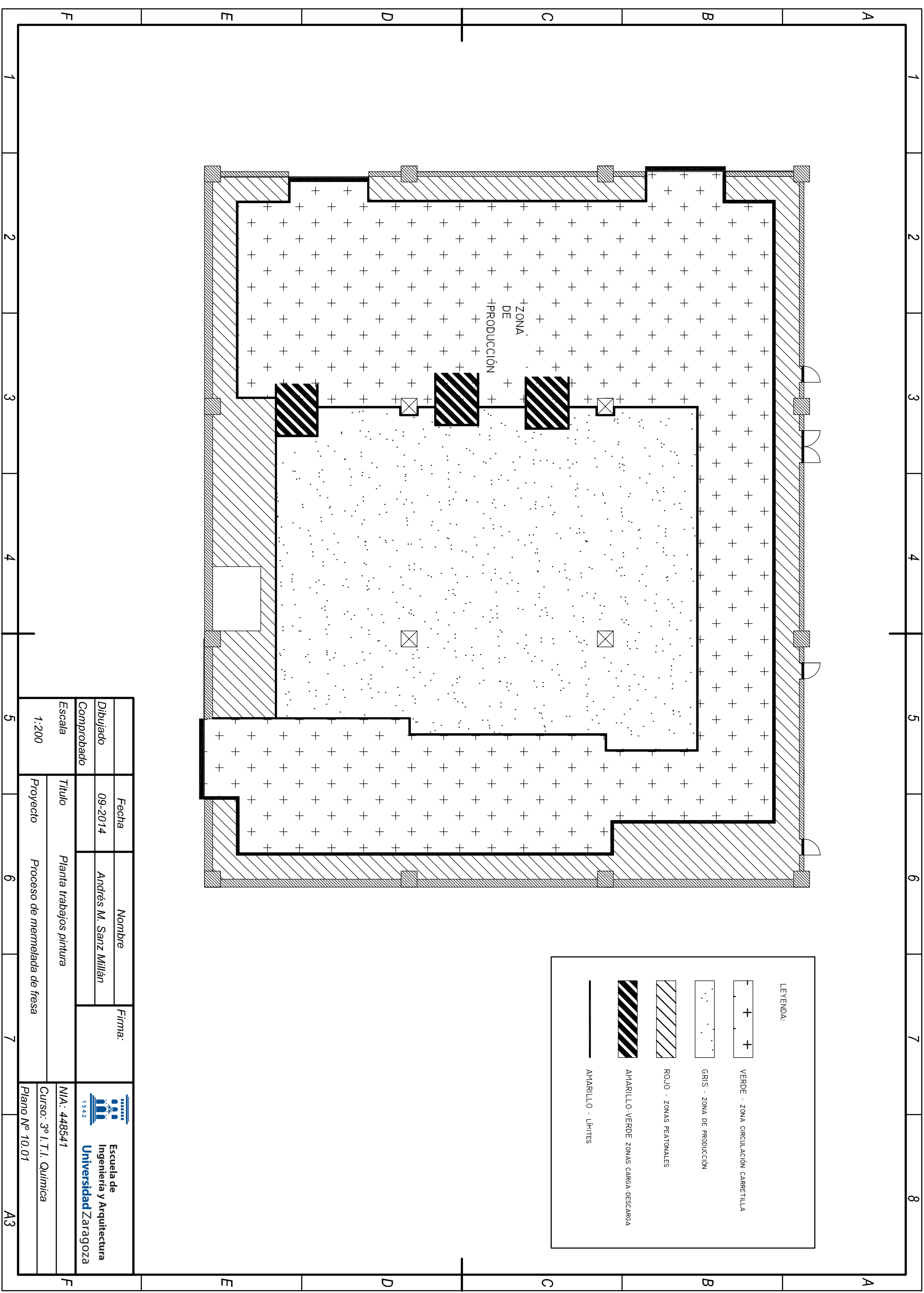
Nombre	Andrés M. Sanz Millán	Firma:	
Fecha	09-2014		
Dibujado			
Comprobado			
Escala	1:200	Título	Planta emergencias
Proyecto		Proceso de mermelada de fresa	
Curso		3º I.T.I. Química	
Plano Nº		09	
Escuela de Ingeniería y Arquitectura		Universidad Zaragoza	
NIA		448541	

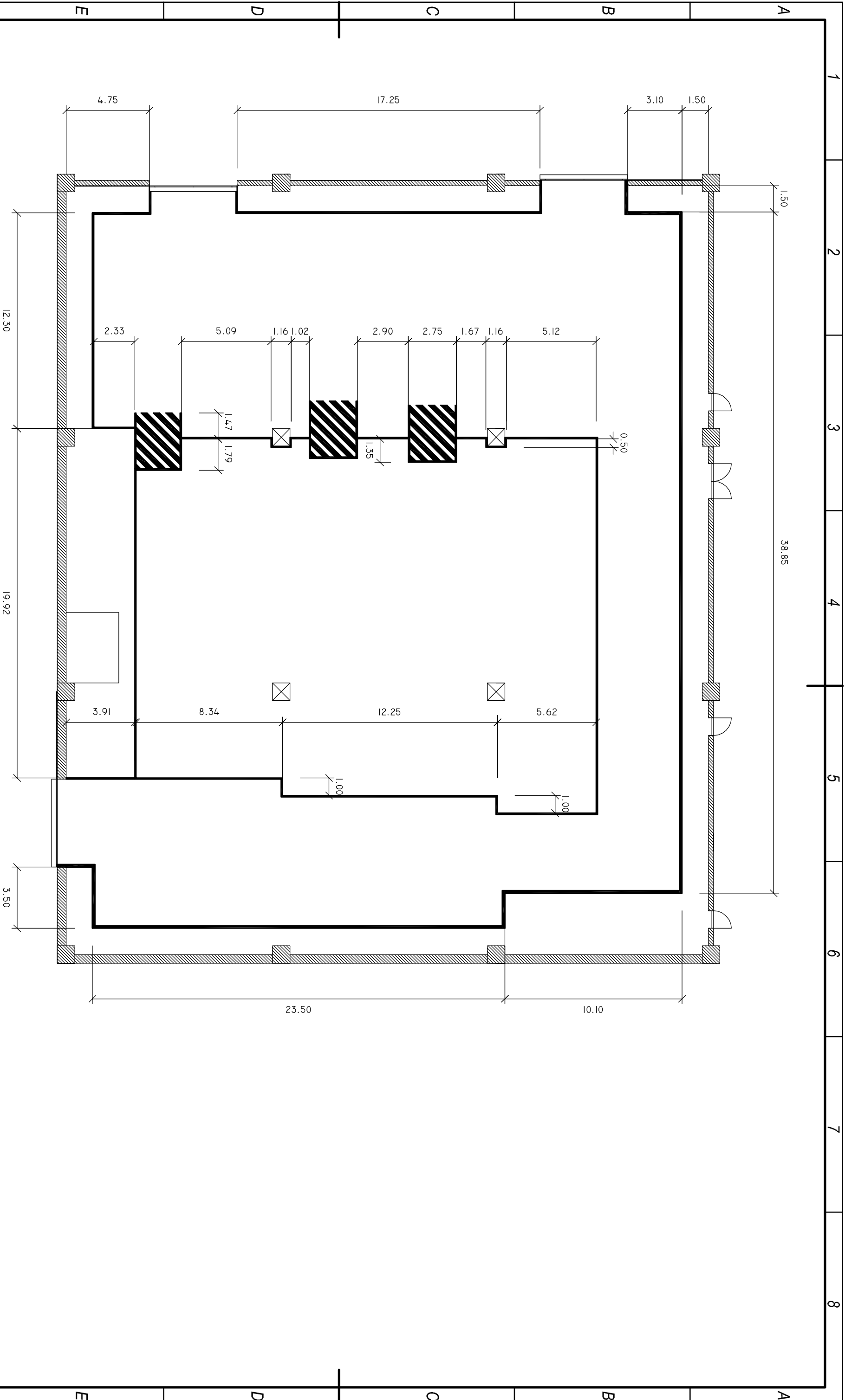


LEYENDA:

	VERDE - ZONA CIRCULACIÓN CARRETILO
	GRIS - ZONA DE PRODUCCIÓN
	ROJO - ZONAS PEATONALES
	AMARILLO-VERDE ZONAS CARGA-DESCARGA
	AMARILLO - LÍMITES

		Firma:		 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	09-2014	Andrés M. Sanz Millán		
Comprobado				
Escala	1:200	Titulo		Planta trabajos pintura
Proyecto		Proceso de mermelada de fresa		
		Curso: 3º I.T.I. Química		
		MIA: 448541		
		Plano Nº 10.01		



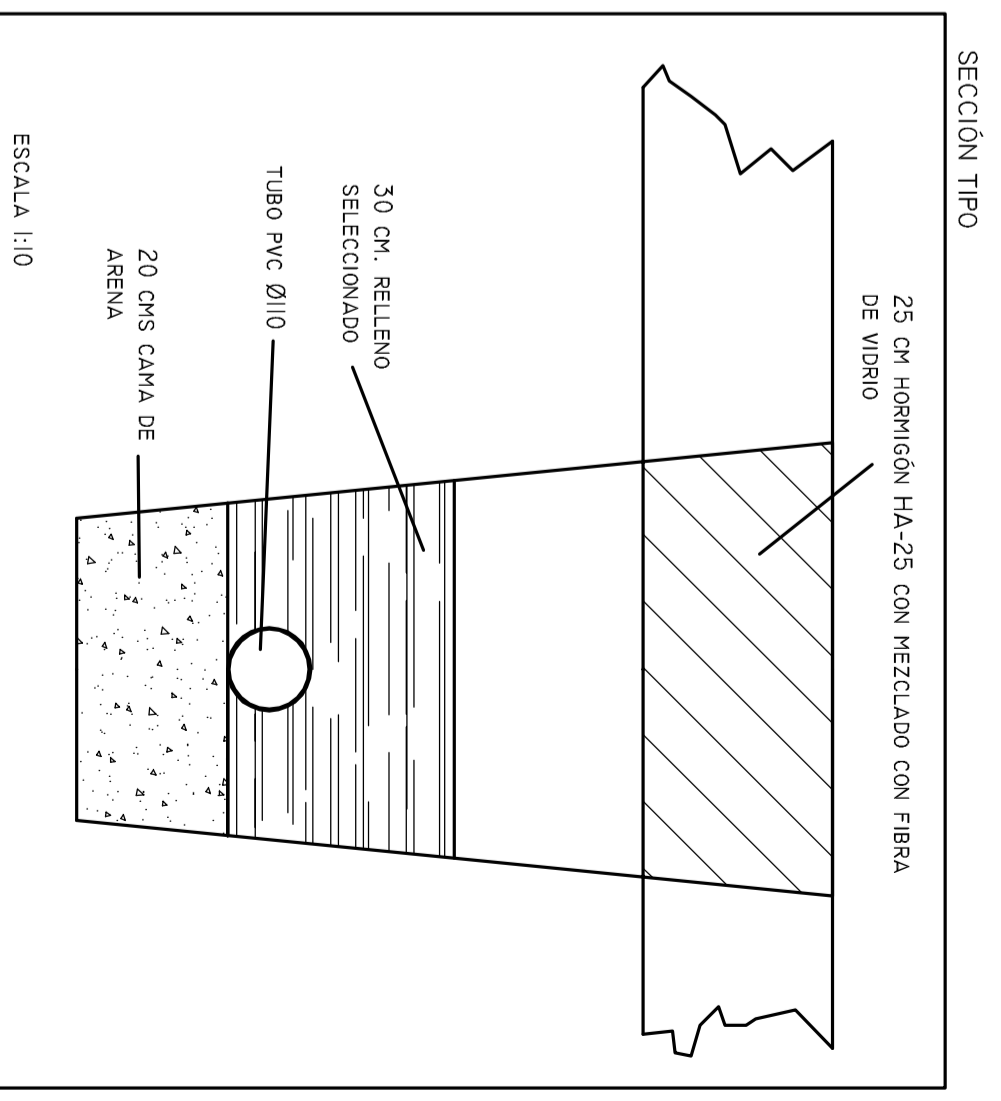
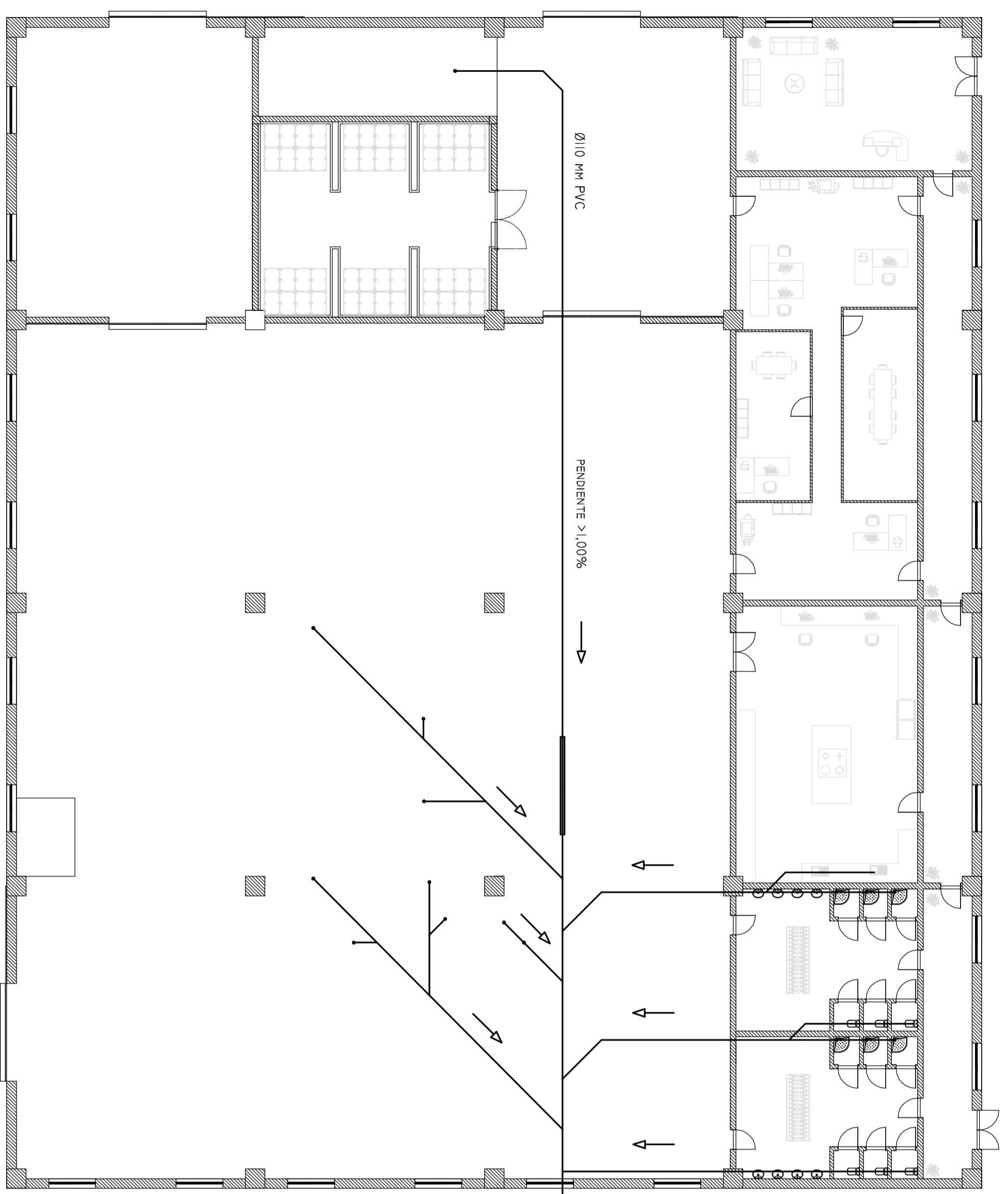


Escala		1:200	
Comprobado		1:200	
Dibujado		09-2014	
Nombre		Andrés M. Sanz Millán	
Firma:			
Fecha		09-2014	
Titulo		Dimensiones zona pintura	
Proyecto		Proceso de mermelada de fresa	
M.A.: 448541		Escuela de Ingeniería y Arquitectura	
Curso: 3º I.T.I. Química		Universidad Zaragoza	
Plano Nº 10.02			

1 2 3 4 5 6 7 8

A B C D E F

A3



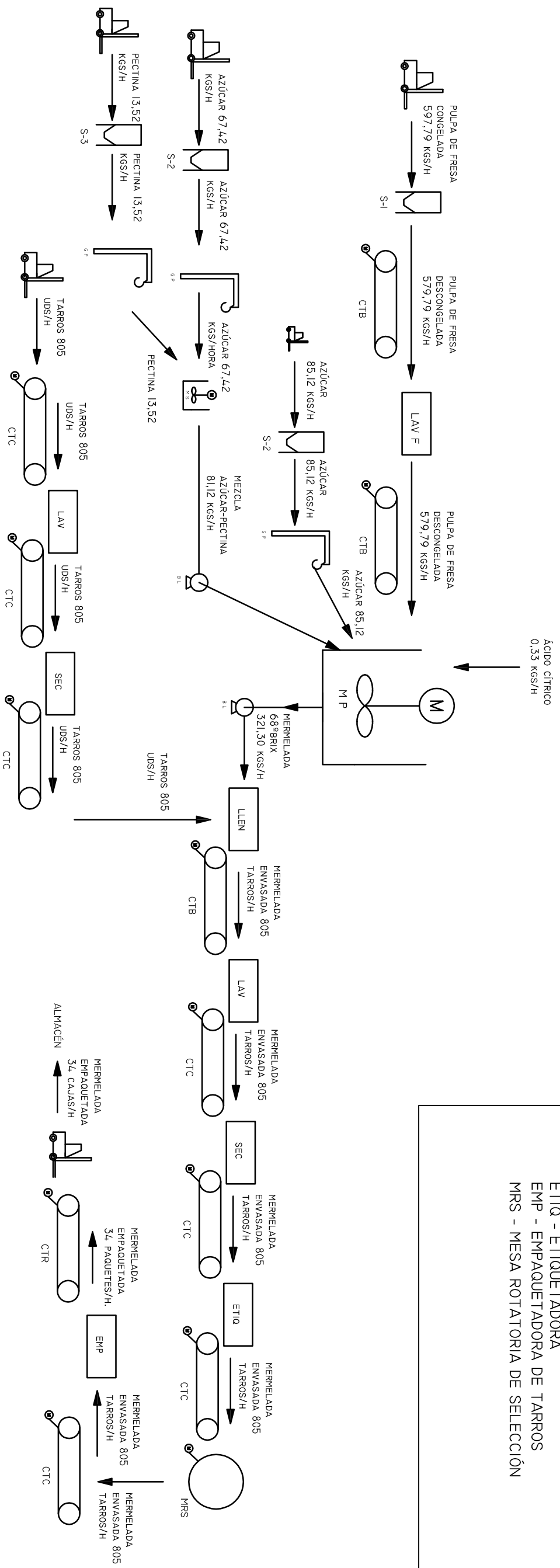
Fecha	09-2014	Nombre	Andrés M. Sanz Millán	Firma:	
Dibujado					
Comprobado					
Escala	1:200	Título	Planta red de drenajes	Curso	3º I.T.I. Química
		Proyecto	Proceso de mermada de fresa	Plano Nº	11



448541

3º I.T.I. Química

Plano Nº 11



LEYENDA:

- CTB - CINTA TRANSPORTADORA DE BANDAS
- CTC - CINTA TRANSPORTADORA DE CHARNELAS
- CTR - CINTA TRANSPORTADORA DE RODILLOS
- M.P. - MARMITA PRINCIPAL
- M.S - MARMITA SECUNDARIA.
- B.L. BOMBA LOBULAR
- M- MOTOR
- G P - GRÚA PORTÁTIL
- S-1 SILO 700 LITROS
- S-2 SILO 100 LITROS
- S-3 SILO 25 LITROS
- LAV F - LAVADORA DE FRESAS
- LAV - LAVADORA DE TARROS
- SEC - SECADORA DE TARROS
- LEN - LLENADORA DE TARROS
- ETIQ - ETIQUETADORA
- EMP - EMPAQUETADORA DE TARROS
- MRS - MESA ROTATORIA DE SELECCIÓN

Escala S/E		Proyecto		Proceso de mermelada de fresa	
Comprobado		Fecha		Nombre	
Dibujado		09-2014		Andrés M. Sanz Millán	
Firma:		Título		Diagrama de Flujo	
Escala S/E		Proyecto		Proceso de mermelada de fresa	
N/A: 448541		Curso: 3º I.T.I. Química		Plano Nº 12	
Escuela de Ingeniería y Arquitectura		Universidad Zaragoza		1542	