



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**Trabajo Fin de Máster**

**CURSO 2016/17**

---

*ESTUDIO DE OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS  
INSTALACIONES EXISTENTES EN LA ESCUELA  
POLITÉCNICA SUPERIOR DE LA UDC MEDIANTE EL  
USO DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS*

---

**Máster en Ingeniería Industrial**

**ALUMNA**

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

**TUTORES**

Javier López Montero

Manuel Ángel Graña López

**FECHA**

SEPTIEMBRE 2017



## 1 TÍTULO Y RESUMEN

### *ESTUDIO DE OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES EN LA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE LA UDC MEDIANTE EL USO DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS*

Con este estudio de optimización energética, se intenta conseguir aumentar la eficiencia energética de las instalaciones que se utilizan en la escuela, reduciendo la cantidad de energía utilizada para producir una misma actividad o para alcanzar un determinado nivel de confort.

Los cambios que se proponen consisten en: sustituir las calderas actuales de gasóleo por calderas de biomasa para conseguir disminuir la contaminación y los gastos en combustible, aprovechar el agua de la instalación de evacuación de aguas pluviales para su posterior utilización en inodoros y, por último, cambiar las luminarias actuales por luminarias LED aumentando el confort y mejorando los niveles lumínicos. Para la instalación de iluminación, además se realiza un estudio de armónicos, para valorar la colocación de filtros de rechazo. Posteriormente, se realiza un análisis de la viabilidad económica de los cambios propuestos.

### ESTUDO DE OPTIMIZACIÓN ENERXÉTICA DAS INSTALACIÓNS EXISTENTES NA ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR DA UDC MEDIANTE O USO DE ENERXÍAS ALTERNATIVAS

Con este estudo de optimización enerxética, inténtase conseguir aumentar a eficiencia enerxética das instalación que se utilizan na escola, reducindo a cantidade de enerxía utilizada para producir unha mesma actividade ou para alcanzar un determinado nivel de confort.

Os cambios que se propoñen consisten en: substituír as caldeiras actuáis de gasóleo por caldeiras de biomasa para conseguir disminuir a contaminación e os gastos en combustible, aproveitar a auga da instalación de evacuación de augas pluviais para a súa posterior utilización en inodoros e, por último, cambiar a luminarias actuáis por luminarias LED aumentando o confort e mellorando os niveis lumínicos. Para a instalación de iluminación, ademáis realízase un estudo de armónicos, para valorar a colocación de filtros de rexeitamento. Posteriormente, realízase unha análise da viabilidade económica dos cambios propostos.

### STUDY OF ENERGETIC OPTIMISATION ABOUT EXISTING FACILITIES AT THE ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR OF THE UDC THROUGH THE USE OF ALTERNATIVE ENERGY

With this study about energetic optimisation, my objective is to increase energetic efficiency of college facilities through the reduction of the amount energy used to produce the same activity or to reach a determined comfort level.

The changes that I propose are the following. Replacing de present diesel boilers by biomass boilers to reduce pollution and combustible expense using rainwater as water for toilets and finally, substituting present luminaires by LED luminaires thus increasing comfort and getting better de lighting levels. Regarding the lighting facilities, a harmonic study is carried out to assess the installation of rejection filters. Subsequently, there will be an analysis of the economic feasibility about the proposed changes.





UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER**

**CURSO 2016/17**

---

*ESTUDIO DE OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS  
INSTALACIONES EXISTENTES EN LA ESCUELA  
POLITÉCNICA SUPERIOR DE LA UDC MEDIANTE EL  
USO DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS*

---

**Máster en Ingeniería Industrial**

**Documento**

**ÍNDICE**



# ÍNDICE

1 Título y Resumen .....	3
2 MEMORIA.....	19
2.1 Objeto .....	21
2.2 Alcance.....	21
2.3 Antecedentes.....	21
2.4 Normas y referencias .....	21
2.4.1 Disposiciones legales y normas aplicadas .....	21
2.4.2 Bibliografía.....	22
2.4.3 Programas de cálculo .....	22
2.5 Definiciones y abreviaturas .....	22
2.6 Descripción de la actividad a desarrollar .....	22
2.7 Instalaciones.....	23
2.7.1 Instalación de iluminación.....	24
2.7.2 Estudio filtro de rechazo .....	24
2.7.3 Instalación de suministro de agua.....	24
2.7.4 Instalación de calefacción.....	24
2.8 Personal .....	24
2.9 Orden de prioridad de los documentos básicos .....	25
3 DOCUMENTACIÓN DE PARTIDA.....	31
4 ANEXO I: INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN.....	35
4.1 Objeto .....	35
4.2 Alcance.....	35
4.3 Normas y referencias .....	35
4.3.1 Programas de cálculo utilizados .....	35
4.4 Definiciones y abreviaturas .....	35
4.5 Requisitos de diseño.....	35
4.6 Descripción de la instalación.....	38
4.7 Cálculos realizados.....	49
5 ANEXO II: ESTUDIO DE ARMÓNICOS .....	55
5.1 Objeto .....	55
5.2 Alcance.....	55
5.3 Normas y referencias.....	55
5.4 Definiciones y abreviaturas .....	55
5.5 Requisitos de diseño.....	56

5.6 Descripción .....	57
5.7 Cálculos realizados.....	57
5.7.1 Luminaria WT460C de 19,8 W.....	58
5.7.2 Luminaria SM461V de 22 W .....	60
5.7.3 Luminaria SP480P de 35 W.....	61
5.7.4 Cálculos cuadro alumbrado sótano.....	64
5.7.5 Cálculos cuadro alumbrado planta baja .....	65
5.7.6 Cálculos cuadro alumbrado planta 1 .....	66
5.7.7 Cálculos cuadro alumbrado planta 2.....	67
5.7.8 Cálculos filtro de rechazo.....	68
6 ANEXO III: INSTALACIÓN DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS PLUVIALES.....	73
6.1 Objeto .....	73
6.2 Alcance.....	73
6.3 Normas y referencias.....	73
6.4 Definiciones y abreviaturas .....	73
6.5 Requisitos de diseño.....	73
6.5.1 Condiciones para la evacuación de aguas.....	73
6.5.2 Condiciones mínimas de suministro.....	73
6.6 Descripción de la instalación.....	75
6.6.1 Viabilidad de la instalación.....	75
6.6.2 Depósito de aguas pluviales .....	76
6.6.3 Red de suministro de aguas pluviales.....	77
6.6.4 Grupo de presión .....	78
6.7 Cálculos realizados.....	80
7 ANEXO IV: INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN .....	87
7.1 Objeto .....	87
7.2 Alcance.....	87
7.3 Normas y referencias.....	87
7.4 Definiciones y abreviaturas .....	87
7.5 Requisitos de diseño.....	87
7.6 Descripción de la instalación.....	88
7.6.1 Sala de calderas .....	88
7.6.2 Calderas de biomasa.....	89
7.6.3 Depósito de combustible.....	90
7.6.4 Depósito de inercia .....	92
7.6.5 Otros.....	93
7.7 Cálculo de las instalaciones.....	93



7.7.1 Cálculo de la demanda térmica.....	93
7.7.2 Cálculo del volumen necesario para el depósito de combustible .....	94
7.7.3 Cálculo del depósito de inercia necesario.....	96
7.7.4 Cálculo de la potencia de la caldera .....	96
7.7.5 Cálculo del diámetro de las tuberías .....	97
8 PLANOS .....	103
8.1 SITUACIÓN .....	103
8.2 EMPLAZAMIENTO .....	104
8.3 DISTRIBUCIÓN SÓTANO.....	105
8.4 DISTRIBUCIÓN PLANTA BAJA.....	106
8.5 DISTRIBUCIÓN PLANTA PRIMERA .....	107
8.6 DISTRIBUCIÓN PLANTA SEGUNDA .....	108
8.7 COTAS Y SUPERFICIES SÓTANO .....	109
8.8 COTAS Y SUPERFICIES PLANTA BAJA.....	110
8.9 COTAS Y SUPERFICIES PLANTA PRIMERA.....	111
8.10 COTAS Y SUPERFICIES PLANTA SEGUNDA .....	112
8.11 INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN SÓTANO .....	113
8.12 INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN PLANTA BAJA .....	114
8.13 INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN PLANTA PRIMERA .....	115
8.14 INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN PLANTA SEGUNDA.....	116
8.15 INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN .....	117
8.16 INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE AGUAS PLUVIALES SÓTANO.....	118
8.17 INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE AGUAS PLUVIALES PLANTA BAJA .....	119
8.18 INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE AGUAS PLUVIALES PLANTA 1 .....	120
8.19 INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE AGUAS PLUVIALES PLANTA 2.....	121
8.20 ESQUEMA DE INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN .....	122
9 PLIEGO DE CONDICIONES.....	127
9.1 Pliego de cláusulas administrativas .....	127
9.1.1 Disposiciones generales .....	127
9.1.2 Disposiciones facultativas. Delimitación general de funciones técnicas. ....	127
9.1.3 Disposiciones facultativas. De las obligaciones y derechos generales del constructor o contratista.....	132
9.1.4 Disposiciones facultativas. Responsabilidad civil de los agentes que intervienen en el proceso de edificación. ....	134
9.1.5 Disposiciones facultativas. Prescripciones generales relativas a trabajos, materiales y medios auxiliares. ....	136
9.1.6 Disposiciones facultativas. De las recepciones de edificios y obras anejas. .	139
9.1.7 Disposiciones económicas.....	142

9.1.8 Disposiciones económicas. De los precios. ....	144
9.1.9 Disposiciones económicas. Obras por administración. ....	146
9.1.10 Disposiciones económicas. Valoración y abono de los trabajos.....	148
9.1.11 Disposiciones económicas. Indemnizaciones mutuas.....	150
9.1.12 Disposiciones económicas. Varios.....	151
9.2 Pliego de condiciones técnicas particulares .....	153
9.2.1 Prescripción sobre los materiales. ....	153
9.2.2 Prescripciones en cuanto a la ejecución por unidades de obra y Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado. ....	163
10 ESTADO DE MEDICIONES.....	171
10.1 ILUMINACIÓN .....	171
10.2 CALEFACCIÓN .....	172
10.3 SUMINISTRO DE AGUA .....	176
11 PRESUPUESTO.....	187
11.1 ILUMINACIÓN .....	187
11.2 CALEFACCIÓN .....	188
11.3 SUMINISTRO DE AGUA .....	194
11.4 RESUMEN DEL PRESUPUESTO .....	200
12 ESTUDIOS CON ENTIDAD PROPIA.....	205
12.1 ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA.....	205
12.1.1 Introducción .....	205
12.1.2 Conceptos económicos.....	205
12.1.3 Requisitos del análisis .....	207
12.1.4 Soluciones obtenidas.....	207
12.1.5 Cálculos realizados.....	209
12.2 ESTUDIO BÁSICO SEGURIDAD Y SALUD .....	212
12.2.1 Memoria.....	212
12.2.2 Pliego de Condiciones .....	239

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4-1. Luminaria PHILIPS SP480P W24L134 1xLED35S/840 ACC-MLO.....	38
Figura 4-2. Luminaria PHILIPS WT460C L700 1xLED23S/840 O .....	38
Figura 4-3. Luminaria PHILIPS SM461V W57L57 1xLED28S/840 .....	38
Figura 4-4. Aula 13 .....	50
Figura 4-5. Área de trabajo y área total.....	50
Figura 4-6. Cálculo de UGR.....	51
Figura 5-1. Onda senoidal - Onda distorsionada .....	57
Figura 5-2. Forma de onda luminaria de 19,8 W .....	58
Figura 5-3. Forma de onda luminaria de 22 W .....	60
Figura 5-4. Intensidades de armónicos en la luminaria de 22 W .....	61
Figura 5-5. Forma de onda luminaria de 35 W .....	62
Figura 5-6. Intensidades de armónicos en la luminaria de 35 W .....	63
Figura 5-7. Esquema filtros .....	69
Figura 6-1. Depósito enterrado .....	76
Figura 6-2. Grupo de presión escogido .....	79
Figura 6-3. Mapa pluviométrico .....	80
Figura 7-1. Caldera Herz Firematic .....	89
Figura 7-2. Características caldera Herz Firematic 100 kW.....	89
Figura 7-3. Sistemas de llenado vertical.....	91
Figura 7-4. Rotativo .....	91
Figura 7-5. Sistema de extracción con rotativo.....	92
Figura 7-6. Depósito de inercia Herz.....	92



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4-1. Valores límite de eficiencia energética de la instalación .....	36
Tabla 4-2. Potencia máxima de iluminación .....	36
Tabla 4-3. Límites Em, UGR, Uo y Ra .....	37
Tabla 4-4. Relación entre iluminancias de áreas circundantes inmediatas con la iluminación del área de tarea.....	37
Tabla 5-1. Límites corrientes armónicas para equipos de iluminación con $P > 25W$ .....	56
Tabla 5-2. Límites corrientes armónicas para equipos de iluminación con $P < 25W$ .....	56
Tabla 5-3. Valores de potencias obtenidos para luminaria de 19,8 W .....	58
Tabla 5-4. Tensiones e intensidades de armónicos en luminaria de 19,8 W .....	59
Tabla 5-5. Intensidades de armónicos en la luminaria de 19,8 W .....	59
Tabla 5-6. Valores de potencias obtenidos para luminarias de 22 W .....	60
Tabla 5-7. Tensiones e intensidades de armónicos en luminaria de 22 w .....	61
Tabla 5-8. Valores de potencias obtenidos para luminarias de 35 W .....	62
Tabla 5-9. Tensiones e intensidades de armónicos en luminaria de 35 W .....	63
Tabla 6-1. Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato .....	74
Tabla 6-2. Diámetros mínimos en las derivaciones a los aparatos .....	74
Tabla 6-3. Diámetros mínimos en las derivaciones a los aseos .....	75
Tabla 6-4. Tamaños depósitos enterrados Plarex .....	77
Tabla 6-5. Modelo grupo de presión.....	78
Tabla 6-6. Consumo medio anual de agua de lluvia.....	80
Tabla 6-7. Esquema suministro de agua.....	81
Tabla 6-8. Cálculos red de suministro .....	82
Tabla 6-9. Pérdidas de carga totales.....	82
Tabla 6-10. Caudales totales .....	83
Tabla 7-1. Diámetros mínimos alimentaciones.....	93
Tabla 7-2. Litros gasoil al año .....	94
Tabla 7-3. Consumo y demanda energética anual .....	94
Tabla 7-4. Consumo de pellets anuales .....	94
Tabla 7-5. Consumo de astilla anual .....	95
Tabla 7-6. Comparativa precios combustibles.....	95
Tabla 7-7. Volumen necesario astilla .....	95
Tabla 7-8. Tamaño almacén astilla .....	96
Tabla 7-9. Tamaño depósito inercia .....	96
Tabla 12-1. Resultados viabilidad instalación calefacción sin subvención.....	207
Tabla 12-2. Resultados viabilidad instalación de calefacción con subvención.....	208

Tabla 12-3. Resultados viabilidad instalación de suministro de aguas pluviales.....	208
Tabla 12-4. Cálculos instalación de calefacción sin subvención.....	210
Tabla 12-5. Cálculos instalación de calefacción con subvención .....	210
Tabla 12-6. Cálculos realizados para la instalación de suministro de aguas pluviales..	211



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER**

**CURSO 2016/17**

---

*ESTUDIO DE OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS  
INSTALACIONES EXISTENTES EN LA ESCUELA  
POLITÉCNICA SUPERIOR DE LA UDC MEDIANTE EL  
USO DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS*

---

**Máster en Ingeniería Industrial**

**Documento**

**MEMORIA**





## ÍNDICE

2 MEMORIA.....	19
2.1 Objeto.....	21
2.2 Alcance.....	21
2.3 Antecedentes.....	21
2.4 Normas y referencias.....	21
2.4.1 Disposiciones legales y normas aplicadas.....	21
2.4.2 Bibliografía.....	22
2.4.3 Programas de cálculo.....	22
2.5 Definiciones y abreviaturas.....	22
2.6 Descripción de la actividad a desarrollar.....	22
2.7 Instalaciones.....	23
2.7.1 Instalación de iluminación.....	24
2.7.2 Estudio filtro de rechazo.....	24
2.7.3 Instalación de suministro de agua.....	24
2.7.4 Instalación de calefacción.....	24
2.8 Personal.....	24
2.9 Orden de prioridad de los documentos básicos.....	25



## 2 MEMORIA

- ESTUDIO DE OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES EN LA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE LA UDC MEDIANTE EL USO DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS. TFM N<sup>o</sup>: 16\_17.N<sup>o</sup>9
- La escuela objeto de estudio está situada en la calle Mendizábal, s/n., 15403, Ferrol, A Coruña.
- El presente estudio se redacta para la Escuela Politécnica Superior de Ferrol, con domicilio en calle Mendizábal, s/n., 15403, Ferrol, con objeto de que sirva como trabajo de fin de máster para la alumna.  
Teléfono: 881 01 32 31 Correo electrónico: direc\_eps@udc.es
- La encargada de realizar el estudio es Lara María Vázquez Balado con DNI 32711626-Z, estudiante del máster en ingeniería industrial con domicilio en Rúa Illa da Toxa, n<sup>o</sup> 5, 3<sup>o</sup> derecha, 15570, Narón.  
Teléfono: 605772566 Correo electrónico: lara.vazquez.balado@udc.es
- En Ferrol, a 7 de Septiembre de 2017

## 2. MEMORIA

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

---

## 2.1 Objeto

El presente estudio tiene como objeto definir, describir y calcular las instalaciones de la Escuela Politécnica Superior de Ferrol de manera eficiente, de acuerdo con los reglamentos y normas aplicables.

El fin de dicho estudio es la realización de un trabajo de fin de máster.

El estudio está formado por la memoria descriptiva en la que se justifican las soluciones adoptadas y, junto con los planos y los anexos, describe de forma inequívoca el objeto del proyecto.

## 2.2 Alcance

El estudio comprende el diseño y dimensionamiento de las diferentes instalaciones de la escuela. Las instalaciones que se desarrollan para su optimización son:

- Instalación de iluminación.
- Instalación de aprovechamiento de aguas pluviales.
- Instalación de calefacción.
- Estudio de filtros para la reducción de armónicos.

Y en cuanto a la escuela, se aportan los planos del estado actual:

- Distribución en planta.
- Acotación y superficies.

## 2.3 Antecedentes

La Escuela Politécnica Superior, se crea en virtud del Decreto 274/1991 de 30 de julio de la Consellería de Educación y Ordenación Universitaria da Xunta de Galicia, gracias a la cesión del Ministerio de Defensa de las instalaciones del antiguo Hospital de la Marina.

En el curso 1991/92 se produce el inicio, impartándose la titulación de Ingeniería Naval y Oceánica. EN el siguiente curso académico hay nuevas instalaciones donde se inicia la implantación de la titulación de Ingeniería Industrial

La adaptación al Espacio Europeo de Enseñanza Superior (EEES) comenzó con la etapa de posgrado y doctorado, dando lugar a dos másteres que corresponden a los ámbitos de Ingeniería naval e industrial, surgiendo otros posgrados de carácter investigador.

En el curso 2010/2011 se inicia la transformación de la etapa de grado, impartándose en dicha escuela el grado en Arquitectura Naval, el grado en Propulsión y servicios del buque, el grado en Ingeniería mecánica y el grado en Tecnologías industriales.

La transformación total de los antiguos títulos de ingeniería concluirá con la puesta en funcionamiento de los másteres con competencias profesionales de Ingeniería Industrial e Ingeniería Naval y Oceánica.

## 2.4 Normas y referencias

### 2.4.1 Disposiciones legales y normas aplicadas

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. BOE 28-marzo-2006.
- Normas UNE referentes al formato de los planos (UNE-EN\_ISO\_5457=2000\_Formatos y presentación de los elementos gráficos de las hojas de dibujo).
- Orden FOM/588/2017, de 15 de junio, por la que se modifican el Documento Básico DB-HE "Ahorro de energía" y el Documento Básico DB-HS "Salubridad",

del Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.

- Normas UNE referentes a los cálculos de iluminación (UNE-EN-12464-1 de Febrero de 2012 Iluminación de los Lugares de Trabajo)
- Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002 en el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. BOE 18-septiembre-2002.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Documento Básico HS Salubridad, Sección HS 5 "Evacuación de Aguas."
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Documento Básico HS Salubridad, Sección HS 4 "Suministro de aguas."
- Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establece disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. BOE 25-octubre-1997.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. BOE 23-abril-1997.

#### **2.4.2 Bibliografía**

- Biomasa: Edificios, redactado por el IDEA.
- Calefacción con astilla y pellets, redactado por Herz.
- Mapa clima España, redactado por el Instituto Geográfico de España para el Ministerio de Fomento.
- Sistemas de presurización para abastecimiento de agua, redactado por Ebara.
- Manual técnico de Uponor.
- Documento 03 del Área Académica, perteneciente a la UDC.

#### **2.4.3 Programas de cálculo**

- Microsoft Excel: para cálculos de diámetros, secciones,...
- Autocad: para la elaboración de los planos y cálculo de longitudes en los mismos.
- DIALux 4.12: para realizar los cálculos luminotécnico de manera que las luminarias colocadas cumplan con las normas establecidas.

### **2.5 Definiciones y abreviaturas**

- CTE: Código Técnico de la Edificación.
- IDEA: Instituto para la Diversificación de la Energía.
- UDC: Universidade Da Coruña.
- RITE: Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- BOE: Boletín Oficial del Estado
- DB: Documento Básico
- RD: Real Decreto

En cada uno de los anexos, se mostrará, diferentes abreviaturas de las que se hará uso a lo largo de los mismos.

### **2.6 Descripción de la actividad a desarrollar**

El edificio a estudiar, la Escuela Politécnica Superior del Campus de Esteiro en Ferrol, está situada en la calle Mendizábal, s/n., 15403, Ferrol y se dedica a la impartición de

## 2. MEMORIA

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

---

grados y másteres de carácter técnico. Las titulaciones impartidas a día de hoy son las siguientes:

- Grado en ingeniería de tecnologías industriales
- Grado en ingeniería mecánica
- Máster en ingeniería industrial
- Grado en arquitectura naval
- Grado en ingeniería en propulsión y servicios del buque
- Grado de ingeniería naval y oceánica
- Grado de simultaneidad del Grado en ingeniería naval y oceánica con el Grado ingeniería mecánica
- Máster en ingeniería naval y oceánica
- Máster en fotónica y tecnologías del láser
- Máster de materiales complejos

Se trata de un edificio de 4 plantas y cada planta tiene 3 m de altura libre. En su interior tiene dos patios, los cuales no están cubiertos. Sus plantas, sótano, planta baja, planta primera y planta segunda están compuestas del siguiente número de locales y tiene las siguientes superficies:

- Sótano de 2179,87 m<sup>2</sup>, formado por 5 despachos, 13 laboratorios, 14 almacenes, 1 sala de calderas, 1 sala de instalaciones, 4 aseos, y varias zonas sin utilización y sin acceso.
- Planta baja de 2097,78 m<sup>2</sup>, formada por 7 despachos, 5 aulas, 1 laboratorio, 4 almacenes, 1 biblioteca, 7 aseos, 1 sala de profesores, 1 conserjería, 1 copistería, 1 zona de administración, 1 delegación de alumnos y 1 cuarto de limpieza.
- Planta primera de 2223,90 m<sup>2</sup>, formada por 21 despachos, 10 aulas, 2 laboratorios, 1 almacén, 4 aseos, 1 sala de reuniones y una sala de juntas.
- Planta segunda de 2223,89 m<sup>2</sup> formada por 28 despachos, 12 aulas, 5 laboratorios, 2 almacenes, 4 aseos y 1 cuarto de limpieza.

Además todas las plantas, cuentan con numerosos pasillos, distribuidores,... zonas comunes para acceder de un lugar a otro de manera sencilla. Todo esto puede verse reflejado en los planos de distribución en planta, en los que también se puede ver la superficie que tiene cada uno de los habitáculos nombrado anteriormente y su situación en planta.

Su situación en el municipio de Ferrol, puede visualizarse en los planos 1 y 2 de emplazamiento y situación, y es la siguiente:

- Limita por el Este con la Rúa Antelo.
- Limita por el Sur con la Rúa Mendizábal.
- Limita por el Oeste con la Rúa das Ánimas.
- Limita por el Sur con el resto del Campus Industrial de Esteiro.

Tiene 2 entradas principales, una de ellas, la principal, es la que tiene acceso desde la calle Mendizábal, que a su vez continúa y tiene entrada desde el campus industrial. La otra entrada sólo es accesible desde el campus industrial. Además en la parte norte de la facultad, hay una tercera entrada, que no está abierta a todo el público. Está reservada como salida de emergencia, o para entrar en caso de averías en la sala de calderas, ya que está al lado de la misma.

### 2.7 Instalaciones

Este estudio se redacta con la intención de conseguir un ahorro en las instalaciones existentes en la escuela. Con ello, el principal propósito es el de conseguir una eficiencia energética del uso que se hace en las instalaciones de alumbrado, calefacción y suministro

de aguas. En el estudio de viabilidad, se puede ver como contribuye este aumento de eficiencia energética en el edificio, a un ahorro significativo al cabo de unos años.

### *2.7.1 Instalación de iluminación*

Los locales en los que se divide la escuela en sus cuatro plantas, disponen de alumbrado fluorescente, con un total de potencia consumida alta, ya que en esta escuela se imparten clase desde las 8:00 hasta las 20:00, por lo que hay muchas horas en el día en el que las luces están encendidas. Por lo tanto, la forma escogida para aumentar la eficiencia energética de esta instalación ha sido la de cambiar todas las luminarias por luminarias de tipo LED, de manera que con una menor potencia se cumplan los requisitos que exigen las normas de aplicación como se puede ver en el ANEXO I de esta memoria.

### *2.7.2 Estudio filtro de rechazo*

Las luminarias LED distorsionan la red introduciendo en ella corrientes armónicas que producen pérdidas en la línea y distorsión en la red, por lo que aunque se visualice una disminución de la potencia activa que consumen dichas luminarias, no es del todo cierto si nos fijamos en la potencia aparente que estas consumen. Por este motivo, he decidido realizar un estudio en el que se analizan las diferentes corrientes que circularán tanto por el neutro como por las fases y que provocarán desventajas en la colocación de estas nuevas luminarias. Posteriormente, propongo el diseño de un filtro de rechazo para poder bloquear estas corrientes en cada línea de alumbrado.

### *2.7.3 Instalación de suministro de agua*

En este caso, para conseguir una mayor eficiencia en el uso del agua, he decidido instalar un sistema de recogida de aguas pluviales. Estará compuesto de la ya existente red de evacuación de aguas pluviales, de esta irá a dos depósitos y de los depósitos se abastecerá a los inodoros y urinarios de toda la escuela, ya que corresponde al 90 % del agua utilizada. De esta manera veremos incrementar la factura del agua en un 90 %.

Además de este incremento, analizando el consumo anual de agua en la facultad, he podido observar que en las facturas consta un consumo de 600 m<sup>3</sup> bimensual, lo cual no corresponde con lo que se consume en la actualidad. Por lo tanto, la factura del agua se verá más incrementada al instalar un contador de agua en la acometida, para comprobar exactamente cuánto se consume y así poder realizar bien las facturas nuestra suministradora.

### *2.7.4 Instalación de calefacción*

Respeto a la instalación de calefacción, las medidas adoptadas han sido las del cambio de calderas.

Actualmente, la escuela calienta toda la escuela con 3 calderas de gasoil, que juntas suman un total de 703,3 kW instalados. Estas calderas son antiguas, por lo que en un periodo breve empezarán a dar fallos, hasta terminar teniendo que cambiarse por otras nuevas. La intención de este estudio es que antes de que eso ocurra, se realice un cambio a calderas de biomasa, ya que con una cantidad menor de combustible, que además tiene una contaminación relativamente nula, podrán calentar de manera igual el edificio.

Este cambio incrementaría en gran medida la eficiencia energética del edificio, dado que la diferencia de contaminación entre el gasoil y la biomasa es muy grande, y además obtendríamos un ahorro bastante significativo con el paso de los años en la compra de combustible.

## **2.8 Personal**

Según el documento publicado por la UDC, la Escuela Politécnica Superior de Ferrol, en el año 2016 estaba compuesta de 498 hombres matriculados y 142 mujeres matriculadas en



## 2. MEMORIA

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

---

las diferentes áreas impartidas dentro de esta facultad. Además, a este total de 640 alumnos, he supuesto un total de 70 profesores, administrativos, conserjes, etc, en la escuela, por lo que tomando estos datos como actuales, he podido hacer una estimación del número total de personas que hay en la escuela a diario, obteniendo un valor de 710 personas.

De acuerdo a la justificación del cumplimiento del RD 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, podemos asegurar que la iluminación de los lugares de trabajo deberá permitir que los trabajadores dispongan de condiciones de visibilidad adecuadas para poder circular por los mismos y desarrollar en ellos sus actividades sin riesgo para su seguridad y salud.

Además, todos los locales de trabajo deben mantener unas temperaturas de entre 17º y 27º para trabajos sedentarios y entre 14º y 25º para trabajos ligeros.

La humedad relativa del ambiente estará entre el 30 y el 70% (una alta humedad puede dificultar la sudoración que es uno de los mecanismos de defensa del cuerpo contra el calor, por otra parte una humedad demasiado baja reseca las mucosas y dificulta la respiración además de favorecer también la acumulación de electricidad estática).

La velocidad del aire a la que están expuestos los trabajadores no será superior a: 0,25 m/s en ambientes no calurosos; 0,5 m/s en trabajos no sedentarios en ambientes no calurosos y 0,75 m/s en trabajos no sedentarios en ambientes calurosos. En el caso de corrientes de aire expresamente utilizadas para evitar el estrés en exposiciones intensas al calor o corrientes de aire acondicionado, el límite será de 0,25 m/s en el caso de trabajos sedentarios y 0,35 m/s en los demás casos.

### **2.9 Orden de prioridad de los documentos básicos**

En relación con las posibles discrepancias entre los documentos básicos del estudio el orden de prioridad es el que viene indicado de forma general en la UNE 157001, sin más consideraciones, es decir:

1. PLANOS
2. PLIEGO DE CONDICIONES
3. PRESUPUESTO
4. MEMORIA

## 2. MEMORIA

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

---



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER**

**CURSO 2016/17**

---

*ESTUDIO DE OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS  
INSTALACIONES EXISTENTES EN LA ESCUELA  
POLITÉCNICA SUPERIOR DE LA UDC MEDIANTE EL  
USO DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS*

---

**Máster en Ingeniería Industrial**

**Documento**

**ANEXOS**



## ÍNDICE

3 DOCUMENTACIÓN DE PARTIDA.....	31
4 ANEXO I: INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN.....	35
4.1 Objeto.....	35
4.2 Alcance.....	35
4.3 Normas y referencias.....	35
4.3.1 Programas de cálculo utilizados.....	35
4.4 Definiciones y abreviaturas.....	35
4.5 Requisitos de diseño.....	35
4.6 Descripción de la instalación.....	38
4.7 Cálculos realizados.....	49
5 ANEXO II: ESTUDIO DE ARMÓNICOS.....	55
5.1 Objeto.....	55
5.2 Alcance.....	55
5.3 Normas y referencias.....	55
5.4 Definiciones y abreviaturas.....	55
5.5 Requisitos de diseño.....	56
5.6 Descripción.....	57
5.7 Cálculos realizados.....	57
5.7.1 Luminaria WT460C de 19,8 W.....	58
5.7.2 Luminaria SM461V de 22 W.....	60
5.7.3 Luminaria SP480P de 35 W.....	61
5.7.4 Cálculos cuadro alumbrado sótano.....	64
5.7.5 Cálculos cuadro alumbrado planta baja.....	65
5.7.6 Cálculos cuadro alumbrado planta 1.....	66
5.7.7 Cálculos cuadro alumbrado planta 2.....	67
5.7.8 Cálculos filtro de rechazo.....	68
6 ANEXO III: INSTALACIÓN DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS PLUVIALES.....	73
6.1 Objeto.....	73
6.2 Alcance.....	73
6.3 Normas y referencias.....	73
6.4 Definiciones y abreviaturas.....	73
6.5 Requisitos de diseño.....	73
6.5.1 Condiciones para la evacuación de aguas.....	73
6.5.2 Condiciones mínimas de suministro.....	73
6.6 Descripción de la instalación.....	75

6.6.1 Viabilidad de la instalación.....	75
6.6.2 Depósito de aguas pluviales .....	76
6.6.3 Red de suministro de aguas pluviales.....	77
6.6.4 Grupo de presión .....	78
6.7 Cálculos realizados.....	80
7 ANEXO IV: INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN .....	87
7.1 Objeto.....	87
7.2 Alcance.....	87
7.3 Normas y referencias.....	87
7.4 Definiciones y abreviaturas .....	87
7.5 Requisitos de diseño.....	87
7.6 Descripción de la instalación.....	88
7.6.1 Sala de calderas .....	88
7.6.2 Calderas de biomasa .....	89
7.6.3 Depósito de combustible.....	90
7.6.4 Depósito de inercia .....	92
7.6.5 Otros.....	93
7.7 Cálculo de las instalaciones.....	93
7.7.1 Cálculo de la demanda térmica.....	93
7.7.2 Cálculo del volumen necesario para el depósito de combustible .....	94
7.7.3 Cálculo del depósito de inercia necesario.....	96
7.7.4 Cálculo de la potencia de la caldera .....	96
7.7.5 Cálculo del diámetro de las tuberías .....	97

## 3 DOCUMENTACIÓN DE PARTIDA

Como documentación de partida, se muestra la adjudicación del Estudio de optimización energética aceptado por la UDC.

### TFG e TFM matriculados no curso 2016/2017

**32711626Z Lara María Vázquez Balado**

#### Información do/s contido/s de TFG e TFM

Amósanse a continuación o/s contido/s de tipo TFG e TFM nos que te matriculaches no ano indicado. Tamén poderás visualizar o titor ou codirector que teñas asociado no caso de que se levara a cabo a asignación correspondente.

#### ● [4497V01] Mestrado Universitario en Enxeñaría Industrial

**Materia:** [4497015] Estudo de optimización enerxética das instalacións existentes na EPS da UDC mediante o uso de enerxías alternativas

**Titor/es:** Francisco Javier López Montero (Director)

[Preme aquí para actualizar o título](#)

Manuel Ángel Graña López (-Director)

[Preme aquí para actualizar o título](#)







UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER**

**CURSO 2016/17**

---

*ESTUDIO DE OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS  
INSTALACIONES EXISTENTES EN LA ESCUELA  
POLITÉCNICA SUPERIOR DE LA UDC MEDIANTE EL  
USO DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS*

---

**Máster en Ingeniería Industrial**

**Documento**

**ANEXO I: INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN**



## 4 ANEXO I: INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN

### 4.1 Objeto

Este anexo tiene como objeto la justificación y dimensionamiento de iluminación de la escuela utilizando luminarias LED para conseguir un ahorro en el consumo eléctrico cumpliendo con los requisitos que exige la norma correspondiente.

### 4.2 Alcance

El alcance consiste en la totalidad del diseño de la instalación de alumbrado de cada uno de los locales.

### 4.3 Normas y referencias

En el presente anexo, los cálculos de luminarias deberán cumplir con lo dispuesto en las siguientes normas:

- Orden FOM/588/2017, de 15 de junio, por la que se modifican el Documento Básico DB-HE "Ahorro de energía" y el Documento Básico DB-HS "Salubridad", del Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.
- Normas UNE referentes a los cálculos de iluminación (UNE-EN-12464-1 de Febrero de 2012 Iluminación de los Lugares de Trabajo)
- Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002 en el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. BOE 18-septiembre-2002.
- Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.

#### 4.3.1 Programas de cálculo utilizados

Para la realización de los cálculos de iluminación he utilizado el programa DIALux 4.12.

### 4.4 Definiciones y abreviaturas

- BOE: Boletín Oficial del Estado.
- DB: Documento básico.
- E: Intensidad lumínica (unidades en luxes-lx).
- P: Potencia (unidades en Watios-W).
- VEEL: Valor de eficiencia energética (unidades en W/m<sup>2</sup>/100lx).
- UGR: Índice de deslumbramiento unificado.
- U<sub>0</sub>: Tensión asignada.
- Ra: Índice de reproducción cromática.
- $\Phi$ : Flujo de la luminaria (unidades en lúmenes-lm).

### 4.5 Requisitos de diseño

Siguiendo el DB HE, sección HE 3, se nos establece una serie de requisitos que se han de cumplir.

Los valores de eficiencia energética límite en recintos interiores de un edificio se establecen en la tabla 2.1. del DB HS 3. Estos valores pueden verse en la siguiente tabla:

#### 4. ANEXO I: INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

<i>Zonas de actividad diferenciada</i>	<b>VEEI límite</b>
administrativo en general	3,0
andenes de estaciones de transporte	3,0
pabellones de exposición o ferias	3,0
salas de diagnóstico <sup>(1)</sup>	3,5
aulas y laboratorios <sup>(2)</sup>	3,5
habitaciones de hospital <sup>(3)</sup>	4,0
recintos interiores no descritos en este listado	4,0
zonas comunes <sup>(4)</sup>	4,0
almacenes, archivos, <i>salas técnicas</i> y cocinas	4,0
aparcamientos	4,0
espacios deportivos <sup>(5)</sup>	4,0
estaciones de transporte <sup>(6)</sup>	5,0
supermercados, hipermercados y grandes almacenes	5,0
bibliotecas, museos y galerías de arte	5,0
zonas comunes en edificios no residenciales	6,0
centros comerciales (excluidas tiendas) <sup>(7)</sup>	6,0
hostelería y restauración <sup>(8)</sup>	8,0
religioso en general	8,0
salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias <sup>(9)</sup>	8,0
tiendas y pequeño comercio	8,0
habitaciones de hoteles, hostales, etc.	10,0
locales con nivel de iluminación superior a 600lux	2,5

**Tabla 4-1. Valores límite de eficiencia energética de la instalación**

La potencia instalada en iluminación, teniendo en cuenta la potencia de lámparas y equipos auxiliares no superará lo especificado en la tabla 2.2. del DB HS 3, y sus valores pueden verse a continuación:

<b>Uso del edificio</b>	<b>Potencia máxima instalada [W/m<sup>2</sup>]</b>
Administrativo	12
Aparcamiento	5
Comercial	15
Docente	15
Hospitalario	15
Restauración	18
Auditorios, teatros, cines	15
Residencial Público	12
Otros	10
Edificios con nivel de iluminación superior a 600lux	25

**Tabla 4-2. Potencia máxima de iluminación**

#### 4. ANEXO I: INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

Seguendo la norma UNE-EN\_12464-1\_2012 Lugares de Trabajo Interiores, se nos establece una serie de requisitos que se han de cumplir. Estos requisitos mínimos que deben de cumplirse se encuentran en las tablas del apartado 5 de dicha norma, y en la siguiente tabla se muestran los valores que se deben de cumplir en la escuela:

Nº ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	Em	UGR	Uo	Ra
5.36.1	Aulas, aulas de tutoría	300	19	0,6	80
5.36.4	Pizarras negras, verdes y blancas	500	19	0,7	80
5.36.9	Aulas de prácticas y laboratorios	500	19	0,6	80
5.36.13	Aulas de prácticas de informática	300	19	0,6	80
5.36.17	Áreas de circulación, pasillos	100	25	0,4	80
5.36.20	Sala de profesores	300	19	0,6	80
5.36.21	Biblioteca: estanterías	200	19	0,6	80
5.36.22	Biblioteca: área de lectura	500	19	0,6	80
5.36.23	Almacenes de material de profesores	100	25	0,4	80
5.26.1	Archivo, copias, etc.	300	19	0,4	80
5.26.2	Escritura, escritura a máquina, lectura, tratamiento de datos	500	19	0,6	80
5.3.1	Salas de material, sala de máquinas	200	25	0,4	60
5.2.4	Vestuarios, salas de lavado, cuartos de baño, servicios	200	25	0,4	80

**Tabla 4-3. Límites Em, UGR, Uo y Ra**

En esta misma norma, en la tabla 1, se muestra la dimensión mínima del área circundante inmediata en relación con el área de la tarea, dado que los valores anteriores no es necesario que se cumplan en la totalidad del área. Por ello, en los resultados podrá verse la diferencia entre área de trabajo y área circundante. En la siguiente tabla se muestran los valores a cumplir con respecto a los valores que se exigen para el área de trabajo.

Iluminancia del área de tarea $E_{tarea}$ $lx$	Iluminancia de áreas circundantes inmediatas $lx$
$\geq 750$	500
500	300
300	200
200	150
150	$E_{tarea}$
100	$E_{tarea}$
$\leq 50$	$E_{tarea}$

**Tabla 4-4. Relación entre iluminancias de áreas circundantes inmediatas con la iluminación del área de tarea**

Además, con respecto al valor de iluminancia media en estos casos, esta debe de ser  $U_o \geq 0,40$  en el área circundante siempre, cumpliéndose los valores arriba citados en las áreas de trabajo.

## 4.6 Descripción de la instalación

La instalación está por compuesta por luminarias LED, para poder disminuir el gasto de energía eléctrica. Cumpliendo los valores límites especificados por las normas tal y como he descrito con anterioridad, las luminarias empleadas son las siguientes:

- Para las aulas y laboratorios:

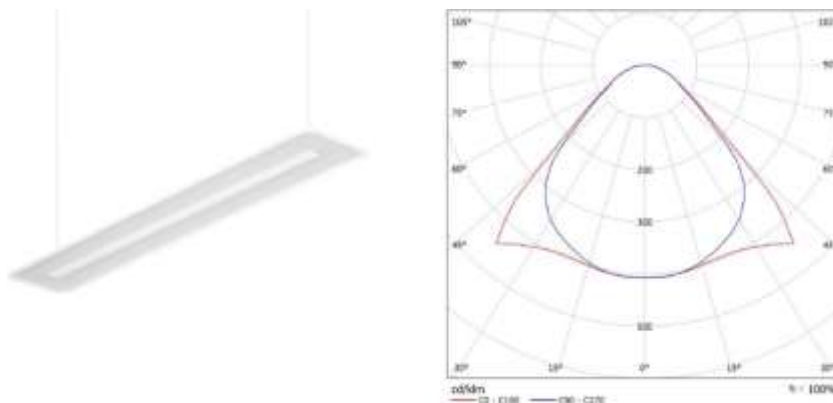


Figura 4-1. Luminaria PHILIPS SP480P W24L134 1xLED35S/840 ACC-MLO

- Para los almacenes, aseos y zonas comunes

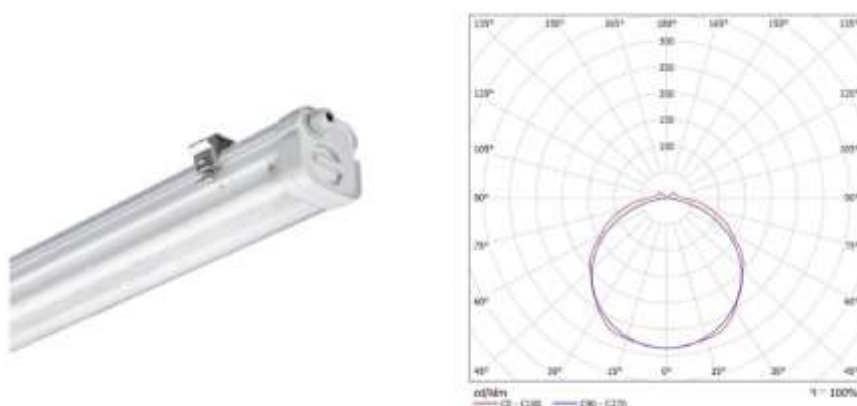


Figura 4-2. Luminaria PHILIPS WT460C L700 1xLED23S/840 O

- Para los despachos, secretaría y administración:

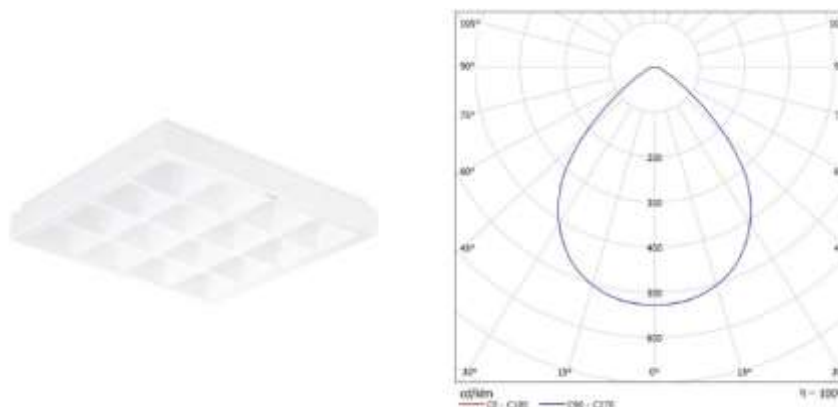


Figura 4-3. Luminaria PHILIPS SM461V W57L57 1xLED28S/840

#### 4. ANEXO I: INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

Con estas luminarias se consigue cumplir con los valores requeridos. En las siguientes tablas, se pueden ver los valores obtenidos en los cálculos realizados, y el número de luminarias necesarias para alcanzarlos.

- Planta Sótano:

ALMACENES						
Valores límites	Em	UGR	U <sub>o</sub>	VEEI	Potencia	Nº
Área total	> 100	< 25	> 0,4	< 4	< 15	Luminarias
A+1.03	124	<10	0,566	1,97	2,46	1
A+1.07	126	23	0,407	1,47	1,86	4
A+1.08	135	16	0,676	2,58	3,47	2
A+1.09	109	16	0,592	2,02	2,2	1
A+1.10	109	16	0,591	2,01	2,2	1
A+1.11	109	16	0,591	2,01	2,2	1
A+1.13	171	<10	0,669	2,13	3,64	2
A+1.14	116	<10	0,612	2,22	2,57	1
A+1.16	164	20	0,64	2,53	4,14	2
A+1.19	123	18	0,583	2,66	3,27	1
A+1.21	165	20	0,642	2,54	4,19	2
A+1.23	104	22	0,511	1,53	1,59	2
A+1.39	132	19	0,56	1,68	2,22	2
A+1.46	131	<10	0,681	2,74	3,59	1

ASEOS						
Valores límites	Em	UGR	U <sub>o</sub>	VEEI	Potencia	Nº
Área total	> 200	<25	>0,4	<3,5	<15	Luminarias
A+0.25	223	20	0,533	3,11	6,95	1
A+0.26	223	20	0,533	3,12	6,95	1
A+0.31	246	<10	0,736	2,68	6,6	2
A+0.32	208	<10	0,531	2,54	5,28	1

DESPACHOS						
Valores límites	Em	UGR	U <sub>o</sub>	VEEI	Potencia	Nº
Área circundante	> 300	< 19	> 0,4	< 3,5	< 15	Luminarias
Área de trabajo	> 500		> 0,6			
A+1.01	450	14	0,77	1,47	8,12	4
	589		0,692			
A+1.02	438	14	0,796	1,45	7,86	4
	579		0,69			
A+1.37	412	15	0,703	1,48	7,64	4
	554		0,642			
A+1.38	460	13	0,76	1,49	8,43	4
	591		0,719			
A+1.40	378	16	0,658	1,25	6,16	5
	542		0,604			

#### 4. ANEXO I: INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

LABORATORIOS						
Valores límites	Em	UGR	U <sub>o</sub>	VEEI	Potencia	Nº
Área circundante	> 300	< 19	> 0,4	< 3,5	< 15	Luminarias
Área de trabajo	> 500		> 0,6			
A+0.12	424	19	0,66	1,29	7,15	15
	588		0,678			
A+0.20	418	19	0,606	1,28	6,79	16
	564		0,761			
A+0.28	374	19	0,57	1,55	7,28	4
	541		0,662			
A+0.30	429	19	0,537	1,4	8,06	8
	634		0,61			
A+0.34	427	19	0,636	1,37	7,26	9
	574		0,781			
A+0.42	444	19	0,659	1,47	8,06	6
	593		0,746			
A+0.47	584	19	0,568	1,51	9,51	11
	657		0,81			
A+0.29	433	18	0,548	1,33	6,34	11
	515		0,776			
A+0.36	483	19	0,466	1,32	7,09	20
	560		0,688			
A+0.35	416	19	0,629	1,36	7,09	8
	566		0,753			
A+0.41	384	19	0,618	1,45	7,1	6
	528		0,726			
A+0.44	385	19	0,62	1,34	6,43	9
	522		0,786			
A+0.45	413	19	0,648	1,43	7,35	8
	552		0,741			

SALAS CALDERAS						
Valores límites	Em	UGR	U <sub>o</sub>	VEEI	Potencia	Nº
Área total	> 200	< 25	> 0,5	< 4	< 15	Luminarias
A+0.49	251	<10	0,684	2,97	7,44	2
A+0.52	226	22	0,509	1,45	3,28	8



#### 4. ANEXO I: INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

ZONAS COMUNES						
Valores límites	Em	UGR	U <sub>o</sub>	VEEI	Potencia	Nº
Área total	> 100	< 25	> 0,4	< 4	< 15	Luminarias
A+1.04	189	22	0,494	2,2	4,16	3
A+1.05	178	24	0,502	2,09	3,72	3
A+1.06	142	20	0,432	1,45	2,06	8
A+1.15	110	<10	0,49	2,65	2,92	1
A+1.18	183	<10	0,811	3,35	6,11	1
A+1-22	115	22	0,524	1,6	1,84	3
A+1.24	139	21	0,574	2,33	3,24	2
A+1.27	219	21	0,403	1,59	3,49	8
A+1.33	108	17	0,574	1,92	2,06	1
A+1.43	120	21	0,543	1,6	1,92	3
A+1.48	105	<10	0,435	2,24	2,35	1
A+1.50	161	22	0,512	1,82	2,93	13
A+1.51	202	22	0,454	1,39	2,8	12
A+1.53	111	<10	0,452	2,31	2,57	2

- Planta Baja

ALMACENES						
Valores límites	Em	UGR	U <sub>o</sub>	VEEI	Potencia	Nº
Área total	> 100	< 25	> 0,4	< 4	< 15	Luminarias
A+0.34	267	<10	0,702	2,85	7,63	1
A+0.30	105	16	0,579	1,96	2,06	1
A+0.23	156	20	0,524	1,93	3,03	2
A+0.06	268	<10	0,693	2,92	7,83	1
A+0.18	155	<10	0,66	3,31	5,13	1
A+0.12	301	<10	0,767	3,42	10,31	1
A+0.03	129	22	0,422	1,47	1,89	3

ASEOS						
Valores límites	Em	UGR	U <sub>o</sub>	VEEI	Potencia	Nº
Área total	>200	< 25	> 0,4	<3,5	< 15	Luminarias
A+0.40	232	12	0,692	2,28	5,28	3
A+0.43	258	17	0,624	2,03	5,23	3
A+0.29	234	21	0,519	1,55	3,62	6
A+028	207	22	0,599	1,5	3,09	6
A+0.25	247	22	0,551	1,47	3,65	8
A+0.21	202	<10	0,716	2,91	5,89	2
A+0.22	246	<10	0,51	2,38	5,86	2

#### 4. ANEXO I: INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

AULAS						
Valores límites	Em	UGR	U <sub>o</sub>	VEEI	Potencia	Nº Luminarias
Área circundante	> 300	< 19	> 0,4	< 3,5	< 15	
Área de trabajo	> 500		> 0,7			
A+0.35	390	19	0,581	1,46	7,13	20
	512		0,777			
A+0.37	429	19	0,551	1,29	6,85	20
	569		0,763			
A+0.38	451	18	0,631	1,42	7,48	10
	565		0,795			
A+0.36	472	18	0,792	1,42	7,96	15
	571		0,718			
A+0.27	481	19	0,705	1,67	10,08	8
	636		0,729			

BIBLIOTECA - A+0.01						
Valores límites	Em	UGR	U <sub>o</sub>	VEEI	Potencia	Nº Luminarias
Área circundante	> 150	< 19	> 0,4	< 5	< 15	
Área de trabajo	> 200		> 0,6			
ZONA LIBROS	538	18	0,598	1,33	3,38	18
	565		0,743			
Área circundante	> 300	< 19	> 0,4	< 5	< 15	Nº Luminarias
Área de trabajo	> 500		> 0,6			
ZONA ESTUDIO	462	19	0,582	1,27	4,69	25
	651		0,665			

DESPACHOS						
Valores límites	Em	UGR	U <sub>o</sub>	VEEI	Potencia	Nº Luminarias
Área circundante	> 300	< 19	> 0,4	< 3,5	< 15	
Área de trabajo	> 500		> 0,6			
A+0.41	397	16	0,427	1,36	6,7	4
	538		0,665			
A+0.42	402	15	0,56	1,39	7,05	4
	535		0,56			
A+0.26	441	15	0,617	1,45	7,68	4
	566		0,709			
A+0.02	417	16	0,594	1,54	7,78	5
	547		0,668			
A+0.09	400	16	0,584	1,42	6,79	4
	509		0,667			
A+0.10	394	14	0,539	1,45	6,79	4
	502		0,625			
A+0.19	459	14	0,653	1,68	9,12	4
	567		0,703			

#### 4. ANEXO I: INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

Valores límites	Em	UGR	U <sub>o</sub>	VEEI	Potencia	Nº Luminarias
Área circundante	> 200	< 19	> 0,4	< 3,5	< 15	
Área de trabajo	>300					
A+0.33	282	16	0,4	1,17	3,9	5
	371		0,521			
A+0.05	212	17	0,707	1,16	3,28	4
	302		0,619			
A+0.07	290	16	0,505	1,2	4,31	5
	395		0,486			
A+0.08	252	17	0,445	1,12	3,8	8
	367		0,657			

LABORATORIOS						
Valores límites	Em	UGR	U <sub>o</sub>	VEEI	Potencia	Nº Luminarias
Área circundante	> 300	< 19	> 0,4	< 3,5	< 15	
Área de trabajo	> 500		> 0,6			
A+0.24	533	19	0,431	1,39	9,35	28
	701		0,703			

SALA PROFESORES						
Valores límites	Em	UGR	U <sub>o</sub>	VEEI	Potencia	Nº Luminarias
Área circundante	> 200	< 19	> 0,4	< 3,5	< 15	
Área de trabajo	> 300		> 0,6			
A+0.04	271	17	0,707	1,15	4,08	6
	385		0,683			

ZONAS COMUNES						
Valores límites	Em	UGR	U <sub>o</sub>	VEEI	Potencia	Nº Luminarias
Área total	> 100	< 25	> 0,4	< 4	< 15	
A+0.39	116	23	0,401	1,52	1,76	11
A+0.32	136	<10	0,599	2,03	2,77	2
A+0.31	139	23	0,411	1,51	2,1	15
A+0.13	117	23	0,449	1,51	1,77	13
A+0.14	116	<10	0,46	2,53	2,92	1
A+0.15	139	16	0,606	1,86	2,59	3
A+0.16	191	<10	0,683	2,36	4,51	2
A+0.17	186	22	0,404	1,71	3,18	9
A+0.20	107	20	0,527	3,16	3,37	1
A+0.11	174	19	0,663	2,47	4,3	2

- Planta 1:

ALMACENES						
Valores límites	Em	UGR	U <sub>o</sub>	VEEI	Potencia	Nº Luminarias
Área total	> 100	< 25	> 0,4	< 4	< 15	
A+1.31	100	17	0,509	2,09	2,06	1
A+1.38	208	<10	0,783	3,81	7,91	1

4. ANEXO I: INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN  
Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

ASEOS						
Valores límites	Em	UGR	U <sub>o</sub>	VEEI	Potencia	Nº Luminarias
Área circundante		< 25	> 0,4	<3,5	< 15	
Área de trabajo	> 200		> 0,4			
A+1.25	288	<10	0,671	2,9	8,35	3
A+1.26	238	21	0,466	1,75	4,15	2
A+1.46	211	18	0,617	1,99	4,19	3
A+1.44	208	18	0,628	1,98	4,12	3

AULAS						
Valores límites	Em	UGR	U <sub>o</sub>	VEEI	Potencia	Nº Luminarias
Área circundante	> 300	< 19	> 0,4	< 3,5	< 15	
Área de trabajo	> 500		> 0,7			
A+0.01	549	19	0,496	1,37	7,92	19
	597		0,839			
A+0.02	396	19	0,566	1,55	7,8	9
	548		0,721			
A+0.03	374	16	0,714	1,4	6,74	8
	516		0,747			
A+1.27	416	19	0,58	1,29	7,05	20
	575		0,723			
A+1.29	404	19	0,579	1,29	6,75	20
	558		0,727			
A+1.30	406	19	0,496	1,27	6,71	24
	559		0,733			
A+1.40	406	19	0,598	1,27	6,7	24
	559		0,742			
A+1.39	469	19	0,742	1,48	8,04	10
	562		0,741			
A+1.41	428	19	0,744	1,46	7,97	10
	569		0,743			
A+1.42	441	19	0,712	1,46	7,75	10
	562		0,802			

4. ANEXO I: INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN  
Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

DESPACHOS						
Valores límites	Em	UGR	U <sub>o</sub>	VEEI	Potencia	Nº Luminarias
Área circundante	> 300	< 19	> 0,4	< 3,5	< 15	
Área de trabajo	> 500		> 0,6			
A+1.05	435	15	0,736	1,31	7,27	6
	590		0,69			
A+1.06	412	16	0,74	1,28	6,77	6
	562		0,673			
A+1.07	427	15	0,754	1,31	7,26	6
	585		0,662			
A+1.08	416	16	0,68	1,29	6,94	6
	573		0,668			
A+1.09	402	16	0,659	1,19	6,3	8
	569		0,637			
A+1.10	494	14	0,739	1,4	8,58	6
	651		0,707			
A+1.11	413	14	0,695	1,51	7,53	4
	516		0,632			
A+1.12	421	16	0,671	1,21	6,77	8
	595		0,624			
A+1.17	424	15	0,774	1,58	8,37	3
	557		0,704			
A+1.18	431	14	0,795	1,61	8,78	3
	556		0,694			
A+1.19	386	16	0,779	1,51	7,34	4
	504		0,693			
A+1.20	424	16	0,779	1,54	8,07	4
	546		0,722			
A+1.23	458	13	0,784	1,58	8,99	3
	593		0,732			
A+1.24	474	13	0,738	1,56	9,22	4
	603		0,666			
A+1.33	375	16	0,632	1,47	6,87	4
	507		0,77			
A+1.32	458	16	0,674	1,39	7,86	6
	597		0,649			
A+1.34	367	16	0,601	1,45	6,87	4
	524		0,703			
A+1.36	424	15	0,622	1,39	7,81	5
	618		0,711			
A+1.37	414	16	0,691	1,43	7,29	5
	550		0,6			
A+1.35	560	15	0,736	1,5	10,31	6
	717		0,699			
A+1.45	386	16	0,705	1,3	6,66	6
	540		0,616			

#### 4. ANEXO I: INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

LABORATORIOS						
Valores límites	Em	UGR	U <sub>o</sub>	VEEI	Potencia	Nº Luminarias
Área circundante	> 300	< 19	> 0,4	< 3,5	< 15	
Área de trabajo	> 500		> 0,6			
A+1.15	453	18	0,572	1,46	7,55	12
	529		0,724			
A+1.28	475	17	0,421	1,35	8,44	20
	683		0,614			

ZONAS COMUNES						
Valores límites	Em	UGR	U <sub>o</sub>	VEEI	Potencia	Nº Luminarias
Área total	> 100	< 25	> 0,4	< 4	< 15	
A+0.04	106	<10	0,4	2,13	2,26	2
A+0.14A	129	23	0,444	1,44	1,87	6
A+0.14B	113	18	0,473	1,64	1,86	9
A+0.14C	141	23	0,5	1,4	1,99	6
A+1.16	111	22	0,437	2,29	2,54	3
A+1.21	120	21	0,547	1,79	2,14	2
A+1.22	136	22	0,435	1,9	2,59	4
A+1.43A	128	22	0,504	1,41	1,81	4
A+1.43B	104	18	0,474	1,71	1,78	6

- Planta 2:

ALMACENES						
Valores límites	Em	UGR	U <sub>o</sub>	VEEI	Potencia	Nº Luminarias
Área total	> 100	< 25	> 0,4	< 4	< 15	
A+2.20	141	<10	0,651	2,89	4,07	1
A+2.45	100	17	0,508	2,06	2,06	1
A+2.48	203	<10	0,785	3,61	7,33	1

ASEOS						
Valores límites	Em	UGR	U <sub>o</sub>	VEEI	Potencia	Nº Luminarias
Área total	> 200	< 25	> 0,4	<3,5	< 15	
A+2.34	200	<10	0,716	2,82	5,57	2
A+2.35	209	<10	0,676	3,34	7	2
A+2.56	229	16	0,677	2,17	4,99	3
A+2.59	235	12	0,666	2,25	5,28	3

#### 4. ANEXO I: INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

AULAS INFORMÁTICA						
Valores límites	Em	UGR	Uo	VEEI	Potencia	Nº Luminarias
Área circundante	> 200	< 19	> 0,4	< 3,5	< 15	
Área de trabajo	> 300		> 0,6			
A+2.02	329	19	0,638	1,34	5,74	14
	446		0,668			
A+2.23	461	19	0,477	1,4	6,83	10
	491		0,638			
A+2.44	349	19	0,574	1,29	5,04	18
	400		0,69			

AULAS						
Valores límites	Em	UGR	Uo	VEEI	Potencia	Nº Luminarias
Área circundante	> 300	< 19	> 0,4	< 3,5	< 15	
Área de trabajo	> 500		> 0,7			
A+2.01	429	18	0,626	1,32	7,39	15
	591		0,705			
A+2.09	528	19	0,805	1,77	11,37	12
	665		0,76			
A+2.21	440	19	0,672	1,33	7,46	12
	596		0,712			
A+2.25	361	18	0,703	1,88	8,87	2
	508		0,7			
A+2.36	451	19	0,643	1,41	7,4	12
	537		0,719			
A+2.37	518	17	0,663	1,45	8,25	15
	586		0,796			
A+2.41	499	17	0,746	1,54	9,09	9
	605		0,781			
A+2.42	413	18	0,673	1,43	7,01	12
	510		0,789			
A+2.43	439	18	0,765	1,88	9,42	6
	509		0,757			
A+2.50	432	19	0,678	1,34	6,78	15
	523		0,748			
A+2.53	493	17	0,688	1,38	8,32	15
	626		0,756			

4. ANEXO I: INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN  
Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

DESPACHOS						
Valores límites	Em	UGR	U <sub>o</sub>	VEEI	Potencia	Nº Luminarias
Área circundante	> 300	< 19	> 0,4	< 3,5	< 15	
Área de trabajo	> 500		> 0,6			
A+2.03	428	14	0,729	1,53	8,14	4
	548		0,673			
A+2.04	599	15	0,698	1,49	10,77	7
	763		0,651			
A+2.05	436	15	0,661	1,31	7,3	6
	598		0,665			
A+2.06	412	16	0,738	1,28	6,79	6
	564		0,656			
A+2.07	433	14	0,706	1,31	7,28	6
	589		0,676			
A+2.08	437	15	0,691	1,31	7,29	6
	594		0,664			
A+2.10	567	15	0,705	1,47	10,19	6
	730		0,698			
A+2.11	592	15	0,742	1,49	10,72	6
	744		0,712			
A+2.12	400	14	0,678	1,47	7,15	4
	505		0,673			
A+2.13	518	15	0,738	1,48	9,26	6
	649		0,733			
A+2.14	543	15	0,683	1,44	9,7	6
	711		0,69			
A+2.15	453	13	0,773	1,6	8,76	4
	558		0,721			
A+2.16	463	16	0,619	1,4	7,91	6
	596		0,618			
A+2.24	415	15	0,67	1,65	8,22	3
	522		0,674			
A+2.26	438	14	0,724	1,6	8,75	3
	565		0,656			
A+2.27	440	12	0,748	1,55	8,49	4
	555		0,651			
A+2.28	439	13	0,785	1,55	8,41	4
	561		0,701			
A+2.29	497	14	0,75	1,63	10,06	4
	631		0,699			
A+2.30	444	14	0,791	1,61	8,95	3
	569		0,702			
A+2.31	484	14	0,791	1,69	10,13	3
	617		0,709			
A+2.32	582	15	0,751	1,49	10,69	6
	752		0,684			
A+2.33	626	16	0,487	1,59	11,7	5
	775		0,709			



#### 4. ANEXO I: INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

A+2.46	460	16	0,679	1,39	7,94	6
	605		0,65			
A+2.49	465	15	0,56	1,29	7,32	7
	618		0,614			
A+2.51	412	16	0,656	1,18	6,38	9
	580		0,652			
A+2.57	575	15	0,715	1,51	10,62	6
	727		0,659			
A+2.58	575	15	0,729	1,51	10,56	6
	721		0,67			

LABORATORIOS						
Valores límites	Em	UGR	Uo	VEEI	Potencia	Nº Luminarias
Área circundante	> 300	< 19	> 0,4	< 3,5	< 15	
Área de trabajo	> 500		> 0,6			
A+2.38	473	17	0,733	1,53	9,48	6
	638		0,639			
A+2.39	425	17	0,641	1,48	8,29	6
	579		0,626			
A+2.47	392	19	0,67	1,36	7,13	12
	558		0,628			
A+2.52	505	18	0,738	1,54	10,06	6
	681		0,639			
A+2.54	497	19	0,709	1,44	8,69	12
	631		0,747			

ZONAS COMUNES						
Valores límites	Em	UGR	Uo	VEEI	Potencia	Nº Luminaria
Área total	> 100	< 25	> 0,4	< 4	< 15	
A+2.17	109	22	0,43	2,27	2,47	3
A+2.18	120	21	0,544	1,77	2,12	2
A+2.19	112	22	0,447	2,29	2,56	3
A+2.22	140	23	0,401	1,42	1,99	5
A+2.40	123	<10	187	2,61	3,22	3
A+2.55	131	16	0,485	1,8	2,35	6

#### 4.7 Cálculos realizados

En este apartado se justifican los resultados obtenidos, comprobando que se cumplen las normas y legislación vigente.

Todos los cálculos de iluminación se basan en el método del flujo, siguiendo las recomendaciones de la C.I.E. en cuanto a iluminancias de servicio, calidad de la limitación de deslumbramiento directo y grupo de rendimiento de color más recomendado para una instalación concreta. A continuación se muestra el cálculo para una de las aulas realizado con el programa de DIALux. El resto de áreas han sido realizadas de la misma manera, y sus resultados han podido verse en el apartado anterior.

4. ANEXO I: INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN  
Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado



Figura 4-4. Aula 13

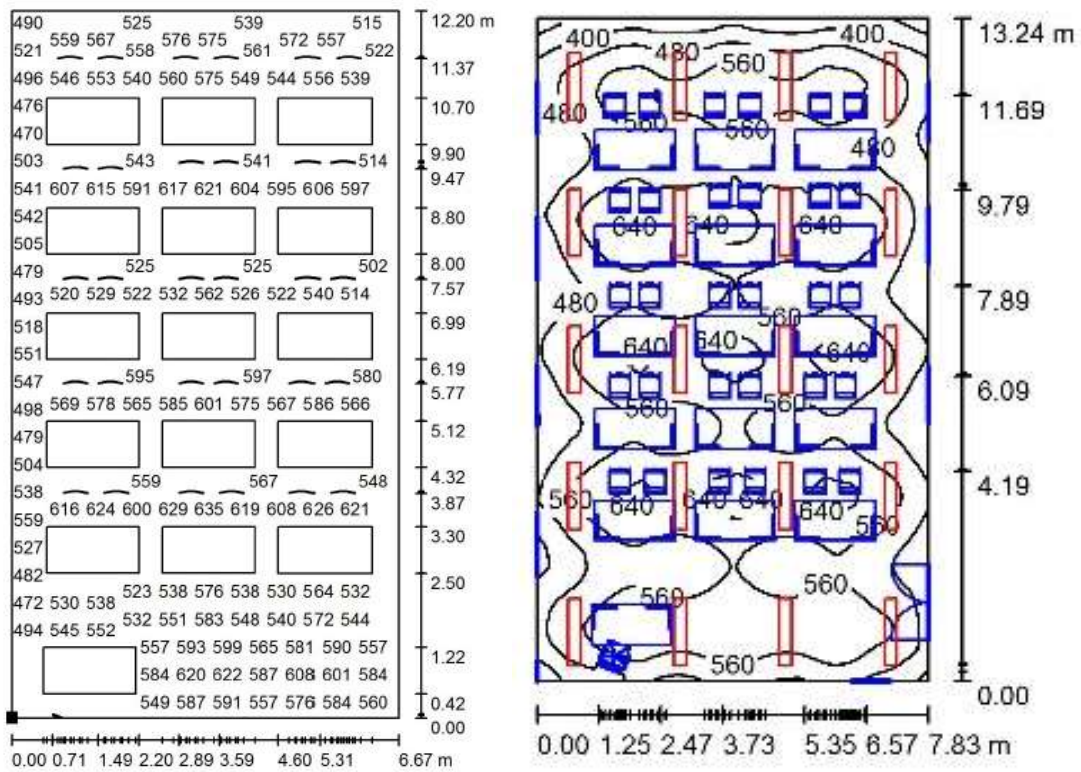


Figura 4-5. Área de trabajo y área total

4. ANEXO I: INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN  
Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

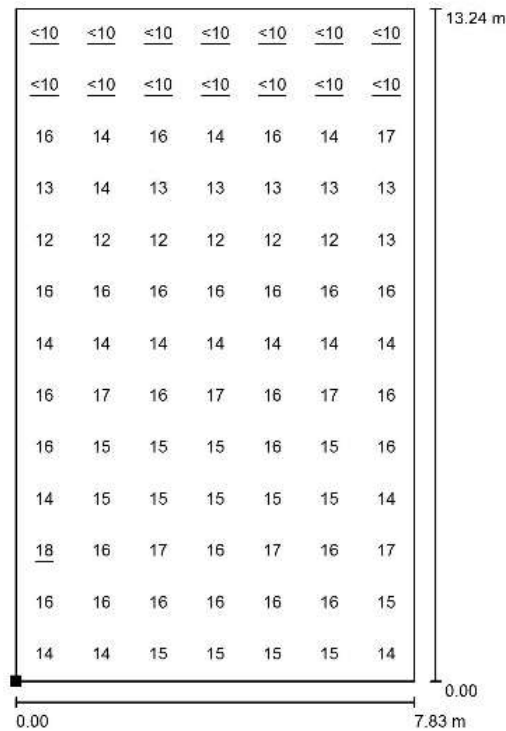


Figura 4-6. Cálculo de UGR

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:  
(-24.300 m, 56.100 m, 0.750 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
<b>Área de tarea 1</b>	<b>549</b>	<b>422</b>	<b>643</b>	<b>0.768</b>	<b>0.656</b>
Área circundante	442	298	549	0.674	0.543

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	542	283	669	0.521
Suelo	46	324	62	550	0.190
Techo	70	174	105	215	0.605
Paredes (4)	50	259	102	583	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	20	PHILIPS SP480P W24L134 1xLED35S/840 ACC-MLO (1.000)	3500	3500	35.0
			Total: 70000	Total: 70000	700.0

Valor de eficiencia energética:  $6.75 \text{ W/m}^2 = 1.25 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $103.63 \text{ m}^2$ )





UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER**

**CURSO 2016/17**

---

*ESTUDIO DE OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS  
INSTALACIONES EXISTENTES EN LA ESCUELA  
POLITÉCNICA SUPERIOR DE LA UDC MEDIANTE EL  
USO DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS*

---

**Máster en Ingeniería Industrial**

**Documento**

**ANEXO II: ESTUDIO DE ARMÓNICOS**



## 5 ANEXO II: ESTUDIO DE ARMÓNICOS

### 5.1 Objeto

El objeto de este anexo es estudiar los armónicos que circulan por la red debido al cambio de luminarias por luminarias LED en la escuela politécnica superior.

### 5.2 Alcance

El alcance es la totalidad del diseño de los filtros necesarios para poder bloquear las corrientes que circulan por la red de alumbrado debidas a los armónicos, cumpliendo las normativas que sean de obligado cumplimiento.

### 5.3 Normas y referencias

El presente proyecto recoge las características de los materiales, los cálculos que justifican su empleo y la forma de ejecución de las obras a realizar, dando cumplimiento a las siguientes disposiciones:

- UNE-EN 50160:2011/A1:2015 Características de la tensión suministrada por las redes generales de distribución.
- UNE-EN 61000-2-2:2003 Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 2-2: Entorno. Niveles de compatibilidad para las perturbaciones conducidas de baja frecuencia y la transmisión de señales en las redes de suministro público en baja tensión.
- UNE-EN 61000-3-2:2014 Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 3-2: Límites. Límites para las emisiones de corriente armónica (equipos con corriente de entrada menor o igual a 16 A por fase).
- UNE-EN 61000-4-30:2015/AC:2017-01 Compatibilidad electromagnética (CEM). Técnicas de ensayo y de medida. Métodos de medida de la calidad de suministro.
- UNE-EN 61642 Redes industriales de corriente alterna afectadas por armónicos. Aplicación de filtros y de condensadores estáticos de corrección.

### 5.4 Definiciones y abreviaturas

- CEM: Compatibilidad Electromagnética: capacidad de un equipo o de un sistema para funcionar en su entorno electromagnético de forma satisfactoria y sin introducir perturbaciones electromagnéticas intolerables para todo lo que se encuentra en ese entorno.
- Frecuencia fundamental: frecuencia, en el espectro obtenido por medio de la transformada de Fourier, de una función del tiempo, en la que están referidas todas las frecuencias del espectro. Para el objeto de esta norma, la frecuencia fundamental es la misma que la frecuencia de la red de distribución de energía.
- Componente armónica: cualquier componente que tenga una frecuencia armónica. Su valor se expresa normalmente en valor eficaz. De manera concisa, tal componente puede denominarse "armónico". 'Se definen como tensiones o corrientes sinusoidales con frecuencias que son múltiplos enteros de la frecuencia a la cual opera el sistema de alimentación. Esto provoca distorsiones en las ondas sinusoidales, que a su vez generan ineficiencias y problemas en la red eléctrica.

- THD: Tasa de distorsión armónica total: relación entre el valor eficaz de la suma de las componentes armónicas y el valor eficaz de la componente fundamental. La suma está limitada hasta un orden especificado.
- P: Potencia activa. Sus unidades de medida son Watios (W).
- Q: Potencia reactiva. Sus unidades de medida son Voltiamperios Reactivos (VAr).
- D: Potencia de distorsión. Sus unidades de medida son Voltiamperios Reactivos (VAr).
- S: Potencia aparente. Sus unidades de medida son Voltiamperios (VA).

## 5.5 Requisitos de diseño

La norma UNE-EN 61000-3-2 exige una limitación de la corriente armónica y para ello realiza una clasificación de los diferentes equipos que pueden ocasionar dichos armónicos. Los equipos de iluminación según dicha norma pertenecen a la clase C y estos habrá que clasificarlos entre los que tienen potencia superior a 25 W y los de potencia inferior a 25 W.

Para las luminarias con potencia activa de entrada mayor de 25 W, las corrientes armónicas no deben de sobrepasar los límites relativos indicados en la tabla 2 del apartado 7.3 de dicha norma. Esta tabla se muestra a continuación:

Orden del armónico	Corriente armónica máxima admisible expresada en porcentaje de la corriente de entrada a la frecuencia fundamental
$n$	%
2	2
3	$30 \cdot \lambda^*$
5	10
7	7
9	5
$11 \leq n \leq 39$ (sólo armónicos impares)	3

\*  $\lambda$  es el factor de potencia del circuito.

Tabla 5-1. Límites corrientes armónicas para equipos de iluminación con  $P > 25W$

Por otro lado, en las luminarias con potencias inferiores a los 25 W, las corrientes armónicas no deben sobrepasar los límites proporcionales a la potencia de la tabla 3 del apartado 7.3 de la misma norma, que se muestra a continuación:

Orden del armónico	Corriente armónica máxima admisible por vatio	Corriente armónica máxima admisible
$n$	mA/W	A
3	3,4	2,30
5	1,9	1,14
7	1,0	0,77
9	0,5	0,40
11	0,35	0,33
$13 \leq n \leq 39$ (sólo armónicos impares)	$\frac{3,85}{n}$	Véase tabla 1

Tabla 5-2. Límites corrientes armónicas para equipos de iluminación con  $P < 25W$



## 5.6 Descripción

Las nuevas tecnologías han dado lugar a la difusión de aparatos electrónicos, como las luminarias LED, que contribuyen a la degradación de la tensión de alimentación. Estas cargas receptoras no lineales, producen en la red corrientes distorsionadas, que según su amplitud y la impedancia de la red, pueden llegar a modificar la forma de onda senoidal como se muestra en la siguiente imagen.

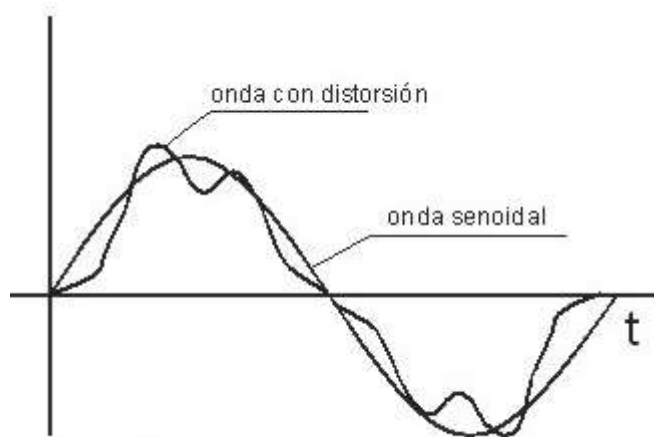


Figura 5-1. Onda senoidal - Onda distorsionada

En la nueva instalación de iluminación, todas las luminarias son de tipo LED, lo que provoca que en nuestra red se introduzcan una serie de corrientes armónicas que distorsionan la red. En el siguiente apartado de cálculos, se muestran todos los valores de estas corrientes que se producen, después de haber ensayado en el laboratorio con diferentes luminarias, de potencias iguales o similares a las luminarias que se utilizan en la reforma de la instalación de iluminación de la escuela.

Una vez obtenidos todos los resultados, se comprueba que existen pérdidas en las líneas de alumbrado, provocadas por las corrientes armónicas. Además se produce una distorsión que afectará a la red si no bloqueamos estas corrientes con filtros de rechazo.

Los filtros utilizados serán filtros de rechazo, formados por un condensador y una bobina en paralelo para cada frecuencia de los armónicos que queremos bloquear. Estos condensadores estarán sintonizados con las bobinas para entrar en resonancia a las frecuencias de los armónicos de orden 3, 5 y 7, ya que son los armónicos que he decidido bloquear, ya que son los valores más grandes obtenidos como se puede ver más adelante en el apartado de cálculos. De esta manera, los filtros oponen una impedancia muy elevada a las corrientes armónicas de una determinada frecuencia, limitando su valor. Este filtro irá conectado en serie con el circuito a proteger, y se colocará uno en cada subcuadro de alumbrado de cada planta de la escuela. El filtro calculado para el armónico 3, irá colocado en el neutro, ya que las corrientes armónicas de orden 3 circulan por él. Sin embargo, las corrientes armónicas de orden 5 y 7 circulan por las fases, por lo que los filtros se colocarán en serie con las mismas.

## 5.7 Cálculos realizados

Para la obtención de los valores que se muestran a continuación para cada una de las 3 luminarias utilizadas, se han realizado las respectivas mediciones en el laboratorio, utilizando luminarias LED de potencias iguales o similares a las de las luminarias utilizadas en nuestro diseño de la instalación de iluminación.

Para medir los valores de los armónicos generados en cada luminaria, se ha utilizado un analizador de redes de la marca Chauvin y su respectivo software PAT 2.

El montaje necesario, para la obtención de las medidas ha consistido en conectar la luminaria LED, correspondiente en cada caso (19,8 W, 35 W y 22 W), a la red. Luego cableamos la misma, de manera monofásica con una fase y neutro, para darle tensión. A continuación le damos el valor de la tensión adecuada al analizador de redes (230 V) y en su pantalla podemos observar los resultados obtenidos.

En este anexo primero se mostrarán las características de las luminarias una por una y a continuación se realizarán los cálculos de corrientes y pérdidas ocasionadas por dichas corrientes para cada cuadro eléctrico.

### 5.7.1 Luminaria WT460C de 19,8 W

La luminaria de 19,8 W utilizada para la iluminación de almacenes, pasillos y vestíbulos, presenta los siguientes valores de potencias que se muestran a continuación, con una tensión de 233,7 V, corriente de 128 mA y trabajando a la frecuencia de 50 Hz.

PARÁMETRO	L1
P (W)	19
Q (var)	-17
D (var)	16
S (VA)	30
PF	0,642
Cos $\varphi$ (DPF)	0,751
$\varphi$ (P)	-41

Tabla 5-3. Valores de potencias obtenidos para luminaria de 19,8 W

Como se puede observar, obtenemos un factor de potencia de 0,642 y una potencia de distorsión de 16 VAR además de tener la potencia activa de 19 W y la reactiva capacitiva de 17 VAR. Además, también obtenemos el valor de la tasa de distorsión total de corriente que es del 51,9%.

En la siguiente gráfica, se muestra la forma de onda real que presenta dicha luminaria:

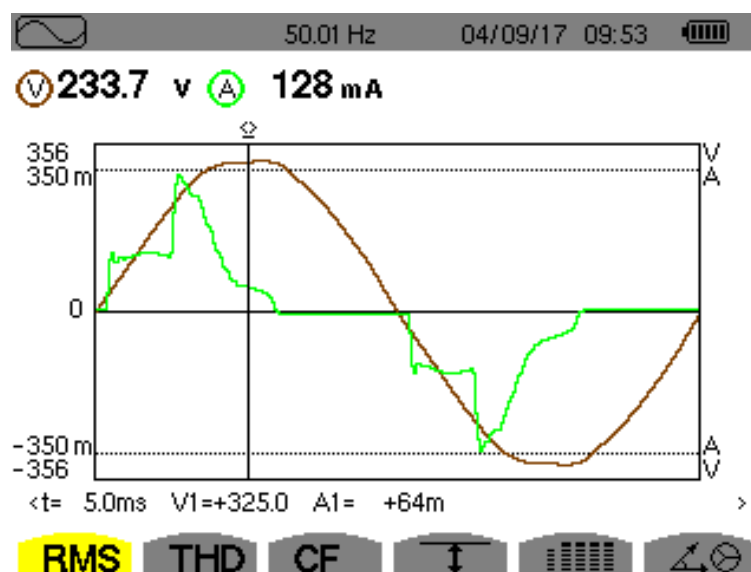


Figura 5-2. Forma de onda luminaria de 19,8 W

## 5. ANEXO II: ESTUDIO DE ARMÓNICOS

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

Estos valores obtenidos y la forma de onda nos indican que tenemos armónicos en la red, los cuales se muestran a continuación en la tabla y gráfica siguientes, y son los que trataremos de eliminar posteriormente con un filtro de rechazo.

ARMÓNICO	TENSIÓN			CORRIENTE		
	% f	rms	°	% f	rms	°
0	0	0	---	---	---	---
1	100	233,7	0	100	0,11	0
2	0	0	---	0,1	0,00011	162
3	0,4	0,9348	-160	50,6	0,05566	173
4	0	0	---	0,2	0,00022	-28
5	0,8	1,8696	145	12,3	0,01353	-33
6	0	0	---	0,2	0,00022	157
7	1,1	2,5707	48	16,2	0,01782	104
8	0	0	---	0,1	0,00011	-38
9	0,4	0,9348	178	20,1	0,02211	-71
10	0	0	---	0,1	0,00011	72
11	0,4	0,9348	37	8,6	0,00946	122
12	0	0	---	0,1	0,00011	-138
13	0,2	0,4674	99	2	0,0022	7
14	0	0	---	0	0	---
15	0,1	0,2337	-137	4,3	0,00473	104

Tabla 5-4. Tensiones e intensidades de armónicos en luminaria de 19,8 W

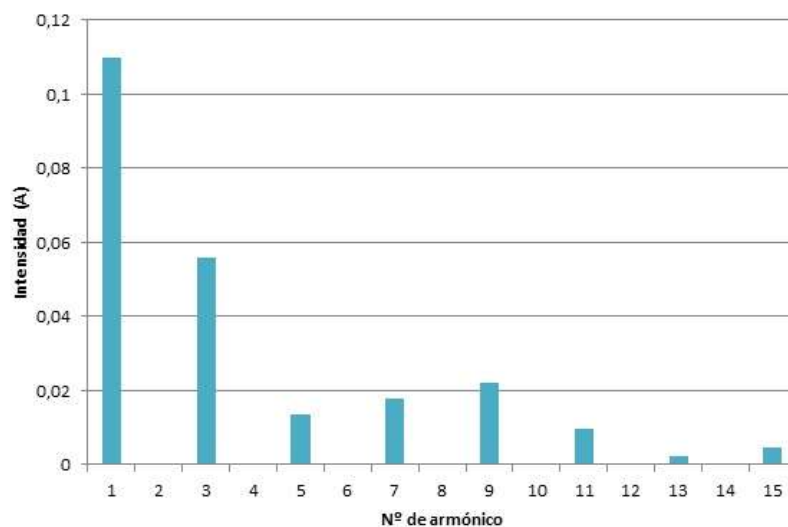


Tabla 5-5. Intensidades de armónicos en la luminaria de 19,8 W

Como se observa tanto en los datos de la tabla como en la gráfica, las corrientes en los armónicos pares son prácticamente 0, por lo que se despreciarán a la hora de realizar cálculos.

Las corrientes utilizadas para los cálculos serán las de los armónicos 3, 5 y 7, por lo que los demás armónicos se desecharán para poder simplificar los cálculos. La corriente del armónico 3 circulará por el neutro, mientras que las de los armónicos 5 y 7 lo harán por las fases. Dichas corrientes son:

$$I_3 = 79,46 \text{ mA}, I_5 = 13,53 \text{ mA} \text{ e } I_7 = 17,82 \text{ mA}$$

### 5.7.2 Luminaria SM461V de 22 W

La luminaria de 22 W utilizada para la iluminación de despachos, presenta los siguientes valores de potencias que se muestran a continuación, con una tensión de 231,6 V, corriente de 158 mA y trabajando a la frecuencia de 50 Hz.

PARÁMETRO	L1
P (W)	22
Q (var)	-9
D (var)	28
S (VA)	36
PF	0,599
Cos $\varphi$ (DPF)	0,917
$\varphi$ (P)	-24

Tabla 5-6. Valores de potencias obtenidos para luminarias de 22 W

Como se puede observar, obtenemos un factor de potencia de 0,599 y una potencia de distorsión de 28 VAR además de tener la potencia activa de 22 W y la reactiva capacitiva de 9 VAR. Además, también obtenemos el valor de la tasa de distorsión total de corrientes que es del 76%.

En la siguiente gráfica, se muestra la forma de onda real que presenta dicha luminaria:

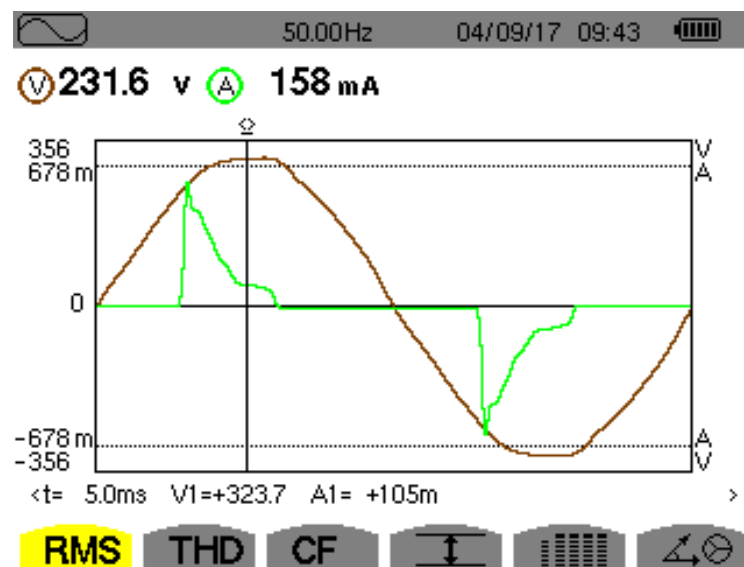


Figura 5-3. Forma de onda luminaria de 22 W

Estos valores obtenidos y la forma de onda nos indican que tenemos armónicos en la red, los cuales se muestran a continuación en la tabla y gráfica siguientes, y son los que trataremos de eliminar posteriormente con un filtro de rechazo.

ARMÓNICO	TENSIÓN			CORRIENTE		
	% f	rms	°	% f	rms	°
0	0	0	---	---	---	---
1	100	231,6	0	100	0,102	0
2	0	0	---	0	0	---
3	0,4	0,9264	-162	77,9	0,079458	176
4	0	0	---	0,1	0,000102	36
5	0,5	1,158	76	50,1	0,051102	8
6	0	0	---	0,2	0,000204	-174
7	1,5	3,474	58	38	0,03876	-142
8	0	0	---	0,2	0,000204	-17
9	0,4	0,9264	165	35,5	0,03621	58
10	0	0	---	0,2	0,000204	144
11	0,5	1,158	42	25,8	0,026316	-108
12	0	0	---	0,2	0,000204	-51
13	0,3	0,6948	103	15,8	0,016116	108
14	0	0	---	0,2	0,000204	114
15	0,1	0,2316	-132	16,7	0,017034	-30

Tabla 5-7. Tensiones e intensidades de armónicos en luminaria de 22 w

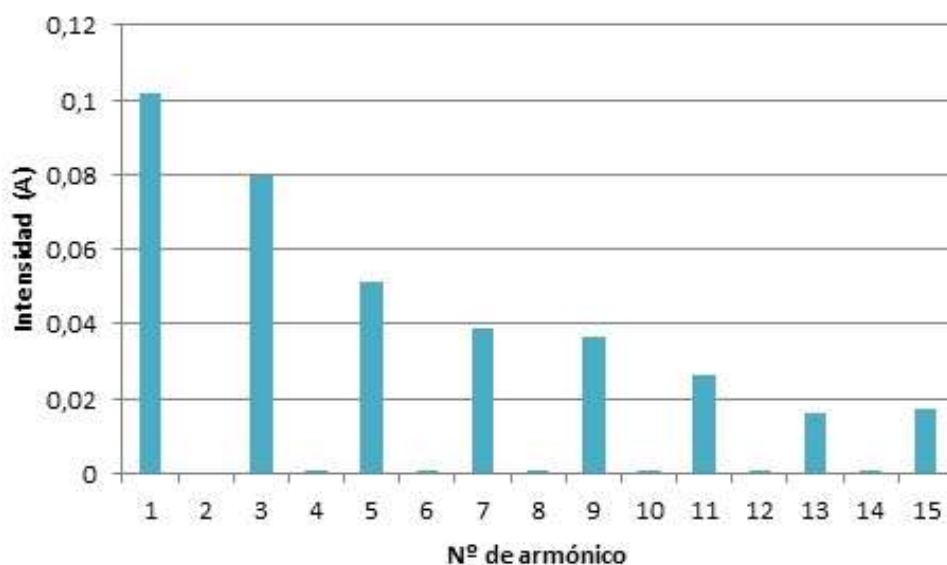


Figura 5-4. Intensidades de armónicos en la luminaria de 22 W

Como se observa tanto en los datos de la tabla como en la gráfica, las corrientes en los armónicos pares son prácticamente 0, por lo que se despreciarán a la hora de realizar cálculos.

Las corrientes utilizadas para los cálculos serán las de los armónicos 3, 5 y 7, por lo que los demás armónicos se desecharán para poder simplificar los cálculos. La corriente del armónico 3 circulará por el neutro, mientras que las de los armónicos 5 y 7 lo harán por las fases. Dichas corrientes son:

$$I_3 = 79,46 \text{ mA}, I_5 = 51,10 \text{ mA} \text{ e } I_7 = 38,76 \text{ mA}$$

### 5.7.3 Luminaria SP480P de 35 W

La luminaria de 35 W utilizada para la iluminación de las aulas, presenta los siguientes valores de potencias que se muestran a continuación, con una tensión de 234,3V, corriente de 241 mA y trabajando a la frecuencia de 50 Hz.

PARÁMETRO	L1
P (W)	34
Q (VAr)	-17
D (VAr)	41
S (VA)	57
PF	0,61
Cos $\varphi$ (DPF)	0,892
$\varphi$ (P)	-27

Tabla 5-8. Valores de potencias obtenidos para luminarias de 35 W

Como se puede observar, obtenemos un factor de potencia de 0,61 y una potencia de distorsión de 41 VAr además de tener la potencia activa de 34 W y la reactiva capacitiva de 17 VAr. Además, también obtenemos el valor de la tasa de distorsión total de corrientes que es del 73,2%.

En la siguiente gráfica, se muestra la forma de onda real que presenta dicha luminaria:

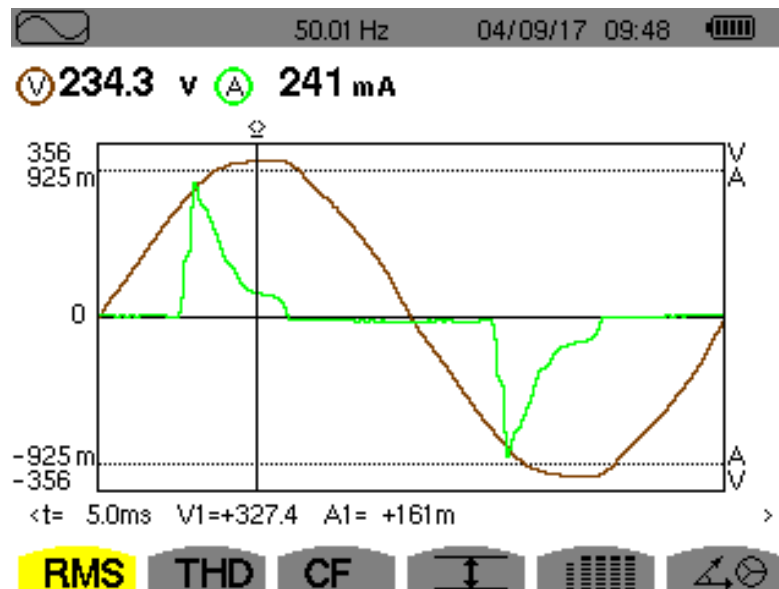


Figura 5-5. Forma de onda luminaria de 35 W

Estos valores obtenidos y la forma de onda nos indican que tenemos armónicos en la red, los cuales se muestran a continuación en la tabla y gráfica siguientes, y son los que trataremos de eliminar posteriormente con un filtro de rechazo.

ARMÓNICO	TENSIÓN			CORRIENTE		
	% f	rms	°	% f	rms	°
0	0	0	---	---	---	---
1	100	234,3	0	100	0,164	0
2	0	0	---	0,1	0,000164	-104
3	0,3	0,7029	-162	75,3	0,123492	171
4	0	0	---	0	0	---
5	0,4	0,9372	81	47,3	0,077572	0
6	0	0	---	0,1	0,000164	-137
7	1,5	3,5145	60	35,6	0,058384	-152
8	0	0	---	0	0	---
9	0,4	0,9372	164	32,6	0,053464	42
10	0	0	---	0	0	---
11	0,5	1,1715	43	22,4	0,036736	-127
12	0	0	---	0,1	0,000164	2
13	0,3	0,7029	97	14	0,02296	90
14	0	0	---	0	0	---
15	0,1	0,2343	-123	14,9	0,024436	-59

Tabla 5-9. Tensiones e intensidades de armónicos en luminaria de 35 W

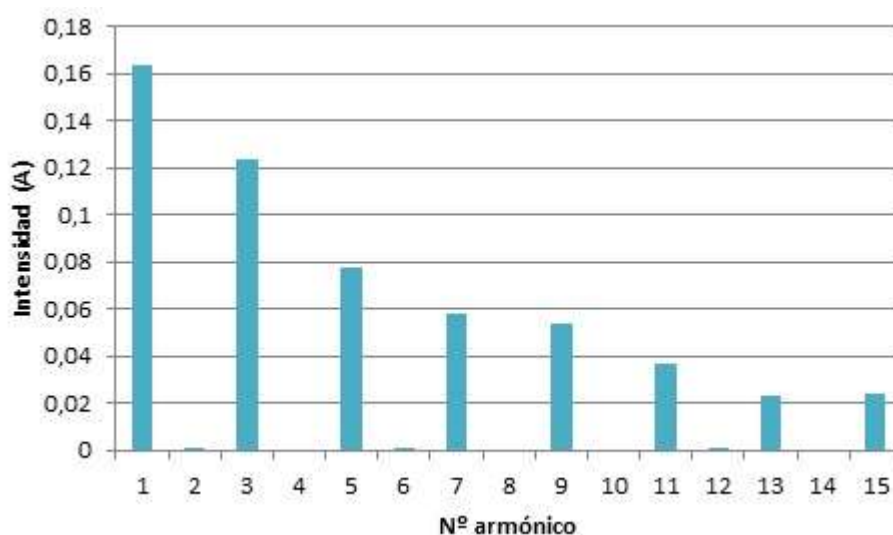


Figura 5-6. Intensidades de armónicos en la luminaria de 35 W

Como se observa tanto en los datos de la tabla como en la gráfica, las corrientes en los armónicos pares son prácticamente 0, por lo que se despreciarán a la hora de realizar cálculos.

Las corrientes utilizadas para los cálculos serán las de los armónicos 3, 5 y 7, por lo que los demás armónicos se desecharán para poder simplificar los cálculos. La corriente del armónico 3 circulará por el neutro, mientras que las de los armónicos 5 y 7 lo harán por las fases. Dichas corrientes son:

$$I_3 = 123,492 \text{ mA}, I_5 = 77,572 \text{ mA} \text{ e } I_7 = 58,384 \text{ mA}$$

### 5.7.4 Cálculos cuadro alumbrado sótano

Con los valores obtenidos de los armónicos impares, calcularemos las diferentes corrientes que están circulando por el neutro y por las fases, así como las pérdidas y distorsión que esas corrientes provocan en la red. Esto se realizará contabilizando las corrientes que circulan en cada planta, ya que en cada una de ellas tendremos un subcuadro para alumbrado, y de esta manera, colocaremos el filtro en ellos, así estas corrientes armónicas ya no circularán hasta el cuadro general.

La corriente que circulará por el neutro es la que se corresponde con el tercer armónico. Dado que los ángulos de estas corrientes, para estas luminarias, son iguales o similares, tomaremos la suma del módulo, por lo que trabajaré con valores eficaces.

- 137 luminarias de 19,8 W  
 $I_3' = 79,46 \text{ mA} \rightarrow I_{3TOTAL}' = 79,46 \times 137 = 10,886 \text{ A}$
- 21 luminarias de 22 W  
 $I_3'' = 79,46 \text{ mA} \rightarrow I_{3TOTAL}'' = 79,46 \times 21 = 1,669 \text{ A}$
- 116 luminarias de 35 W  
 $I_3''' = 79,46 \text{ mA} \rightarrow I_{3TOTAL}''' = 123,492 \times 116 = 14,325 \text{ A}$

Por lo tanto obtenemos:

$$I_3 = 10,886 + 1,669 + 14,325 = 26,88 \text{ A}$$

Con esta corriente podremos calcular las pérdidas producidas por efecto Joule en el cable de neutro en función de la resistencia del mismo:

$$Perd_3 = I_3^2 \times R = 26,88^2 \times R \rightarrow Perd = 722,534 \times R \text{ (W)}$$

Ahora realicé el mismo procedimiento para el caso de las corrientes que circulan por las fases. En este caso los armónicos utilizados son el 5 y 7, ya que a partir del 7 he decidido despreciarlos dado que son valores pequeños.

- 137 luminarias de 19,8 W  
 $I_5' = 13,53 \text{ mA} \rightarrow I_{5TOTAL}' = 13,53 \times 137 = 1,854 \text{ A}$   
 $I_7' = 17,82 \text{ mA} \rightarrow I_{7TOTAL}' = 17,82 \times 137 = 2,441 \text{ A}$
- 21 luminarias de 22 W  
 $I_5'' = 51,10 \text{ mA} \rightarrow I_{5TOTAL}'' = 51,10 \times 21 = 1,073 \text{ A}$   
 $I_7'' = 38,76 \text{ mA} \rightarrow I_{7TOTAL}'' = 38,76 \times 21 = 0,814 \text{ A}$
- 116 luminarias de 35 W  
 $I_5''' = 77,572 \text{ mA} \rightarrow I_{5TOTAL}''' = 77,572 \times 116 = 8,998 \text{ A}$   
 $I_7''' = 58,384 \text{ mA} \rightarrow I_{7TOTAL}''' = 58,384 \times 116 = 6,773 \text{ A}$

Por lo tanto obtenemos:

$$I_5 = 1,854 + 1,073 + 8,998 = 11,925 \text{ A}$$

$$I_7 = 2,441 + 0,814 + 6,773 = 10,028 \text{ A}$$

Por lo tanto, las pérdidas que producen los armónicos en las fases son:

$$Perd_5 = I_5^2 \times R = 11,925^2 \times R \rightarrow Perd = 142,206 \times R \text{ (W)}$$

$$Perd_7 = I_7^2 \times R = 10,028^2 \times R \rightarrow Perd = 100,561 \times R \text{ (W)}$$

Además de calcular estas pérdidas, ahora calcularé la potencia de distorsión producida en la red:

$$D = V \times \sqrt{\sum_{h=2}^{\infty} I_h^2} =$$

$$= 230 \times \sqrt{26,88^2 + 11,925^2 + 10,028^2} = 7145,937 \text{ VA}r$$



### 5.7.5 Cálculos cuadro alumbrado planta baja

Con los valores obtenidos de los armónicos impares, calcularemos las diferentes corrientes que están circulando por el neutro y por las fases, así como las pérdidas y distorsión que esas corrientes provocan en la red. Esto se realizará contabilizando las corrientes que circulan en cada planta, ya que en cada una de ellas tendremos un subcuadro para alumbrado, y de esta manera, colocaremos el filtro en ellos, así estas corrientes armónicas ya no circularán hasta el cuadro general.

La corriente que circulará por el neutro es la que se corresponde con el tercer armónico. Dado que los ángulos de estas corrientes, para estas luminarias, son iguales o similares, tomaremos la suma del módulo, por lo que trabajaré con valores eficaces.

- 105 luminarias de 19,8 W  
 $I_3' = 79,46 \text{ mA} \rightarrow I_{3TOTAL}' = 79,46 \times 105 = 8,343 \text{ A}$
- 52 luminarias de 22 W  
 $I_3'' = 79,46 \text{ mA} \rightarrow I_{3TOTAL}'' = 79,46 \times 52 = 4,132 \text{ A}$
- 154 luminarias de 35 W  
 $I_3''' = 79,46 \text{ mA} \rightarrow I_{3TOTAL}''' = 123,492 \times 154 = 19,018 \text{ A}$

Por lo tanto obtenemos:

$$I_3 = 8,343 + 4,132 + 19,018 = 31,493 \text{ A}$$

Con esta corriente podremos calcular las pérdidas producidas por efecto Joule en el cable de neutro en función de la resistencia del mismo:

$$Perd_3 = I_3^2 \times R = 31,493^2 \times R \rightarrow Perd = 991,809 \times R \text{ (W)}$$

Ahora realicé el mismo procedimiento para el caso de las corrientes que circulan por las fases. En este caso los armónicos utilizados son el 5 y 7, ya que a partir del 7 he decidido despreciarlos dado que son valores pequeños.

- 105 luminarias de 19,8 W  
 $I_5' = 13,53 \text{ mA} \rightarrow I_{5TOTAL}' = 13,53 \times 105 = 1,421 \text{ A}$   
 $I_7' = 17,82 \text{ mA} \rightarrow I_{7TOTAL}' = 17,82 \times 105 = 1,871 \text{ A}$
- 52 luminarias de 22 W  
 $I_5'' = 51,10 \text{ mA} \rightarrow I_{5TOTAL}'' = 51,10 \times 52 = 2,657 \text{ A}$   
 $I_7'' = 38,76 \text{ mA} \rightarrow I_{7TOTAL}'' = 38,76 \times 52 = 2,016 \text{ A}$
- 154 luminarias de 35 W  
 $I_5''' = 77,572 \text{ mA} \rightarrow I_{5TOTAL}''' = 77,572 \times 154 = 11,946 \text{ A}$   
 $I_7''' = 58,384 \text{ mA} \rightarrow I_{7TOTAL}''' = 58,384 \times 154 = 8,991 \text{ A}$

Por lo tanto obtenemos:

$$I_5 = 1,421 + 2,657 + 11,946 = 16,024 \text{ A}$$

$$I_7 = 1,871 + 2,016 + 8,991 = 12,878 \text{ A}$$

Por lo tanto, las pérdidas que producen los armónicos en las fases son:

$$Perd_5 = I_5^2 \times R = 16,024^2 \times R \rightarrow Perd = 256,769 \times R \text{ (W)}$$

$$Perd_7 = I_7^2 \times R = 12,878^2 \times R \rightarrow Perd = 165,843 \times R \text{ (W)}$$

Además de calcular estas pérdidas, ahora calcularé la potencia de distorsión producida en la red:

$$D = V \times \sqrt{\sum_{h=2}^{\infty} I_h^2} =$$

$$= 230 \times \sqrt{31,493^2 + 16,024^2 + 12,878^2} = 8650,0199 \text{ VAr}$$

### 5.7.6 Cálculos cuadro alumbrado planta 1

Con los valores obtenidos de los armónicos impares, calcularemos las diferentes corrientes que están circulando por el neutro y por las fases, así como las pérdidas y distorsión que esas corrientes provocan en la red. Esto se realizará contabilizando las corrientes que circulan en cada planta, ya que en cada una de ellas tendremos un subcuadro para alumbrado, y de esta manera, colocaremos el filtro en ellos, así estas corrientes armónicas ya no circularán hasta el cuadro general.

La corriente que circulará por el neutro es la que se corresponde con el tercer armónico. Dado que los ángulos de estas corrientes, para estas luminarias, son iguales o similares, tomaremos la suma del módulo, por lo que trabajaré con valores eficaces.

- 58 luminarias de 19,8 W  
 $I_3' = 79,46 \text{ mA} \rightarrow I_{3TOTAL}' = 79,46 \times 58 = 4,609 \text{ A}$
- 127 luminarias de 22 W  
 $I_3'' = 79,46 \text{ mA} \rightarrow I_{3TOTAL}'' = 79,46 \times 127 = 10,091 \text{ A}$
- 199 luminarias de 35 W  
 $I_3''' = 79,46 \text{ mA} \rightarrow I_{3TOTAL}''' = 123,492 \times 199 = 24,575 \text{ A}$

Por lo tanto obtenemos:

$$I_3 = 4,609 + 10,091 + 24,575 = 39,275 \text{ A}$$

Con esta corriente podremos calcular las pérdidas producidas por efecto Joule en el cable de neutro en función de la resistencia del mismo:

$$Perd_3 = I_3^2 \times R = 39,275^2 \times R \rightarrow Perd = 1542,526 \times R \text{ (W)}$$

Ahora realicé el mismo procedimiento para el caso de las corrientes que circulan por las fases. En este caso los armónicos utilizados son el 5 y 7, ya que a partir del 7 he decidido despreciarlos dado que son valores pequeños.

- 58 luminarias de 19,8 W  
 $I_5' = 13,53 \text{ mA} \rightarrow I_{5TOTAL}' = 13,53 \times 58 = 0,785 \text{ A}$   
 $I_7' = 17,82 \text{ mA} \rightarrow I_{7TOTAL}' = 17,82 \times 58 = 1,034 \text{ A}$
- 127 luminarias de 22 W  
 $I_5'' = 51,10 \text{ mA} \rightarrow I_{5TOTAL}'' = 51,10 \times 127 = 6,490 \text{ A}$   
 $I_7'' = 38,76 \text{ mA} \rightarrow I_{7TOTAL}'' = 38,76 \times 127 = 4,923 \text{ A}$
- 199 luminarias de 35 W  
 $I_5''' = 77,572 \text{ mA} \rightarrow I_{5TOTAL}''' = 77,572 \times 199 = 15,437 \text{ A}$   
 $I_7''' = 58,384 \text{ mA} \rightarrow I_{7TOTAL}''' = 58,384 \times 199 = 11,618 \text{ A}$

Por lo tanto obtenemos:

$$I_5 = 0,782 + 6,490 + 15,437 = 22,709 \text{ A}$$

$$I_7 = 1,034 + 4,923 + 11,618 = 17,575 \text{ A}$$

Por lo tanto, las pérdidas que producen los armónicos en las fases son:

$$Perd_5 = I_5^2 \times R = 22,709^2 \times R \rightarrow Perd = 515,699 \times R \text{ (W)}$$

$$Perd_7 = I_7^2 \times R = 17,575^2 \times R \rightarrow Perd = 308,881 \times R \text{ (W)}$$

Además de calcular estas pérdidas, ahora calcularé la potencia de distorsión producida en la red:

$$D = V \times \sqrt{\sum_{h=2}^{\infty} I_h^2} =$$

$$= 230 \times \sqrt{39,275^2 + 22,709^2 + 17,575^2} = 11190,168 \text{ VAr}$$

### 5.7.7 Cálculos cuadro alumbrado planta 2

Con los valores obtenidos de los armónicos impares, calcularemos las diferentes corrientes que están circulando por el neutro y por las fases, así como las pérdidas y distorsión que esas corrientes provocan en la red. Esto se realizará contabilizando las corrientes que circulan en cada planta, ya que en cada una de ellas tendremos un subcuadro para alumbrado, y de esta manera, colocaremos el filtro en ellos, así estas corrientes armónicas ya no circularán hasta el cuadro general.

La corriente que circulará por el neutro es la que se corresponde con el tercer armónico. Dado que los ángulos de estas corrientes, para estas luminarias, son iguales o similares, tomaremos la suma del módulo, por lo que trabajaré con valores eficaces.

- 54 luminarias de 19,8 W  
 $I_3' = 79,46 \text{ mA} \rightarrow I_{3TOTAL}' = 79,46 \times 54 = 4,291 \text{ A}$
- 131 luminarias de 22 W  
 $I_3'' = 79,46 \text{ mA} \rightarrow I_{3TOTAL}'' = 79,46 \times 131 = 10,409 \text{ A}$
- 202 luminarias de 35 W  
 $I_3''' = 79,46 \text{ mA} \rightarrow I_{3TOTAL}''' = 123,492 \times 202 = 24,945 \text{ A}$

Por lo tanto obtenemos:

$$I_3 = 4,291 + 10,409 + 24,945 = 39,645 \text{ A}$$

Con esta corriente podremos calcular las pérdidas producidas por efecto Joule en el cable de neutro en función de la resistencia del mismo:

$$Perd_3 = I_3^2 \times R = 39,645^2 \times R \rightarrow Perd = 1571,726 \times R \text{ (W)}$$

Ahora realicé el mismo procedimiento para el caso de las corrientes que circulan por las fases. En este caso los armónicos utilizados son el 5 y 7, ya que a partir del 7 he decidido despreciarlos dado que son valores pequeños.

- 54 luminarias de 19,8 W  
 $I_5' = 13,53 \text{ mA} \rightarrow I_{5TOTAL}' = 13,53 \times 54 = 0,731 \text{ A}$   
 $I_7' = 17,82 \text{ mA} \rightarrow I_{7TOTAL}' = 17,82 \times 54 = 0,962 \text{ A}$
- 131 luminarias de 22 W  
 $I_5'' = 51,10 \text{ mA} \rightarrow I_{5TOTAL}'' = 51,10 \times 131 = 6,694 \text{ A}$   
 $I_7'' = 38,76 \text{ mA} \rightarrow I_{7TOTAL}'' = 38,76 \times 131 = 5,078 \text{ A}$
- 202 luminarias de 35 W  
 $I_5''' = 77,572 \text{ mA} \rightarrow I_{5TOTAL}''' = 77,572 \times 202 = 15,670 \text{ A}$   
 $I_7''' = 58,384 \text{ mA} \rightarrow I_{7TOTAL}''' = 58,384 \times 202 = 11,793 \text{ A}$

Por lo tanto obtenemos:

$$I_5 = 0,731 + 6,694 + 15,67 = 23,095 \text{ A}$$

$$I_7 = 0,962 + 5,078 + 11,793 = 17,833 \text{ A}$$

Por lo tanto, las pérdidas que producen los armónicos en las fases son:

$$Perd_5 = I_5^2 \times R = 23,095^2 \times R \rightarrow Perd = 533,379 \times R \text{ (W)}$$

$$Perd_7 = I_7^2 \times R = 17,833^2 \times R \rightarrow Perd = 318,016 \times R \text{ (W)}$$

Además de calcular estas pérdidas, ahora calcularé la potencia de distorsión producida en la red:

$$D = V \times \sqrt{\sum_{h=2}^{\infty} I_h^2} =$$

$$= 230 \times \sqrt{39,645^2 + 15,670^2 + 11,793^2} = 10173,048 \text{ VAr}$$

### 5.7.8 Cálculos filtro de rechazo

Ahora realizaré el diseño de un filtro de rechazo para cada uno de los cuadros de alumbrado. Estos filtros se colocarán en todas las fases y en el neutro, impidiendo de este modo las sobrecargas y deterioros en el resto de la línea hasta el cuadro general.

Los filtros de rechazo presentan un parámetro denominado factor de calidad, que depende de la resistencia de la inductancia o bobina ( $r$ ), la pulsación a la frecuencia fundamental ( $\omega_1$ ) y el valor de la inductancia ( $L_n$ ) para cada armónico. Esto permitirá calcular dicho valor de la inductancia.

$$L_n = \frac{q \times r}{\omega_1} = \frac{150 \times 2,2}{2 \times \pi \times 50} = 1,0504 \text{ mH}$$

Sabiendo que:

$L_n$ : corresponde a los valores de  $L_3$ ,  $L_5$  y  $L_7$  que son los valores de la inductancia para los armónicos 3, 5 y 7.

$q$ : es el factor de calidad, que para bobinas industriales es de 150

$r$ : es el valor de la resistencia de la bobina, para lo que estimamos un valor estándar de  $3,3 \text{ m}\Omega$

Dado que el coste de la fabricación de las inductancias es mayor que el de los condensadores, usaré el mismo valor de inductancia para  $L_3$ ,  $L_5$  y  $L_7$ . Por lo tanto obtenemos:

$$L_3 = L_5 = L_7 = 1,0504 \text{ mH}$$

Una vez determinado el valor de las inductancias, se calcula el valor de los condensadores  $C_3$ ,  $C_5$ , y  $C_7$  para cada uno de los filtros. Estos valores se determinan usando la condición de resonancia a cada frecuencia de los armónicos 3, 5 y 7, ya que están sintonizados para entrar en resonancia a las frecuencias de los armónicos de orden 3, 5 y 7, lo que provocará una impedancia muy elevada y de esta manera bloqueará la circulación de las corrientes armónicas 3, 5 y 7.

$$C_n = \frac{1}{(n \times \omega_1)^2 \times L_n}$$

$$C_3 = \frac{1}{(3 \times 2 \times \pi \times 50)^2 \times 1,0504 \times 10^{-3}} = 1,0718 \text{ mF}$$

$$C_5 = \frac{1}{(5 \times 2 \times \pi \times 50)^2 \times 1,0504 \times 10^{-3}} = 0,3858 \text{ mF}$$

$$C_7 = \frac{1}{(7 \times 2 \times \pi \times 50)^2 \times 1,0504 \times 10^{-3}} = 0,1969 \text{ mF}$$

Los filtros se colocarán siguiendo el siguiente esquema, y los valores de bobinas y condensadores son los calculados anteriormente.

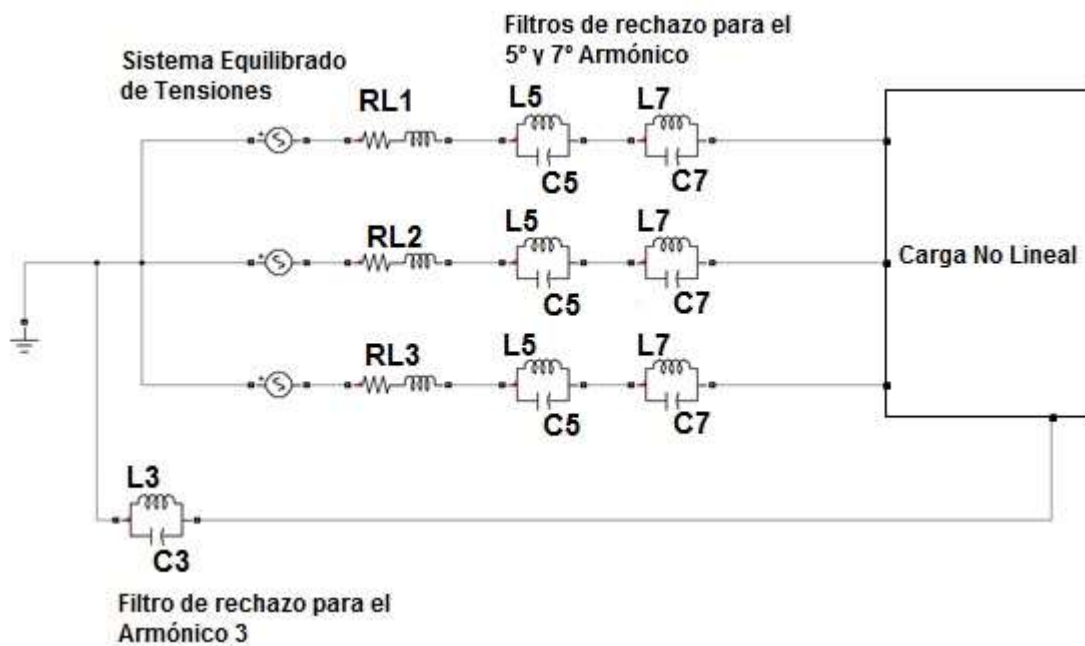


Figura 5-7. Esquema filtros





UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER**

**CURSO 2016/17**

---

*ESTUDIO DE OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS  
INSTALACIONES EXISTENTES EN LA ESCUELA  
POLITÉCNICA SUPERIOR DE LA UDC MEDIANTE EL  
USO DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS*

---

**Máster en Ingeniería Industrial**

**Documento**

**ANEXO III: INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE AGUAS  
PLUVIALES**





## 6 ANEXO III: INSTALACIÓN DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS PLUVIALES

### 6.1 Objeto

El objeto de este anexo es la justificación de la instalación de suministro de aguas pluviales con aprovechamiento de las mismas para inodoros en la escuela politécnica superior.

### 6.2 Alcance

El alcance es la totalidad del diseño de la instalación de evacuación y suministro de aguas pluviales de la escuela, cumpliendo las normativas que sean de obligado cumplimiento.

### 6.3 Normas y referencias

El presente proyecto recoge las características de los materiales, los cálculos que justifican su empleo y la forma de ejecución de las obras a realizar, dando cumplimiento a las siguientes disposiciones:

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Documento Básico HS Salubridad, Sección HS 5 "Evacuación de Aguas."
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Documento Básico HS Salubridad, Sección HS 4 "Suministro de aguas."

### 6.4 Definiciones y abreviaturas

- DB: Documento Básico.
- Ø: Diámetro de tubería en mm.
- l: litros

### 6.5 Requisitos de diseño

#### 6.5.1 Condiciones para la evacuación de aguas

Para poder realizar esta instalación, primero debemos de tener en cuenta si con el agua de lluvia de nuestra zona geográfica podremos abastecer las necesidades de la escuela a estudiar. Por ello, habrá que corroborar que el agua recogida en las cubiertas, sea superior al agua que necesitamos para abastecer todos los inodoros y urinarios de la escuela.

#### 6.5.2 Condiciones mínimas de suministro

Según el DB-HS en su sección 4 de suministro de aguas, los caudales mínimos a abastecer son los siguientes, correspondientes a la tabla 2.1 de la misma sección de DB:

## 6. ANEXO III: INSTALACIÓN DE SUMINISTROS DE AGUAS PLUVIALES

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm <sup>3</sup> /s]
Lavamanos	0,05
Lavabo	0,10
Ducha	0,20
Bañera de 1,40 m o más	0,30
Bañera de menos de 1,40 m	0,20
Bidé	0,10
Inodoro con cisterna	0,10
Inodoro con fluxor	1,25
Urinarios con grifo temporizado	0,15
Urinarios con cisterna (c/u)	0,04
Fregadero doméstico	0,20
Fregadero no doméstico	0,30
Lavavajillas doméstico	0,15
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25
Lavadero	0,20
Lavadora doméstica	0,20
Lavadora industrial (8 kg)	0,60
Grifo aislado	0,15
Grifo garaje	0,20
Vertedero	0,20

**Tabla 6-1. Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato**

Respeto a la presión, los puntos de consumo necesitarán una presión mínima de 100 kPa en grifos comunes y 150 kPa para fluxores y calentadores, y dichos valores nunca deberán de sobrepasar 500 kPa.

La velocidad del agua, según el punto 4.2.1. del DB de salubridad, sección HS-4, suministro de agua, en función del tipo de material que estemos utilizando en el sistema de distribución será el siguiente:

- Tuberías metálicas: entre 0,50 y 2,00 m/s.
- Tuberías termoplásticas y multicapas: entre 0,50 y 3,50 m/s.

Los ramales de enlace a los diferentes aparatos, se dimensionarán conforme a lo que se establece en la siguiente tabla, correspondiente a la tabla 4.2. del DB-HS4:

Aparato o punto de consumo	Diámetro nominal del ramal de enlace	
	Tubo de acero	Tubo de cobre o plástico (mm)
Lavamanos	½	12
Lavabo, bidé	½	12
Ducha	½	12
Bañera <1,40 m	¾	20
Bañera >1,40 m	¾	20
Inodoro con cisterna	½	12
Inodoro con fluxor	1- 1 ½	25-40
Urinario con grifo temporizado	½	12
Urinario con cisterna	½	12
Fregadero doméstico	½	12
Fregadero industrial	¾	20
Lavavajillas doméstico	½ (rosca a ¾)	12
Lavavajillas industrial	¾	20

**Tabla 6-2. Diámetros mínimos en las derivaciones a los aparatos**

Los ramales de enlace entre los diferentes aseos ubicados dentro de la escuela, se dimensionarán teniendo en cuenta los diámetros mínimos exigidos por el DB-HS4 en su tabla 4.2. que se muestra a continuación:

Tramo considerado	Diámetro nominal del tubo de alimentación	
	Acero	Cobre o plástico (mm)
Alimentación a cuarto húmedo privado: baño, aseo, cocina.	$\frac{3}{4}$	20
Alimentación a derivación particular: vivienda, apartamento, local comercial	$\frac{3}{4}$	20
Columna (montante o descendente)	$\frac{3}{4}$	20
Distribuidor principal	1	25
< 50 kW	$\frac{1}{2}$	12
Alimentación equipos de climatización 50 - 250 kW	$\frac{3}{4}$	20
250 - 500 kW	1	25
> 500 kW	$1 \frac{1}{4}$	32

**Tabla 6-3. Diámetros mínimos en las derivaciones a los aseos**

## 6.6 Descripción de la instalación

### 6.6.1 Viabilidad de la instalación

Para poder saber si esta instalación es posible llevarla a cabo, primero he calculado el volumen de agua necesaria para abastecer inodoros y urinarios. Como se puede ver en los cálculos realizados en el siguiente apartado 5.7. en nuestro caso es totalmente suficiente el agua recogida en cubiertas para abastecer la escuela.

Para la realización de este estudio he comprobado en documentos de la universidad la cantidad de personas matriculadas para poder hacer una estimación del gasto de agua que se tiene. Por lo tanto, este estudio se ha realizado teniendo en cuenta lo siguiente:

- En la facultad hay 710 personas: 157 son mujeres y 553 son hombres
- La facultad se encuentra abierta 240 días al año.
- Como suposición, cada persona utilizará un inodoro o urinario una vez al día.
- En la ciudad de Ferrol, el periodo máximo que hay sin llover es de 20 días continuos.
- Según el mapa pluviométrico de España, en Ferrol cae una cantidad de 1300 l/m<sup>2</sup> de agua de lluvia.
- La cubierta de la escuela tiene unas dimensiones de 2408 m<sup>2</sup>.

Con estas condiciones, y según los cálculos realizados obtenemos que la cantidad de agua recogida en las cubiertas es de 2660895 litros al año frente a los 880236 litros al año necesarios. Por lo tanto, queda demostrada la viabilidad de abastecimiento mediante agua de lluvia a todos los inodoros y urinarios de la escuela.

Además, hay que destacar que actualmente la facultad tiene unas facturas de agua en las que se cobra por 600 m<sup>3</sup> cada dos meses. Como se puede ver, según los resultados obtenidos, sólo se necesitan aproximadamente 150 m<sup>3</sup> de agua cada 2 meses para abastecer los inodoros y urinarios que representan el 90 % de las necesidades. Por lo tanto, al realizar la reforma, habría que tener en cuenta la instalación de un contador en la acometida de la red de aguas, para así poder pagar por lo que realmente se necesita, que realizando la reforma será de muy pocos m<sup>3</sup>.

### 6.6.2 Depósito de aguas pluviales

Para poder reservar agua para los días sin lluvia, la decisión tomada según los cálculos realizados ha sido la de colocar 2 depósitos de 30000 litros cada uno, enterrados. Su posición se puede ver en los planos relativos al suministro de aguas pluviales. A estos depósitos les llegará el agua recogida en las cubiertas. La instalación de evacuación de aguas se aprovechará, sólo será necesario desviar el agua que se desperdiciaba para los sumideros, para nuestros depósitos.

Estos depósitos de agua están fabricados en resinas de poliéster reforzados con fibra de vidrio. Tienen innumerables ventajas, aúnan la dureza del acero con las cualidades del plástico:

- Espesores homogéneos.
- Resisten temperaturas de 0° a 60°.
- Estabilidad ante los cambios de temperatura.
- No transmiten olor, ni sabor, ni color.
- No crean ni desarrollan microorganismos.
- Aspecto interior espejo.
- Fácil limpieza.
- No sufren envejecimiento y no necesitan mantenimiento.
- Gran resistencia química y mecánica.
- Facilidad de reparación ante rotura mecánica.
- Son sólidos, ligeros y fáciles de transportar.



**Figura 6-1. Depósito enterrado**

Estos depósitos son de la marca Plarex S.L. especializada en la fabricación de depósitos a medida, fabricándolos con las características y volúmenes que se especifiquen para la colocación en lugares reducidos o bajo planos.

Como comenté anteriormente, los depósitos necesarios son de 30000 litros cada uno, y sus medidas serán de 5,50 metros de largo por 2,75 metros de ancho.

Diámetro (metros)	Altura (metros)							
	1.20	1.30	1.50	1.70	2.00	2.50	2.75	3.00
Capacidad (litros)								
1000	1.10							
2000	1.75							
3000	2.70	2.30						
4000		3.00	2.25					
5000			2.85	2.20				
6000			3.40	2.70				
8000				3.50	2.60			
10000					3.20			
12000					3.80			
15000					4.80	3.05		
20000						4.10	3.35	
25000						5.10	4.20	3.55
30000							5.50	4.25
35000								4.95

Tabla 6-4. Tamaños depósitos enterrados Plarex

### 6.6.3 Red de suministro de aguas pluviales

La instalación está compuesta por los siguientes elementos:

- Llave de corte general: servirá para interrumpir el suministro a la escuela, y estará situada dentro de la propiedad, en la arqueta del contador general, accesible para su manipulación y señalada adecuadamente para permitir su identificación.
- Filtro de la instalación general: debe retener los residuos del agua que puedan dar lugar a corrosiones en las canalizaciones metálicas. Se instalará a continuación de la llave de corte general, en el interior de la arqueta del contador general. El filtro debe ser de tipo Y con un umbral de filtrado comprendido entre 25 y 50 mm, con malla de acero inoxidable y baño de plata, para evitar la formación de bacterias y autolimpiable. La situación del filtro debe ser tal que permita realizar adecuadamente las operaciones de limpieza y mantenimiento sin necesidad de corte de suministro.
- El armario o arqueta del contador general contendrá, dispuestos en este orden, la llave de corte general, un filtro de la instalación general, el contador, una llave, una válvula de retención y una llave de salida. Su instalación debe realizarse en un plano paralelo al del suelo. La llave de salida debe permitir la interrupción del suministro al edificio. La llave de corte general y la de salida servirán para el montaje y desmontaje del contador general.
- El tubo de alimentación debe trazarse por zonas de uso común. En caso de ir empotrado deben disponerse registros para su inspección y control de fugas, al menos en sus extremos y en los cambios de dirección.
- El trazado del distribuidor principal debe realizarse por zonas de uso común. En caso de ir empotrado deben disponerse registros para su inspección y control de fugas, al menos en sus extremos y en los cambios de dirección. Deben disponerse llaves de corte en todas las derivaciones, de tal forma que en caso de avería en cualquier punto no deba interrumpirse todo el suministro.
- Las ascendentes o montantes deben discurrir por zonas de uso común del mismo. Deben ir alojadas en recintos o huecos, contruidos a tal fin. Dichos

## 6. ANEXO III: INSTALACIÓN DE SUMINISTROS DE AGUAS PLUVIALES

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

recintos o huecos, que podrán ser de uso compartido solamente con otras instalaciones de agua del edificio, deben ser registrables y tener las dimensiones suficientes para que puedan realizarse las operaciones de mantenimiento.

- Las ascendentes deben disponer en sus bases de una válvula de retención, una llave de corte para las operaciones de mantenimiento, y una llave de paso con grifo o tapón de vaciado, situadas en zonas de fácil acceso y señaladas de forma conveniente. La válvula de retención se dispondrá en primer lugar, según el sentido de circulación del agua.
- En su parte superior deben instalarse dispositivos de purga, automáticos o manuales, con un separador o cámara que reduzca la velocidad del agua facilitando la salida del aire y disminuyendo los efectos de los posibles golpes de ariete.

Las tuberías serán de UPONOR MLCP, con los diámetros indicados en la tabla 5-7 de este anexo.

### 6.6.4 Grupo de presión

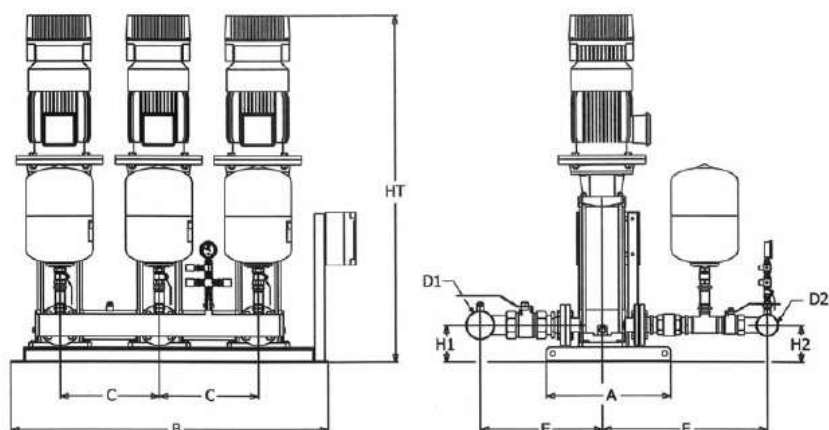
Según los cálculos realizados, necesitamos un grupo de presión con 3 bombas con características de 30 m.c.a. y un caudal de 29 l/s.

El grupo escogido es de la marca Ebara, con unas características de 30 m.c.a y 105 m<sup>3</sup>/s (29,2 l/s), modelo APG 32-3-1(VV)(ED).

		CAUDAL (m <sup>3</sup> /h)								
		60	66	75	90	105	120	135	150	165
ALTURA MANOMÉTRICA TOTAL (m.c.l.)	25	APSG 15-3-3(W)(ED) MATRIX 18-4-3 (VV)	APSG 15-3-3(W)(ED) MATRIX 18-4-3 (VV)	APSG 20-3-3 (W)(ED)	APG 32-2-0-3(W)(ED)	APG 32-2-0-3(W)(ED)	APG 45-2-2-3(W)(ED)	APG 45-2-2-3(W)(ED)	APG 45-2-0-3(W)(ED)	-
	30	APSG 15-3-3(W)(ED) MATRIX 18-4-3 (VV)	APSG 20-3-3(W)(ED) MATRIX 18-5-3 (VV)	APSG 20-3-3 (W)(ED)	APG 32-2-0-3(W)(ED)	APG 32-3-1-3(W)(ED)	APG 45-2-2-3(W)(ED)	APG 45-2-0-3(W)(ED)	APG 45-2-0-3(W)(ED)	APG 45-2-0-3(W)(ED)
	35	APSG 15-4-3(W)(ED) MATRIX 18-5-3 (VV)	APSG 20-3-3(W)(ED) MATRIX 18-6-3 (VV)	APSG 20-4-3 (W)(ED)	APG 32-3-1-3(W)(ED)	APG 32-3-1-3(W)(ED)	APG 45-2-0-3(W)(ED)	APG 45-2-0-3(W)(ED)	APG 45-2-0-3(W)(ED)	-
	40	APSG 15-4-3(W)(ED) MATRIX 18-6-3 (VV)	APSG 20-4-3 (W)(ED)	APSG 20-4-3 (W)(ED)	APG 32-3-1-3(W)(ED)	APG 32-4-1-3(W)(ED)	APG 45-2-0-3(W)(ED)	APG 45-2-0-3(W)(ED)	APG 45-3-0-3(W)(ED)	-
	45	APSG 15-5-3(W)(ED) MATRIX 18-6-3 (VV)	APSG 20-4-3 (W)(ED)	APSG 20-5-3 (W)(ED)	APG 32-4-3-3 (VV)	APG 32-4-1-3(W)(ED)	APG 45-2-0-3(W)(ED)	APG 45-3-0-3(W)(ED)	APG 45-3-0-3(W)(ED)	APG 45-3-0-3(W)(ED)
	50	APSG 15-5-3 (W)(ED)	APSG 20-4-3 (W)(ED)	APSG 20-5-3 (W)(ED)	APG 32-4-3-3 (VV)	APG 32-5-3-3(W)(ED)	APG 45-3-0-3(W)(ED)	APG 45-3-0-3(W)(ED)	APG 45-3-0-3(W)(ED)	APG 45-3-0-3(W)(ED)
	55	APSG 15-6-3 (W)(ED)	APSG 20-5-3 (W)(ED)	APSG 20-5-3 (W)(ED)	APG 32-4-1-3(W)(ED)	APG 32-5-3-3(W)(ED)	APG 45-3-0-3(W)(ED)	APG 45-3-0-3(W)(ED)	APG 45-3-0-3(W)(ED)	-
	60	APSG 15-6-3 (W)(ED)	APSG 20-5-3 (W)(ED)	APSG 20-6-3 (W)(ED)	APG 32-4-1-3(W)(ED)	APG 32-5-0-3(W)(ED)	APG 45-3-0-3(W)(ED)	APG 45-3-0-3(W)(ED)	APG 45-4-2-3(W)(ED)	APG 45-4-0-3(W)(ED)
	65	APSG 15-7-3 (W)(ED)	APSG 20-6-3 (W)(ED)	APSG 20-6-3 (W)(ED)	APG 32-5-3-3(W)(ED)	APG 32-5-0-3(W)(ED)	APG 45-3-0-3(W)(ED)	APG 45-3-0-3(W)(ED)	APG 45-4-0-3(W)(ED)	APG 45-4-0-3(W)(ED)
	70	APSG 15-7-3 (W)(ED)	APSG 20-6-3 (W)(ED)	APSG 20-7-3 (W)(ED)	APG 32-5-0-3 (W)(ED)	APG 32-6-3-3 (VV)	APG 45-3-0-3 (W)(ED)	APG 45-4-2-3 (W)(ED)	APG 45-4-0-3 (W)(ED)	-
75	APSG 15-7-3 (W)(ED)	APSG 20-6-3 (W)(ED)	APSG 20-7-3 (W)(ED)	APG 32-5-0-3 (W)(ED)	APG 32-7-3-3 (VV)	APG 45-4-2-3 (W)(ED)	APG 45-4-0-3 (W)(ED)	APG 45-4-0-3 (W)(ED)	-	

Tabla 6-5. Modelo grupo de presión

Este grupo irá colocado en la sala de instalaciones y tiene las siguientes medidas:

**TABLA DE DIMENSIONES**

Curvas de características de Grupos APG-3 ED en pag. 113

Tipo de Grupo	Tipo de bomba	Potencia		Dimensiones (mm)												
		kW	CV	A	B	C	Base	D1 Con c. Asp.	D2	Base	E Con c. Asp.	F	Base	H1 Con c. Asp.	H2	HT
APG 32-2-0-3 ED	EVMG 32-2-0	3x4	3x5,5	600	1365	400	DN 65	DN 125	4"	160	586	788	175	169	175	1107
APG 32-3-1-3 ED	EVMG 32-3-1	3x5,5	3x7,5	600	1365	400	DN 65	DN 125	4"	160	586	788	175	169	175	1150
APG 32-4-1-3 ED	EVMG 32-4-1	3x7,5	3x10	600	1365	400	DN 65	DN 125	4"	160	586	788	175	169	175	1198
APG 32-5-3-3 ED	EVMG 32-5-3	3x11	3x15	600	1365	400	DN 65	DN 125	4"	160	586	788	175	169	175	1452
APG 32-5-0-3 ED	EVMG 32-5-0	3x11	3x15	600	1365	400	DN 65	DN 125	4"	160	586	788	175	169	175	1452
APG 32-6-2-3 ED	EVMG 32-6-2	3x11	3x15	600	1365	400	DN 65	DN 125	4"	160	586	788	175	169	175	1500
APG 32-7-0-3 ED	EVMG 32-7-0	3x15	3x20	600	1365	400	DN 65	DN 125	4"	160	586	788	175	169	175	1643

Cotas orientativas no aptas para implantación definitiva.

(D1: Diámetro Nominal de Aspiración - D2: Diámetro Nominal de Impulsión)

EBARA se reserva el derecho de introducir modificaciones sin previo aviso.

ED: con variador de frecuencia E-DRIVE.

**Figura 6-2. Grupo de presión escogido**

Es un grupo de presión de accionamiento regulable mediante tecnología Inverter modelo E-DRIVE, destinados a satisfacer las demandas de aquellas instalaciones donde se requiera un suministro de agua con caudal variable a una presión constante, con un funcionamiento sencillo y fiable, proporcionando un notable ahorro en consumo energético y optimización de la instalación. El grupo está compuesto por los siguientes elementos:

- Motor trifásico eficiencia IE2 / IE3 a partir de 0,75 kW.
- 3 bombas verticales fiables y silenciosas series CVM, MVP, EVMG o EVMG.
- 1 unidad de control E-DRIVE por bomba.
- Depósito hidroneumático de 20 l. con válvula de aislamiento.
- Manómetro y transductor de presión.
- Válvulas de corte y retención por bomba.
- Colector común de impulsión en acero.
- Bancada metálica.

Y tiene las siguientes características:

- Ahorro energético y económico.
- Instalación simplificada y menor costes de instalación.
- Mayor fiabilidad y vida útil de la instalación.
- Protección del motor frente a sobrecargas y marcha en seco.
- Arranques y paradas suaves (soft start y soft stop), aumenta la vida del sistema y reduce los picos de corriente absorbida.
- Proporciona indicación de la corriente absorbida y de la tensión de alimentación.
- Registro de las horas de funcionamiento y, en función de éstas, las posibles alarmas.
- Conexión a otros E-drives para un funcionamiento combinado.
- Estructura de aluminio que confiere solidez y fácil enfriamiento.
- Grado de protección IP55.

- Pantalla de cristal líquido retroiluminada, facilita la utilización en ausencia de luz.
- Señales acústicas, proporcionan inmediata indicación de alarmas.

Es muy importante explicar la posición de la bomba respecto del depósito. La bomba se encuentra en la planta baja, de manera fácilmente accesible para su mantenimiento. En cambio, debido a las grandes dimensiones de los depósitos que abastecen al edificio, se encuentran enterrados junto con la cimentación. Esta disposición obliga a colocar una válvula de pie (válvula de retención sumergida) para mantener cebada la bomba. Es decir, con la válvula de pie se asegura que haya agua en la tubería de aspiración de la bomba. Si no se colocase esta válvula, la tubería se llenaría de aire y la bomba no funcionaría.

## 6.7 Cálculos realizados

Para empezar, he calculado el consumo medio anual necesario para abastecer los inodoros y urinarios de la escuela. Para ello he supuesto que la facultad estará abierta 240 días al año, que en total habrá 710 personas, que cada persona utilizará un inodoro o urinario una vez al día. De esta manera los valores obtenidos son los que se muestran en la siguiente tabla:

		Consumo medio diario/persona	Consumo medio anual/persona	Consumo medio anual	
Inodoro	6 l	6	1440	740880	litros
Urinario	3 l	3	720	139356	litros
				<b>880236</b>	<b>litros</b>

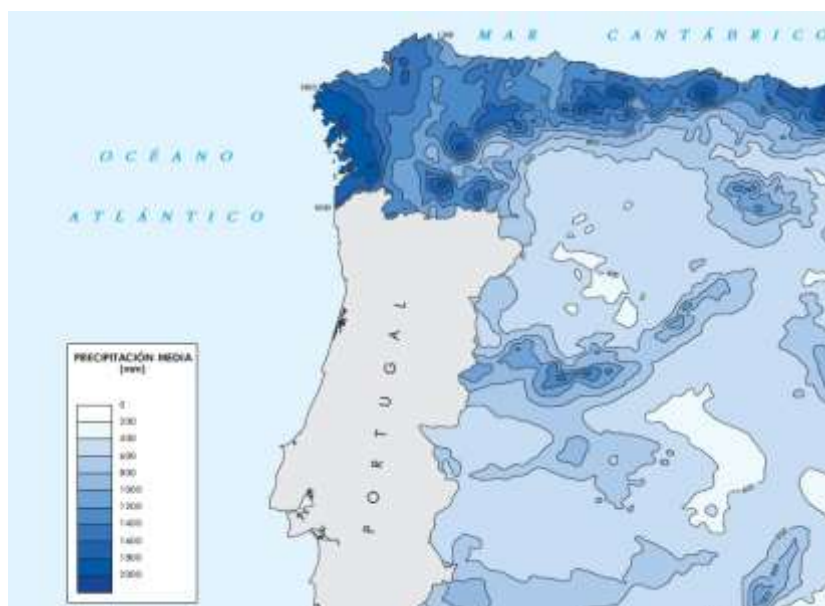
**Tabla 6-6. Consumo medio anual de agua de lluvia**

Por otra parte, he calculado el agua que podremos evacuar por nuestra instalación evacuación de aguas pluviales. Para ello he realizado los siguientes cálculos:

$$\text{Agua de lluvia recogida} = F \times M \times P = 0,85 \times 2408,05 \times 1300 = 2660895,25 \text{ l/año}$$

Sabiendo que:

- F: coeficiente de escorrentía de tejado duro e inclinado
- M: superficie de la cubierta
- P: pluviometría en la zona de Ferrol, que se muestra en la siguiente imagen.



**Figura 6-3. Mapa pluviométrico**



## 6. ANEXO III: INSTALACIÓN DE SUMINISTROS DE AGUAS PLUVIALES

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

Ahora, teniendo en cuenta estos resultados obtenidos, podremos calcular el tamaño del depósito necesario.

$$\text{Tamaño depósito} = \frac{\text{Consumo medio anual} \times \text{Días sin llover}}{365} = \frac{880236 \times 20}{365} = 48232,1$$

Además, hay que tener en cuenta que debemos de almacenar un 20 % más de agua, ya que ese 20% será agua que no se aprovechará, dado que quedará en el fondo con residuos. Por lo tanto el tamaño del depósito queda:

$$\text{Tamaño depósito total} = 48232,1 + 20\% = 57878,5 \text{ litros}$$

Por lo tanto, con 2 depósitos de 30000 litros cada uno será suficiente.

A continuación he realizado los cálculos respectivos para poder calcular las pérdidas de carga que se tienen en las tuberías, para poder calcular más adelante el grupo de presión necesario para poder bombear el agua hasta todos los puntos de suministro. Para ello, he realizado un esquema para la visualización de los diferentes tramos que he tomado para calcular la presión al punto más desfavorable. Además, después de este esquema se muestra una tabla con los resultados obtenidos. En esta misma tabla se muestran los diámetros necesarios en los diferentes tramos, calculados en función de los caudales. Estos diámetros cumplen con lo citado anteriormente en el apartado de 5.5. de este mismo anexo, en el que indiqué los diámetros mínimos necesarios según la normativa de aplicación.

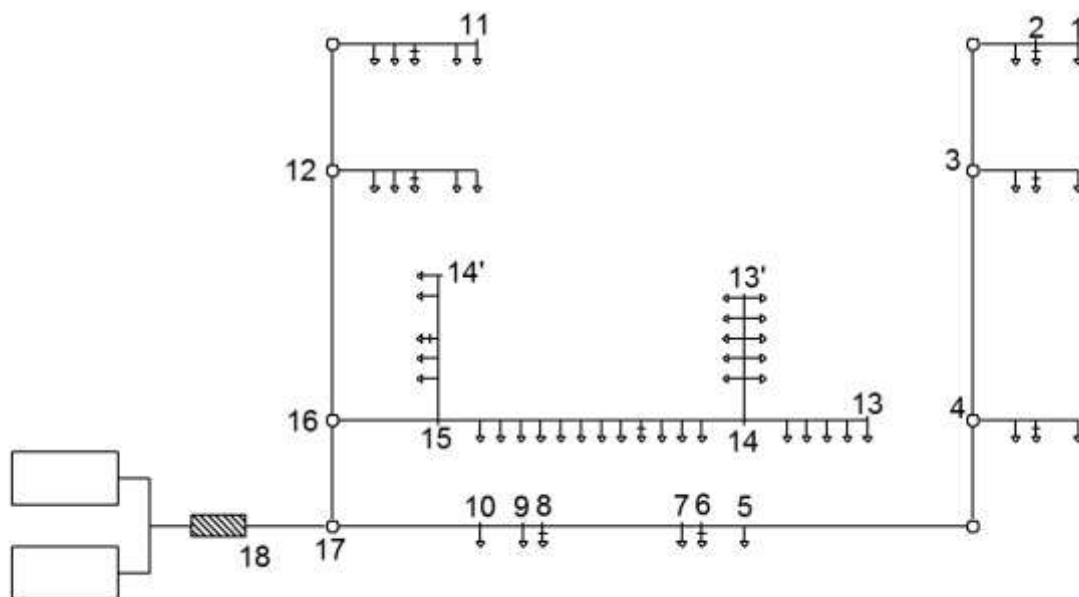


Tabla 6-7. Esquema suministro de agua

## 6. ANEXO III: INSTALACIÓN DE SUMINISTROS DE AGUAS PLUVIALES

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

Tramo	Caudal total (l/s)	Caudal simultáneo (l/s)	Velocidad (m/s)	Diámetro calculado (mm)	Diámetro interior (mm)	Velocidad real (m/s)	Pérdidas de carga unitarias (mbar/m)	Longitud (m)	Pérdidas de carga totales (mbar)
1-2	1,25	1,263	1,5	32,75	40	1,005	2,73	3	8,19
2-3	2,54	2,249	1,5	43,69	51	1,101	2,57	9,1	23,387
3-4	5,08	3,414	1,5	53,83	60	1,207	2,51	20,8	52,208
4-5	7,62	4,203	1,5	59,73	60	1,487	3,64	20,8	75,712
5-6	8,87	4,522	1,5	61,96	73	1,080	1,61	38,2	61,502
6-7	8,91	4,532	1,5	62,02	73	1,083	1,62	6,9	11,178
7-8	10,16	4,818	1,5	63,95	73	1,151	1,82	9,7	17,654
8-9	10,2	4,827	1,5	64,01	73	1,153	1,83	27,7	50,691
9-10	11,45	5,088	1,5	65,72	73	1,216	1,94	4,1	7,954
10-17	12,7	5,329	1,5	67,26	73	1,273	2,06	5,6	11,536
11-12	5,04	3,399	1,5	53,72	60	1,202	2,67	31,2	83,304
12-16	10,08	4,801	1,5	63,84	73	1,147	1,86	28,1	52,266
13-14	6,25	3,807	1,5	56,84	60	1,346	2,97	28,2	83,754
13'-14	12,5	5,292	1,5	67,02	73	1,264	1,99	42,3	84,177
14-15	31,33	7,480	1,5	79,68	90	1,176	1,47	76,6	112,602
14'-15	5,04	3,399	1,5	53,72	60	1,202	2,54	31,2	79,248
15-16	36,37	7,769	1,5	81,21	90	1,221	1,53	10	15,3
16-17	46,45	8,199	1,5	83,42	90	1,289	1,78	3	5,34
17-18	59,15	8,574	1,5	85,31	90	1,348	1,89	33,6	63,504
									<b>899,507</b>

**Tabla 6-8. Cálculos red de suministro**

Teniendo en cuenta que:

- Caudal total: suma de los caudales necesarios en los aparatos.
- Caudal simultáneo:
  - Para valores de  $Q_t < 20$ :  $Q_c = -22,5 \times Q_t^{-0,5} + 11,5$
  - Para valores de  $Q_t > 20$ :  $Q_c = 4,4 \times Q_t^{0,27} - 3,41$
- Velocidad: entre 0,5 y 3,5 m/s.
- Diámetro calculado:  $\phi = \sqrt{\frac{4 \times Q_c}{\pi \times V}}$
- Diámetro interior: diámetro real comercial.
- Velocidad real:  $V = \frac{4 \times Q_c}{\pi \times \phi^2}$
- Pérdidas de carga unitarias: calculadas según las tablas de las tuberías empleadas.
- Longitud: distancias en el plano.
- Pérdidas de carga totales: multiplicación de las pérdidas unitarias por la longitud.

A estas pérdidas en las tuberías, hay que sumarle las pérdidas que tenemos en los diferentes elementos que componen nuestra instalación:

Tuberías	899,507	
2 x filtros	400	
1 x contador	300	
Altura edificio	1200	
Accesorios (30%)	269,8521	
<b>TOTAL</b>	<b>3069,3591</b>	mBar
	<b>30,693591</b>	m.c.a.

**Tabla 6-9. Pérdidas de carga totales**

Por lo tanto, las bombas de nuestra instalación tendrán que tener una altura de 31 m.c.a. Ahora calcularé el caudal necesario de esta bomba, para poder escoger la que mejor se adapte a nuestra instalación.

En la siguiente tabla se muestran los cálculos realizados para poder calcular este caudal.

## 6. ANEXO III: INSTALACIÓN DE SUMINISTROS DE AGUAS PLUVIALES

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

PLANTA	Nº INODOROS	Nº URINARIOS	Nº APARATOS	K CALCULO	K ESTIMADA	Q INSTALADO	Qp (l/s)
SÓTANO	4	2	6	0,4472136	0,8	5,08	4,064
BAJA	31	4	35	0,17149859	0,8	38,91	31,128
PRIMERA	6	2	8	0,37796447	0,8	7,58	6,064
SEGUNDA	6	2	8	0,37796447	0,8	7,58	6,064
<b>TOTAL</b>						<b>59,15</b>	<b>47,32</b>

**Tabla 6-10. Caudales totales**

Sabiendo que:

- Nº inodoros: suma de todos los inodoros de la planta respectiva.
- Nº urinarios: suma de todos los urinarios de la planta respectiva.
- Nº aparatos: suma de los inodoros y urinarios.
- K calculo:  $K = \frac{1}{\sqrt{N-1}}$ , siendo N el nº total de aparatos.
- K estimada: valor lógico de utilización de inodoros y urinarios, cumpliendo la K calculada mínima.
- Q instalado: suma de caudales en urinarios e inodoros por planta respectivamente.
- Qp:  $Qp = Q_{instalado} \times N^{aparatos}$

Ahora calcularemos la K del edificio, para poder saber el caudal que debe de soportar nuestra bomba, y para conocer el número de bombas que necesitamos.

$$K_{edificio} = \frac{19+n}{10 \times (n+1)}, \text{ siendo } n \text{ el número de plantas del edificio}$$

$$K_{edificio} = \frac{19 + 4}{10 \times (4 + 1)} = 0,46$$

De esta manera, he escogido contemplar un valor de  $K_{edificio}=0,6$ , por lo que de esta manera obtenemos el siguiente caudal:

$$Q = 47,32 \times 0,6 = 28,392 \text{ l/s}$$

Según el DB-HS4, el número de bombas a instalar en el caso de un grupo de tipo convencional, excluyendo las de reserva, se determinará en función del caudal total del grupo. Se dispondrán dos bombas para caudales de hasta 10 dm<sup>3</sup>/s, tres para caudales de hasta 30 dm<sup>3</sup>/s y 4 para más de 30 dm<sup>3</sup>/s. Por lo tanto en nuestro caso deberemos de instalar 3 bombas de características 31 metros de altura y 29 l/s de caudal.





UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER**

**CURSO 2016/17**

---

*ESTUDIO DE OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS  
INSTALACIONES EXISTENTES EN LA ESCUELA  
POLITÉCNICA SUPERIOR DE LA UDC MEDIANTE EL  
USO DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS*

---

**Máster en Ingeniería Industrial**

**Documento**

**ANEXO IV: INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN**



## 7 ANEXO IV: INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN

### 7.1 Objeto

El objeto de este anexo es la justificación de la instalación de calefacción que se pretende modificar teniendo en cuenta mejoras en eficiencia energética, en la escuela politécnica superior.

### 7.2 Alcance

El alcance es la totalidad del diseño de la instalación de calefacción de la escuela, cumpliendo las normativas que sean de obligado cumplimiento y consiguiendo mejoras en eficiencia energética.

### 7.3 Normas y referencias

El presente anexo recoge las características de los materiales, los cálculos que justifican su empleo y la forma de ejecución de las obras a realizar, dando cumplimiento a las siguientes disposiciones:

- Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. BOE 28-marzo-2006.

### 7.4 Definiciones y abreviaturas

- Biomasa: La biomasa es aquella materia orgánica de origen vegetal o animal, incluyendo los residuos y desechos orgánicos, susceptible de ser aprovechada energéticamente.
- REA: Rendimiento Estacionario Actual.
- BOE: Boletín Oficial del Estado.
- CTE: Código Técnico de la Edificación.

### 7.5 Requisitos de diseño

Actualmente, la instalación de calefacción está compuesta por tres calderas de gasoil.

- CPA 200 de 232,6 kW
- NTD 100 de 130,7 kW
- NTD 300 de 340 kW

Esto supone que actualmente hay instalados 703,3 kW de potencia para calentar todo el edificio, lo que se intentará reducir mediante el cambio de las calderas por calderas de biomasa.

Esta instalación, formada por tres calderas de gasoil, consume de media (de 5 años) 29704,8 l de gasoil al año, dato necesario para poder calcular la demanda térmica existente en la realidad. Esto será necesario sustituirlo por un combustible de biomasa, intentando buscar el ahorro y rentabilidad, ya que esta cantidad de gasóleo implica un gasto de 18951,66 € al año.

Por otro lado, la caldera de biomasa que se colocará en la nueva instalación de calefacción, tiene las siguientes medidas de separación mínimas que se deben de cumplir, y que como se puede ver en el plano correspondiente, cumplen.

- 700 mm por la parte trasera desde la caldera hasta la pared.
- 300 mm por la parte delante desde la caldera a la pared del almacén de astilla.
- 450 mm por el lateral derecho.
- 800 mm por el lateral izquierdo.

### 7.6 Descripción de la instalación

Antes de explicar los cálculos realizados para llevar a cabo el proyecto, se explicarán las diferentes partes de la instalación.

#### 7.6.1 Sala de calderas

La sala de calderas será dividida por un tabique de manera que se forme un depósito totalmente cerrado para poder almacenar la astilla, tal y como se puede ver en el plano 15.

Conforme a lo establecido en RITE IT.1.3.4.1.2.2. la sala tendrá las siguiente características:

- El acceso a la sala se realiza a través de una puerta de comunicación con vestíbulo de independencia y salida directa al exterior.
- Las puertas de acceso y salida del vestíbulo tienen una permeabilidad no mayor a 1 l/(s·m<sup>2</sup>) bajo una presión diferencial de 100 Pa.
- Las dimensiones de la puerta de acceso son suficientes para permitir el movimiento sin riesgo o daño de aquellos equipos que deban ser reparados fuera de la sala de máquinas.
- Las puertas están provistas de cerradura con fácil apertura desde el interior, aunque hayan sido cerradas con llave desde el exterior.
- En el exterior de la puerta se colocará un cartel con la inscripción: “Sala de Máquinas. Prohibida la entrada a toda persona ajena al servicio”
- No existe ninguna toma de ventilación que comunique con otros locales cerrados.
- Los cerramientos de la sala no permitirán filtraciones de humedad.
- La sala dispone de un eficaz sistema de desagüe por gravedad.
- El cuadro eléctrico de protección y mando de los equipos instalados en la sala o, por lo menos, el interruptor general estará situado en las proximidades de la puerta principal de acceso.
- El nivel de iluminación medio en servicio de la sala de máquinas es suficiente para realizar los trabajos de conducción e inspección, su nivel es de 200 lux.
- Los motores y sus transmisiones están protegidos contra accidentes fortuitos del personal.
- Entre la maquinaria y los elementos que delimitan la sala de máquinas existen pasos y accesos libres que permiten el movimiento de equipos, o de partes de ellos, desde la sala hacia el exterior y viceversa.
- La conexión entre los generadores de calor y las chimeneas son perfectamente accesibles.
- En el interior de la sala de máquinas figurarán, visibles y debidamente protegidas, las indicaciones siguientes:
  - Instrucciones para efectuar la parada de las instalaciones en caso necesario, con señal de alarma de urgencia y dispositivo de corte rápido.
  - El nombre dirección y número de teléfono de la persona o entidad encargada del mantenimiento de la instalación.
  - La dirección y número de teléfono del servicio de bomberos más próximo, y del responsable del edificio.



## 7. ANEXO IV: INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

- Indicación de los puestos de extinción y extintores cercanos.
- Plano con esquema de principio de la instalación.

### 7.6.2 Calderas de biomasa

Como alternativa a las calderas de gasoil existentes en la escuela politécnica, se presenta la colocación de dos calderas de biomasa Herz Firematic de 100 kW cada una. Estas calderas estarán alimentadas de astilla, dado que una vez realizados los cálculos oportunos, que se pueden ver más adelante en el apartado de cálculos, se obtiene que es la opción más económica y rentable de combustible. Las emisiones de CO<sub>2</sub> se consideran nulas puesto que el CO<sub>2</sub> procedente de la combustión de la biomasa es equivalente al que emitirían los árboles de los que procede el biocombustible.

En las siguientes imágenes se muestran las características de dichas calderas.

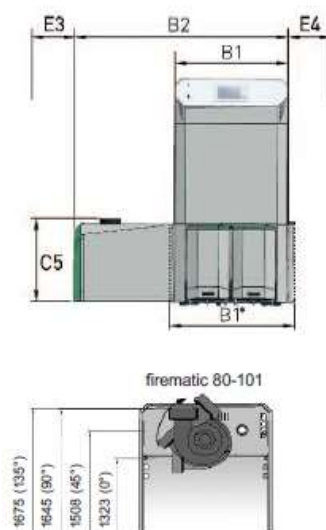


Figura 7-1. Caldera Herz Firematic

Datos técnicos	80	100	101	
Rango de potencia astillas (kW)	23,2-80	23,2-99	23,2-101	
Rango de potencia pellets (kW)	23,2-80	23,2-99	23,2-101	
<b>Dimensiones (mm)</b>				
A1 Longitud - total	1709	1709	1709	
A2 Longitud - frontal	1178	1178	1178	
B1 Ancho	846	846	846	
B1* Ancho (con eliminación de componentes)	800	800	800	
B1* Ancho (sin eliminación de componentes)	907	907	907	
B2 Ancho - con alimentación	1636	1636	1636	
C4 Altura	1690	1690	1690	
C5 Altura superior - Zona alimentación RSE	646	646	646	
C9 Altura min. recomendada sala de calderas	2300	2300	2300	
D1 Diámetro chimenea	180	180	180	
E1 Espacio de mantenimiento parte frontal	800	800	800	
E2 Espacio de mantenimiento parte trasera	450	450	450	
E3 Espacio min. de mantenimiento lado izquierdo	300	300	300	
E4 Espacio min. de mantenimiento lado derecho	700	700	700	
<b>Datos técnicos</b>				
Peso caldera	kg	1032	1032	1032
Rendimiento $\eta$	%	>94	>94	>94
Máx. presión de trabajo	bar	3,0	3,0	3,0
Máx. temperatura de trabajo permitida	°C	95	95	95
Contenido de agua	l	179	179	179
Caudal de gases a potencia nominal:	kg/s	0,046	0,057	0,057
Astillas (pellets)		(0,046)	(0,059)	(0,059)
Caudal de gases a potencia parcial:	kg/s	0,015	0,015	0,015
Astillas (pellets)		(0,016)	(0,016)	(0,016)

Figura 7-2. Características caldera Herz Firematic 100 kW

Estas calderas además presentan las siguientes ventajas:

- Tienen un tornillo sinfín para la introducción lateral de astillas en la cámara de combustión.
- Con el movimiento de la parrilla de combustión que presentan, se consigue una limpieza de los elementos de la parrilla. Estos elementos están fabricados con materiales de fundición de alta calidad. Con esta limpieza de parrilla se mantiene un caudal de aire óptimo a través de los elementos de la parrilla y garantiza una combustión óptima.
- La retirada de las cenizas de la cámara de combustión se realiza de forma automática mediante la basculación del último tramo de la parrilla. El tornillo sinfín, situado en la parte inferior del tramo de parrilla basculante, transporta la ceniza directamente al contenedor de ceniza.
- No hay necesidad de limpieza manual. Mediante el tornillo sinfín, las cenizas de combustión y los volátiles se transportan automáticamente a los depósitos de cenizas frontales.
- Los depósitos extraíbles disponen de ruedas, lo que permite vaciar las cenizas fácilmente.

Las instalaciones de biomasa tienen una mayor inercia a generar calor que las de gasóleo, debido a que por si alguna causa hubiera algún corte eléctrico, la biomasa introducida en la caldera continuaría quemándose y produciendo un calor adicional que debe ser eliminado. Hay varias alternativas para la eliminación de este calor:

- Un recipiente de expansión abierto que pueda liberar el vapor si la temperatura del agua alcanza los 100 °C dentro de la caldera.
- Un intercambiador de calor de seguridad en la caldera, refrigerado por una corriente de agua cuando la temperatura en el interior de la caldera aumente demasiado.
- Un depósito de acumulación, siempre y cuando la circulación natural tenga la capacidad de enfriar la caldera.

### 7.6.3 Depósito de combustible

El depósito de combustible, como se ha comentado anteriormente, estará de forma independiente separado por un tabique en la sala de calderas. Este depósito tiene unas medidas de 8,3m de largo por 3m de ancho, y el tabique que lo separa de la sala de calderas tiene un ancho de 0,1 m.

El llenado de combustible de este depósito se realizará mediante un sinfín vertical hasta la parte superior exterior del almacén y después, a través de un sinfín horizontal hacia el interior, se distribuirá el combustible de forma óptima como puede verse en la siguiente imagen. Este sistema ha sido elegido debido a que el combustible utilizado es astilla.

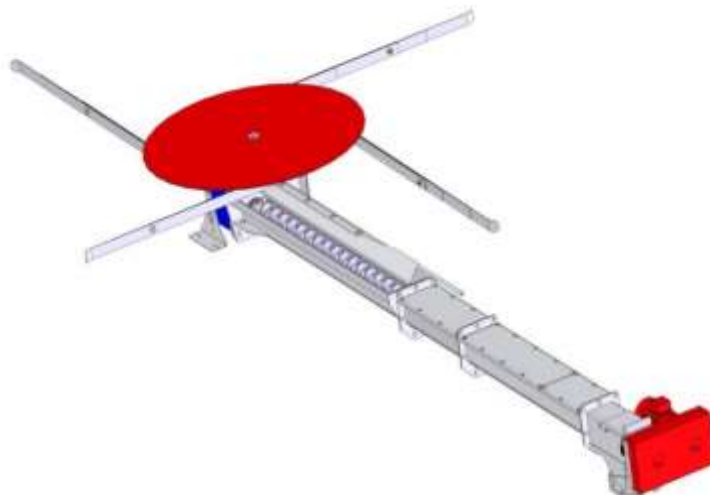
El sistema de llenado presenta las siguientes características, las cuales son más que suficientes para nuestras necesidades:

- Tolva de llenado de hasta 6 metros de longitud.
- Tolva de llenado con elementos modulares de 0,6 y 1,2 metros.
- Bisagras y tapa de la tolva de llenado, galvanizadas.
- Alta resistencia a la corrosión. Galvanizado de todas las piezas de revestimiento exterior de la instalación.
- Todos los motores están diseñados para instalarse en el exterior.
- Altura vertical hasta 10 metros.
- Llenado óptimo del almacén de combustible mediante sinfín (longitud hasta 12 metros).

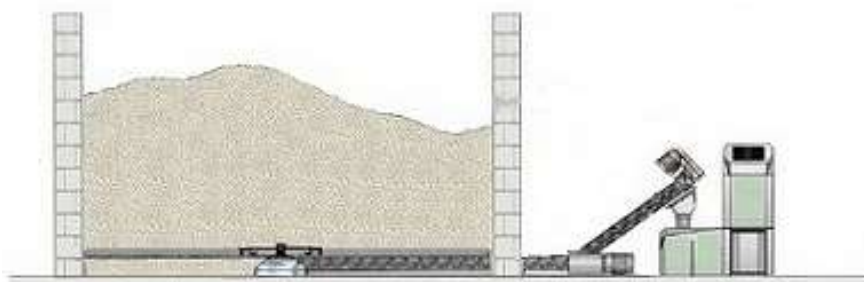


**Figura 7-3. Sistemas de llenado vertical**

El almacén tendrá dos rampas inclinadas, con una pendiente de 20°, en sus lados, de manera que en la parte central quede un círculo de diámetro de 3m donde irá colocado un sistema de alimentación rotativo para las calderas. Con este sistema, nos aseguramos de que se aproveche toda la astilla almacenada. En las siguientes imágenes se muestra el rotativo y como quedaría situado dentro del almacén de astilla, de forma que luego desde la sala de calderas se pueda introducir los tornillos sinfín que llevarán el combustible a cada caldera respetivamente.



**Figura 7-4. Rotativo**



**Figura 7-5. Sistema de extracción con rotativo**

En total, este depósito, puede almacenar hasta 67 m<sup>3</sup> de astilla, lo que sería suficiente para abastecer durante 2 meses las calderas, por lo que habría que realizar 3 llenados del depósito al año.

#### **7.6.4 Depósito de inercia**

Las calderas de biomasa se comportan de manera diferente a las calderas de gasoil que están instaladas actualmente. Estas nuevas calderas tardan más tiempo que las anteriores en ponerse a plena carga y consecuentemente tardan en apagarse y dejar de desprender energía térmica, por lo que es necesaria la instalación de depósitos de inercia.

Al utilizar un acumulador de inercia se dispone energía para un largo periodo de tiempo, de manera que el número de veces que la caldera debe ponerse en marcha se reduce y aumenta el rendimiento de toda la instalación. Al mismo tiempo, el acumulador de inercia proporciona una cantidad de calor constante a los distintos circuitos de calefacción (radiadores) de una forma segura y garantiza así unas condiciones de funcionamiento óptimas.

Al introducir estos depósitos de inercia, conseguimos tener energía térmica acumulada para poder abastecer picos de demanda, de manera que no sea necesario que la caldera esté subiendo o bajando carga. Por esta razón, conseguimos reducir la potencia necesaria en nuestras calderas, ya que con una caldera de menos potencia que las que tenemos hasta ahora en la escuela, trabajando en continuo para mantener la temperatura del agua del depósito de inercia es suficiente.



**Figura 7-6. Depósito de inercia Herz**

## 7. ANEXO IV: INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

Según los cálculos explicados en el siguiente apartado, en nuestra instalación necesitaremos 2 depósitos de 2000 litros, que se situarán en la entrada de la sala de calderas como se muestra en el plano 15.

### 7.6.5 Otros

Además de estos elementos comentados, nuestra instalación de calefacción estará compuesta por chimeneas para evacuar los humos de las calderas, vasos de expansión para seguridad, bombas de impulsión, tuberías,... pero no será necesaria su transformación al introducir estas nuevas calderas, por lo que las calderas nuevas se adaptarán a la situación de las anteriores.

Por lo tanto, dado que antes había tres calderas y ahora sólo son necesarias dos, una de las chimeneas será desechada y las otras dos se reutilizarán para las nuevas calderas.

Además, habrá que conectar las dos nuevas calderas a los depósitos de inercia y de estos, a los colectores correspondientes para poder suministrar el agua caliente a los radiadores. Las dos calderas estarán conectadas ambas a los dos depósitos de inercia, de manera que si una de las calderas sufre algún fallo, pueda seguir funcionando toda la instalación con una sola caldera que deberá de trabajar más horas para poder conseguir la energía térmica necesaria de los dos depósitos de inercia. Las tuberías utilizadas para estas conexiones será de acero DIN 2440, con un diámetro de 48,3 mm, tal y como se demuestra en los cálculos realizados en el apartado de cálculos de este mismo anexo. Además, cumpliendo lo dicho en el DB-HS 4, la alimentación a las calderas irá en tubo de acero de  $\frac{3}{4}$ , dado que nuestras caldera tienen una potencia de 100 kW, tal y como se muestra en la tabla 4.3. del mismo DB y que se muestra a continuación:

Tramo considerado	Diámetro nominal del tubo de alimentación	
	Acero	Cobre o plástico (mm)
Alimentación a cuarto húmedo privado: baño, aseo, cocina.	$\frac{3}{4}$	20
Alimentación a derivación particular: vivienda, apartamento, local comercial	$\frac{3}{4}$	20
Columna (montante o descendente)	$\frac{3}{4}$	20
Distribuidor principal	1	25
< 50 kW	$\frac{1}{2}$	12
Alimentación equipos de climatización		
50 - 250 kW	$\frac{3}{4}$	20
250 - 500 kW	1	25
> 500 kW	1 $\frac{1}{4}$	32

Tabla 7-1. Diámetros mínimos alimentaciones

## 7.7 Cálculo de las instalaciones

### 7.7.1 Cálculo de la demanda térmica

La demanda térmica ha sido posible estimarse en función del consumo de gasoil que se tiene en la escuela. Para ello, me han proporcionado los litros de gasoil que se han suministrado a la instalación durante los últimos 5 años. Dado que estos litros no se han consumido de manera completa en el mismo año, he realizado una media de estos años, de manera que así puedo aproximarme a lo que se consume durante un solo año como puede verse en la siguiente tabla.

2015	25992 litros
2014	31711 litros
2013	21806 litros
2012	27005 litros
2011	42010 litros
<b>Media</b>	<b>29704,8 litros</b>

Tabla 7-2. Litros gasoil al año

Una vez obtenida la media de los consumos de gasoil y junto con el poder calorífico superior del gasoil que es 10,18 kWh/l podremos calcular el consumo energético de la escuela mediante la fórmula:

$$\text{Consumo energético} = \text{Consumo combustible} \times \text{poder calorífico superior combustible}$$

Ahora, obtenido el consumo energético y estimado un rendimiento de las calderas de un 70% según la UNE EN-15378/2008 donde se estima el REA de las calderas en función del combustible y la antigüedad de las mismas, obtenemos la demanda de nuestra instalación:

$$\text{Demanda} = \text{Consumo energético} \times \text{Rendimiento caldera}$$

Consumo gasoil media de 5 años	29704,8 l/gasoil año
Poder calorífico superior Gasoil	10,18 kWh/l
<b>Consumo energético</b>	<b>302394,864 kWh/año</b>
Rendimiento caldera Gasoil	70%
<b>Demanda energética</b>	<b>211676,405 kWh/año</b>

Tabla 7-3. Consumo y demanda energética anual

Por lo tanto, como se ha calculado, la demanda energética anual es de 211676,4 kWh.

### 7.7.2 Cálculo del volumen necesario para el depósito de combustible

Para poder saber de qué tamaño hacer el depósito de combustible, primero necesitamos calcular que cantidad y que tipo de combustible es necesario para poder cubrir toda la demanda.

Vamos a calcular la posibilidad de introducir como combustible pellets o astillas y compararlos frente a lo que actualmente tenemos, gasóleo.

En primer lugar, calculamos el consumo energético que tendríamos con pellets:

$$\text{Consumo energético pellets} = \frac{\text{Demanda energética}}{\text{Rendimiento caldera biomasa}}$$

Una vez obtenido el valor de ese consumo energético y con el poder calorífico superior del pellet que es 5,81 kWh/kg, podremos calcular el consumo de pellet necesario al año:

$$\text{Pellets necesarios} = \frac{\text{Consumo energético pellet}}{\text{Poder calorífico superior Pellets}}$$

Rendimiento caldera Pellet	94%
Consumo energético Pellet	225187,665
Poder calorífico pellet	5,81 kWh/kg
<b>Consumo de Pellet</b>	<b>38758,6342 kg/año</b>

Tabla 7-4. Consumo de pellets anuales

## 7. ANEXO IV: INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

Ahora calculamos el consumo energético que tendríamos con la astilla:

$$\text{Consumo energético astilla} = \frac{\text{Demanda energética}}{\text{Rendimiento caldera astilla}}$$

Y una vez obtenido el valor de ese consumo energético y con el poder calorífico superior de la astilla que es 4,6826, podremos calcular el consumo de astilla necesario al año:

$$\text{Astilla necesaria} = \frac{\text{Consumo energético astilla}}{\text{Poder calorífico superior astilla}}$$

Rendimiento caldera Astilla	94%
Consumo energético Astilla	225187,665
Poder calorífico superior Astilla	4,6826 kWh/kg
<b>Consumo de Astilla</b>	<b>48090,3055 kg/año</b>

**Tabla 7-5. Consumo de astilla anual**

Por lo tanto, sabemos que necesitaremos 38759 kg de pellets o 48091 kg de astilla durante todo el año.

Ahora haré una comparativa de precios, para poder escoger que combustible es más rentable para dicha instalación.

COSTES	€/ud	€/año	Ahorro (€)
GASOIL (l)	0,638	18951,6624	0
<b>ASTILLA (tn)</b>	<b>110,26</b>	<b>5302,43709</b>	<b>13649,2253</b>
PELLET(tn)	217,44	8427,67742	10523,985

**Tabla 7-6. Comparativa precios combustibles**

Como se puede ver, el combustible más rentable es la astilla, consiguiendo un ahorro de 13649 € anuales, lo que supone un gran ahorro, por lo que este será el combustible utilizado.

La densidad de las astillas es de 250 kg/m<sup>3</sup>, por lo que si dividimos el consumo total entre la densidad conoceremos el volumen que necesitamos que es de 193 m<sup>3</sup>.

Para poder almacenar todos estos kg de astilla necesitaríamos un depósito de 193 m<sup>3</sup> lo que supone un espacio demasiado grande para nuestra sala de calderas. Además hay que tener en cuenta que un camión como máximo podría transportarte 18 toneladas que equivale a un volumen de 72 m<sup>3</sup>, por lo que no tendría sentido hacer un depósito tan grande. Por lo tanto he calculado que tamaño de depósito necesitaría en el caso de repostar el depósito dos veces al año y tres veces al año.

Tamaño depósito astilla	
Densidad Astillas	250 kg/m <sup>3</sup>
Necesidad de espacio cúbico	192,361222 m <sup>3</sup>
Pidiendo 2 veces al año	96,1806111 m <sup>3</sup>
<b>Pidiendo 3 veces al año</b>	<b>64,1204074 m<sup>3</sup></b>

**Tabla 7-7. Volumen necesario astilla**

Por lo tanto repostando 3 veces al año, con un camión, podría cubrir toda la demanda y para ello el depósito tiene las siguientes medidas:

Almacén astilla	3m x 8,3m
Tamaño almacén sin rampas	74,7 m <sup>3</sup>
Tamaño rampas	7,667934 m <sup>3</sup>
<b>Tamaño almacén con rampas</b>	<b>67,032066 m<sup>3</sup></b>

**Tabla 7-8. Tamaño almacén astilla**

Como se puede ver, he tenido en cuenta las rampas que tiene en los lados el depósito, ya que en esa zona no se almacenará astilla, por lo que quedaría inutilizada.

### 7.7.3 Cálculo del depósito de inercia necesario

Para poder calcular el volumen necesario de agua caliente en nuestro depósito de inercia necesitamos la demanda energética que tenemos de media cada hora al día.

Como bien calculamos antes, la demanda energética anual es de 211676,4 kWh, por lo que tenemos que nuestra demanda energética por hora es de 176,4 kW.

Atendiendo a nuestras necesidades energéticas, mediante la siguiente fórmula podemos calcular el volumen de nuestro depósito:

$$\text{Volumen depósito inercia} = \frac{\text{Demanda energética}}{(T_d - T_a) * C_{e\text{agua}}}$$

Sabiendo que:

T<sub>d</sub>: Temperatura que queremos alcanzar en el depósito

T<sub>a</sub>: Temperatura ambiente

C<sub>e</sub>agua: Calor específico del agua = 1,16Wh/l·k

Demanda energética/día	1763,97004 kW
Demanda energética/h	176,397004 kW
<b>Depósito Inercia</b>	<b>3041,32766 l</b>

**Tabla 7-9. Tamaño depósito inercia**

Por lo tanto, la decisión tomada ha sido la de meter 2 depósitos de 2000 litros cada uno, ya que los cálculos se han hecho tomando un valor medio de la demanda cada hora, pero hay horas en las que habrá picos, por lo que hay que tener una previsión por encima de la media.

### 7.7.4 Cálculo de la potencia de la caldera

Para calcular la caldera, sólo será necesario haber escogido con anterioridad el depósito de inercia que se necesita para poder abastecer la demanda que necesitamos diaria.

En función de esos datos, la potencia de la caldera se calcula según la siguiente relación: cada 20 litros de inercia, necesitamos 1 kW de potencia en la caldera.

Por lo tanto, necesitaremos: 4000l/20l=200 kW.

La decisión tomada ha sido la de introducir dos calderas de 100 kW cada una, de manera que si alguna falla, la instalación no quede sin funcionar.



### 7.7.5 Cálculo del diámetro de las tuberías

A continuación se muestra una tabla en la que se calculan todos los datos referentes a las tuberías entre las calderas y los depósitos de inercia:

Tramo	Zona	Coef. Simultaneidad	Caudal calculado	Velocidad	Ø calculado	Ø tubería	Coef. Rugosidad	Velocidad real	J unitarias	Longitud	Longitud equivalente	Longitud total	Pérdidas
1	Caldera 1 - T1	1	2,392344498	1,5	45,06312	48,3	0,0007	1,30568849	0,06285268	1,2	0,51428571	1,71428571	0,10774746
2	Caldera 2 - T3	1	2,392344498	1,5	45,06312	48,3	0,0007	1,30568849	0,06285268	1,2	0,51428571	1,71428571	0,10774746
3	T1 - T2	1	2,392344498	1,5	45,06312	48,3	0,0007	1,30568849	0,06285268	1,8	0,77142857	2,57142857	0,16162119
4	T1 - T3	1	2,392344498	1,5	45,06312	48,3	0,0007	1,30568849	0,06285268	2,6	1,11428571	3,71428571	0,23345283
5	T3 - T4	1	2,392344498	1,5	45,06312	48,3	0,0007	1,30568849	0,06285268	2,6	1,11428571	3,71428571	0,23345283
6	T4 - T2	1	2,392344498	1,5	45,06312	48,3	0,0007	1,30568849	0,06285268	1,6	0,68571429	2,28571429	0,14366328
7	T2 - Intercambiador 1	1	2,392344498	1,5	45,06312	48,3	0,0007	1,30568849	0,06285268	1,5	0,64285714	2,14285714	0,13468432
8	T4 - Intercambiador 2	1	2,392344498	1,5	45,06312	48,3	0,0007	1,30568849	0,06285268	1,5	0,64285714	2,14285714	0,13468432
9	Intercambiador 1 - Inercia 1	1	2,392344498	1,5	45,06312	48,3	0,0007	1,30568849	0,06285268	2,7	1,15714286	3,85714286	0,24243178
10	Intercambiador 2 - Inercia 2	1	2,392344498	1,5	45,06312	48,3	0,0007	1,30568849	0,06285268	2,7	1,15714286	3,85714286	0,24243178
												TOTAL	1,74191725

Esto ha sido calculado sabiendo que:

- Caudal calculado:  $Q = \frac{\text{Potencia}}{4,18 \times \text{Salto térmico}}$
- Velocidad (V): según el DB-HS 4 en el punto 4.2.1., se predispone que la velocidad del agua para el acero será entre 1 y 2 m/s para evitar sedimentaciones y ruido. Por este motivo la velocidad elegida es de 1,5 m/s para calcular el diámetro necesario,
- Diámetro calculado:  $\phi_{\text{calculado}} = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times V}}$
- Coeficiente de rugosidad(m): para el caso del acero es de 0,0007
- Velocidad real: una vez escogido un diámetro de tubería comercial, se calcula la velocidad real según la fórmula:  $V_{\text{real}} = \frac{4 \times Q}{\pi \times \phi^2}$
- Pérdidas unitarias:  $J_{\text{unitarias}} = \frac{m \times V^{1,75}}{\phi^{1,25}}$
- *Longitud*: longitud que hay en el tramo señalado según la zona.
- *Longitud equivalente*: se supone en este caso como el 30% de la longitud total.
- *Longitud total*: es la suma de la longitud y la longitud equivalente.
- *Pérdidas*:  $Pérdidas = J_{\text{unitarias}} \times Longitud$

## 7. ANEXO IV: INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

---



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER**

**CURSO 2016/17**

---

*ESTUDIO DE OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS  
INSTALACIONES EXISTENTES EN LA ESCUELA  
POLITÉCNICA SUPERIOR DE LA UDC MEDIANTE EL  
USO DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS*

---

**Máster en Ingeniería Industrial**

**Documento**

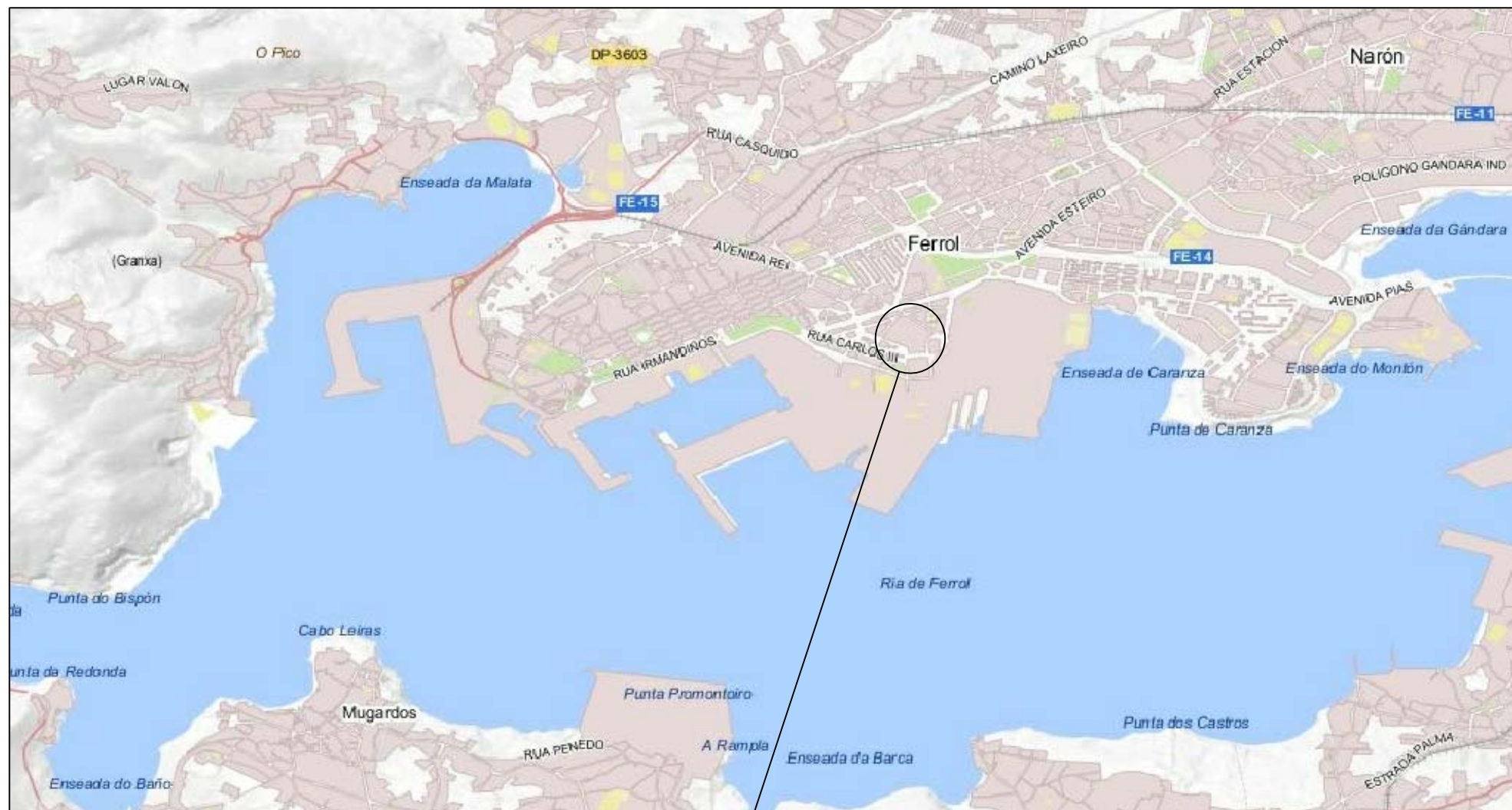
**PLANOS**




## ÍNDICE

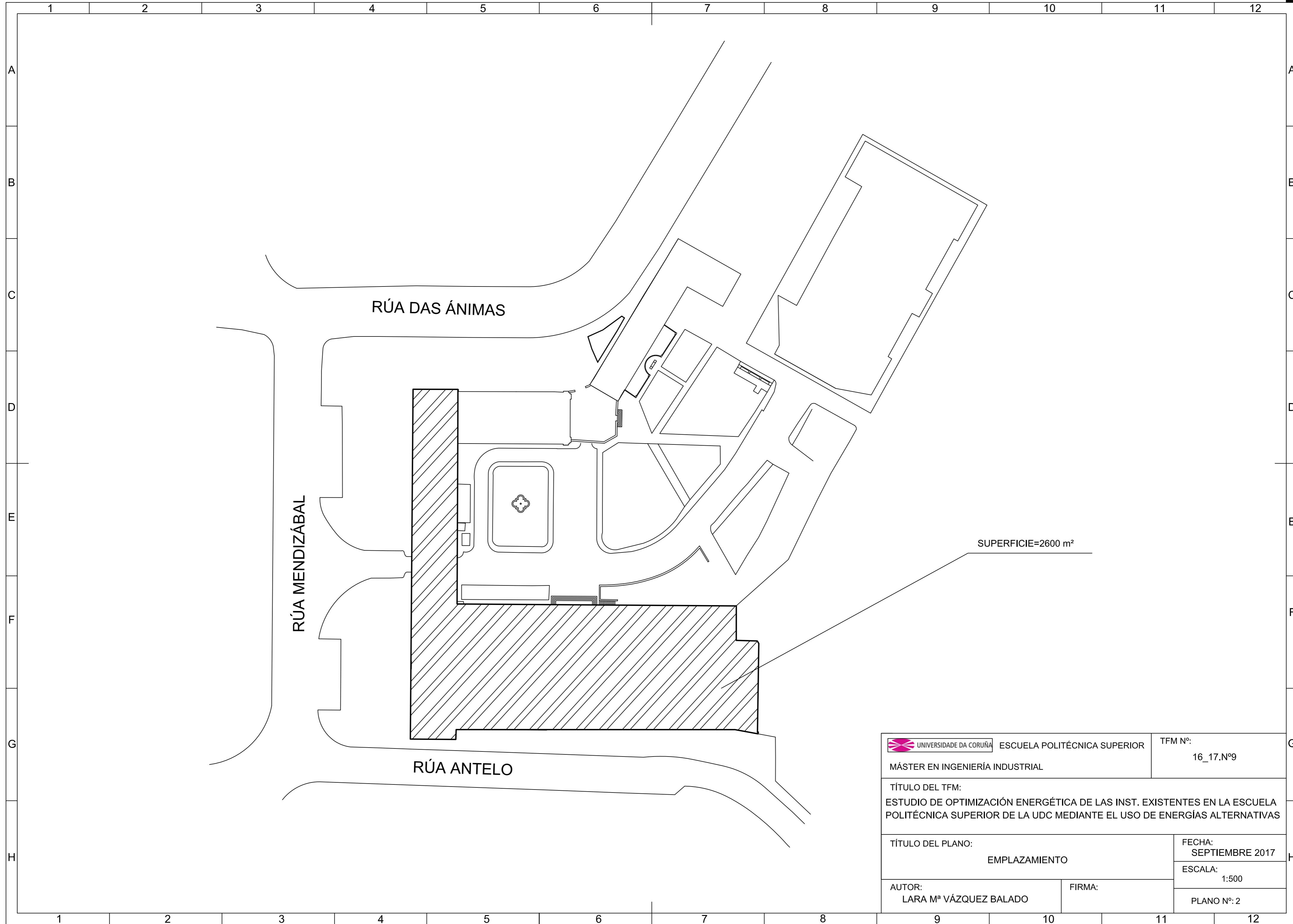
8 PLANOS .....	103
8.1 SITUACIÓN .....	103
8.2 EMPLAZAMIENTO .....	104
8.3 DITRIBUCIÓN SÓTANO.....	105
8.4 DITRIBUCIÓN PLANTA BAJA.....	106
8.5 DISTRIBUCIÓN PLANTA PRIMERA .....	107
8.6 DISTRIBUCIÓN PLANTA SEGUNDA .....	108
8.7 COTAS Y SUPERFICIES SÓTANO .....	109
8.8 COTAS Y SUPERFICIES PLANTA BAJA.....	110
8.9 COTAS Y SUPERFICIES PLANTA PRIMERA.....	111
8.10 COTAS Y SUPERFICIES PLANTA SEGUNDA .....	112
8.11 INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN SÓTANO .....	113
8.12 INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN PLANTA BAJA .....	114
8.13 INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN PLANTA PRIMERA .....	115
8.14 INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN PLANTA SEGUNDA.....	116
8.15 INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN .....	117
8.16 INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE AGUAS PLUVIALES SÓTANO.....	118
8.17 INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE AGUAS PLUVIALES PLANTA BAJA .....	119
8.18 INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE AGUAS PLUVIALES PLANTA 1 .....	120
8.19 INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE AGUAS PLUVIALES PLANTA 2.....	121
8.20 ESQUEMA DE INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN .....	122





EDIFICIO OBJETO DEL PROYECTO

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL	TFM N°: 16_17.N°9
TÍTULO DEL TFM: ESTUDIO DE OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS INST. EXISTENTES EN LA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE LA UDC MEDIANTE EL USO DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS	
TÍTULO DEL PLANO: SITUACIÓN	FECHA: SEPTIEMBRE 2017 ESCALA: 1:50000
AUTOR: LARA M <sup>a</sup> VÁZQUEZ BALADO	FIRMA:  PLANO N°: 1




RÚA MENDIZÁBAL

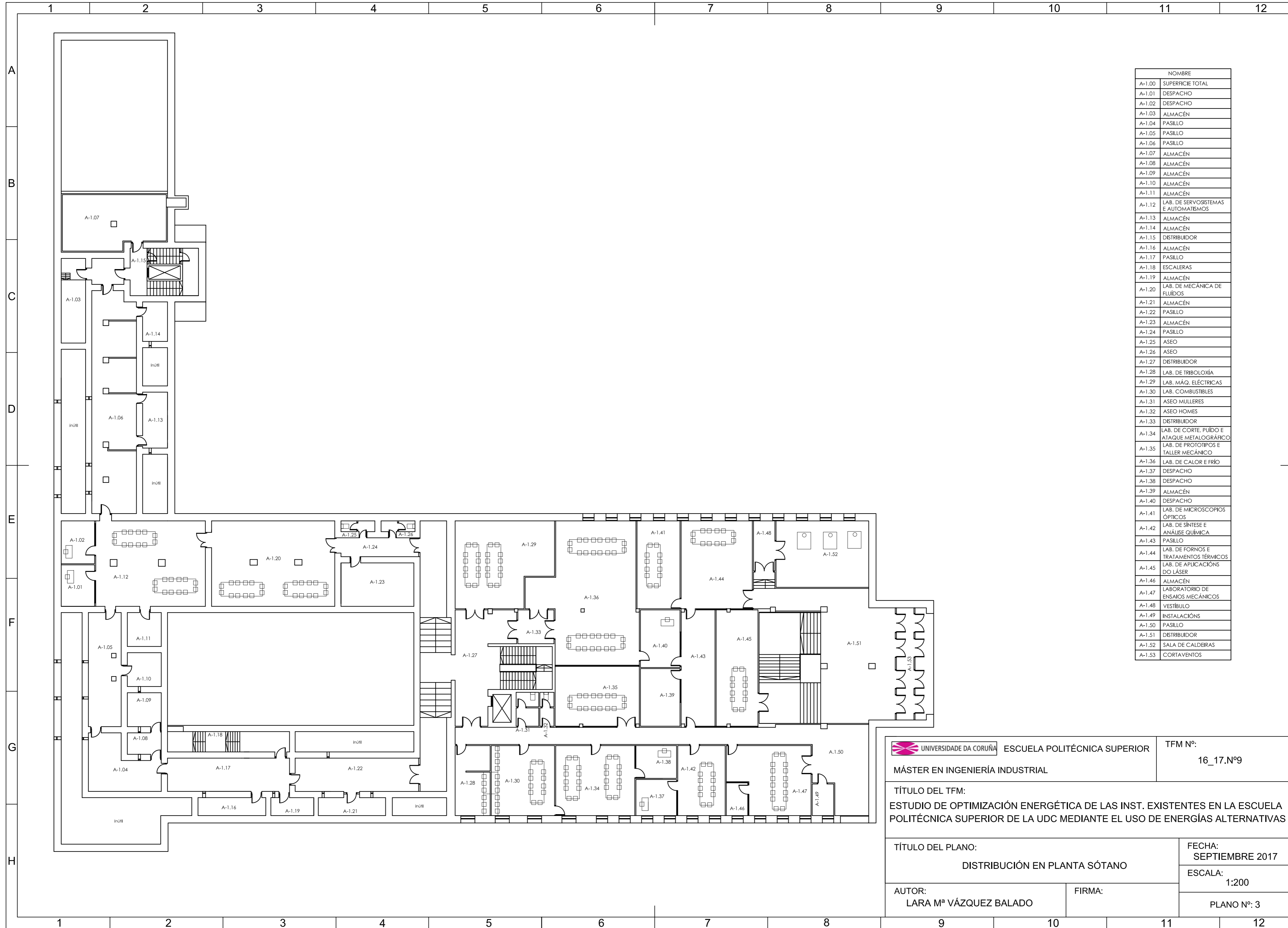
RÚA DAS ÁNIMAS

RÚA ANTELO


SUPERFICIE=2600 m<sup>2</sup>

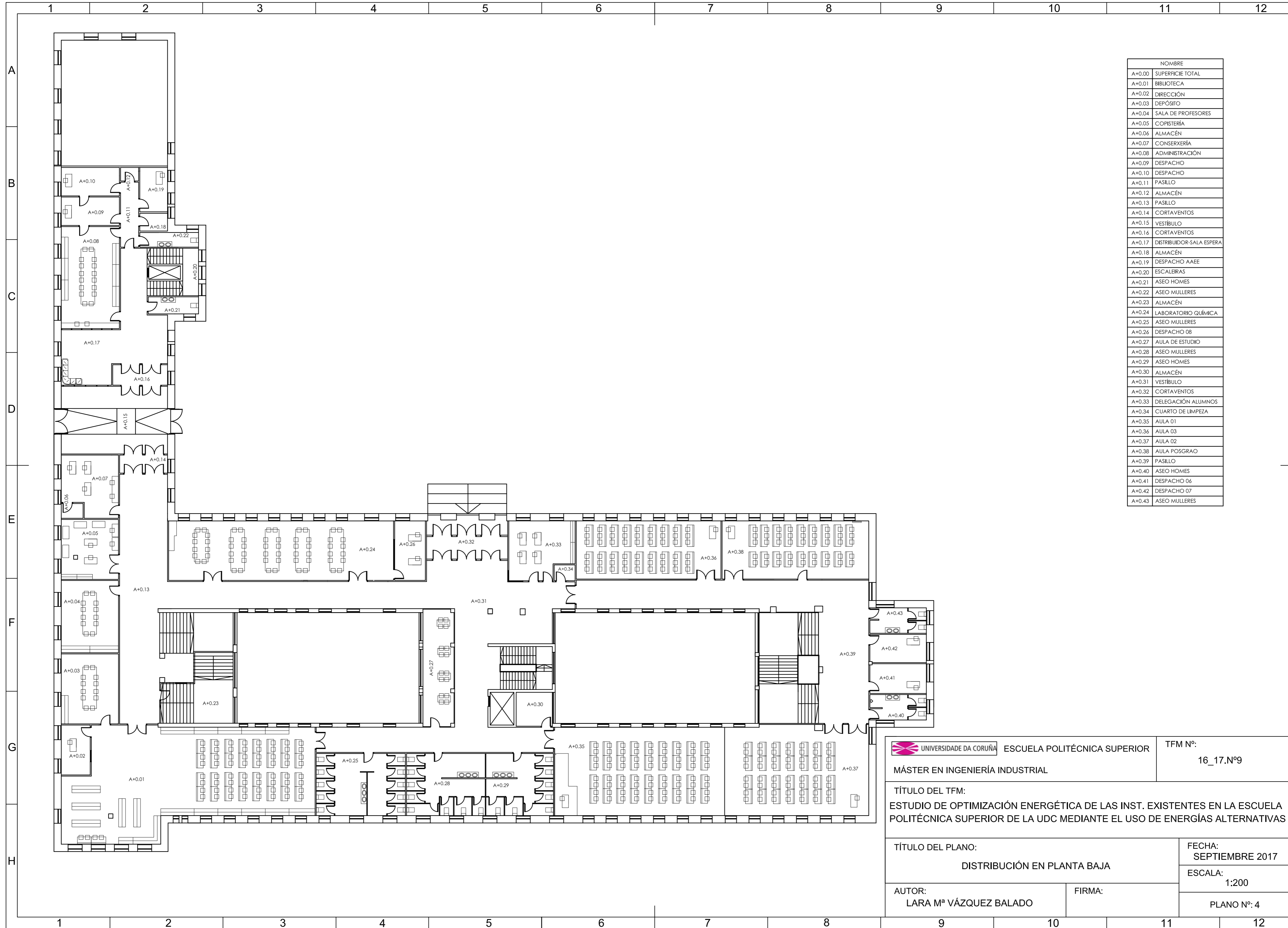
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR		TFM Nº:
MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL		16_17.Nº9
TÍTULO DEL TFM: ESTUDIO DE OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS INST. EXISTENTES EN LA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE LA UDC MEDIANTE EL USO DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS		
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA:
EMPLAZAMIENTO		SEPTIEMBRE 2017
AUTOR:		ESCALA:
LARA Mª VÁZQUEZ BALADO		1:500
FIRMA:		PLANO Nº: 2






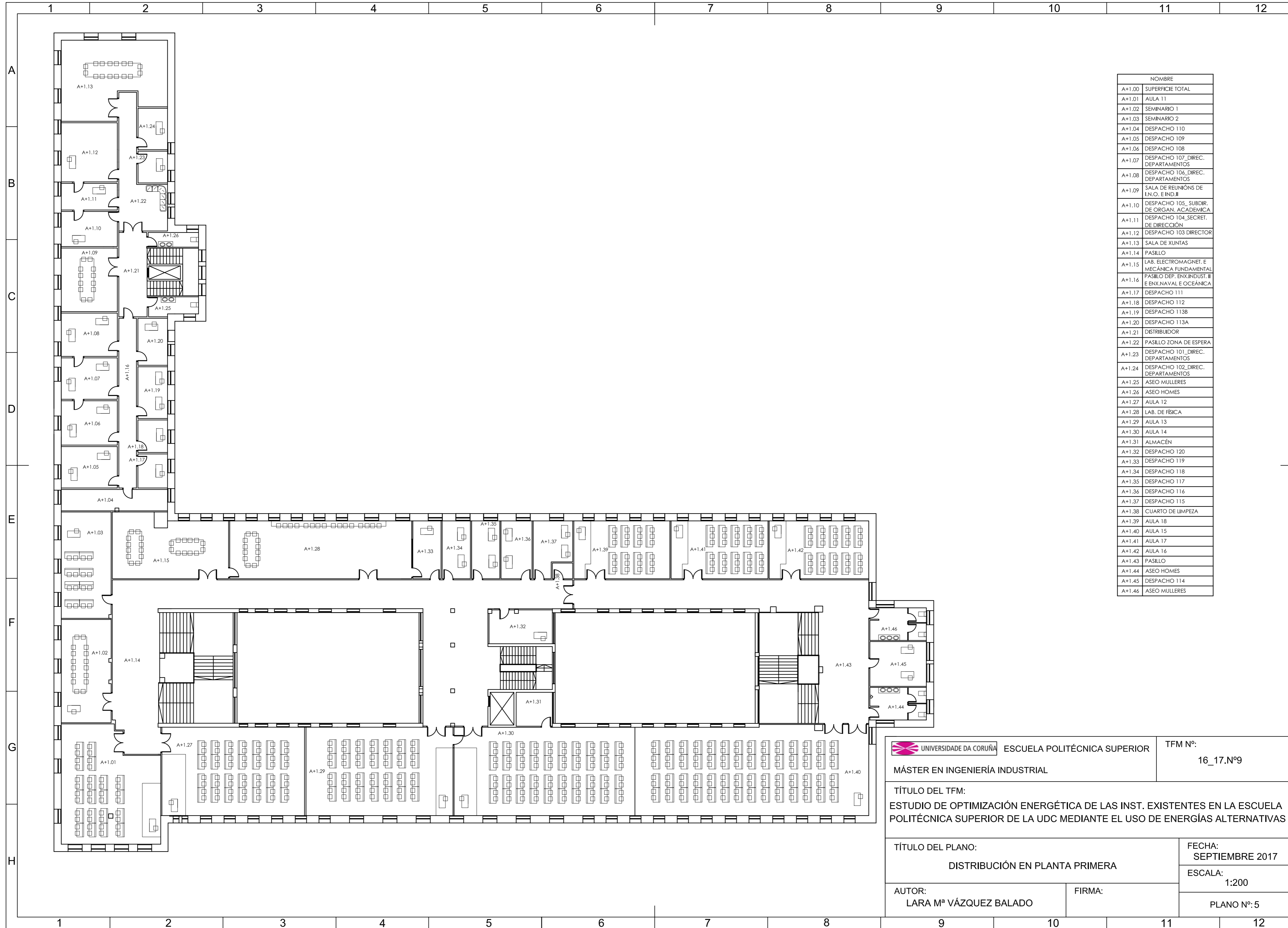
NOMBRE	
A-1.00	SUPERFICIE TOTAL
A-1.01	DESPACHO
A-1.02	DESPACHO
A-1.03	ALMACÉN
A-1.04	PASILLO
A-1.05	PASILLO
A-1.06	PASILLO
A-1.07	ALMACÉN
A-1.08	ALMACÉN
A-1.09	ALMACÉN
A-1.10	ALMACÉN
A-1.11	ALMACÉN
A-1.12	LAB. DE SERVOSISTEMAS E AUTOMATISMOS
A-1.13	ALMACÉN
A-1.14	ALMACÉN
A-1.15	DISTRIBUIDOR
A-1.16	ALMACÉN
A-1.17	PASILLO
A-1.18	ESCALERAS
A-1.19	ALMACÉN
A-1.20	LAB. DE MECÁNICA DE FLÚIDOS
A-1.21	ALMACÉN
A-1.22	PASILLO
A-1.23	ALMACÉN
A-1.24	PASILLO
A-1.25	ASEO
A-1.26	ASEO
A-1.27	DISTRIBUIDOR
A-1.28	LAB. DE TRIBOLOXÍA
A-1.29	LAB. MÁQ. ELÉCTRICAS
A-1.30	LAB. COMBUSTIBLES
A-1.31	ASEO MULLERES
A-1.32	ASEO HOMES
A-1.33	DISTRIBUIDOR
A-1.34	LAB. DE CORTE, PUIDO E ATAJQUE METALOGRÁFICO
A-1.35	LAB. DE PROTOTIPOS E TALLER MECÁNICO
A-1.36	LAB. DE CALOR E FRÍO
A-1.37	DESPACHO
A-1.38	DESPACHO
A-1.39	ALMACÉN
A-1.40	DESPACHO
A-1.41	LAB. DE MICROSCOPIOS ÓPTICOS
A-1.42	LAB. DE SÍNTESIS E ANÁLISE QUÍMICA
A-1.43	PASILLO
A-1.44	LAB. DE FORNOS E TRATAMIENTOS TÉRMICOS
A-1.45	LAB. DE APLICACIONES DO LÁSER
A-1.46	ALMACÉN
A-1.47	LABORATORIO DE ENSAIOS MECÁNICOS
A-1.48	VESTIBULO
A-1.49	INSTALACIONES
A-1.50	PASILLO
A-1.51	DISTRIBUIDOR
A-1.52	SALA DE CALDERAS
A-1.53	CORTAVENTOS

 <b>UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR</b>		<b>TFM Nº:</b> 16_17.Nº9
<b>MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL</b>		
<b>TÍTULO DEL TFM:</b> ESTUDIO DE OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS INST. EXISTENTES EN LA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE LA UDC MEDIANTE EL USO DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS		
<b>TÍTULO DEL PLANO:</b> DISTRIBUCIÓN EN PLANTA SÓTANO		<b>FECHA:</b> SEPTIEMBRE 2017
<b>AUTOR:</b> LARA Mª VÁZQUEZ BALADO		<b>ESCALA:</b> 1:200
<b>FIRMA:</b>		<b>PLANO Nº: 3</b>




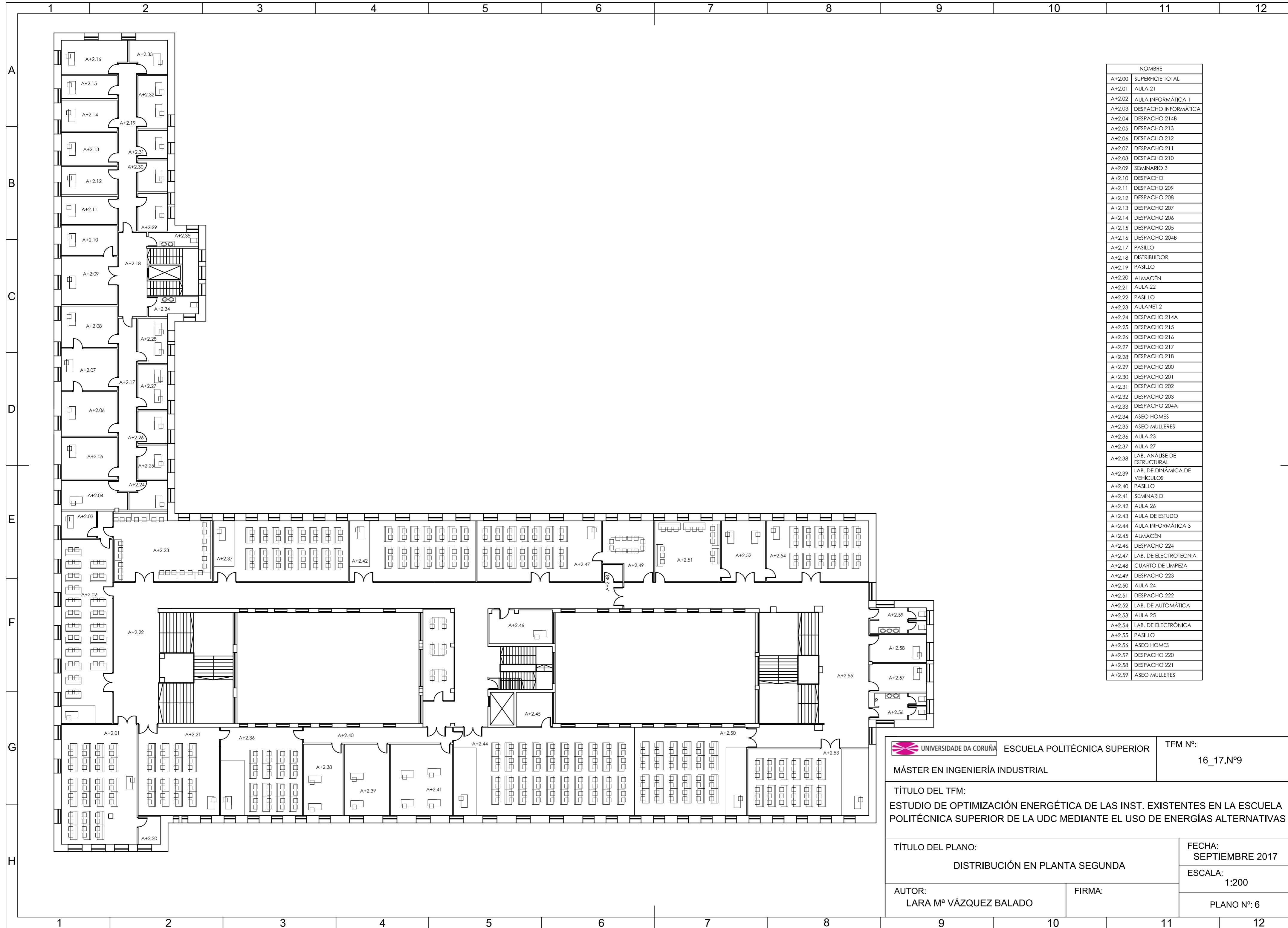
NOMBRE	
A+0.00	SUPERFICIE TOTAL
A+0.01	BIBLIOTECA
A+0.02	DIRECCIÓN
A+0.03	DEPÓSITO
A+0.04	SALA DE PROFESORES
A+0.05	COPISTERÍA
A+0.06	ALMACÉN
A+0.07	CONSERXERÍA
A+0.08	ADMINISTRACIÓN
A+0.09	DESPACHO
A+0.10	DESPACHO
A+0.11	PASILLO
A+0.12	ALMACÉN
A+0.13	PASILLO
A+0.14	CORTAVENTOS
A+0.15	VESTÍBULO
A+0.16	CORTAVENTOS
A+0.17	DISTRIBUIDOR-SALA ESPERA
A+0.18	ALMACÉN
A+0.19	DESPACHO AAEE
A+0.20	ESCALEIRAS
A+0.21	ASEO HOMES
A+0.22	ASEO MULLERES
A+0.23	ALMACÉN
A+0.24	LABORATORIO QUÍMICA
A+0.25	ASEO MULLERES
A+0.26	DESPACHO 08
A+0.27	AULA DE ESTUDIO
A+0.28	ASEO MULLERES
A+0.29	ASEO HOMES
A+0.30	ALMACÉN
A+0.31	VESTÍBULO
A+0.32	CORTAVENTOS
A+0.33	DELEGACIÓN ALUMNOS
A+0.34	CUARTO DE LIMPEZA
A+0.35	AULA 01
A+0.36	AULA 03
A+0.37	AULA 02
A+0.38	AULA POSGRAO
A+0.39	PASILLO
A+0.40	ASEO HOMES
A+0.41	DESPACHO 06
A+0.42	DESPACHO 07
A+0.43	ASEO MULLERES

 <b>UNIVERSIDADE DA CORUÑA</b> ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR		TFM Nº:
MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL		16_17.Nº9
TÍTULO DEL TFM: ESTUDIO DE OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS INST. EXISTENTES EN LA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE LA UDC MEDIANTE EL USO DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS		
TÍTULO DEL PLANO: DISTRIBUCIÓN EN PLANTA BAJA		FECHA: SEPTIEMBRE 2017
AUTOR: LARA Mª VÁZQUEZ BALADO		ESCALA: 1:200
FIRMA:		PLANO Nº: 4




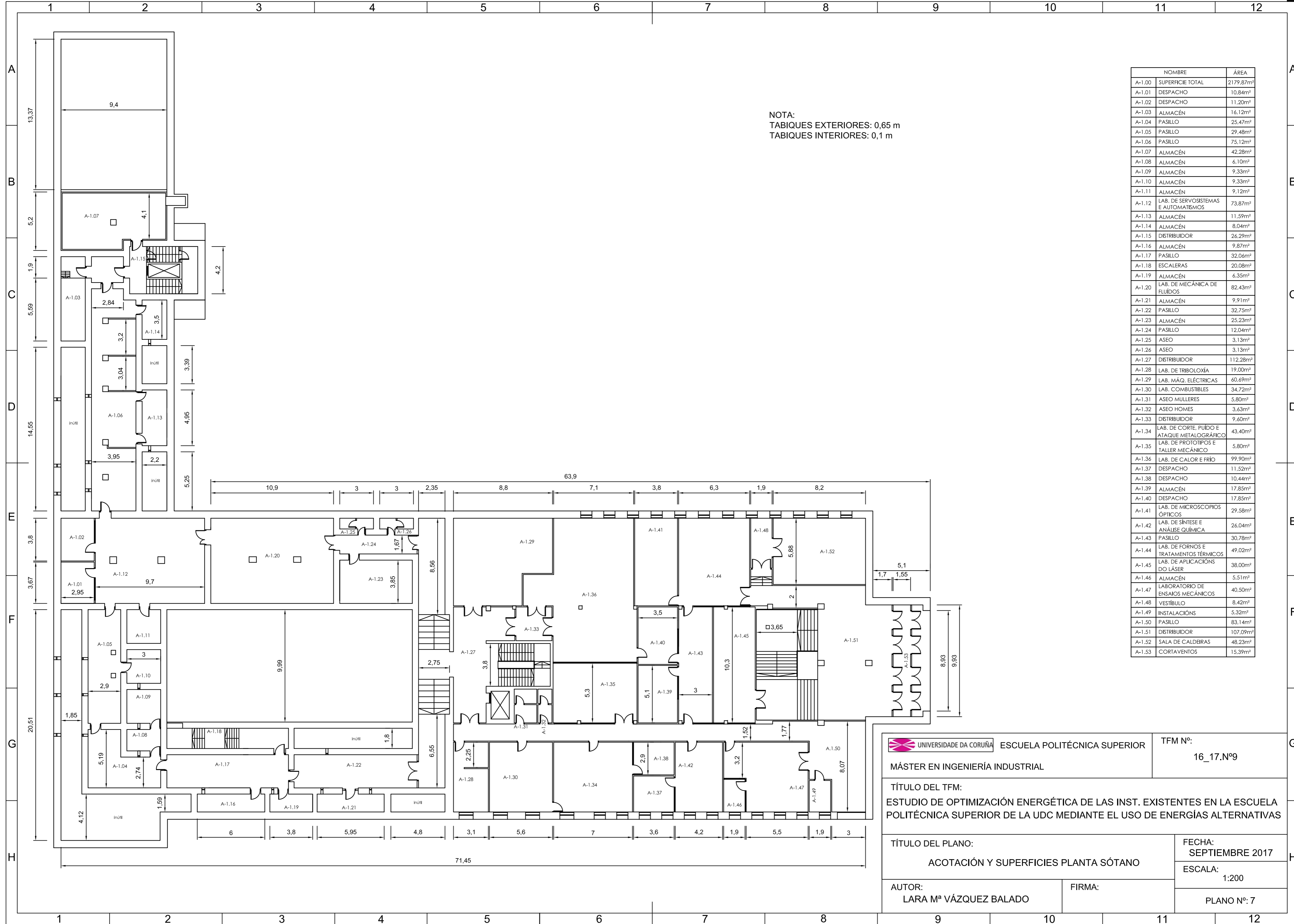
NOMBRE	
A+1.00	SUPERFICIE TOTAL
A+1.01	AULA 11
A+1.02	SEMINARIO 1
A+1.03	SEMINARIO 2
A+1.04	DESPACHO 110
A+1.05	DESPACHO 109
A+1.06	DESPACHO 108
A+1.07	DESPACHO 107_DIRECT. DEPARTAMENTOS
A+1.08	DESPACHO 106_DIRECT. DEPARTAMENTOS
A+1.09	SALA DE REUNIONES DE I.N.O. E IND.II
A+1.10	DESPACHO 105_SUBDIR. DE ORGAN. ACADEMICA
A+1.11	DESPACHO 104_SECRET. DE DIRECCIÓN
A+1.12	DESPACHO 103 DIRECTOR
A+1.13	SALA DE XUNTAS
A+1.14	PASILLO
A+1.15	LAB. ELECTROMAGNET. E MECÁNICA FUNDAMENTAL
A+1.16	PASILLO DEP. ENX.INDUST. II E ENX.NAVAL E OCEÁNICA
A+1.17	DESPACHO 111
A+1.18	DESPACHO 112
A+1.19	DESPACHO 113B
A+1.20	DESPACHO 113A
A+1.21	DISTRIBUIDOR
A+1.22	PASILLO ZONA DE ESPERA
A+1.23	DESPACHO 101_DIRECT. DEPARTAMENTOS
A+1.24	DESPACHO 102_DIRECT. DEPARTAMENTOS
A+1.25	ASEO MULLERES
A+1.26	ASEO HOMES
A+1.27	AULA 12
A+1.28	LAB. DE FÍSICA
A+1.29	AULA 13
A+1.30	AULA 14
A+1.31	ALMACÉN
A+1.32	DESPACHO 120
A+1.33	DESPACHO 119
A+1.34	DESPACHO 118
A+1.35	DESPACHO 117
A+1.36	DESPACHO 116
A+1.37	DESPACHO 115
A+1.38	CUARTO DE LIMPEZA
A+1.39	AULA 18
A+1.40	AULA 15
A+1.41	AULA 17
A+1.42	AULA 16
A+1.43	PASILLO
A+1.44	ASEO HOMES
A+1.45	DESPACHO 114
A+1.46	ASEO MULLERES

 <b>UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR</b>		TFM Nº:
<b>MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL</b>		16_17.Nº9
<b>TÍTULO DEL TFM:</b> ESTUDIO DE OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS INST. EXISTENTES EN LA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE LA UDC MEDIANTE EL USO DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS		
<b>TÍTULO DEL PLANO:</b> DISTRIBUCIÓN EN PLANTA PRIMERA		<b>FECHA:</b> SEPTIEMBRE 2017
<b>AUTOR:</b> LARA Mª VÁZQUEZ BALADO		<b>ESCALA:</b> 1:200
<b>FIRMA:</b>		<b>PLANO Nº:</b> 5



NOMBRE	
A+2.00	SUPERFICIE TOTAL
A+2.01	AULA 21
A+2.02	AULA INFORMÁTICA 1
A+2.03	DESPACHO INFORMÁTICA
A+2.04	DESPACHO 214B
A+2.05	DESPACHO 213
A+2.06	DESPACHO 212
A+2.07	DESPACHO 211
A+2.08	DESPACHO 210
A+2.09	SEMINARIO 3
A+2.10	DESPACHO
A+2.11	DESPACHO 209
A+2.12	DESPACHO 208
A+2.13	DESPACHO 207
A+2.14	DESPACHO 206
A+2.15	DESPACHO 205
A+2.16	DESPACHO 204B
A+2.17	PASILLO
A+2.18	DISTRIBUIDOR
A+2.19	PASILLO
A+2.20	ALMACÉN
A+2.21	AULA 22
A+2.22	PASILLO
A+2.23	AULANET 2
A+2.24	DESPACHO 214A
A+2.25	DESPACHO 215
A+2.26	DESPACHO 216
A+2.27	DESPACHO 217
A+2.28	DESPACHO 218
A+2.29	DESPACHO 200
A+2.30	DESPACHO 201
A+2.31	DESPACHO 202
A+2.32	DESPACHO 203
A+2.33	DESPACHO 204A
A+2.34	ASEO HOMES
A+2.35	ASEO MULLERES
A+2.36	AULA 23
A+2.37	AULA 27
A+2.38	LAB. ANÁLISE DE ESTRUCTURAL
A+2.39	LAB. DE DINÁMICA DE VEHÍCULOS
A+2.40	PASILLO
A+2.41	SEMINARIO
A+2.42	AULA 26
A+2.43	AULA DE ESTUDIO
A+2.44	AULA INFORMÁTICA 3
A+2.45	ALMACÉN
A+2.46	DESPACHO 224
A+2.47	LAB. DE ELECTROTECNIA
A+2.48	CUARTO DE LIMPEZA
A+2.49	DESPACHO 223
A+2.50	AULA 24
A+2.51	DESPACHO 222
A+2.52	LAB. DE AUTOMÁTICA
A+2.53	AULA 25
A+2.54	LAB. DE ELECTRÓNICA
A+2.55	PASILLO
A+2.56	ASEO HOMES
A+2.57	DESPACHO 220
A+2.58	DESPACHO 221
A+2.59	ASEO MULLERES

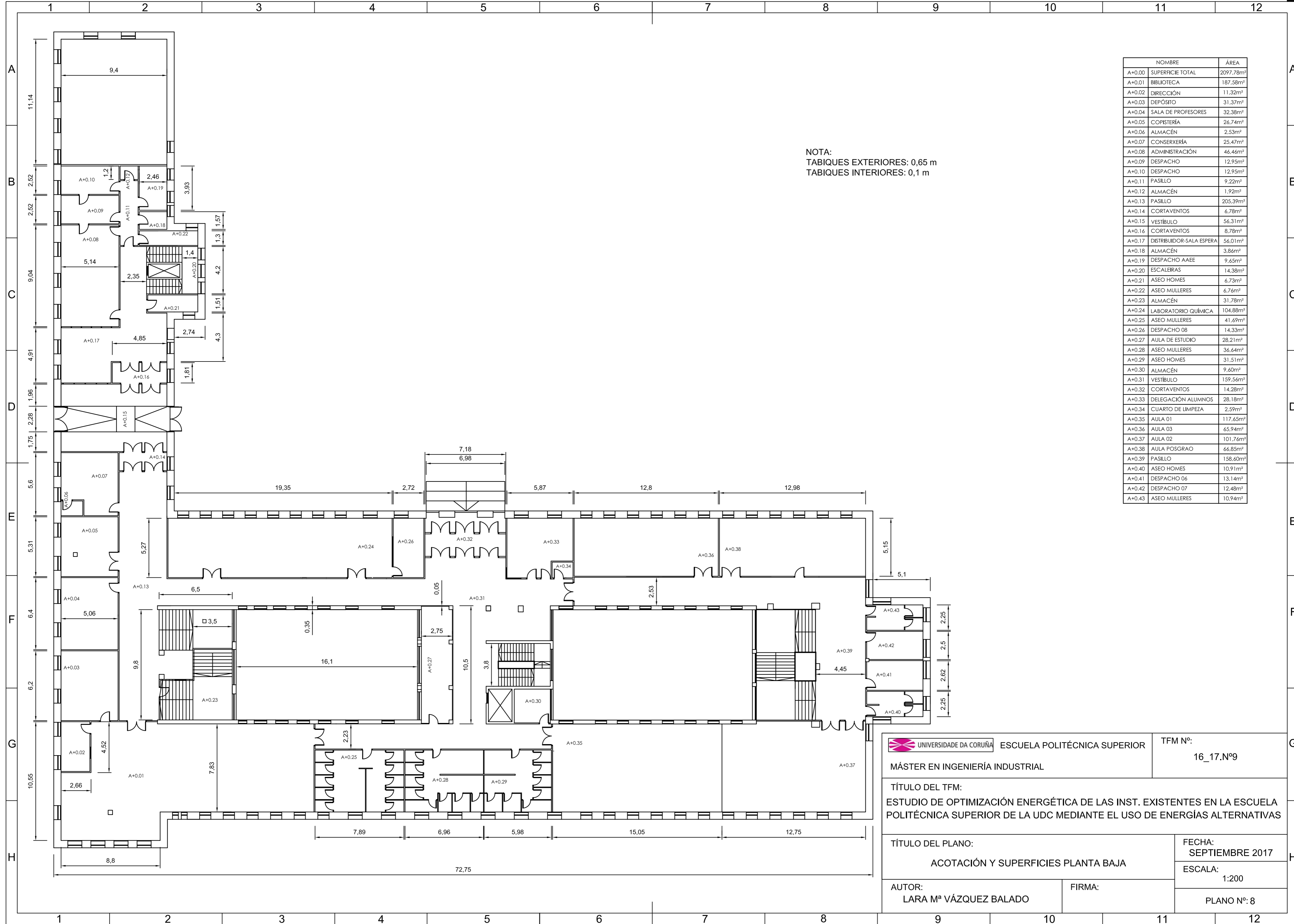
 <b>UNIVERSIDADE DA CORUÑA</b> ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR		TFM Nº:
<b>MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL</b>		16_17.Nº9
<b>TÍTULO DEL TFM:</b> ESTUDIO DE OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS INST. EXISTENTES EN LA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE LA UDC MEDIANTE EL USO DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS		
<b>TÍTULO DEL PLANO:</b> DISTRIBUCIÓN EN PLANTA SEGUNDA		FECHA: SEPTIEMBRE 2017
AUTOR: LARA Mª VÁZQUEZ BALADO		ESCALA: 1:200
FIRMA:		PLANO Nº: 6



NOTA:  
 TABIQUES EXTERIORES: 0,65 m  
 TABIQUES INTERIORES: 0,1 m


	NOMBRE	ÁREA
A-1.00	SUPERFICIE TOTAL	2179,87m <sup>2</sup>
A-1.01	DESPACHO	10,84m <sup>2</sup>
A-1.02	DESPACHO	11,20m <sup>2</sup>
A-1.03	ALMACÉN	16,12m <sup>2</sup>
A-1.04	PASILLO	25,47m <sup>2</sup>
A-1.05	PASILLO	29,48m <sup>2</sup>
A-1.06	PASILLO	75,12m <sup>2</sup>
A-1.07	ALMACÉN	42,28m <sup>2</sup>
A-1.08	ALMACÉN	6,10m <sup>2</sup>
A-1.09	ALMACÉN	9,33m <sup>2</sup>
A-1.10	ALMACÉN	9,33m <sup>2</sup>
A-1.11	ALMACÉN	9,12m <sup>2</sup>
A-1.12	LAB. DE SERVOSISTEMAS E AUTOMATISMOS	73,87m <sup>2</sup>
A-1.13	ALMACÉN	11,59m <sup>2</sup>
A-1.14	ALMACÉN	8,04m <sup>2</sup>
A-1.15	DISTRIBUIDOR	26,29m <sup>2</sup>
A-1.16	ALMACÉN	9,87m <sup>2</sup>
A-1.17	PASILLO	32,06m <sup>2</sup>
A-1.18	ESCALERAS	20,08m <sup>2</sup>
A-1.19	ALMACÉN	6,35m <sup>2</sup>
A-1.20	LAB. DE MECÁNICA DE FLUIDOS	82,43m <sup>2</sup>
A-1.21	ALMACÉN	9,91m <sup>2</sup>
A-1.22	PASILLO	32,75m <sup>2</sup>
A-1.23	ALMACÉN	25,23m <sup>2</sup>
A-1.24	PASILLO	12,04m <sup>2</sup>
A-1.25	ASEO	3,13m <sup>2</sup>
A-1.26	ASEO	3,13m <sup>2</sup>
A-1.27	DISTRIBUIDOR	112,28m <sup>2</sup>
A-1.28	LAB. DE TRIBOLOXÍA	19,00m <sup>2</sup>
A-1.29	LAB. MÁQ. ELÉCTRICAS	60,69m <sup>2</sup>
A-1.30	LAB. COMBUSTIBLES	34,72m <sup>2</sup>
A-1.31	ASEO MULLERES	5,80m <sup>2</sup>
A-1.32	ASEO HOMES	3,63m <sup>2</sup>
A-1.33	DISTRIBUIDOR	9,60m <sup>2</sup>
A-1.34	LAB. DE CORTE, PUIDO E ATAQUE METALOGRAFICO	43,40m <sup>2</sup>
A-1.35	LAB. DE PROTOTIPOS E TALLER MECÁNICO	5,80m <sup>2</sup>
A-1.36	LAB. DE CALOR E FRÍO	99,90m <sup>2</sup>
A-1.37	DESPACHO	11,52m <sup>2</sup>
A-1.38	DESPACHO	10,44m <sup>2</sup>
A-1.39	ALMACÉN	17,85m <sup>2</sup>
A-1.40	DESPACHO	17,85m <sup>2</sup>
A-1.41	LAB. DE MICROSCOPIOS ÓPTICOS	29,58m <sup>2</sup>
A-1.42	LAB. DE SÍNTESIS E ANÁLISE QUÍMICA	26,04m <sup>2</sup>
A-1.43	PASILLO	30,78m <sup>2</sup>
A-1.44	LAB. DE FORNOS E TRATAMIENTOS TÉRMICOS	49,02m <sup>2</sup>
A-1.45	LAB. DE APLICACIONES DO LÁSER	38,00m <sup>2</sup>
A-1.46	ALMACÉN	5,51m <sup>2</sup>
A-1.47	LABORATORIO DE ENSAIOS MECÁNICOS	40,50m <sup>2</sup>
A-1.48	VESTIBULO	8,42m <sup>2</sup>
A-1.49	INSTALACIONES	5,32m <sup>2</sup>
A-1.50	PASILLO	83,14m <sup>2</sup>
A-1.51	DISTRIBUIDOR	107,09m <sup>2</sup>
A-1.52	SALA DE CALDERAS	48,23m <sup>2</sup>
A-1.53	CORTAVENTOS	15,39m <sup>2</sup>

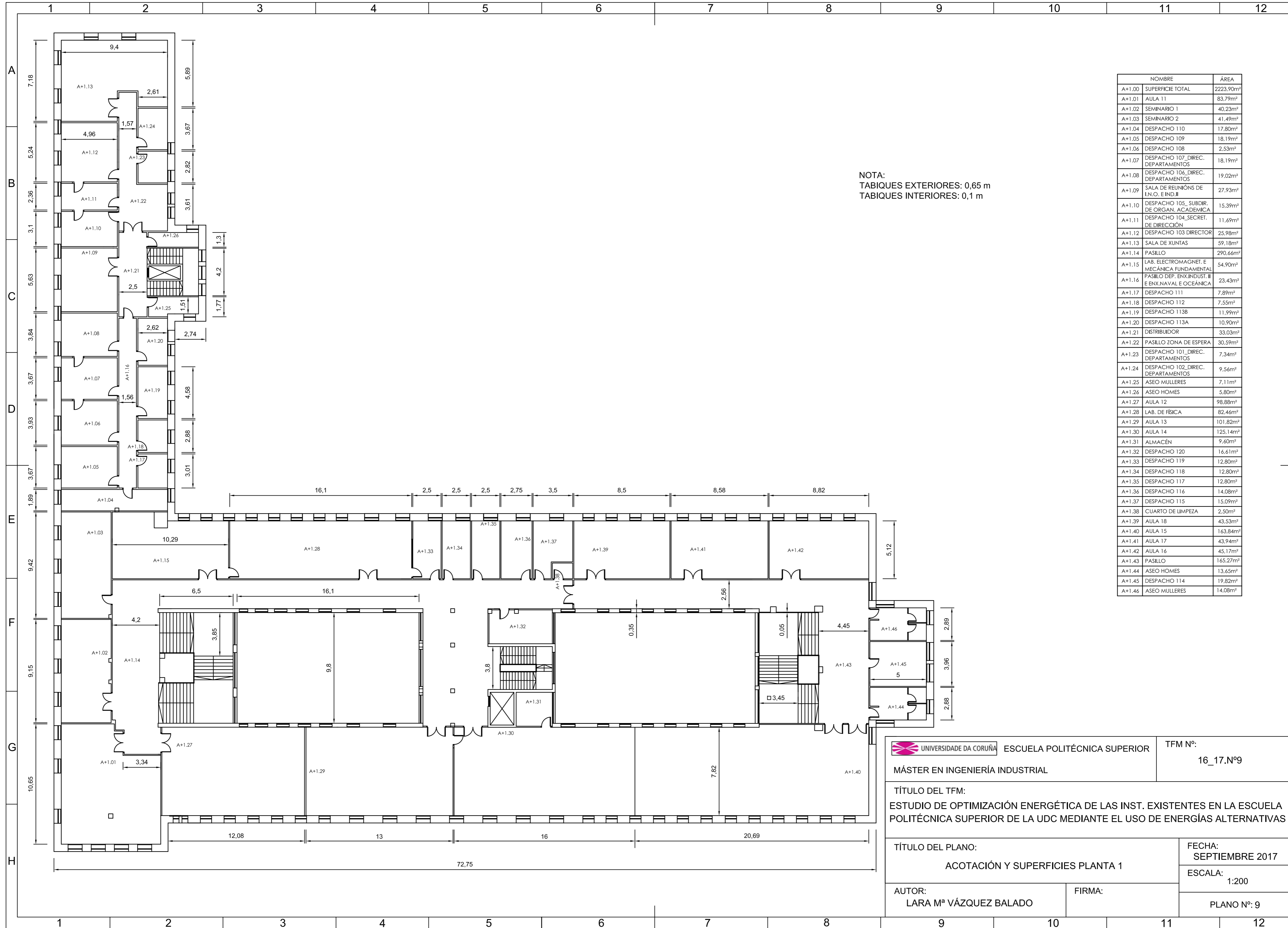
UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR		TFM Nº:
MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL		16_17.Nº9
TÍTULO DEL TFM:		
ESTUDIO DE OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS INST. EXISTENTES EN LA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE LA UDC MEDIANTE EL USO DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS		
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA:
ACOTACIÓN Y SUPERFICIES PLANTA SÓTANO		SEPTIEMBRE 2017
AUTOR:		ESCALA:
LARA Mª VÁZQUEZ BALADO		1:200
FIRMA:		PLANO Nº: 7



NOTA:  
 TABIQUES EXTERIORES: 0,65 m  
 TABIQUES INTERIORES: 0,1 m


NOMBRE	ÁREA
A+0.00 SUPERFICIE TOTAL	2097,78m <sup>2</sup>
A+0.01 BIBLIOTECA	187,58m <sup>2</sup>
A+0.02 DIRECCIÓN	11,32m <sup>2</sup>
A+0.03 DEPÓSITO	31,37m <sup>2</sup>
A+0.04 SALA DE PROFESORES	32,38m <sup>2</sup>
A+0.05 COPISTERÍA	26,74m <sup>2</sup>
A+0.06 ALMACÉN	2,53m <sup>2</sup>
A+0.07 CONSERXERÍA	25,47m <sup>2</sup>
A+0.08 ADMINISTRACIÓN	46,46m <sup>2</sup>
A+0.09 DESPACHO	12,95m <sup>2</sup>
A+0.10 DESPACHO	12,95m <sup>2</sup>
A+0.11 PASILLO	9,22m <sup>2</sup>
A+0.12 ALMACÉN	1,92m <sup>2</sup>
A+0.13 PASILLO	205,39m <sup>2</sup>
A+0.14 CORTAVENTOS	6,78m <sup>2</sup>
A+0.15 VESTÍBULO	56,31m <sup>2</sup>
A+0.16 CORTAVENTOS	8,78m <sup>2</sup>
A+0.17 DISTRIBUIDOR-SALA ESPERA	56,01m <sup>2</sup>
A+0.18 ALMACÉN	3,86m <sup>2</sup>
A+0.19 DESPACHO AAEE	9,65m <sup>2</sup>
A+0.20 ESCALERAS	14,38m <sup>2</sup>
A+0.21 ASEO HOMES	6,73m <sup>2</sup>
A+0.22 ASEO MULLERES	6,76m <sup>2</sup>
A+0.23 ALMACÉN	31,78m <sup>2</sup>
A+0.24 LABORATORIO QUÍMICA	104,88m <sup>2</sup>
A+0.25 ASEO MULLERES	41,69m <sup>2</sup>
A+0.26 DESPACHO 08	14,33m <sup>2</sup>
A+0.27 AULA DE ESTUDIO	28,21m <sup>2</sup>
A+0.28 ASEO MULLERES	36,64m <sup>2</sup>
A+0.29 ASEO HOMES	31,51m <sup>2</sup>
A+0.30 ALMACÉN	9,60m <sup>2</sup>
A+0.31 VESTÍBULO	159,56m <sup>2</sup>
A+0.32 CORTAVENTOS	14,28m <sup>2</sup>
A+0.33 DELEGACIÓN ALUMNOS	28,18m <sup>2</sup>
A+0.34 CUARTO DE LIMPEZA	2,59m <sup>2</sup>
A+0.35 AULA 01	117,65m <sup>2</sup>
A+0.36 AULA 03	65,94m <sup>2</sup>
A+0.37 AULA 02	101,76m <sup>2</sup>
A+0.38 AULA POSGRAO	66,85m <sup>2</sup>
A+0.39 PASILLO	158,60m <sup>2</sup>
A+0.40 ASEO HOMES	10,91m <sup>2</sup>
A+0.41 DESPACHO 06	13,14m <sup>2</sup>
A+0.42 DESPACHO 07	12,48m <sup>2</sup>
A+0.43 ASEO MULLERES	10,94m <sup>2</sup>

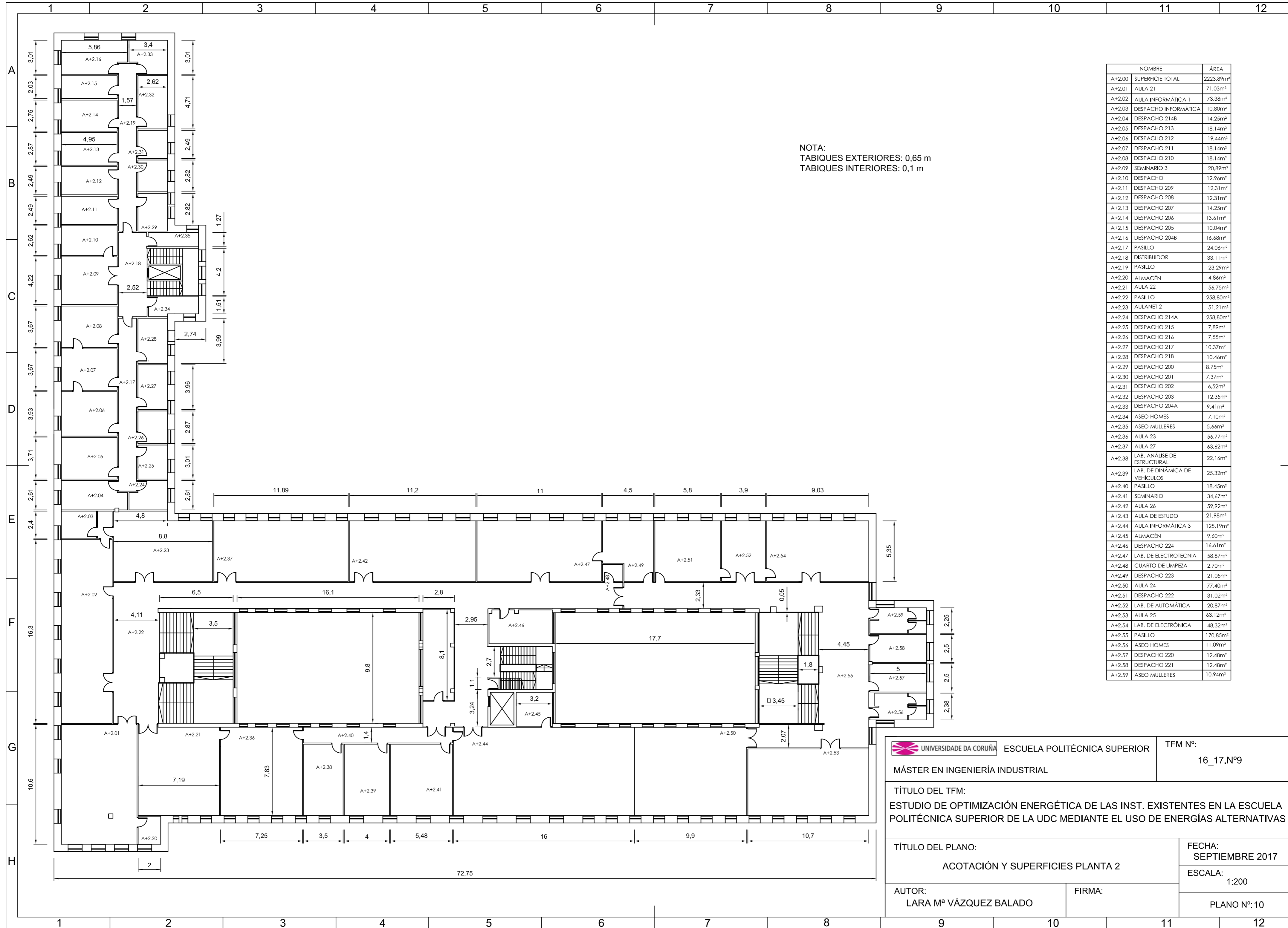
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR	TFM Nº:
	16_17.Nº9
MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL	
TÍTULO DEL TFM:	
ESTUDIO DE OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS INST. EXISTENTES EN LA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE LA UDC MEDIANTE EL USO DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS	
TÍTULO DEL PLANO:	
ACOTACIÓN Y SUPERFICIES PLANTA BAJA	
AUTOR:	FECHA:
LARA Mª VÁZQUEZ BALADO	SEPTIEMBRE 2017
FIRMA:	ESCALA:
	1:200
	PLANO Nº: 8



NOTA:  
 TABIQUES EXTERIORES: 0,65 m  
 TABIQUES INTERIORES: 0,1 m


NOMBRE	ÁREA
A+1.00 SUPERFICIE TOTAL	2223,90m <sup>2</sup>
A+1.01 AULA 11	83,79m <sup>2</sup>
A+1.02 SEMINARIO 1	40,23m <sup>2</sup>
A+1.03 SEMINARIO 2	41,49m <sup>2</sup>
A+1.04 DESPACHO 110	17,80m <sup>2</sup>
A+1.05 DESPACHO 109	18,19m <sup>2</sup>
A+1.06 DESPACHO 108	2,53m <sup>2</sup>
A+1.07 DESPACHO 107_DIREC. DEPARTAMENTOS	18,19m <sup>2</sup>
A+1.08 DESPACHO 106_DIREC. DEPARTAMENTOS	19,02m <sup>2</sup>
A+1.09 SALA DE REUNIONES DE I.N.O. E IND. II	27,93m <sup>2</sup>
A+1.10 DESPACHO 105_SUBDIR. DE ORGAN. ACADEMICA	15,39m <sup>2</sup>
A+1.11 DESPACHO 104_SECRET. DE DIRECCIÓN	11,69m <sup>2</sup>
A+1.12 DESPACHO 103 DIRECTOR	25,98m <sup>2</sup>
A+1.13 SALA DE XUNTAS	59,18m <sup>2</sup>
A+1.14 PASILLO	290,66m <sup>2</sup>
A+1.15 LAB. ELECTROMAGNET. E MECÁNICA FUNDAMENTAL	54,90m <sup>2</sup>
A+1.16 PASILLO DEP. ENX.INDUST. II E ENX. NAVAL E OCEÁNICA	23,43m <sup>2</sup>
A+1.17 DESPACHO 111	7,89m <sup>2</sup>
A+1.18 DESPACHO 112	7,55m <sup>2</sup>
A+1.19 DESPACHO 113B	11,99m <sup>2</sup>
A+1.20 DESPACHO 113A	10,90m <sup>2</sup>
A+1.21 DISTRIBUIDOR	33,03m <sup>2</sup>
A+1.22 PASILLO ZONA DE ESPERA	30,59m <sup>2</sup>
A+1.23 DESPACHO 101_DIREC. DEPARTAMENTOS	7,34m <sup>2</sup>
A+1.24 DESPACHO 102_DIREC. DEPARTAMENTOS	9,56m <sup>2</sup>
A+1.25 ASEO MULLERES	7,11m <sup>2</sup>
A+1.26 ASEO HOMES	5,80m <sup>2</sup>
A+1.27 AULA 12	98,88m <sup>2</sup>
A+1.28 LAB. DE FÍSICA	82,46m <sup>2</sup>
A+1.29 AULA 13	101,82m <sup>2</sup>
A+1.30 AULA 14	125,14m <sup>2</sup>
A+1.31 ALMACÉN	9,60m <sup>2</sup>
A+1.32 DESPACHO 120	16,61m <sup>2</sup>
A+1.33 DESPACHO 119	12,80m <sup>2</sup>
A+1.34 DESPACHO 118	12,80m <sup>2</sup>
A+1.35 DESPACHO 117	12,80m <sup>2</sup>
A+1.36 DESPACHO 116	14,08m <sup>2</sup>
A+1.37 DESPACHO 115	15,09m <sup>2</sup>
A+1.38 CUARTO DE LIMPEZA	2,50m <sup>2</sup>
A+1.39 AULA 18	43,53m <sup>2</sup>
A+1.40 AULA 15	163,84m <sup>2</sup>
A+1.41 AULA 17	43,94m <sup>2</sup>
A+1.42 AULA 16	45,17m <sup>2</sup>
A+1.43 PASILLO	165,27m <sup>2</sup>
A+1.44 ASEO HOMES	13,65m <sup>2</sup>
A+1.45 DESPACHO 114	19,82m <sup>2</sup>
A+1.46 ASEO MULLERES	14,08m <sup>2</sup>

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR		TFM Nº:
MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL		16_17.Nº9
TÍTULO DEL TFM:		
ESTUDIO DE OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS INST. EXISTENTES EN LA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE LA UDC MEDIANTE EL USO DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS		
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA:
ACOTACIÓN Y SUPERFICIES PLANTA 1		SEPTIEMBRE 2017
AUTOR:		ESCALA:
LARA Mª VÁZQUEZ BALADO		1:200
FIRMA:		PLANO Nº: 9

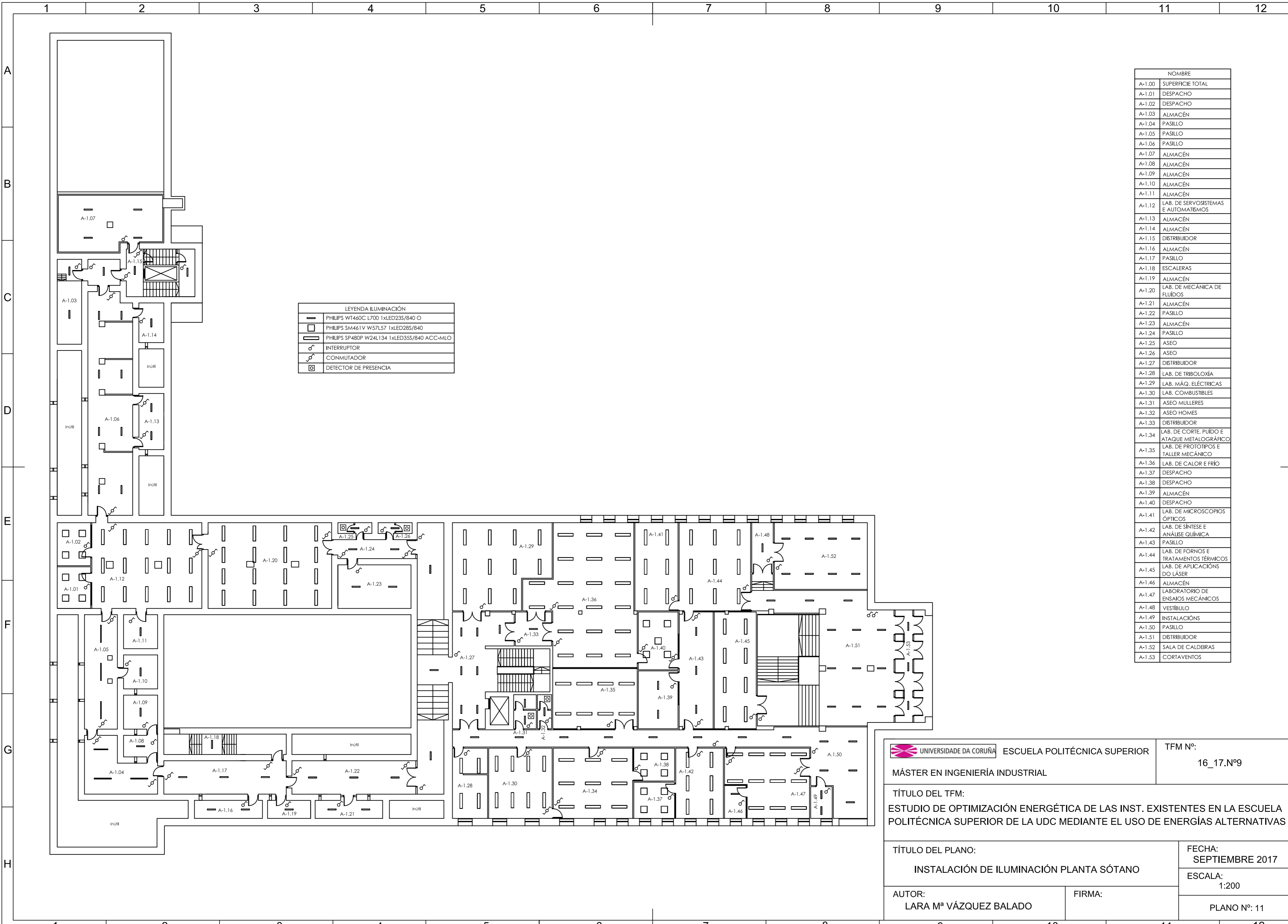


NOTA:  
 TABIQUES EXTERIORES: 0,65 m  
 TABIQUES INTERIORES: 0,1 m

	NOMBRE	ÁREA
A+2.00	SUPERFICIE TOTAL	2223,89m <sup>2</sup>
A+2.01	AULA 21	71,03m <sup>2</sup>
A+2.02	AULA INFORMÁTICA 1	73,38m <sup>2</sup>
A+2.03	DESPACHO INFORMÁTICA	10,80m <sup>2</sup>
A+2.04	DESPACHO 214B	14,25m <sup>2</sup>
A+2.05	DESPACHO 213	18,14m <sup>2</sup>
A+2.06	DESPACHO 212	19,44m <sup>2</sup>
A+2.07	DESPACHO 211	18,14m <sup>2</sup>
A+2.08	DESPACHO 210	18,14m <sup>2</sup>
A+2.09	SEMINARIO 3	20,89m <sup>2</sup>
A+2.10	DESPACHO	12,96m <sup>2</sup>
A+2.11	DESPACHO 209	12,31m <sup>2</sup>
A+2.12	DESPACHO 208	12,31m <sup>2</sup>
A+2.13	DESPACHO 207	14,25m <sup>2</sup>
A+2.14	DESPACHO 206	13,61m <sup>2</sup>
A+2.15	DESPACHO 205	10,04m <sup>2</sup>
A+2.16	DESPACHO 204B	16,68m <sup>2</sup>
A+2.17	PASILLO	24,06m <sup>2</sup>
A+2.18	DISTRIBUIDOR	33,11m <sup>2</sup>
A+2.19	PASILLO	23,29m <sup>2</sup>
A+2.20	ALMACÉN	4,86m <sup>2</sup>
A+2.21	AULA 22	56,75m <sup>2</sup>
A+2.22	PASILLO	258,80m <sup>2</sup>
A+2.23	AULANET 2	51,21m <sup>2</sup>
A+2.24	DESPACHO 214A	258,80m <sup>2</sup>
A+2.25	DESPACHO 215	7,89m <sup>2</sup>
A+2.26	DESPACHO 216	7,55m <sup>2</sup>
A+2.27	DESPACHO 217	10,37m <sup>2</sup>
A+2.28	DESPACHO 218	10,46m <sup>2</sup>
A+2.29	DESPACHO 200	8,75m <sup>2</sup>
A+2.30	DESPACHO 201	7,37m <sup>2</sup>
A+2.31	DESPACHO 202	6,52m <sup>2</sup>
A+2.32	DESPACHO 203	12,35m <sup>2</sup>
A+2.33	DESPACHO 204A	9,41m <sup>2</sup>
A+2.34	ASEO HOMES	7,10m <sup>2</sup>
A+2.35	ASEO MULLERES	5,66m <sup>2</sup>
A+2.36	AULA 23	56,77m <sup>2</sup>
A+2.37	AULA 27	63,62m <sup>2</sup>
A+2.38	LAB. ANÁLISE DE ESTRUCTURAL	22,16m <sup>2</sup>
A+2.39	LAB. DE DINÁMICA DE VEHÍCULOS	25,32m <sup>2</sup>
A+2.40	PASILLO	18,45m <sup>2</sup>
A+2.41	SEMINARIO	34,67m <sup>2</sup>
A+2.42	AULA 26	59,92m <sup>2</sup>
A+2.43	AULA DE ESTUDIO	21,98m <sup>2</sup>
A+2.44	AULA INFORMÁTICA 3	125,19m <sup>2</sup>
A+2.45	ALMACÉN	9,60m <sup>2</sup>
A+2.46	DESPACHO 224	16,61m <sup>2</sup>
A+2.47	LAB. DE ELECTROTECNIA	58,87m <sup>2</sup>
A+2.48	CUARTO DE LIMPEZA	2,70m <sup>2</sup>
A+2.49	DESPACHO 223	21,05m <sup>2</sup>
A+2.50	AULA 24	77,40m <sup>2</sup>
A+2.51	DESPACHO 222	31,02m <sup>2</sup>
A+2.52	LAB. DE AUTOMÁTICA	20,87m <sup>2</sup>
A+2.53	AULA 25	63,12m <sup>2</sup>
A+2.54	LAB. DE ELECTRÓNICA	48,32m <sup>2</sup>
A+2.55	PASILLO	170,85m <sup>2</sup>
A+2.56	ASEO HOMES	11,09m <sup>2</sup>
A+2.57	DESPACHO 220	12,48m <sup>2</sup>
A+2.58	DESPACHO 221	12,48m <sup>2</sup>
A+2.59	ASEO MULLERES	10,94m <sup>2</sup>

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR		TFM Nº:
MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL		16_17.Nº9
TÍTULO DEL TFM:		
ESTUDIO DE OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS INST. EXISTENTES EN LA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE LA UDC MEDIANTE EL USO DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS		
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA:
ACOTACIÓN Y SUPERFICIES PLANTA 2		SEPTIEMBRE 2017
AUTOR:		ESCALA:
LARA Mª VÁZQUEZ BALADO		1:200
FIRMA:		PLANO Nº: 10

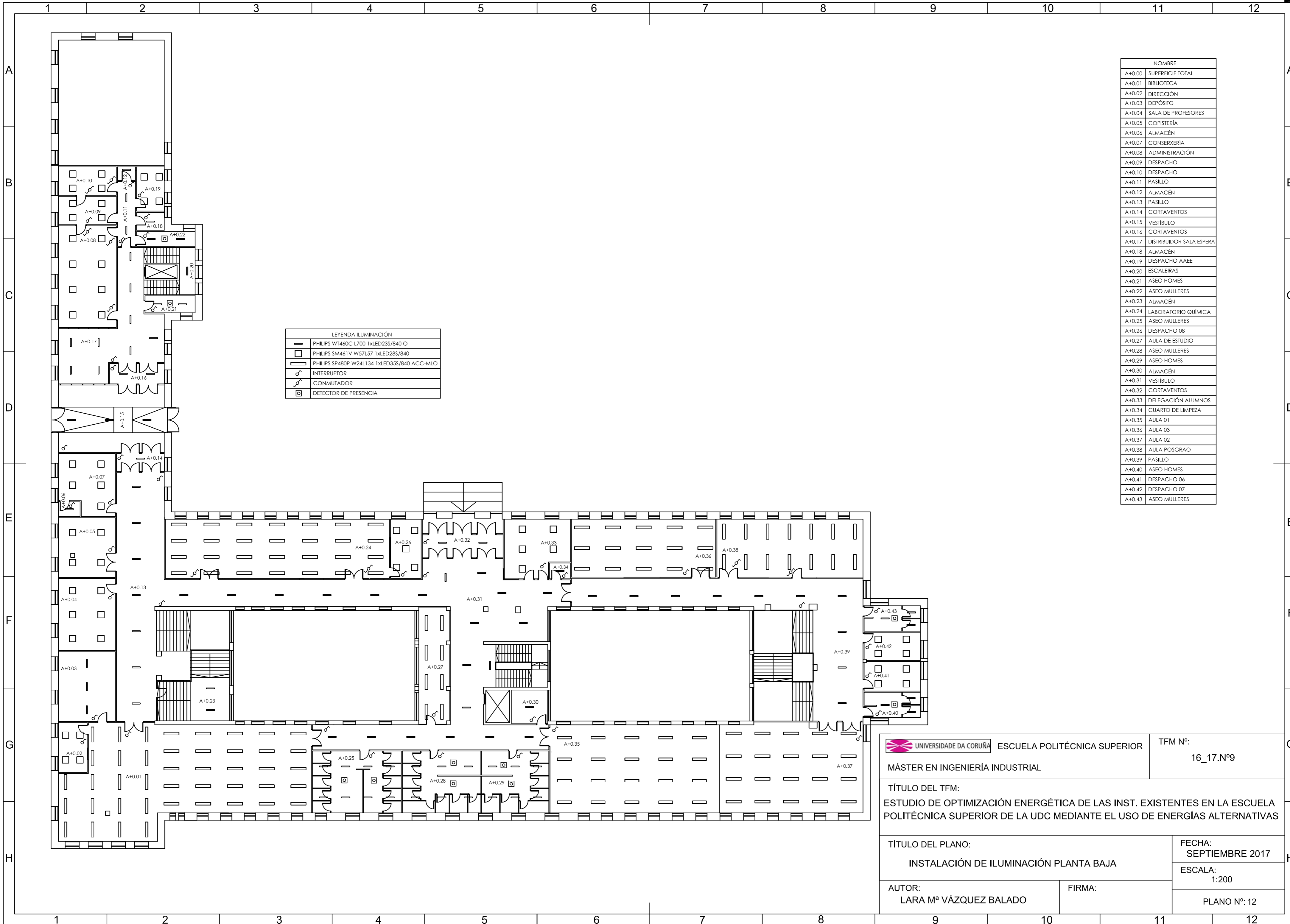




LEYENDA ILUMINACIÓN	
	PHILIPS WT460C L700 1xLED235/840 O
	PHILIPS SM461V W57L57 1xLED285/840
	PHILIPS SP480P W24L134 1xLED355/840 ACC+MLO
	INTERRUPTOR
	CONMUTADOR
	DETECTOR DE PRESENCIA

NOMBRE	
A-1.00	SUPERFICIE TOTAL
A-1.01	DESPACHO
A-1.02	DESPACHO
A-1.03	ALMACÉN
A-1.04	PASILLO
A-1.05	PASILLO
A-1.06	PASILLO
A-1.07	ALMACÉN
A-1.08	ALMACÉN
A-1.09	ALMACÉN
A-1.10	ALMACÉN
A-1.11	ALMACÉN
A-1.12	LAB. DE SERVOSISTEMAS E AUTOMATISMOS
A-1.13	ALMACÉN
A-1.14	ALMACÉN
A-1.15	DISTRIBUIDOR
A-1.16	ALMACÉN
A-1.17	PASILLO
A-1.18	ESCALERAS
A-1.19	ALMACÉN
A-1.20	LAB. DE MECÁNICA DE FLUIDOS
A-1.21	ALMACÉN
A-1.22	PASILLO
A-1.23	ALMACÉN
A-1.24	PASILLO
A-1.25	ASEO
A-1.26	ASEO
A-1.27	DISTRIBUIDOR
A-1.28	LAB. DE TRIBOLOXÍA
A-1.29	LAB. MÁQ. ELÉCTRICAS
A-1.30	LAB. COMBUSTIBLES
A-1.31	ASEO MULLERES
A-1.32	ASEO HOMES
A-1.33	DISTRIBUIDOR
A-1.34	LAB. DE CORTE, PUIDO E ATAQUE METALOGRAFICO
A-1.35	LAB. DE PROTOTIPOS E TALLER MECÁNICO
A-1.36	LAB. DE CALOR E FRÍO
A-1.37	DESPACHO
A-1.38	DESPACHO
A-1.39	ALMACÉN
A-1.40	DESPACHO
A-1.41	LAB. DE MICROSCOPIOS ÓPTICOS
A-1.42	LAB. DE SÍNTESIS E ANÁLISE QUÍMICA
A-1.43	PASILLO
A-1.44	LAB. DE FORNOS E TRATAMIENTOS TÉRMICOS
A-1.45	LAB. DE APLICACIONES DO LÁSER
A-1.46	ALMACÉN
A-1.47	LABORATORIO DE ENSAIOS MECÁNICOS
A-1.48	VESTIBULO
A-1.49	INSTALACIONES
A-1.50	PASILLO
A-1.51	DISTRIBUIDOR
A-1.52	SALA DE CALDERAS
A-1.53	CORTAVENTOS

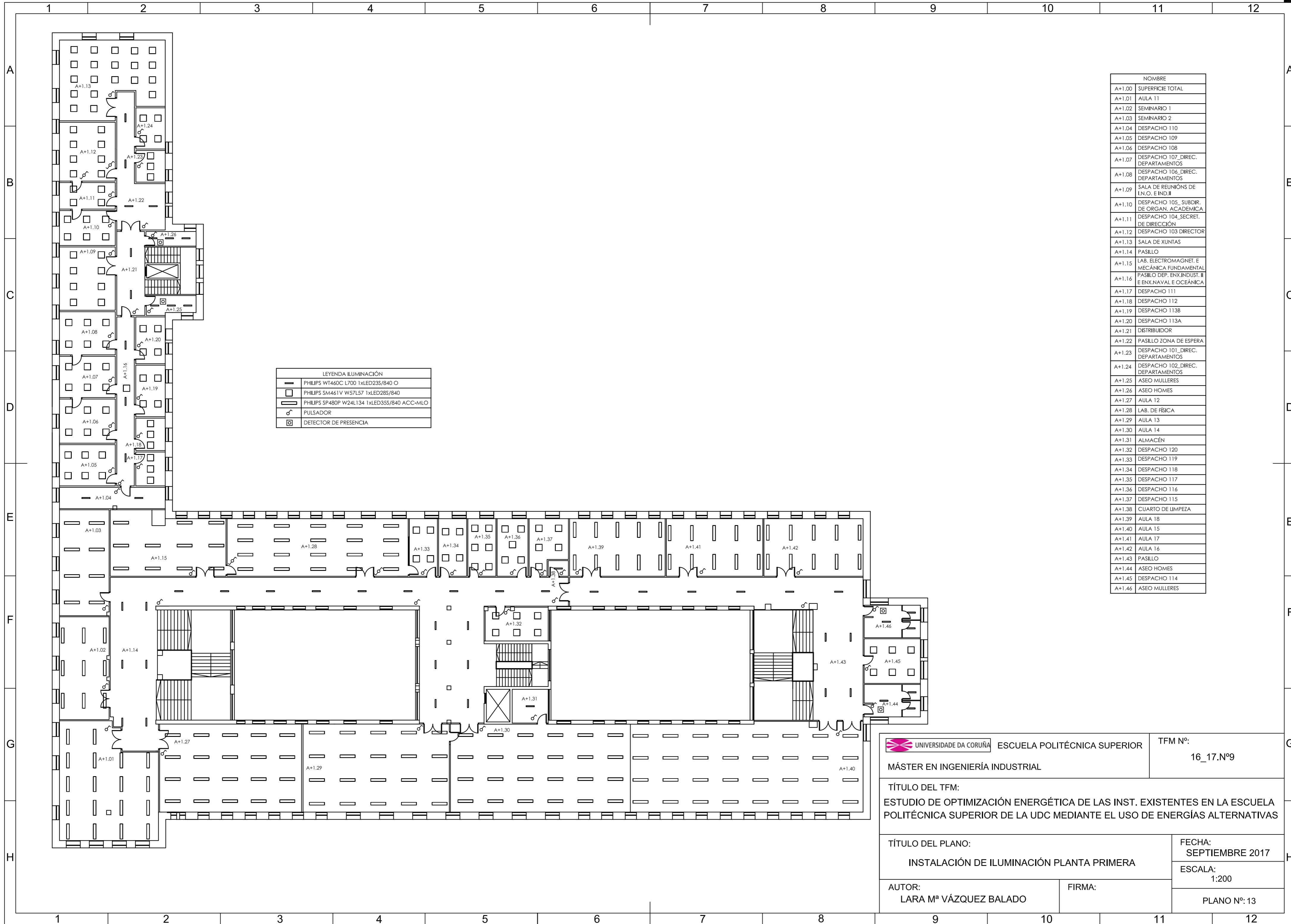
UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR		TFM Nº:
MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL		16_17.Nº9
TÍTULO DEL TFM:		
ESTUDIO DE OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS INST. EXISTENTES EN LA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE LA UDC MEDIANTE EL USO DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS		
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA:
INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN PLANTA SÓTANO		SEPTIEMBRE 2017
AUTOR:		ESCALA:
LARA Mª VÁZQUEZ BALADO		1:200
FIRMA:		PLANO Nº: 11



LEYENDA ILUMINACIÓN	
	PHILIPS WT460C L700 1xLED235/840 O
	PHILIPS SM461V W57L57 1xLED285/840
	PHILIPS SP480P W24L134 1xLED355/840 ACC-MLO
	INTERRUPTOR
	CONMUTADOR
	DETECTOR DE PRESENCIA

NOMBRE	
A+0.00	SUPERFICIE TOTAL
A+0.01	BIBLIOTECA
A+0.02	DIRECCIÓN
A+0.03	DEPÓSITO
A+0.04	SALA DE PROFESORES
A+0.05	COPISTERÍA
A+0.06	ALMACÉN
A+0.07	CONSERXERÍA
A+0.08	ADMINISTRACIÓN
A+0.09	DESPACHO
A+0.10	DESPACHO
A+0.11	PASILLO
A+0.12	ALMACÉN
A+0.13	PASILLO
A+0.14	CORTAVENTOS
A+0.15	VESTÍBULO
A+0.16	CORTAVENTOS
A+0.17	DISTRIBUIDOR-SALA ESPERA
A+0.18	ALMACÉN
A+0.19	DESPACHO AAEE
A+0.20	ESCALEIRAS
A+0.21	ASEO HOMES
A+0.22	ASEO MULLERES
A+0.23	ALMACÉN
A+0.24	LABORATORIO QUÍMICA
A+0.25	ASEO MULLERES
A+0.26	DESPACHO 08
A+0.27	AULA DE ESTUDIO
A+0.28	ASEO MULLERES
A+0.29	ASEO HOMES
A+0.30	ALMACÉN
A+0.31	VESTÍBULO
A+0.32	CORTAVENTOS
A+0.33	DELEGACIÓN ALUMNOS
A+0.34	CUARTO DE LIMPEZA
A+0.35	AULA 01
A+0.36	AULA 03
A+0.37	AULA 02
A+0.38	AULA POSGRAO
A+0.39	PASILLO
A+0.40	ASEO HOMES
A+0.41	DESPACHO 06
A+0.42	DESPACHO 07
A+0.43	ASEO MULLERES

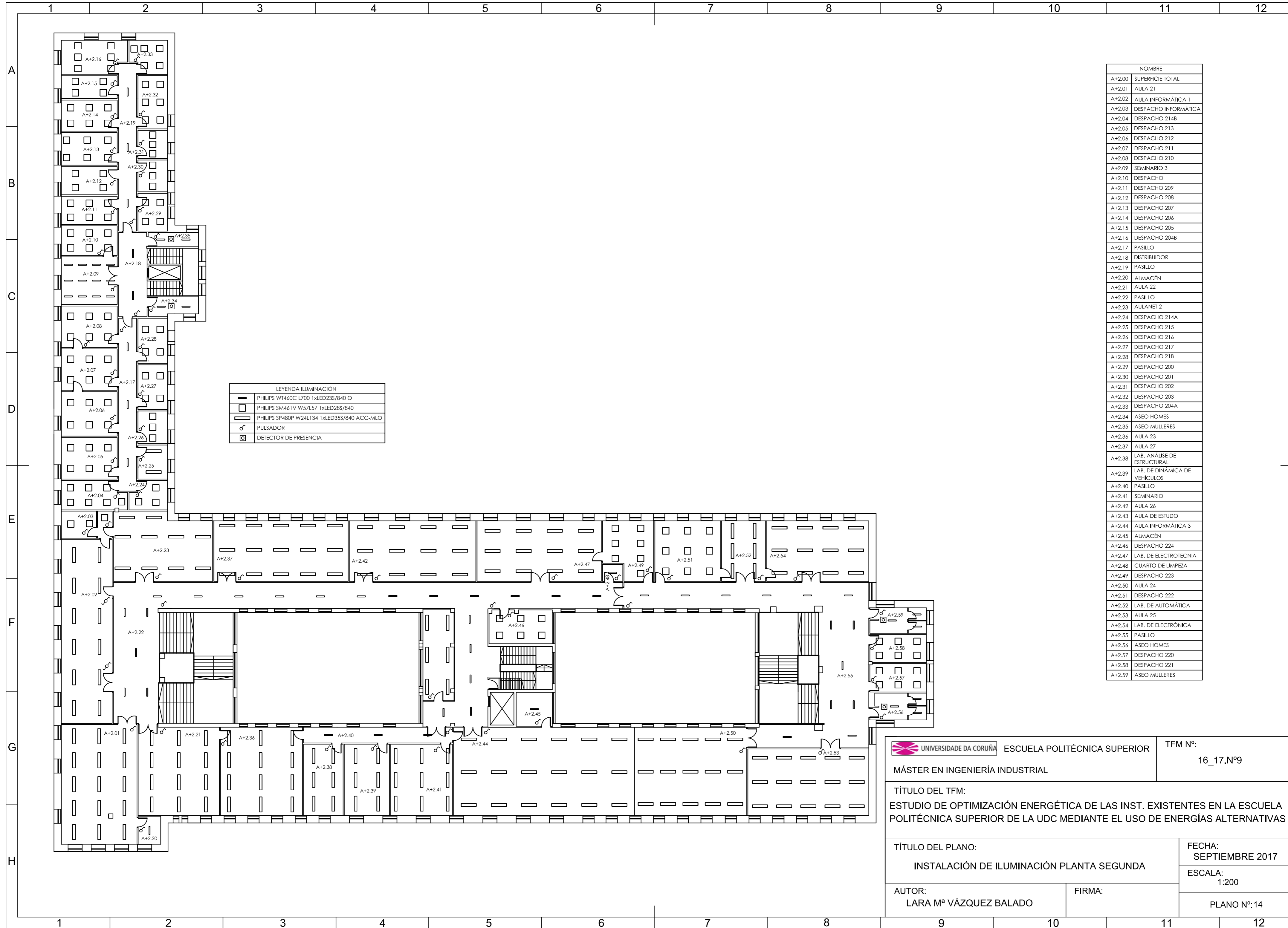
UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR		TFM Nº:
MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL		16_17.Nº9
TÍTULO DEL TFM:		
ESTUDIO DE OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS INST. EXISTENTES EN LA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE LA UDC MEDIANTE EL USO DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS		
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA:
INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN PLANTA BAJA		SEPTIEMBRE 2017
AUTOR:		ESCALA:
LARA Mª VÁZQUEZ BALADO		1:200
FIRMA:		PLANO Nº: 12



LEYENDA ILUMINACIÓN	
	PHILIPS WT460C L700 1xLED235/840 O
	PHILIPS SM461V W57L57 1xLED285/840
	PHILIPS SP480P W24L134 1xLED355/840 ACC-MLO
	PULSADOR
	DETECTOR DE PRESENCIA

NOMBRE	
A+1.00	SUPERFICIE TOTAL
A+1.01	AULA 11
A+1.02	SEMINARIO 1
A+1.03	SEMINARIO 2
A+1.04	DESPACHO 110
A+1.05	DESPACHO 109
A+1.06	DESPACHO 108
A+1.07	DESPACHO 107_DIRECT. DEPARTAMENTOS
A+1.08	DESPACHO 106_DIRECT. DEPARTAMENTOS
A+1.09	SALA DE REUNIONES DE I.N.O. E IND.II
A+1.10	DESPACHO 105_SUBDIR. DE ORGAN. ACADEMICA
A+1.11	DESPACHO 104_SECRET. DE DIRECCIÓN
A+1.12	DESPACHO 103 DIRECTOR
A+1.13	SALA DE XUNTAS
A+1.14	PASILLO
A+1.15	LAB. ELECTROMAGNET. E MECÁNICA FUNDAMENTAL
A+1.16	PASILLO DEP. ENX.INDUST. II E ENX.NAVAL E OCEÁNICA
A+1.17	DESPACHO 111
A+1.18	DESPACHO 112
A+1.19	DESPACHO 113B
A+1.20	DESPACHO 113A
A+1.21	DISTRIBUIDOR
A+1.22	PASILLO ZONA DE ESPERA
A+1.23	DESPACHO 101_DIRECT. DEPARTAMENTOS
A+1.24	DESPACHO 102_DIRECT. DEPARTAMENTOS
A+1.25	ASEO MULLERES
A+1.26	ASEO HOMES
A+1.27	AULA 12
A+1.28	LAB. DE FÍSICA
A+1.29	AULA 13
A+1.30	AULA 14
A+1.31	ALMACÉN
A+1.32	DESPACHO 120
A+1.33	DESPACHO 119
A+1.34	DESPACHO 118
A+1.35	DESPACHO 117
A+1.36	DESPACHO 116
A+1.37	DESPACHO 115
A+1.38	CUARTO DE LIMPEZA
A+1.39	AULA 18
A+1.40	AULA 15
A+1.41	AULA 17
A+1.42	AULA 16
A+1.43	PASILLO
A+1.44	ASEO HOMES
A+1.45	DESPACHO 114
A+1.46	ASEO MULLERES

UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR		TFM Nº:
MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL		16_17.Nº9
TÍTULO DEL TFM: ESTUDIO DE OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS INST. EXISTENTES EN LA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE LA UDC MEDIANTE EL USO DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS		
TÍTULO DEL PLANO: INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN PLANTA PRIMERA		FECHA: SEPTIEMBRE 2017
AUTOR: LARA Mª VÁZQUEZ BALADO		ESCALA: 1:200
FIRMA:		PLANO Nº: 13

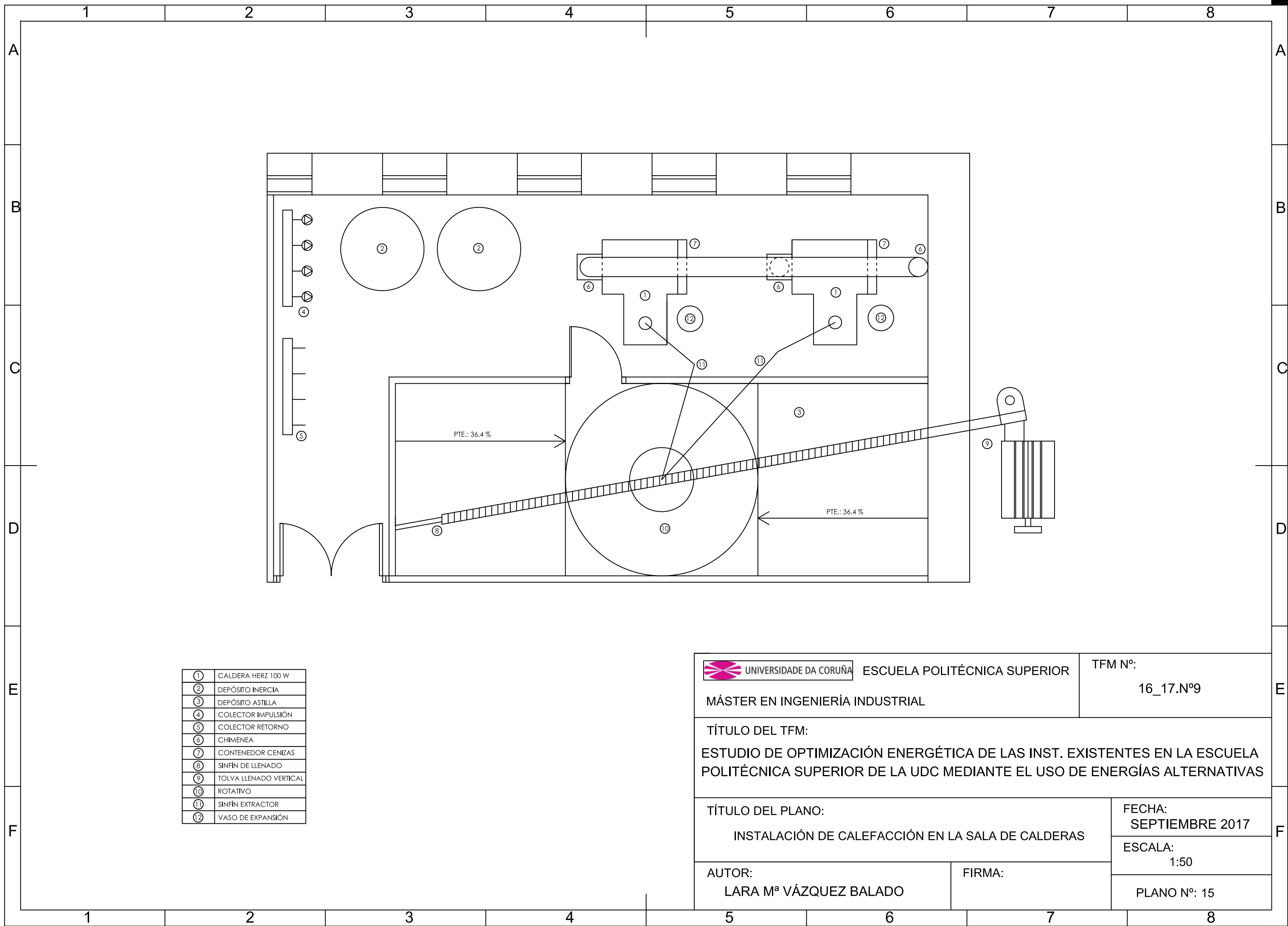


LEYENDA ILUMINACIÓN


	PHILIPS WT460C L700 1xLED23S/840 O
	PHILIPS SM461 V WS7L57 1xLED28S/840
	PHILIPS SP480P W24L134 1xLED35S/840 ACC-MLO
	PULSADOR
	DETECTOR DE PRESENCIA

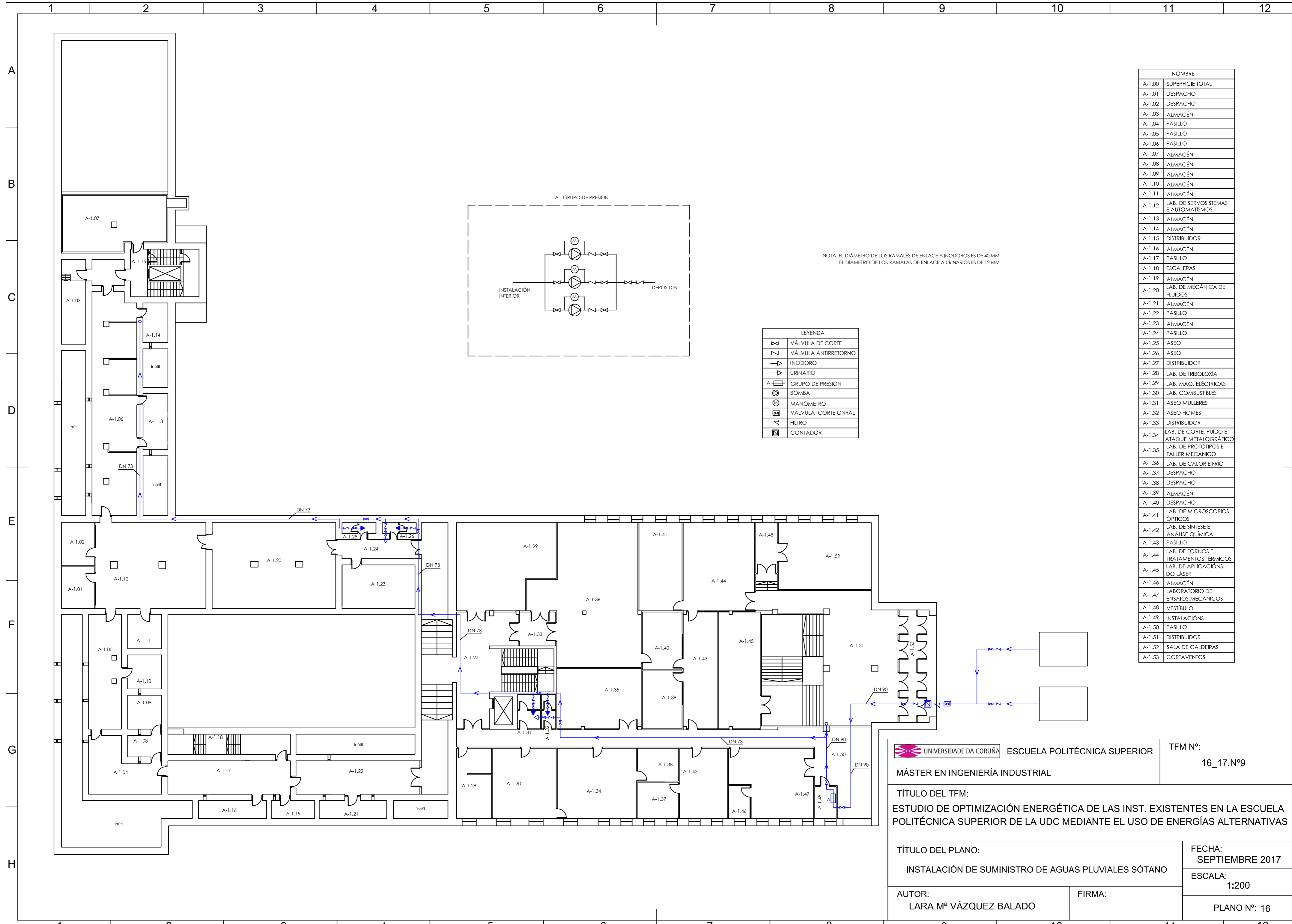
NOMBRE	
A+2.00	SUPERFICIE TOTAL
A+2.01	AULA 21
A+2.02	AULA INFORMÁTICA 1
A+2.03	DESPACHO INFORMÁTICA
A+2.04	DESPACHO 214B
A+2.05	DESPACHO 213
A+2.06	DESPACHO 212
A+2.07	DESPACHO 211
A+2.08	DESPACHO 210
A+2.09	SEMINARIO 3
A+2.10	DESPACHO
A+2.11	DESPACHO 209
A+2.12	DESPACHO 208
A+2.13	DESPACHO 207
A+2.14	DESPACHO 206
A+2.15	DESPACHO 205
A+2.16	DESPACHO 204B
A+2.17	PASILLO
A+2.18	DISTRIBUIDOR
A+2.19	PASILLO
A+2.20	ALMACÉN
A+2.21	AULA 22
A+2.22	PASILLO
A+2.23	AULANET 2
A+2.24	DESPACHO 214A
A+2.25	DESPACHO 215
A+2.26	DESPACHO 216
A+2.27	DESPACHO 217
A+2.28	DESPACHO 218
A+2.29	DESPACHO 200
A+2.30	DESPACHO 201
A+2.31	DESPACHO 202
A+2.32	DESPACHO 203
A+2.33	DESPACHO 204A
A+2.34	ASEO HOMES
A+2.35	ASEO MULLERES
A+2.36	AULA 23
A+2.37	AULA 27
A+2.38	LAB. ANÁLISE DE ESTRUCTURAL
A+2.39	LAB. DE DINÁMICA DE VEHÍCULOS
A+2.40	PASILLO
A+2.41	SEMINARIO
A+2.42	AULA 26
A+2.43	AULA DE ESTUDIO
A+2.44	AULA INFORMÁTICA 3
A+2.45	ALMACÉN
A+2.46	DESPACHO 224
A+2.47	LAB. DE ELECTROTECNIA
A+2.48	CUARTO DE LIMPEZA
A+2.49	DESPACHO 223
A+2.50	AULA 24
A+2.51	DESPACHO 222
A+2.52	LAB. DE AUTOMÁTICA
A+2.53	AULA 25
A+2.54	LAB. DE ELECTRÓNICA
A+2.55	PASILLO
A+2.56	ASEO HOMES
A+2.57	DESPACHO 220
A+2.58	DESPACHO 221
A+2.59	ASEO MULLERES

UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR		TFM Nº:
MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL		16_17.Nº9
TÍTULO DEL TFM:		
ESTUDIO DE OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS INST. EXISTENTES EN LA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE LA UDC MEDIANTE EL USO DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS		
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA:
INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN PLANTA SEGUNDA		SEPTIEMBRE 2017
AUTOR:		ESCALA:
LARA Mª VÁZQUEZ BALADO		1:200
FIRMA:		PLANO Nº: 14

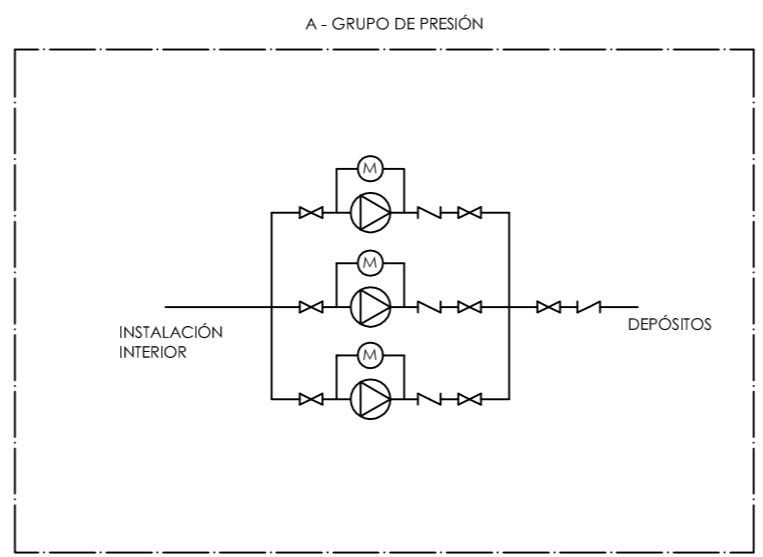


①	CALDERA HERZ 100 W
②	DEPÓSITO INERCIA
③	DEPÓSITO ASTILLA
④	COLECTOR IMPULSIÓN
⑤	COLECTOR RETORNO
⑥	CHIMENEA
⑦	CONTENEDOR CENIZAS
⑧	SINFÍN DE LLENADO
⑨	TOLVA LLENADO VERTICAL
⑩	ROTATIVO
⑪	SINFÍN EXTRACTOR
⑫	VASO DE EXPANSIÓN

 <b>UNIVERSIDADE DA CORUÑA</b> ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR		TFM Nº:
MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL		16_17.Nº9
<b>TÍTULO DEL TFM:</b> ESTUDIO DE OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS INST. EXISTENTES EN LA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE LA UDC MEDIANTE EL USO DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS		
<b>TÍTULO DEL PLANO:</b> INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN EN LA SALA DE CALDERAS		FECHA: SEPTIEMBRE 2017
AUTOR: LARA Mª VÁZQUEZ BALADO		ESCALA: 1:50
FIRMA:		PLANO Nº: 15



NOMBRE	
A-1.00	SUPERFICIE TOTAL
A-1.01	DESPACHO
A-1.02	DESPACHO
A-1.03	ALMACÉN
A-1.04	PASILLO
A-1.05	PASILLO
A-1.06	PASILLO
A-1.07	ALMACÉN
A-1.08	ALMACÉN
A-1.09	ALMACÉN
A-1.10	ALMACÉN
A-1.11	ALMACÉN
A-1.12	LAB. DE SERVOSISTEMAS E AUTOMATISMOS
A-1.13	ALMACÉN
A-1.14	ALMACÉN
A-1.15	DISTRIBUIDOR
A-1.16	ALMACÉN
A-1.17	PASILLO
A-1.18	ESCALERAS
A-1.19	ALMACÉN
A-1.20	LAB. DE MECÁNICA DE FLUIDOS
A-1.21	ALMACÉN
A-1.22	PASILLO
A-1.23	ALMACÉN
A-1.24	PASILLO
A-1.25	ASEO
A-1.26	ASEO
A-1.27	DISTRIBUIDOR
A-1.28	LAB. DE TRIBOLOXÍA
A-1.29	LAB. MÁQ. ELÉCTRICAS
A-1.30	LAB. COMBUSTIBLES
A-1.31	ASEO MULLERES
A-1.32	ASEO HOMES
A-1.33	DISTRIBUIDOR
A-1.34	LAB. DE CORTE, PUIDO E ATAQUE METALOGRAFICO
A-1.35	LAB. DE PROTOTIPOS E TALLER MECÁNICO
A-1.36	LAB. DE CALOR E FRÍO
A-1.37	DESPACHO
A-1.38	DESPACHO
A-1.39	ALMACÉN
A-1.40	DESPACHO
A-1.41	LAB. DE MICROSCOPIOS ÓPTICOS
A-1.42	LAB. DE SÍNTESIS E ANÁLISE QUÍMICA
A-1.43	PASILLO
A-1.44	LAB. DE FORNOS E TRATAMIENTOS TÉRMICOS
A-1.45	LAB. DE APLICACIONES DO LÁSER
A-1.46	ALMACÉN
A-1.47	LABORATORIO DE ENSAIOS MECÁNICOS
A-1.48	VESTIBULO
A-1.49	INSTALACIONES
A-1.50	PASILLO
A-1.51	DISTRIBUIDOR
A-1.52	SALA DE CALDEIRAS
A-1.53	CORTAVENTOS

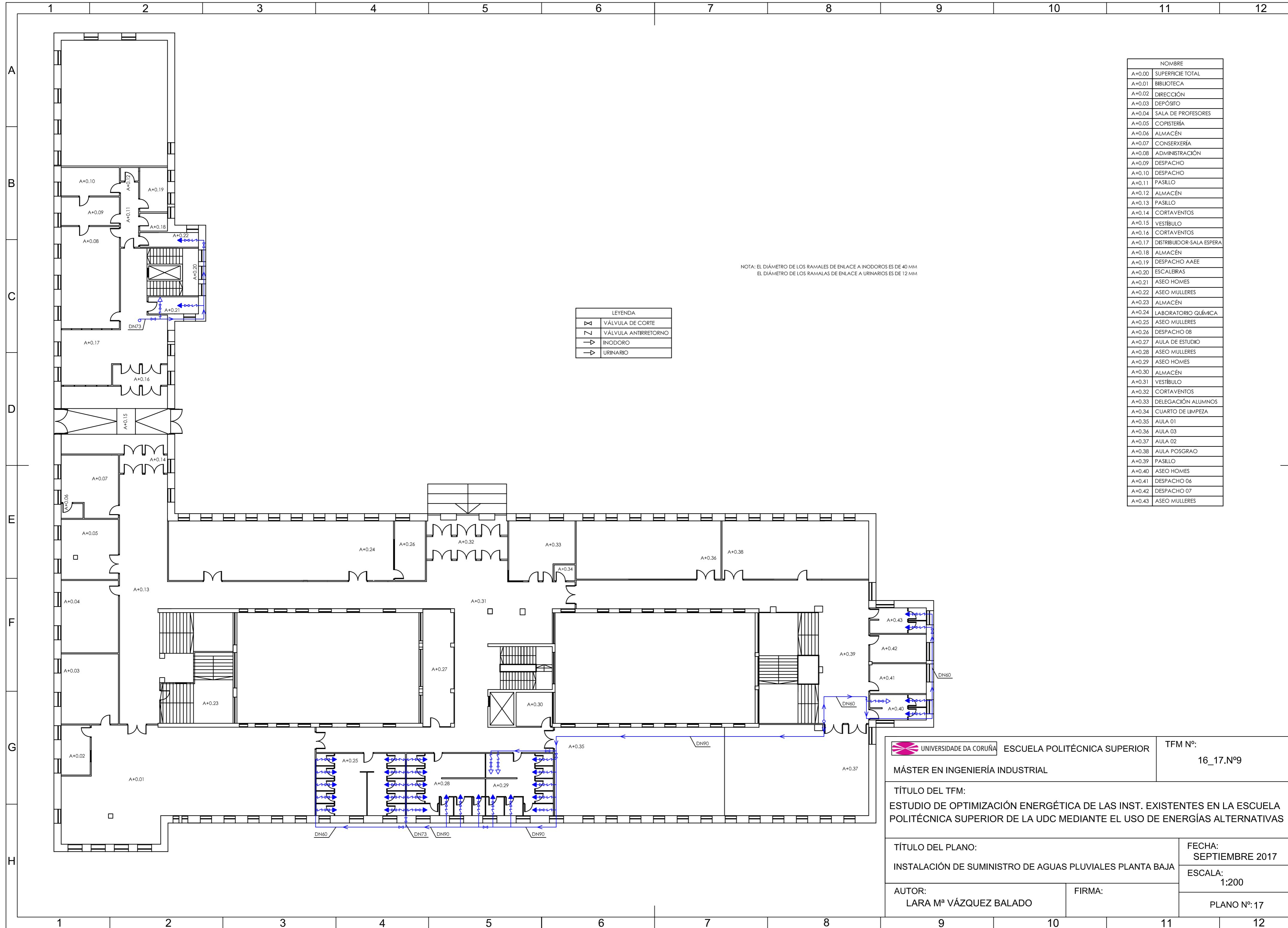


NOTA: EL DIÁMETRO DE LOS RAMALES DE ENLACE A INODOROS ES DE 40 MM  
EL DIÁMETRO DE LOS RAMALES DE ENLACE A URINARIOS ES DE 12 MM

LEYENDA

	VÁLVULA DE CORTE
	VÁLVULA ANTIRRETORNO
	INODORO
	URINARIO
	GRUPO DE PRESIÓN
	BOMBA
	MANÓMETRO
	VÁLVULA CORTE GNRAL
	FILTRO
	CONTADOR

UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR		TFM Nº:
MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL		16_17.Nº9
TÍTULO DEL TFM:		
ESTUDIO DE OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS INST. EXISTENTES EN LA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE LA UDC MEDIANTE EL USO DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS		
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA:
INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE AGUAS PLUVIALES SÓTANO		SEPTIEMBRE 2017
AUTOR:		ESCALA:
LARA Mª VÁZQUEZ BALADO		1:200
FIRMA:		PLANO Nº: 16

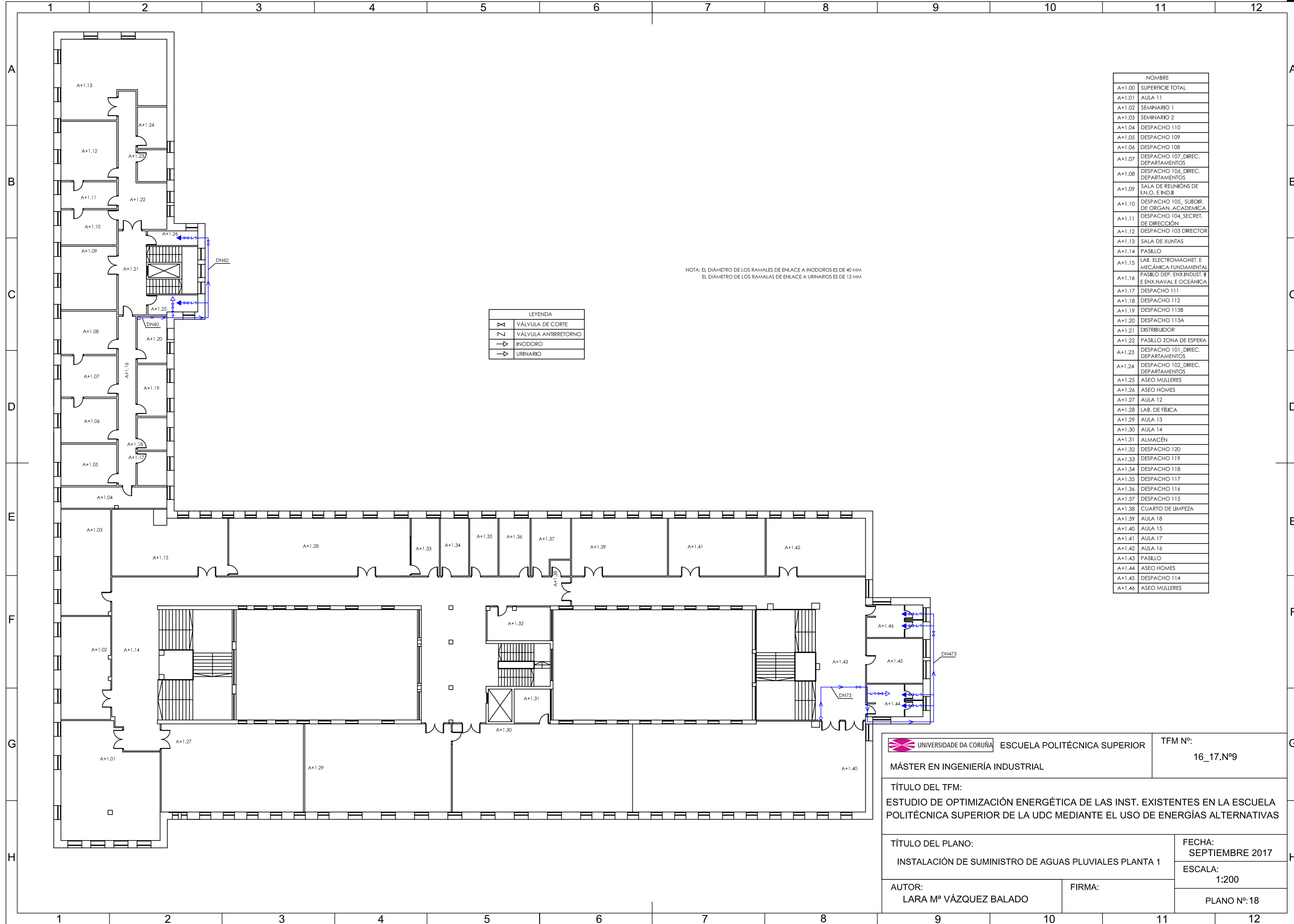


NOTA: EL DIÁMETRO DE LOS RAMALES DE ENLACE A INODOROS ES DE 40 MM  
 EL DIÁMETRO DE LOS RAMALAS DE ENLACE A URINARIOS ES DE 12 MM

LEYENDA	
	VÁLVULA DE CORTE
	VÁLVULA ANTIRRETORNO
	INODORO
	URINARIO

NOMBRE	
A+0.00	SUPERFICIE TOTAL
A+0.01	BIBLIOTECA
A+0.02	DIRECCIÓN
A+0.03	DEPÓSITO
A+0.04	SALA DE PROFESORES
A+0.05	COPISTERÍA
A+0.06	ALMACÉN
A+0.07	CONSERXERÍA
A+0.08	ADMINISTRACIÓN
A+0.09	DESPACHO
A+0.10	DESPACHO
A+0.11	PASILLO
A+0.12	ALMACÉN
A+0.13	PASILLO
A+0.14	CORTAVENTOS
A+0.15	VESTÍBULO
A+0.16	CORTAVENTOS
A+0.17	DISTRIBUIDOR-SALA ESPERA
A+0.18	ALMACÉN
A+0.19	DESPACHO AAEE
A+0.20	ESCALEIRAS
A+0.21	ASEO HOMES
A+0.22	ASEO MULLERES
A+0.23	ALMACÉN
A+0.24	LABORATORIO QUÍMICA
A+0.25	ASEO MULLERES
A+0.26	DESPACHO 08
A+0.27	AULA DE ESTUDIO
A+0.28	ASEO MULLERES
A+0.29	ASEO HOMES
A+0.30	ALMACÉN
A+0.31	VESTÍBULO
A+0.32	CORTAVENTOS
A+0.33	DELEGACIÓN ALUMNOS
A+0.34	CUARTO DE LIMPEZA
A+0.35	AULA 01
A+0.36	AULA 03
A+0.37	AULA 02
A+0.38	AULA POSGRAO
A+0.39	PASILLO
A+0.40	ASEO HOMES
A+0.41	DESPACHO 06
A+0.42	DESPACHO 07
A+0.43	ASEO MULLERES

UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR		TFM Nº: 16_17.Nº9
MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL		
TÍTULO DEL TFM: ESTUDIO DE OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS INST. EXISTENTES EN LA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE LA UDC MEDIANTE EL USO DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS		
TÍTULO DEL PLANO: INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE AGUAS PLUVIALES PLANTA BAJA		FECHA: SEPTIEMBRE 2017
AUTOR: LARA Mª VÁZQUEZ BALADO		ESCALA: 1:200
FIRMA:		PLANO Nº: 17



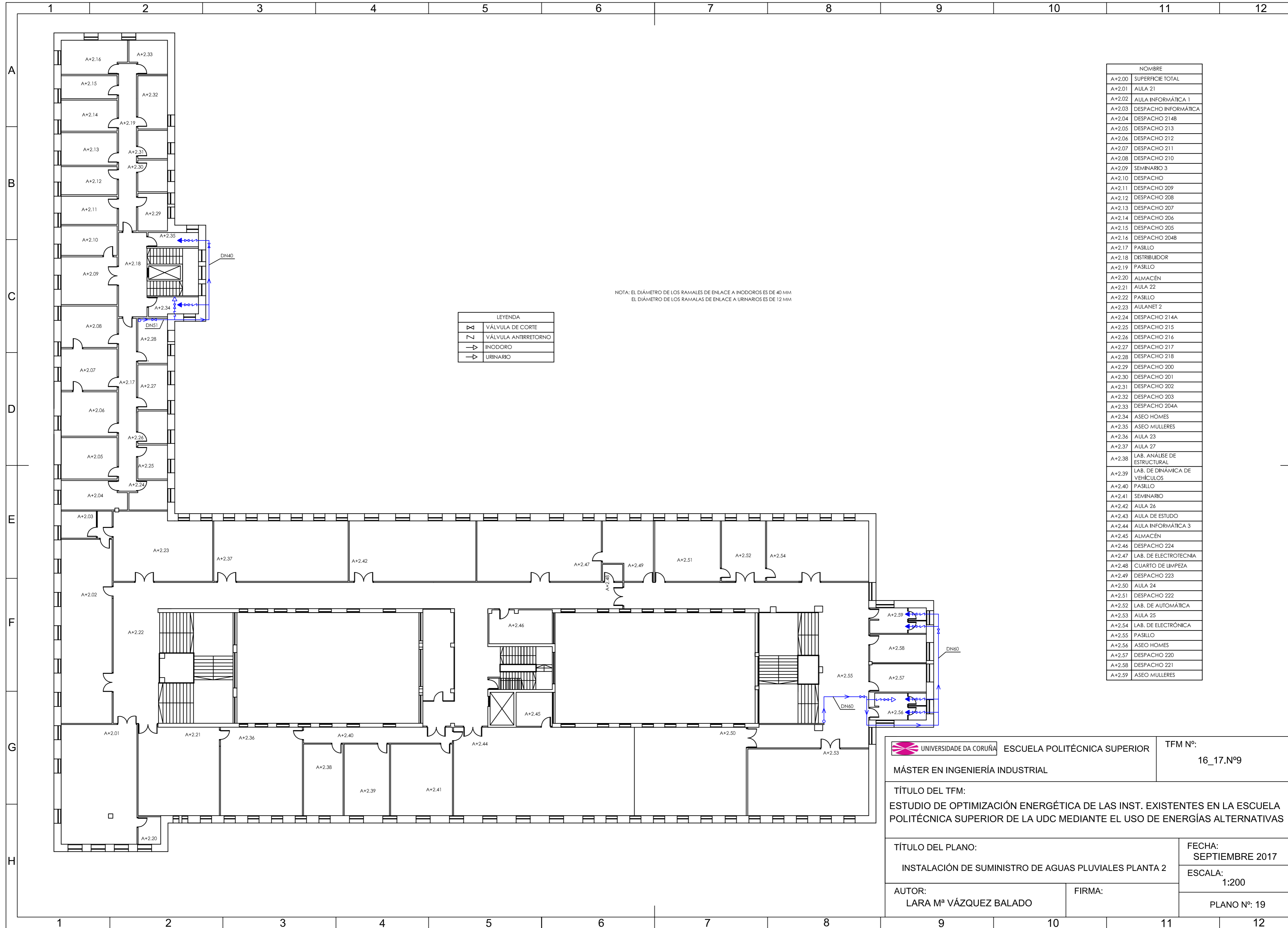
NOTA: EL DIÁMETRO DE LOS RAMALES DE ENLACE A INODOROS ES DE 40 MM  
EL DIÁMETRO DE LOS RAMALAS DE ENLACE A URINARIOS ES DE 12 MM

LEYENDA	
	VÁLVULA DE CORTE
	VÁLVULA ANTIRRETORNO
	INODORO
	URINARIO

NOMBRE	
A+1.00	SUPERFICIE TOTAL
A+1.01	AULA 11
A+1.02	SEMINARIO 1
A+1.03	SEMINARIO 2
A+1.04	DESPACHO 110
A+1.05	DESPACHO 109
A+1.06	DESPACHO 108
A+1.07	DESPACHO 107_DIREC. DEPARTAMENTOS
A+1.08	DESPACHO 106_DIREC. DEPARTAMENTOS
A+1.09	SALA DE REUNIONES DE I.N.O. E IND. II
A+1.10	DESPACHO 105_SUBDIR. DE ORGAN. ACADEMICA
A+1.11	DESPACHO 104_SECRET. DE DIRECCIÓN
A+1.12	DESPACHO 103 DIRECTOR
A+1.13	SALA DE XUNTAS
A+1.14	PASILLO
A+1.15	LAB. ELECTROMAGNET. E MECÁNICA FUNDAMENTAL
A+1.16	PASILLO DEP. ENX. INDUST. II E ENX. NAVAL E OCEÁNICA
A+1.17	DESPACHO 111
A+1.18	DESPACHO 112
A+1.19	DESPACHO 113B
A+1.20	DESPACHO 113A
A+1.21	DISTRIBUIDOR
A+1.22	PASILLO ZONA DE ESPERA
A+1.23	DESPACHO 101_DIREC. DEPARTAMENTOS
A+1.24	DESPACHO 102_DIREC. DEPARTAMENTOS
A+1.25	ASEO MULLERES
A+1.26	ASEO HOMES
A+1.27	AULA 12
A+1.28	LAB. DE FÍSICA
A+1.29	AULA 13
A+1.30	AULA 14
A+1.31	ALMACÉN
A+1.32	DESPACHO 120
A+1.33	DESPACHO 119
A+1.34	DESPACHO 118
A+1.35	DESPACHO 117
A+1.36	DESPACHO 116
A+1.37	DESPACHO 115
A+1.38	CUARTO DE LIMPEZA
A+1.39	AULA 18
A+1.40	AULA 15
A+1.41	AULA 17
A+1.42	AULA 16
A+1.43	PASILLO
A+1.44	ASEO HOMES
A+1.45	DESPACHO 114
A+1.46	ASEO MULLERES

UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR		TFM Nº:
MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL		16_17.Nº9
TÍTULO DEL TFM: ESTUDIO DE OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS INST. EXISTENTES EN LA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE LA UDC MEDIANTE EL USO DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS		
TÍTULO DEL PLANO: INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE AGUAS PLUVIALES PLANTA 1		FECHA: SEPTIEMBRE 2017
AUTOR: LARA Mª VÁZQUEZ BALADO		ESCALA: 1:200
FIRMA:		PLANO Nº: 18



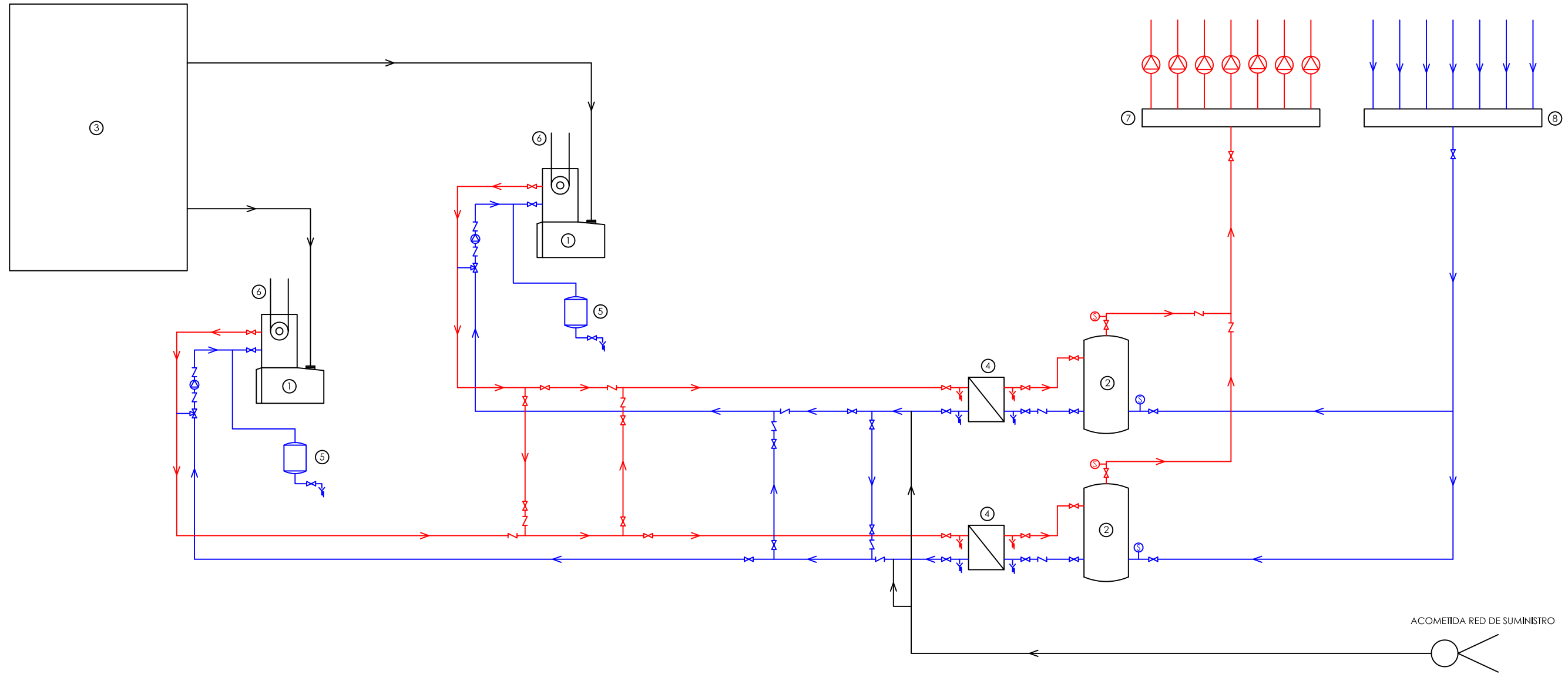


NOTA: EL DIÁMETRO DE LOS RAMALES DE ENLACE A INODOROS ES DE 40 MM  
 EL DIÁMETRO DE LOS RAMALES DE ENLACE A URINARIOS ES DE 12 MM

LEYENDA	
	VÁLVULA DE CORTE
	VÁLVULA ANTIRRETORNO
	INODORO
	URINARIO

NOMBRE	
A+2.00	SUPERFICIE TOTAL
A+2.01	AULA 21
A+2.02	AULA INFORMÁTICA I
A+2.03	DESPACHO INFORMÁTICA
A+2.04	DESPACHO 214B
A+2.05	DESPACHO 213
A+2.06	DESPACHO 212
A+2.07	DESPACHO 211
A+2.08	DESPACHO 210
A+2.09	SEMINARIO 3
A+2.10	DESPACHO
A+2.11	DESPACHO 209
A+2.12	DESPACHO 208
A+2.13	DESPACHO 207
A+2.14	DESPACHO 206
A+2.15	DESPACHO 205
A+2.16	DESPACHO 204B
A+2.17	PASILLO
A+2.18	DISTRIBUIDOR
A+2.19	PASILLO
A+2.20	ALMACÉN
A+2.21	AULA 22
A+2.22	PASILLO
A+2.23	AULANET 2
A+2.24	DESPACHO 214A
A+2.25	DESPACHO 215
A+2.26	DESPACHO 216
A+2.27	DESPACHO 217
A+2.28	DESPACHO 218
A+2.29	DESPACHO 200
A+2.30	DESPACHO 201
A+2.31	DESPACHO 202
A+2.32	DESPACHO 203
A+2.33	DESPACHO 204A
A+2.34	ASEO HOMES
A+2.35	ASEO MULLERES
A+2.36	AULA 23
A+2.37	AULA 27
A+2.38	LAB. ANÁLISE DE ESTRUCTURAL
A+2.39	LAB. DE DINÁMICA DE VEHÍCULOS
A+2.40	PASILLO
A+2.41	SEMINARIO
A+2.42	AULA 26
A+2.43	AULA DE ESTUDIO
A+2.44	AULA INFORMÁTICA 3
A+2.45	ALMACÉN
A+2.46	DESPACHO 224
A+2.47	LAB. DE ELECTROTECNIA
A+2.48	CUARTO DE LIMPEZA
A+2.49	DESPACHO 223
A+2.50	AULA 24
A+2.51	DESPACHO 222
A+2.52	LAB. DE AUTOMÁTICA
A+2.53	AULA 25
A+2.54	LAB. DE ELECTRÓNICA
A+2.55	PASILLO
A+2.56	ASEO HOMES
A+2.57	DESPACHO 220
A+2.58	DESPACHO 221
A+2.59	ASEO MULLERES

UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR		TFM N°:
MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL		16_17.Nº9
TÍTULO DEL TFM:		
ESTUDIO DE OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS INST. EXISTENTES EN LA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE LA UDC MEDIANTE EL USO DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS		
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA:
INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE AGUAS PLUVIALES PLANTA 2		SEPTIEMBRE 2017
AUTOR:		ESCALA:
LARA Mª VÁZQUEZ BALADO		1:200
FIRMA:		PLANO N°: 19



①	CALDERA HERZ 100 W
②	DEPÓSITO INERCIA
③	DEPÓSITO DE ASTILLA
④	INTERCAMBIADOR PLACAS
⑤	VASO DE EXPANSIÓN
⑥	CHIMENEA
⑦	COLECTOR IMPULSIÓN
⑧	COLECTOR RETORNO

✂	VÁLVULA DE CORTE
∟	VÁLVULA ANTIRETORNO
⋈	VÁLVULA DE TRES VÍAS
⊙	BOMBA CIRCULACIÓN
∇	DESAGÜE
⊖	SONDA DE TEMPERATURA

 <b>UNIVERSIDADE DA CORUÑA</b> ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL	TFM Nº: 16_17.Nº9
	TÍTULO DEL TFM: ESTUDIO DE OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS INST. EXISTENTES EN LA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE LA UDC MEDIANTE EL USO DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS
TÍTULO DEL PLANO: ESQUEMA DE PRINCIPIO DE LA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN	FECHA: SEPTIEMBRE 2017
AUTOR: LARA Mª VÁZQUEZ BALADO	FIRMA:
	ESCALA: SIN ESCALA
	PLANO Nº: 20



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER  
CURSO 2016/17**

---

*ESTUDIO DE OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS  
INSTALACIONES EXISTENTES EN LA ESCUELA  
POLITÉCNICA SUPERIOR DE LA UDC MEDIANTE EL  
USO DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS*

---

**Máster en Ingeniería Industrial**

**Documento**

**PLIEGO DE CONDICIONES**



## ÍNDICE

9 PLIEGO DE CONDICIONES.....	127
9.1 Pliego de cláusulas administrativas .....	127
9.1.1 Disposiciones generales .....	127
9.1.2 Disposiciones facultativas. Delimitación general de funciones técnicas. ....	127
9.1.3 Disposiciones facultativas. De las obligaciones y derechos generales del constructor o contratista.....	132
9.1.4 Disposiciones facultativas. Responsabilidad civil de los agentes que intervienen en el proceso de edificación. ....	134
9.1.5 Disposiciones facultativas. Prescripciones generales relativas a trabajos, materiales y medios auxiliares. ....	136
9.1.6 Disposiciones facultativas. De las recepciones de edificios y obras anejas. .	139
9.1.7 Disposiciones económicas.....	142
9.1.8 Disposiciones económicas. De los precios. ....	144
9.1.9 Disposiciones económicas. Obras por administración. ....	146
9.1.10 Disposiciones económicas. Valoración y abono de los trabajos.....	148
9.1.11 Disposiciones económicas. Indemnizaciones mutuas.....	150
9.1.12 Disposiciones económicas. Varios.....	151
9.2 Pliego de condiciones técnicas particulares .....	153
9.2.1 Prescripción sobre los materiales. ....	153
9.2.2 Prescripciones en cuanto a la ejecución por unidades de obra y Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado. ....	163



## 9 PLIEGO DE CONDICIONES

### 9.1 Pliego de cláusulas administrativas

#### 9.1.1 Disposiciones generales

##### 1. Naturaleza y objeto del pliego general

El presente pliego general de condiciones tiene carácter supletorio del pliego de condiciones particulares del proyecto.

Ambos, como parte del proyecto arquitectónico, tienen por finalidad regular la ejecución de las obras fijando los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando las intervenciones que corresponden, según el contrato y con arreglo a la legislación aplicable, al promotor o dueño de la obra, al contratista o constructor de la misma, sus técnicos y encargados, al arquitecto y al aparejador o arquitecto técnico y a los laboratorios y entidades de control de calidad, así como las relaciones entre todos y sus correspondientes obligaciones en orden al cumplimiento del contrato de obra.

##### 2. Documentación del contrato de obra

Integran el contrato los siguientes documentos relacionados por orden de prelación en cuanto al valor de sus especificaciones en caso de omisión o aparente contradicción:

- Las condiciones fijadas en el propio documento de contrato de empresa o arrendamiento de obra, si existiera.
- El pliego de condiciones particulares.
- El presente pliego general de condiciones.
- El resto de la documentación de proyecto (memoria, planos, mediciones y presupuesto).

En las obras que lo requieran, también formarán parte el estudio de seguridad y salud y el proyecto de control de calidad de la edificación.

Deberá incluir las condiciones y delimitación de los campos de actuación de laboratorios y entidades de control de calidad, si la obra lo requiriese. Las órdenes e instrucciones de la dirección facultativa de la obras se incorporan al proyecto como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones.

En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y en los planos, la cota prevalece sobre la medida a escala.

#### 9.1.2 Disposiciones facultativas. Delimitación general de funciones técnicas.

##### 3. Delimitación de funciones de los agentes intervinientes

Ámbito de aplicación de la Ley de Ordenación de la Edificación.

La Ley de Ordenación de la Edificación (LOE) es de aplicación al proceso de la edificación, entendiendo por tal la acción y el resultado de construir un edificio de carácter permanente, público o privado, cuyo uso principal esté comprendido en los siguientes grupos:

## 9. PLIEGO DE CONDICIONES

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

---

- a) Administrativo, sanitario, religioso, residencial en todas sus formas, docente y cultural.
- b) Aeronáutico; agropecuario; de la energía; de la hidráulica; minero; de telecomunicaciones (referido a la ingeniería de las telecomunicaciones); del transporte terrestre, marítimo, fluvial y aéreo; forestal; industrial; naval; de la ingeniería de saneamiento e higiene, y accesorio a las obras de ingeniería y su explotación.
- c) Todas las demás edificaciones cuyos usos no estén expresamente relacionados en los grupos anteriores.

Cuando el proyecto a realizar tenga por objeto la construcción de edificios para los usos indicados en el grupo a) la titulación académica y profesional habilitante será la de arquitecto.

Cuando el proyecto a realizar tenga por objeto la construcción de edificios para los usos indicados en el grupo b) la titulación académica y profesional habilitante, con carácter general, será la de ingeniero, ingeniero técnico o arquitecto y vendrá determinada por las disposiciones legales vigentes para cada profesión, de acuerdo con sus respectivas especialidades y competencias específicas.

Cuando el proyecto a realizar tenga por objeto la construcción de edificios para los usos indicados en el grupo c) la titulación académica y profesional habilitante será la de arquitecto, arquitecto técnico, ingeniero o ingeniero técnico y vendrá determinada por las disposiciones legales vigentes para cada profesión, de acuerdo con sus especialidades y competencias específicas.

### 4. El Promotor

Será promotor cualquier persona, física o jurídica, pública o privada, que, individual o colectivamente decida, impulse, programe o financie, con recursos propios o ajenos, las obras de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título.

Son obligaciones del promotor:

- Ostentar sobre el solar la titularidad de un derecho que le faculte para construir en él.
- Facilitar la documentación e información previa necesaria para la redacción del proyecto, así como autorizar al director de obra las posteriores modificaciones del mismo.
- Gestionar y obtener las preceptivas licencias y autorizaciones administrativas, así como suscribir el acta de recepción de la obra.
- Designar al coordinador de seguridad y salud para el proyecto y la ejecución de la obra.
- Suscribir los seguros previstos en la LOE.
- Entregar al adquirente, en su caso, la documentación de obra ejecutada, o cualquier otro documento exigible por las administraciones competentes.

### 5. El Projectista

Son obligaciones del projectista:

- Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante de arquitecto, arquitecto técnico o ingeniero técnico, según corresponda, y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de personas jurídicas, designar al técnico redactor del proyecto que tenga la titulación profesional habilitante.



- Redactar el proyecto con sujeción a la normativa vigente y a lo que se haya establecido en el contrato y entregarlo, con los visados que en su caso fueran preceptivos.
- Acordar, en su caso, con el promotor la contratación de colaboraciones parciales.

## **6. El Constructor**

Son obligaciones del constructor:

- Ejecutar la obra con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra, a fin de alcanzar la calidad exigida en el proyecto.
- Tener la titulación o capacitación profesional que habilita para el cumplimiento de las condiciones exigibles para actuar como constructor.
- Designar al jefe de obra que asumirá la representación técnica del constructor en la obra y que por su titulación o experiencia deberá tener la capacitación adecuada de acuerdo con las características y la complejidad de la obra.
- Asignar a la obra los medios humanos y materiales que su importancia requiera.
- Organizar los trabajos de construcción, redactando los planes de obra que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- Elaborar el plan de seguridad y salud de la obra en aplicación del estudio correspondiente, y disponer, en todo caso, la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad y salud en el trabajo.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, y en su caso de la dirección facultativa.
- Formalizar las subcontrataciones de determinadas partes o instalaciones de la obra dentro de los límites establecidos en el contrato.
- Firmar el acta de replanteo o de comienzo y el acta de recepción de la obra.
- Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción. A tal efecto, ostenta la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordina las intervenciones de los subcontratistas.
- Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción del aparejador o arquitecto técnico, los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- Custodiar los libros de órdenes y seguimiento de la obra, así como los de seguridad y salud y el del control de calidad, estos si los hubiere, y dar el enterado a las anotaciones que en ellos se practiquen.
- Facilitar al aparejador o arquitecto técnico con antelación suficiente, los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- Suscribir con el promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
- Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.
- Facilitar al director de obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación de la obra ejecutada.
- Facilitar el acceso a la obra a los laboratorios y entidades de control de calidad contratados, y debidamente homologados, para el cometido de sus funciones.
- Suscribir las garantías por daños materiales ocasionados por vicios y defectos de la construcción previstas en el artículo 19 de la LOE.

## **7. El Director de Obra**

Corresponde al director de obra:

- Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante de arquitecto, arquitecto técnico, ingeniero o ingeniero técnico, según corresponda, y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de personas jurídicas, designar al técnico director de obra que tenga la titulación profesional habilitante.
- Verificar el replanteo y la adecuación de la cimentación y de la estructura proyectada a las características geotécnicas del terreno.
- Dirigir la obra coordinándola con el proyecto de ejecución, facilitando su interpretación técnica, económica y estética.
- Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan en la obra y consignar en el libro de órdenes y asistencias las instrucciones precisas para la correcta interpretación del proyecto.
- Elaborar, a requerimiento del promotor o con su conformidad, eventuales modificaciones del proyecto, que vengan exigidas por la marcha de la obra siempre que las mismas se adapten a las disposiciones normativas contempladas y observadas en la redacción del proyecto.
- Coordinar, junto al aparejador o arquitecto técnico, el programa de desarrollo de la obra y el proyecto de control de calidad de la obra, con sujeción al Código Técnico de la Edificación (CTE) y a las especificaciones del proyecto.
- Comprobar, junto al aparejador o arquitecto técnico, los resultados de los análisis e informes realizados por laboratorios y/o entidades de control de calidad.
- Coordinar la intervención en obra de otros técnicos que, en su caso, concurren a la dirección con función propia en aspectos de su especialidad.
- Dar conformidad a las certificaciones parciales de obra y la liquidación final.
- Suscribir el acta de replanteo o de comienzo de obra y el certificado final de obra, así como conformar las certificaciones parciales y la liquidación final de las unidades de obra ejecutadas, con los visados que en su caso fueran preceptivos.
- Asesorar al promotor durante el proceso de construcción y especialmente en el acto de la recepción.
- Preparar con el contratista la documentación gráfica y escrita del proyecto definitivamente ejecutado para entregarlo al promotor.
- A dicha documentación se adjuntará, al menos, el acta de recepción, la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio y sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación. Esta documentación constituirá el libro del edificio y será entregada a los usuarios finales del edificio.

## **8. El Director de la Ejecución de la Obra**

Corresponde al aparejador o arquitecto técnico la dirección de la ejecución de la obra, que formando parte de la dirección facultativa, asume la función técnica de dirigir la ejecución material de la obra y de controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción y la calidad de lo edificado. Siendo sus funciones específicas:

- Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de personas jurídicas, designar al técnico director de la ejecución de la obra que tenga la titulación profesional habilitante.
- Redactar el documento de estudio y análisis del proyecto para elaborar los programas de organización y de desarrollo de la obra.

- Planificar, a la vista del proyecto arquitectónico, del contrato y de la normativa técnica de aplicación, el control de calidad y económico de las obras.
- Redactar, cuando se le requiera, el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el Estudio de seguridad y salud para la aplicación del mismo.
- Redactar, cuando se le requiera, el proyecto de control de calidad de la edificación, desarrollando lo especificado en el proyecto de ejecución.
- Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del arquitecto y del constructor.
- Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y medidas de seguridad y salud en el trabajo, controlando su correcta ejecución.
- Realizar o disponer las pruebas y ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al constructor, impartándole, en su caso, las órdenes oportunas; de no resolverse la contingencia adoptará las medidas que corresponda, dando cuenta al arquitecto.
- Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación final de la obra.
- Verificar la recepción en obra de los productos de construcción, ordenando la realización de ensayos y pruebas precisas.
- Dirigir la ejecución material de la obra comprobando los replanteos, los materiales, la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, de acuerdo con el proyecto y con las instrucciones del director de obra.
- Consignar en el libro de órdenes y asistencias las instrucciones precisas.
- Suscribir el acta de replanteo o de comienzo de obra y el certificado final de obra, así como elaborar y suscribir las certificaciones parciales y la liquidación final de las unidades de obra ejecutadas.
- Colaborar con los restantes agentes en la elaboración de la documentación de la obra ejecutada, aportando los resultados del control realizado.

### **9. El Coordinador de Seguridad y Salud**

El coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra.
- Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de coordinador.

## **10. Las entidades y laboratorios de control de la calidad de la edificación**

Las entidades de control de calidad de la edificación prestan asistencia técnica en la verificación de la calidad del proyecto, de los materiales y de la ejecución de la obra y sus instalaciones de acuerdo con el proyecto y la normativa aplicable.

Los laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación prestan asistencia técnica, mediante la realización de ensayos o pruebas de servicio de los materiales, sistemas o instalaciones de una obra de edificación.

Son obligaciones de las entidades y de los laboratorios de control de calidad:

- Prestar asistencia técnica y entregar los resultados de su actividad al agente autor del encargo y, en todo caso, al director de la ejecución de las obras.
- Justificar la capacidad suficiente de medios materiales y humanos necesarios para realizar adecuadamente los trabajos contratados, en su caso, a través de la correspondiente acreditación oficial otorgada por las comunidades autónomas con competencia en la materia.

### *9.1.3 Disposiciones facultativas. De las obligaciones y derechos generales del constructor o contratista.*

## **11. Verificación de los documentos del proyecto**

Antes de dar comienzo a las obras, el constructor consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada, o en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

## **12. Plan de seguridad y salud**

El constructor, a la vista del proyecto de ejecución conteniendo, en su caso, el estudio de seguridad y salud, presentará el plan de seguridad y salud de la obra a la aprobación del aparejador o arquitecto técnico de la dirección facultativa.

## **13. Proyecto de control de calidad**

El constructor tendrá a su disposición el proyecto de control de calidad, si para la obra fuera necesario, en el que se especificarán las características y requisitos que deberán cumplir los materiales y unidades de obra, y los criterios para la recepción de los materiales, según estén avalados o no por sellos marcas e calidad; ensayos, análisis y pruebas a realizar, determinación de lotes y otros parámetros definidos en el proyecto por el arquitecto o aparejador de la dirección facultativa.

## **14. Oficina en la obra**

El constructor habilitará en la obra una oficina en la que existirá una mesa o tablero adecuado, en el que puedan extenderse y consultarse los planos. En dicha oficina tendrá siempre el contratista a disposición de la dirección facultativa:

- El proyecto de ejecución completo, incluidos los complementos que en su caso redacte el arquitecto.
- La licencia de obras.
- El libro de órdenes y asistencias.
- El plan de seguridad y salud y su libro de incidencias, si hay para la obra.
- El proyecto de control de calidad y su libro de registro, si hay para la obra.
- El reglamento y ordenanza de seguridad y salud en el trabajo.
- La documentación de los seguros suscritos por el constructor.

### **15. Representación del contratista. Jefe de Obra**

El constructor viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá el carácter de jefe de obra de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas decisiones competan a la contrata.

Serán sus funciones las del constructor según se especifica en el punto 6.

Cuando la importancia de las obras lo requiera y así se consigne en el pliego de condiciones particulares de índole facultativa, el delegado del contratista será un facultativo de grado superior o grado medio, según los casos.

El pliego de condiciones particulares determinará el personal facultativo o especialista que el constructor se obligue a mantener en la obra como mínimo, y el tiempo de dedicación comprometido.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al arquitecto para ordenar la paralización de las obras sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

### **16. Presencia del constructor en la obra**

El jefe de obra, por sí o por medio de sus técnicos, o encargados estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al arquitecto o al aparejador o arquitecto técnico, en las visitas que hagan a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándoles los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

### **17. Trabajos no estipulados expresamente**

Es obligación de la contrata el ejecutar cuando sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el arquitecto dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

En defecto de especificación en el pliego de condiciones particulares, se entenderá que requiere reformado de proyecto con consentimiento expreso de la propiedad, promotor, toda variación que suponga incremento de precios de alguna unidad de obra en más del 20% o del total del presupuesto en más de un 10 %.

### **18. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto**

El constructor podrá requerir del arquitecto o del aparejador o arquitecto técnico, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los pliegos de condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al constructor, estando éste obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba tanto del aparejador o arquitecto técnico como del arquitecto.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el constructor, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de 3 días, a

quién la hubiere dictado, el cual dará al constructor el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

### **19. Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa**

Las reclamaciones que el contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la dirección facultativa, sólo podrá presentarlas, a través del arquitecto, ante la propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los pliegos de condiciones correspondientes.

Contra disposiciones de orden técnico del arquitecto o del aparejador o arquitecto técnico, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al arquitecto, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

### **20. Recusación por el contratista del personal nombrado por el arquitecto**

El constructor no podrá recusar a los arquitectos, aparejadores o personal encargado por éstos de la vigilancia de las obras, ni pedir que por parte de la propiedad se designen otros facultativos para los reconocimientos y mediciones.

Cuando se crea perjudicado por la labor de éstos procederá de acuerdo con lo estipulado en el artículo precedente, pero sin que por esta causa puedan interrumpirse ni perturbarse la marcha de los trabajos.

### **21. Faltas del personal**

El arquitecto, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

### **22. Subcontratas**

El contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el pliego de condiciones particulares y sin perjuicio de sus obligaciones como contratista general de la obra.

## ***9.1.4 Disposiciones facultativas. Responsabilidad civil de los agentes que intervienen en el proceso de edificación.***

### **23. Daños materiales**

Las personas físicas o jurídicas que intervienen en el proceso de la edificación responderán frente a los propietarios y los terceros adquirentes de los edificios o partes de los mismos, en el caso de que sean objeto de división, de los siguientes daños materiales ocasionados en el edificio dentro de los plazos indicados, contados desde la fecha de recepción de la obra, sin reservas o desde la subsanación de éstas:

- Durante 10 años, de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos que afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los forjados, los muros de carga u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio.

- Durante 3 años, de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos de los elementos constructivos o de las instalaciones que ocasionen el incumplimiento de los requisitos de habitabilidad del artículo 3 de la LOE.

El constructor también responderá de los daños materiales por vicios o defectos de ejecución que afecten a elementos de terminación o acabado de las obras dentro del plazo de 1 año.

#### **24. Responsabilidad Civil**

La responsabilidad civil será exigible en forma personal e individualizada, tanto por actos u omisiones de propios, como por actos u omisiones de personas por las que se deba responder.

No obstante, cuando pudiera individualizarse la causa de los daños materiales o quedase debidamente probada la concurrencia de culpas sin que pudiera precisarse el grado de intervención de cada agente en el daño producido, la responsabilidad se exigirá solidariamente. En todo caso, el promotor responderá solidariamente con los demás agentes intervinientes ante los posibles adquirentes de los daños materiales en el edificio ocasionados por vicios o defectos de construcción.

Sin perjuicio de las medidas de intervención administrativas que en cada caso procedan, la responsabilidad del promotor que se establece en la LOE se extenderá a las personas físicas o jurídicas que, a tenor del contrato o de su intervención decisoria en la promoción, actúen como tales promotores bajo la forma de promotor o gestor de cooperativas o de comunidades de propietarios u otras figuras análogas.

Cuando el proyecto haya sido contratado conjuntamente con más de un proyectista, los mismos responderán solidariamente.

Los proyectistas que contraten los cálculos, estudios, dictámenes o informes de otros profesionales, serán directamente responsables de los daños que puedan derivarse de su insuficiencia, incorrección o inexactitud, sin perjuicio de la repetición que pudieran ejercer contra sus autores.

El constructor responderá directamente de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos derivados de la impericia, falta de capacidad profesional o técnica, negligencia o incumplimiento de las obligaciones atribuidas al jefe de obra y demás personas físicas o jurídicas que de él dependan.

Cuando el constructor subcontrate con otras personas físicas o jurídicas la ejecución de determinadas partes o instalaciones de la obra, será directamente responsable de los daños materiales por vicios o defectos de su ejecución, sin perjuicio de la repetición a que hubiere lugar.

El director de obra y el director de la ejecución de la obra que suscriban el certificado final de obra serán responsables de la veracidad y exactitud de dicho documento.

Quien acepte la dirección de una obra cuyo proyecto no haya elaborado él mismo, asumirá las responsabilidades derivadas de las omisiones, deficiencias o imperfecciones del proyecto, sin perjuicio de la repetición que pudiere corresponderle frente al proyectista.

Cuando la dirección de obra se contrate de manera conjunta a más de un técnico, los mismos responderán solidariamente sin perjuicio de la distribución que entre ellos corresponda.

Las responsabilidades por daños no serán exigibles a los agentes que intervengan en el proceso de la edificación, si se prueba que aquellos fueron ocasionados por caso fortuito, fuerza mayor, acto de tercero o por el propio perjudicado por el daño.

Las responsabilidades a que se refiere este artículo se entienden sin perjuicio de las que alcanzan al vendedor de los edificios o partes edificadas frente al comprador conforme al contrato de compraventa suscrito entre ellos, a los artículos 1.484 y siguientes del Código Civil y demás legislación aplicable a la compraventa.

### *9.1.5 Disposiciones facultativas. Prescripciones generales relativas a trabajos, materiales y medios auxiliares.*

#### **25. Caminos y accesos**

El constructor dispondrá por su cuenta los accesos a la obra, el cerramiento o vallado de ésta y su mantenimiento durante la ejecución de la obra. El aparejador o arquitecto técnico podrá exigir su modificación o mejora.

#### **26. Replanteo**

El constructor iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del contratista e incluidos en su oferta.

El constructor someterá el replanteo a la aprobación del aparejador o arquitecto técnico y una vez esto haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el arquitecto, siendo responsabilidad del constructor la omisión de este trámite.

#### **27. Inicio de la obra, Ritmo de ejecución de los trabajos**

El constructor dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el pliego de condiciones particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquel señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el contrato.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el contratista dar cuenta al arquitecto y al aparejador o arquitecto técnico del comienzo de los trabajos al menos con 3 días de antelación.

#### **28. Orden de los trabajos**

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la dirección facultativa.

#### **29. Facilidades para otros contratistas**

De acuerdo con lo que requiera la dirección facultativa, el contratista general deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos. En caso de litigio, ambos contratistas estarán a lo que resuelva la dirección facultativa.



### **30. Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor**

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el arquitecto en tanto se formula o se tramita el proyecto reformado. El constructor está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que se convenga.

### **31. Prórroga por causas de fuerza mayor**

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del constructor, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del arquitecto. Para ello, el constructor expondrá, en escrito dirigido al arquitecto, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

### **32. Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra**

El contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la dirección facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

### **33. Condiciones generales de ejecución de los trabajos**

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entreguen el arquitecto o el aparejador o arquitecto técnico al constructor, dentro de las limitaciones presupuestarias y de conformidad con lo especificado en el punto 17.

### **34. Documentación de obras ocultas**

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación del edificio, se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, entregándose: uno, al arquitecto; otro, al aparejador; y, el tercero, al contratista, firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

### **35. Trabajos defectuosos**

El constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las condiciones generales y particulares de índole técnica del pliego de condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio, es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o

aparatos colocados, sin que le exonere de responsabilidad el control que compete al aparejador o arquitecto técnico, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el aparejador o arquitecto técnico advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante el arquitecto de la obra, quien resolverá.

### **36. Vicios ocultos**

Si el aparejador o arquitecto técnico tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos, dando cuenta de la circunstancia al arquitecto.

Los gastos que se ocasionen serán de cuenta del constructor, siempre que los vicios existan realmente, en caso contrario serán a cargo de la propiedad.

### **37. Materiales y aparatos. Su procedencia**

El constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el pliego particular de condiciones técnicas preceptúe una procedencia determinada. Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo o acopio, el constructor deberá presentar al aparejador o arquitecto técnico una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

### **38. Presentación de muestras**

A petición del arquitecto, el constructor le presentará las muestras de los materiales siempre con la antelación prevista en el calendario de la obra.

### **39. Materiales no utilizables**

El constructor, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

Se retirarán de ésta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el pliego de condiciones particulares vigente en la obra.

Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el aparejador o arquitecto técnico, pero acordando previamente con el constructor su justa tasación, teniendo en cuenta el valor de dichos materiales y los gastos de su transporte.

#### **40. Materiales y aparatos defectuosos**

Cuando los materiales, elementos de instalaciones o aparatos no fuesen de la calidad prescrita en este pliego, o no tuvieran la preparación en él exigida o, en fin, cuando la falta de prescripciones formales de aquel, se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su objeto, el arquitecto a instancias del aparejador o arquitecto técnico, dará orden al constructor de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o llenen el objeto a que se destinen.

Si a los 15 días de recibir el constructor orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, no ha sido cumplida, podrá hacerlo la propiedad cargando los gastos a la contrata.

Si los materiales, elementos de instalaciones o aparatos fueran defectuosos, pero aceptables a juicio del arquitecto, se recibirán pero con la rebaja del precio que aquel determine, a no ser que el constructor prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

#### **41. Gastos ocasionados por pruebas y ensayos**

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras, serán de cuenta de la contrata.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

#### **42. Limpieza de las obras**

Es obligación del constructor mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca buen aspecto.

#### **43. Obras sin prescripciones**

En la ejecución de trabajos que entran en la construcción de las obras y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en este pliego ni en la restante documentación del proyecto, el constructor se atenderá, en primer término, a las instrucciones que dicte la dirección facultativa de las obras y, en segundo lugar, a las reglas y prácticas de la buena construcción.

### ***9.1.6 Disposiciones facultativas. De las recepciones de edificios y obras anejas.***

#### **44. Acta de recepción**

La recepción de la obra es el acto por el cual el constructor, una vez concluida ésta, hace entrega de la misma al promotor y es aceptada por éste. Podrá realizarse con o sin reservas y deberá abarcar la totalidad de la obra o fases completas y terminadas de la misma, cuando así se acuerde por las partes.

La recepción deberá consignarse en un acta firmada, al menos, por el promotor y el constructor, y en la misma se hará constar:

- Las partes que intervienen.

- La fecha del certificado final de la totalidad de la obra o de la fase completa y terminada de la misma.
- El coste final de la ejecución material de la obra.
- La declaración de la recepción de la obra con o sin reservas, especificando, en su caso, éstas de manera objetiva, y el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados. Una vez subsanados los mismos, se hará constar en un acta aparte, suscrita por los firmantes de la recepción.
- Las garantías que, en su caso, se exijan al constructor para asegurar sus responsabilidades.
- Se adjuntará el certificado final de obra suscrito por el director de obra (arquitecto) y el director de la ejecución de la obra (aparejador) y la documentación justificativa del control de calidad realizado.

El promotor podrá rechazar la recepción de la obra por considerar que la misma no está terminada o que no se adecua a las condiciones contractuales. En todo caso, el rechazo deberá ser motivado por escrito en el acta, en la que se fijará el nuevo plazo para efectuar la recepción.

Salvo pacto expreso en contrario, la recepción de la obra tendrá lugar dentro de los 30 días siguientes a la fecha de su terminación, acreditada en el certificado final de obra, plazo que se contará a partir de la notificación efectuada por escrito al promotor. La recepción se entenderá tácitamente producida si transcurridos 30 días desde la fecha indicada el promotor no hubiera puesto de manifiesto reservas o rechazo motivado por escrito.

### **45. Recepción provisional**

Ésta se realizará con la intervención de la propiedad, del constructor, del arquitecto y del aparejador o arquitecto técnico. Se convocará también a los restantes técnicos que, en su caso, hubiesen intervenido en la dirección con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas.

Practicado un detenido reconocimiento de las obras, se extenderá un acta con tantos ejemplares como intervinientes y firmados por todos ellos. Desde esta fecha empezará a correr el plazo de garantía, si las obras se hallasen en estado de ser admitidas. Seguidamente, los técnicos de la dirección facultativa extenderán el correspondiente certificado de final de obra.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se darán al constructor las oportunas instrucciones para remediar los defectos observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Si el constructor no hubiese cumplido, podrá declararse resuelto el contrato con pérdida de la fianza.

### **46. Documentación final**

El arquitecto, asistido por el contratista y los técnicos que hubieren intervenido en la obra, redactarán la documentación final de las obras, que se facilitará a la propiedad. Dicha documentación se adjuntará, al acta de recepción, con la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio y sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación. Esta documentación constituirá el libro del edificio, que ha de ser encargado por el promotor y será entregado a los usuarios finales del edificio.

A su vez dicha documentación se divide en:

## 9. PLIEGO DE CONDICIONES

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

---

### a) Documentación de seguimiento de obra

Dicha documentación según el CTE se compone de:

- Libro de órdenes y asistencias, de acuerdo con lo previsto en el Decreto 461/1971, de 11 de marzo.
- Libro de incidencias en materia de seguridad y salud, según el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre.
- Proyecto, con sus anejos y modificaciones debidamente autorizadas por el director de la obra.
- Licencia de obras, de apertura del centro de trabajo y, en su caso, de otras autorizaciones administrativas.

La documentación de seguimiento será depositada por el director de la obra en su colegio de arquitectos.

### b) Documentación de control de obra

Su contenido, cuya recopilación es responsabilidad del director de ejecución de obra, se compone de:

- Documentación de control, que debe corresponder a lo establecido en el proyecto, más sus anejos y modificaciones.
- Documentación, instrucciones de uso y mantenimiento, así como garantías de los materiales y suministros, que debe ser proporcionada por el constructor, siendo conveniente recordárselo fehacientemente.
- En su caso, documentación de calidad de las unidades de obra, preparada por el constructor y autorizada por el director de ejecución en su colegio profesional.

### c) Certificado final de obra

Éste se ajustará al modelo publicado en el Decreto 462/1971, de 11 de marzo, en donde el director de la ejecución de la obra certificará haber dirigido la ejecución material de las obras y controlado cuantitativa y cualitativamente la construcción y la calidad de lo edificado de acuerdo con el proyecto, la documentación técnica que lo desarrolla y las normas de buena construcción.

El director de la obra certificará que la edificación ha sido realizada bajo su dirección, de conformidad con el proyecto objeto de la licencia y la documentación técnica que lo complementa, hallándose dispuesta para su adecuada utilización con arreglo a las instrucciones de uso y mantenimiento.

Al certificado final de obra se le unirán como anejos los siguientes documentos:

- Descripción de las modificaciones que, con la conformidad del promotor, se hubiesen introducido durante la obra, haciendo constar su compatibilidad con las condiciones de
- la licencia.
- Relación de los controles realizados.

## **47. Medición definitiva de los trabajos y liquidación provisional de la obra**

Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente por el aparejador o arquitecto técnico a su medición definitiva, con precisa asistencia del constructor o de su representante.

Se extenderá la oportuna certificación por triplicado que, aprobada por el arquitecto con su firma, servirá para el abono por la propiedad del saldo resultante salvo la cantidad retenida en concepto de fianza (según lo estipulado en el artículo 6 de la LOE).

#### **48. Plazo de garantía**

El plazo de garantía deberá estipularse en el pliego de condiciones particulares y en cualquier caso nunca deberá ser inferior a 9 meses (1 año en contratos con las administraciones públicas).

#### **49. Conservación de las obras recibidas provisionalmente**

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva, correrán a cargo del contratista.

Si el edificio fuese ocupado o utilizado antes de la recepción definitiva, la guardería, limpieza y reparaciones causadas por el uso correrán a cargo del propietario y las reparaciones por vicios de obra o por defectos en las instalaciones, serán a cargo de la contrata.

#### **50. Recepción definitiva**

La recepción definitiva se verificará después de transcurrido el plazo de garantía en igual forma y con las mismas formalidades que la provisional, a partir de cuya fecha cesará la obligación del constructor de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la normal conservación de los edificios y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios de la construcción.

#### **51. Prórroga del plazo de garantía**

Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el arquitecto director marcará al constructor los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias y, de no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con pérdida de la fianza.

#### **52. Recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida**

En el caso de resolución del contrato, el contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el pliego de condiciones particulares, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudada por otra empresa.

Las obras y trabajos terminados por completo se recibirán provisionalmente con los trámites establecidos en este pliego de condiciones. Transcurrido el plazo de garantía se recibirán definitivamente según lo dispuesto en este pliego.

Para las obras y trabajos no determinados, pero aceptables a juicio del arquitecto director, se efectuará una sola y definitiva recepción

### **9.1.7 Disposiciones económicas.**

#### **53. Principio general**

Todos los que intervienen en el proceso de construcción tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación, con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas.

La propiedad, el contratista y, en su caso, los técnicos pueden exigirse recíprocamente las garantías adecuadas al cumplimiento puntual de sus obligaciones de pago.

#### **54. Fianzas**

El contratista prestará fianza con arreglo a alguno de los siguientes procedimientos según se estipule:

- Depósito previo, en metálico, valores, o aval bancario, por importe entre el 4% y el 10% del precio total de contrata.
- Mediante retención en las certificaciones parciales o pagos a cuenta en igual proporción. El porcentaje de aplicación para el depósito o la retención se fijará en el pliego de condiciones particulares.

#### **55. Fianza en subasta pública**

En el caso de que la obra se adjudique por subasta pública, el depósito provisional para tomar parte en ella se especificará en el anuncio de la misma y su cuantía será de ordinario, y salvo estipulación distinta en el pliego de condiciones particulares vigente en la obra, de un 4% como mínimo, del total del presupuesto de contrata.

El contratista a quien se haya adjudicado la ejecución de una obra o servicio para la misma, deberá depositar en el punto y plazo fijados en el anuncio de la subasta, o el que se determine en el pliego de condiciones particulares del proyecto, la fianza definitiva que se señale y, en su defecto, su importe será el 10% de la cantidad por la que se haga la adjudicación de las formas especificadas en el apartado anterior.

El plazo señalado en el párrafo anterior, y salvo condición expresa establecida en el pliego de condiciones particulares, no excederá de 30 días naturales a partir de la fecha en que se le comunique la adjudicación, y dentro de él deberá presentar el adjudicatario la carta de pago o recibo que acredite la constitución de la fianza a que se refiere el mismo párrafo.

La falta de cumplimiento de este requisito dará lugar a que se declare nula la adjudicación, y el adjudicatario perderá el depósito provisional que hubiese hecho para tomar parte en la subasta.

#### **56. Ejecución de trabajos con cargo a la fianza**

Si el contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el arquitecto director, en nombre y representación del propietario, los ordenará ejecutar a un tercero, o, podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el propietario, en el caso de que el importe de la fianza no bastara para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

#### **57. Devolución de fianzas**

La fianza retenida será devuelta al contratista en un plazo que no excederá de 30 días una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra. La propiedad podrá exigir que el contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros, subcontratos...

### **58. Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales**

Si la propiedad, con la conformidad del arquitecto director, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza.

### *9.1.8 Disposiciones económicas. De los precios.*

#### **59. Composición de los precios unitarios**

El cálculo de los precios de las distintas unidades de obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

##### a) Costes directos

- La mano de obra, con sus pluses y cargas y seguros sociales, que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- Los equipos y sistemas técnicos de seguridad y salud para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

##### b) Costes indirectos

Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

##### c) Gastos generales

Los gastos generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la administración, legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos (en los contratos de obras de la administración pública este porcentaje se establece entre un 13% y un 17 %).

##### d) Beneficio industrial

El beneficio industrial del contratista se establece en el 6% sobre la suma de las anteriores partidas en obras para la administración.

##### e) Precio de ejecución material

Se denominará precio de ejecución material el resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción del beneficio industrial.

##### f) Precio de contrata

El precio de contrata es la suma de los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

El IVA se aplica sobre esta suma (precio de contrata) pero no integra el precio.

#### **60. Precios de contrata. Importe de contrata**



En el caso de que los trabajos a realizar en un edificio u obra aneja cualquiera se contratasen a riesgo y ventura, se entiende por precio de contrata el que importa el coste total de la unidad de obra, es decir, el precio de ejecución material, más el% sobre este último precio en concepto de beneficio industrial del contratista. El beneficio se estima normalmente en el 6 %, salvo que en las condiciones particulares se establezca otro distinto.

#### **61. Precios contradictorios**

Se producirán precios contradictorios sólo cuando la propiedad por medio del arquitecto decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El contratista estará obligado a efectuar los cambios.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá de manera contradictoria entre el arquitecto y el contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determine el pliego de condiciones particulares. Si subsiste la diferencia se acudirán, en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

#### **62. Reclamación de aumento de precios**

Si el contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras.

#### **63. Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios**

En ningún caso podrá alegar el contratista los usos y costumbres del país respecto de la aplicación de los precios o de la forma de medir las unidades de obras ejecutadas, se estará a lo previsto en primer lugar, al pliego general de condiciones técnicas y en segundo lugar, al pliego de condiciones particulares técnicas.

#### **64. Revisión de los precios contratados**

Contratándose las obras a riesgo y ventura, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance, en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el calendario, un montante superior al 3% del importe total del presupuesto de contrato.

Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con la fórmula establecida en el pliego de condiciones particulares, percibiendo el contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 3 %.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el calendario de la oferta.

### **65. Acopio de materiales**

El contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que la propiedad ordene por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el propietario son, de la exclusiva propiedad de éste; de su guarda y conservación será responsable el contratista.

### **9.1.9 Disposiciones económicas. Obras por administración.**

#### **66. Administración**

Se denominan obras por administración aquellas en las que las gestiones que se precisan para su realización las lleva directamente el propietario, bien por sí o por un representante suyo o bien por mediación de un constructor.

Las obras por administración se clasifican en las dos modalidades siguientes:

##### a) Obras por administración directa

Se denominan obras por administración directa aquellas en las que el propietario por sí o por mediación de un representante suyo, que puede ser el propio arquitecto director, expresamente autorizado a estos efectos, lleve directamente las gestiones precisas para la ejecución de la obra, adquiriendo los materiales, contratando su transporte a la obra y, en suma interviniendo directamente en todas las operaciones precisas para que el personal y los obreros contratados por él puedan realizarla; en estas obras el constructor, si lo hubiese, o el encargado de su realización, es un mero dependiente del propietario, ya sea como empleado suyo o como autónomo contratado por él, que es quien re úne en sí, por tanto, la doble personalidad de propietario y contratista.

##### b) Obras por administración delegada o indirecta

Se entiende por obra por administración delegada o indirecta la que convienen un propietario y un constructor para que éste, por cuenta de aquel y como delegado suyo, realice las gestiones y los trabajos que se precisen y se convengan.

Son por tanto, características peculiares de las obras por administración delegada o indirecta las siguientes:

- Por parte del propietario, la obligación de abonar directamente, o por mediación del constructor, todos los gastos inherentes a la realización de los trabajos convenidos, reservándose el propietario la facultad de poder ordenar, bien por sí o por medio del arquitecto director en su representación, el orden y la marcha de los trabajos, la elección de los materiales y aparatos que en los trabajos han de emplearse y, en suma, todos los elementos que crea preciso para regular la realización de los trabajos convenidos.
- Por parte del constructor, la obligación de llevar la gestión práctica de los trabajos, aportando sus conocimientos constructivos, los medios auxiliares precisos y, en suma, todo lo que, en armonía con su cometido, se requiera para la ejecución de los trabajos, percibiendo por ello del propietario un% prefijado sobre el importe total de los gastos efectuados y abonados por el constructor.

#### **67. Liquidación de obras por administración**

Para la liquidación de los trabajos que se ejecuten por administración delegada o indirecta, regirán las normas que a tales fines se establezcan en las condiciones particulares de índole económica vigentes en la obra; a falta de ellas, las cuentas de administración las

presentará el constructor al propietario, en relación valorada a la que deberá acompañarse y agrupados en el orden que se expresan los documentos siguientes todos ellos conformados por el aparejador o arquitecto técnico:

- Las facturas originales de los materiales adquiridos para los trabajos y el documento adecuado que justifique el depósito o el empleo de dichos materiales en la obra.
- Las nóminas de los jornales abonados, ajustadas a lo establecido en la legislación vigente, especificando el número de horas trabajadas en la obra por los operarios de cada oficio y su categoría, acompañando a dichas nóminas una relación numérica de los encargados, capataces, jefes de equipo, oficiales y ayudantes de cada oficio, peones especializados y sueltos, listeros, guardas, etc., que hayan trabajado en la obra durante el plazo de tiempo a que correspondan las nóminas que se presentan.
- Las facturas originales de los transportes de materiales puestos en la obra o de retirada de escombros.
- Los recibos de licencias, impuestos y demás cargas inherentes a la obra que haya pagado o en cuya gestión haya intervenido el constructor, ya que su abono es siempre de cuenta del propietario.

A la suma de todos los gastos inherentes a la propia obra en cuya gestión o pago haya intervenido el constructor se le aplicará, a falta de convenio especial, un 15 %, entendiéndose que en este porcentaje están incluidos los medios auxiliares y los de seguridad preventivos de accidentes, los gastos generales que al constructor originen los trabajos por administración que realiza y el beneficio industrial del mismo.

#### **68. Abono al constructor de las cuentas de administración delegada**

Salvo pacto distinto, los abonos al constructor de las cuentas de administración delegada los realizará el propietario mensualmente según las partes de trabajos realizados aprobados por el propietario o por su delegado representante.

Independientemente, el aparejador o arquitecto técnico redactará, con igual periodicidad, la medición de la obra realizada, valorándola con arreglo al presupuesto aprobado. Estas valoraciones no tendrán efectos para los abonos al constructor, salvo que se hubiese pactado lo contrario contractualmente.

#### **69. Normas para la adquisición de los materiales y aparatos**

No obstante las facultades que en estos trabajos por administración delegada se reserva el propietario para la adquisición de los materiales y aparatos, si al constructor se le autoriza para gestionarlos y adquirirlos, deberá presentar al propietario, o en su representación al arquitecto director, los precios y las muestras de los materiales y aparatos ofrecidos, necesitando su previa aprobación antes de adquirirlos.

#### **70. Del constructor en el bajo rendimiento de los obreros**

Si de los partes mensuales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el constructor al arquitecto director, éste advirtiese que los rendimientos de la mano de obra, en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutada, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos normales generalmente admitidos para unidades de obra iguales o similares, se lo notificará por escrito al constructor, con el fin de que éste haga las gestiones precisas para aumentar la producción en la cuantía señalada por el arquitecto director.

Si hecha esta notificación al constructor, en los meses sucesivos, los rendimientos no llegasen a los normales, el propietario queda facultado para resarcirse de la diferencia,

rebajando su importe del 15% que por los conceptos antes expresados correspondería abonarle al constructor en las liquidaciones quincenales que preceptivamente deben efectuársele. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo en cuanto a los rendimientos de la mano de obra, se someterá el caso a arbitraje.

### **71. Responsabilidades del constructor**

En los trabajos de obras por administración delegada, el constructor sólo será responsable de los defectos constructivos que pudieran tener los trabajos o unidades por él ejecutadas y también de los accidentes o perjuicios que pudieran sobrevenir a los obreros o a terceras personas por no haber tomado las medidas precisas que en las disposiciones legales vigentes se establecen. En cambio, y salvo lo expresado en el punto 70 precedente, no será responsable del mal resultado que pudiesen dar los materiales y aparatos elegidos con arreglo a las normas establecidas en dicho artículo.

En virtud de lo anteriormente consignado, el constructor está obligado a reparar por su cuenta los trabajos defectuosos y a responder también de los accidentes o perjuicios expresados en el párrafo anterior

### *9.1.10 Disposiciones económicas. Valoración y abono de los trabajos.*

#### **72. Formas de abono de las obras**

Según la modalidad elegida para la contratación de las obras, y salvo que en el pliego particular de condiciones económicas se preceptúe otra cosa, el abono de los trabajos se efectuará así:

- Tipo fijo o tanto alzado total. Se abonará la cifra previamente fijada como base de la adjudicación, disminuida en su caso en el importe de la baja efectuada por el adjudicatario.
- Tipo fijo o tanto alzado por unidad de obra. Este precio por unidad de obra es invariable y se haya fijado de antemano, pudiendo variar solamente el número de unidades ejecutadas. Previa medición y aplicando al total de las diversas unidades de obra ejecutadas, del precio invariable estipulado de antemano para cada una de ellas, estipulado de antemano para cada una de ellas, se abonará al contratista el importe de las comprendidas en los trabajos ejecutados y ultimados con arreglo y sujeción a los documentos que constituyen el proyecto, los que servirán de base para la medición y valoración de las diversas unidades.
- Tanto variable por unidad de obra. Según las condiciones en que se realice y los materiales diversos empleados en su ejecución de acuerdo con las órdenes del arquitecto director. Se abonará al contratista en idénticas condiciones al caso anterior.
- Por listas de jornales y recibos de materiales, autorizados en la forma que el presente pliego general de condiciones económicas determina.
- Por horas de trabajo, ejecutado en las condiciones determinadas en el contrato.

#### **73. Relaciones valoradas y certificaciones**

En cada una de las épocas o fechas que se fijen en el contrato o en los pliegos de condiciones particulares que rijan en la obra, formará el contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el aparejador.

Lo ejecutado por el contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando al resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderada o numeral correspondiente para cada unidad de obra, los precios señalados en el presupuesto para

## 9. PLIEGO DE CONDICIONES

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

---

cada una de ellas, teniendo presente además lo establecido en el presente pliego general de condiciones económicas respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales, etc.

Al contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación, se le facilitarán por el aparejador los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de 10 días a partir de la fecha del recibo de dicha nota, pueda el contratista examinarlos y devolverlos firmados con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas.

Dentro de los 10 días siguientes a su recibo, el arquitecto director aceptará o rechazará las reclamaciones del contratista si las hubiere, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso, acudir ante el propietario contra la resolución del arquitecto director en la forma referida en los pliegos generales de condiciones facultativas y legales.

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el arquitecto director la certificación de las obras ejecutadas. De su importe se deducirá el tanto por cien que para la construcción de la fianza se haya preestablecido.

El material acopiado a pie de obra por indicación expresa y por escrito del propietario, podrá certificarse hasta el 90% de su importe, a los precios que figuren en los documentos del proyecto, sin afectarlos del% de contrata.

Las certificaciones se remitirán al propietario, dentro del mes siguiente al período a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere. En el caso de que el arquitecto director lo exigiera, las certificaciones se extenderán al origen.

### **74. Mejoras de obras libremente ejecutadas**

Cuando el contratista, incluso con autorización del arquitecto director, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el proyecto o sustituyese una clase de fábrica con otra que tuviese asignado mayor precio o ejecutase con mayores dimensiones cualquiera parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin pedírsela, cualquiera otra modificación que sea beneficiosa a juicio del arquitecto director, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponder en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

### **75. Abono de trabajos presupuestados con partidaalzada**

Salvo lo preceptuado en el pliego de condiciones particulares de índole económica, vigente en la obra, el abono de los trabajos presupuestados en partidaalzada, se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:

- Si existen precios contratados para unidades de obras iguales, las presupuestadas mediante partidaalzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.
- Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partidaalzada, deducidos de los similares contratados.

- Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al contratista, salvo el caso de que en el presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso el arquitecto director indicará al contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que de seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en el pliego de condiciones particulares en concepto de gastos generales y beneficio industrial del contratista.

#### **76. Abono de agotamientos y otros trabajos especiales no contratados**

Cuando fuese preciso efectuar agotamientos, inyecciones y otra clase de trabajos de cualquiera índole especial y ordinaria, que por no estar contratados no sean de cuenta del contratista, y si no se contratasen con tercera persona, tendrá el contratista la obligación de realizarlos y de satisfacer los gastos de toda clase que ocasionen, los cuales le serán abonados por el propietario por separado de la contrata.

Además de reintegrar mensualmente estos gastos al contratista, se le abonará juntamente con ellos el tanto por cien del importe total que, en su caso, se especifique en el pliego de condiciones particulares.

#### **77. Pagos**

Los pagos se efectuarán por el propietario en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el arquitecto director, en virtud de las cuales se verifican aquellos.

#### **78. Bono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía**

Efectuada la recepción provisional y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá así:

- Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el contratista a su debido tiempo; y el arquitecto director exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valorados a los precios que figuren en el presupuesto y abonados de acuerdo con lo establecido en los pliegos particulares o en su defecto en los generales, en el caso de que dichos precios fuesen inferiores a los que rijan en la época de su realización; en caso contrario, se aplicarán estos últimos.
- Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del edificio, por haber sido éste utilizado durante dicho plazo por el propietario, se valorarán y abonarán a los precios del día, previamente acordados.
- Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencia de la construcción o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al contratista.

#### **9.1.11 Disposiciones económicas. Indemnizaciones mutuas.**

##### **79. Indemnización por retraso del plazo de terminación de las obras**

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un tanto por mil del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el calendario de obra, salvo lo dispuesto en el pliego particular del presente proyecto.

Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza.

#### **80. Demora de los pagos por parte del propietario**

Si el propietario no efectuase el pago de las obras ejecutadas, dentro del mes siguiente al que corresponde el plazo convenido el contratista tendrá además el derecho de percibir el abono de un 5% anual (o el que se defina en el pliego particular), en concepto de intereses de demora, durante el espacio de tiempo del retraso y sobre el importe de la mencionada certificación.

Si aún transcurrieran 2 meses a partir del término de dicho plazo de 1 mes sin realizarse dicho pago, tendrá derecho el contratista a la resolución del contrato, procediéndose a la liquidación correspondiente de las obras ejecutadas y de los materiales acopiados, siempre que éstos reúnan las condiciones preestablecidas y que su cantidad no exceda de la necesaria para la terminación de la obra contratada o adjudicada.

No obstante lo anteriormente expuesto, se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de pagos, cuando el contratista no justifique que en la fecha de dicha solicitud ha invertido en obra o en materiales acopiados admisibles la parte de presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

### *9.1.12 Disposiciones económicas. Varios.*

#### **81. Mejoras, aumentos y/o reducciones de obra**

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el arquitecto director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del proyecto a menos que el arquitecto director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el arquitecto director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

#### **82. Unidades de obra defectuosas, pero aceptables**

Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del arquitecto director de las obras, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

### **83. Seguro de las obras**

El contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados.

El importe abonado por la sociedad aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del propietario, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya, y a medida que ésta se vaya realizando.

El reintegro de dicha cantidad al contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del contratista, hecho en documento público, el propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada.

La infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc., y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al contratista por el siniestro y que no se le hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la compañía aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el arquitecto director.

En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción de edificio que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del edificio afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de seguros, los pondrá el contratista, antes de contratarlos, en conocimiento del propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

Además se han de establecer garantías por daños materiales ocasionados por vicios y defectos de la construcción, según se describe en el artículo 81, en base al artículo 19 de la LOE.

### **84. Conservación de la obra**

Si el contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el propietario antes de la recepción definitiva, el arquitecto director, en representación del propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación, abonándose todo ello por cuenta de la contrata.

Al abandonar el contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el arquitecto director fije.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del edificio corra a cargo del contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar.

En todo caso, ocupado o no el edificio, está obligado el contratista a revisar y reparar la obra, durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente pliego de condiciones económicas.



### **85. Uso por el contratista de edificio o bienes del propietario**

Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el contratista, con la necesaria y previa autorización del propietario, edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación, reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.

En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material, propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el propietario a costa de aquel y con cargo a la fianza.

### **86. Pago de arbitrios**

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras y por conceptos inherentes a los propios trabajos que se realizan, correrán a cargo de la contrata, siempre que en las condiciones particulares del proyecto no se estipule lo contrario.

## **9.2 Pliego de condiciones técnicas particulares**

### *9.2.1 Prescripción sobre los materiales.*

#### CONDICIONES GENERALES

##### **1. Calidad de los materiales**

Todos los materiales a emplear en la presente obra serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

##### **2. Pruebas y ensayos de materiales**

Todos los materiales a que este capítulo se refiere podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado, y sea necesario emplear, deberá ser aprobado por la dirección de las obras, bien entendido que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la construcción.

##### **3. Materiales no consignados en proyecto**

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la dirección facultativa, no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

##### **4. Condiciones generales de ejecución**

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de la construcción, de acuerdo con las condiciones establecidas en el Pliego de Condiciones Técnicas de la Dirección General de Arquitectura, aprobado por el Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos en fecha 24 de abril de 1973, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la dirección facultativa, no pudiendo por tanto servir de pretexto al contratista la baja subasta para variar esa esmerada

ejecución, ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

## CONDICIONES QUE HAN DE CUMPLIR LOS MATERIALES

### 5. Instalación de Iluminación

#### 5.1. Normas

Todos los materiales que se empleen en la instalación eléctrica y de iluminación deberán cumplir las prescripciones técnicas que dictan las normas internacionales CBI, los reglamentos en vigor, así como las normas técnico-prácticas de la compañía suministradora de energía.

#### 5.2. Cableado

De forma general los conductores a emplear en la instalación serán de cobre. Los conductores serán aislados, salvo casos de conductores de toma de tierra y excepciones referidas en el proyecto, cumpliendo con lo especificado en la norma UNE-21022 "Conductores de cables aislados". En general tendrán la clasificación de no propagadores de la llama.

El aislamiento de los conductores podrá ser termoplástico o termoestable, conforme se indique; para el caso de los de tensiones de 0,6/1 kV, la sección mínima a utilizar será de 1,5 mm<sup>2</sup>. En ningún caso se permitirán cambios en las secciones proyectadas, a no ser con la autorización escrita de la Dirección Técnica de Obra.

Los conductores se colocarán en tramos enteros desde el interruptor, cuadro o caja hasta el receptor, no estando autorizados empalmes ni cambios de secciones intermedios. Los conductores se dispondrán de forma que las curvas lo sean con radios amplios, siempre mayores a 10 veces el diámetro del mismo, evitando además que se formen cocas o que se deteriore el aislamiento.

En atmósferas o condiciones especiales se utilizarán los conductores que específicamente se detallan en el proyecto. Los conductores a emplear serán de fabricantes de reconocida solvencia técnica. Cuando exista duda sobre la calidad, el Director Técnico de Obra podrá solicitar los correspondientes certificados de homologación y sujeción a normas.

La acción sucesiva del sol y de la humedad no deben de provocar la más mínima alteración de la cubierta. El relleno que sirve para dar forma al cable aplicado por extrusión sobre las almas del cableado debe ser de material adecuado de manera que pueda ser fácilmente separado para la confección de los empalmes y terminales. Los cables denominados de "instalación", normalmente alojados en tubería protectora, serán de cobre con aislamiento de PVC. La tensión de servicio será de 750 V y la tensión de ensayo de 2.000 V.

La sección mínima que se utilizará en los cables destinados a circuitos de alumbrado será de 1,5 mm<sup>2</sup>. Y la sección mínima que se utilizará en los cables destinados a circuitos de fuerza será de 2,5 mm<sup>2</sup>.

Los ensayos de tensión y de resistencia de aislamiento se efectuarán con la tensión de prueba de 2.000 V, de igual forma que en los cables anteriores.

#### 5.3 Equilibrio de fases

En las instalaciones trifásicas en general y en sus partes componentes se cuidará del debido equilibrio de las fases, procediéndose al mejor reparto posible.

Una vez concluida la instalación, el contratista está obligado a comprobar las intensidades de cada una de las fases para cada parte de la instalación y para su totalidad, procediendo a realizar las correcciones que fueren oportunas de forma que el desequilibrio sea inferior al 10%, salvo en situaciones especiales.

#### **5.4 Resistencia de tierra**

El contratista está obligado a efectuar la medición de la resistencia de la toma de tierra, comunicando el resultado a la Dirección Técnica de Obra, quien podrá solicitar una nueva medición en su presencia.

En caso que la resistencia supere el valor fijado en el proyecto deberán tomarse las medidas oportunas para su mejora o en la imposibilidad de ello, proceder a otras sustitutorias.

#### **5.5 Luminarias**

Dada la gran variedad de luminarias existentes en el mercado y considerando que modelos muy semejantes aparentemente pueden presentar considerables y fundamentales diferencias de funcionamiento, calidades y componentes, se opta por no aceptar cambios en tales aparatos a no ser con la aprobación expresa y por escrito de la Dirección Técnica de Obra.

En general las luminarias vendrán equipadas de origen con equipos para alto factor de potencia, cableado y portalámparas.

La posición física de las mismas obedecerá a la situación que se da en los planos o en los cálculos. No se permitirán luminarias mal alineadas o mal aplomadas u otras empotradas que dejen aparecer las partes que deberían quedar ocultas o mismo luminosidades por rendijas o similares.

#### **5.6 Lámparas**

Las lámparas a utilizar en la instalación responderán a lo que se especifique en el proyecto, haciéndose especial hincapié tanto en lo que respecta a sus rendimientos lumínicos y de reproducción cromática, como a las potencias.

Dentro de ello podrán ser utilizadas lámparas de los fabricantes de reconocido prestigio y tradición, no aceptándose marcas de segunda línea. Todas las lámparas, una vez instaladas, se limpiarán con un paño limpio y seco para retirar las huellas que podrían producir en ellas manchas indeseables y pérdidas en el rendimiento.

#### **5.7 Calidad de la instalación.**

La Dirección Técnica de Obra podrá solicitar del contratista que proceda a comprobar niveles de tensión, aislamientos, resistencias de tierra u otros parámetros en diferentes puntos de la instalación.

Asimismo, podrá pedir la comprobación de los niveles de alumbrado y de los factores de uniformidad.

### **6. Instalación de Almacenamiento y Suministro de Aguas Pluviales**

### **6.1. Normas**

Todos los materiales que se empleen en la instalación de evacuación de aguas deberán de cumplir las prescripciones técnicas que dictan las normativas y los reglamentos en vigor, en concreto las que se indican en el CTE DB HS-4.

### **6.2. Tuberías**

Todas las tuberías irán debidamente marcadas con el cumplimiento de la norma correspondiente.

Las tuberías serán lisas y de sección circular, no presentando rugosidades ni rebabas en sus extremos.

Dichas tuberías discurrirán siempre y cuando sea posible por zonas comunes, pudiendo modificar su recorrido si ello supone un gran ahorro y mejora en la instalación y siempre y cuando no se interfieran en el aspecto y confort de las otras estancias.

La unión de los accesorios, se realizará roscada para diámetros hasta DN 50 y con bridas para diámetros superiores. Se utilizarán accesorios adecuados en cambios de dirección y derivaciones. No se admitirán los tubos curvados en caliente.

Los cambios de sección en las tuberías deberán hacerse siempre mediante reducciones tronco-cónicas normalizadas. Siempre que no existan restricciones de espacio, se utilizarán curvas de radio amplio normalizados.

Las tuberías deberán cortarse utilizando herramientas adecuadas y con precisión para evitar sobreesfuerzos. Las uniones, tanto roscadas como por presión presentarán un corte limpio, exentos de rebabas. En las uniones embridadas se montará una junta flexible de goma o del elemento adecuado al fluido trasegado. Las uniones roscadas deberán hacerse aplicando un lubricante solo a la rosca macho, realizándose el sellado mediante cáñamo o esparto enrollado en el sentido de la rosca.

Para compensar en las redes de tuberías los efectos debidos a cambios de temperatura se instalarán compensadores de dilatación. Los dilatadores serán de acero al carbono o de acero inoxidable y sus presiones de trabajo serán como mínimo las mismas que las de los sistemas en que se encuentran instalados.

Las tuberías deberán instalarse, previo replanteo, de forma limpia, nivelada y siguiendo un paralelismo con los parámetros del edificio a menos que se indique lo contrario. Toda la tubería, valvulería y accesorios asociados, deberán instalarse con separación suficiente de otros materiales para permitir su fácil acceso y manipulación y evitar todo tipo de interferencias.

Las tuberías se cortarán exactamente a las dimensiones establecidas a pie de obra y se colocarán en su sitio sin forzarlas o flexearlas.

Las tuberías se almacenarán en lugares donde están protegidas contra los agentes atmosféricos. En su manipulación se evitarán roces, rozaduras y arrastres que pudieran dañar la resistencia mecánica y las superficies calibradas de las extremidades o las protecciones anticorrosión.

Las tuberías ya sean aisladas o no, deberán identificarse mediante bandas de colores, de acuerdo con las Normas UNE 100100 o UNE 1063, añadiendo texto rotulado identificando el fluido. Igualmente deberán exhibir flechas indicativas del sentido del flujo.

El contacto entre la conducción y el elemento de soporte no deberá nunca realizarse directamente, sino a través de un elemento elástico no metálico que impida el paso de vibraciones hacia la estructura y, reduzca el peligro de corrosión por corrientes galvánicas y puentes térmicos. Cuando la conducción esté térmicamente aislada el aislamiento nunca

deberá estar interrumpido y en ese caso la abrazadera deberá tener una superficie de contacto suficientemente amplia para que el material aislante resista sin aplastarse.

Todo paso por forjados o paramentos se realizará protegido por un pasamuros plástico que permita la libre dilatación del tubo.

Los tramos empotrados de tuberías en muros o tabiques se protegerán con tubo flexible de PVC para proteger los tubos y permitir su dilatación. Las tuberías no deberán ponerse nunca en contacto con yeso húmedo, oxiclóruros y escorias.

Una vez finalizada la instalación de las tuberías se realizará una prueba de estanqueidad para comprobar la ausencia de fugas y exudaciones, a una presión que dependerá del tipo de fluido transportado e instalación, según IT.2 del RITE o según reglamento específico para cada instalación.

Todas las pruebas serán efectuadas en presencia de persona delegada por la Dirección Facultativa que deberá dar su conformidad tanto al procedimiento seguido como a los resultados.

Las tuberías multicapa empleadas inoxidable deberán estar especialmente señalizadas durante todo su recorrido para evitar posibles confusiones y para facilitar la distinción de ambos suministros (potable ya existente y pluvial). Además, todos los lugares de captación, filtración, almacenamiento, impulsión, conducción, evacuación y entrega de aguas pluviales, deben estar convenientemente señalizados para que puedan ser identificados de forma fácil e inequívoca.

Si un punto de uso de agua pluvial queda expuesto al libre acceso, deben tener un sistema de seguridad complementario a la señalización. En el supuesto ejemplo de que el elemento fuese un grifo, deben ser grifos con maneta desmontable o bloqueable, o algún dispositivo que impida su uso.

El armario o arqueta del contador general contendrá, dispuestos en este orden, la llave de corte general, el filtro, el contador, una válvula de retención y una llave de salida. Su instalación debe realizarse en un plano paralelo al del suelo. La llave de salida debe permitir la interrupción del suministro al edificio. La llave de corte general y la de salida servirán para el montaje y desmontaje del contador general.

La bomba debe situarse en un lugar fácilmente accesible para su mantenimiento. Cuando los depósitos de agua que abastecen el edificio son de grandes dimensiones, se encuentran enterrados junto con la cimentación. Esta disposición obliga a colocar una válvula de pie (válvula de retención sumergida) para mantener cebada la bomba, para asegurar que haya agua en la tubería de aspiración de la bomba y la tubería no se llene de aire.

### **7. Instalación de Calefacción**

#### **7.1. Normas**

Todos los materiales que se empleen en la instalación térmica deberán cumplir las prescripciones técnicas que dictan las normas de los reglamentos en vigor, así como las normas UNE de aplicación a instalaciones térmicas.

#### **7.2. Condiciones de bienestar e higiene**

La instalación térmica se diseña, calcula, ejecuta, mantiene y debe utilizarse de tal forma que se obtenga una calidad térmica del ambiente y una calidad del aire interior aceptable para los usuarios de las edificaciones sin que se produzca un decremento de la calidad acústica del ambiente, cumpliendo los requisitos siguientes:

- Calidad térmica del ambiente: mantenimiento de los parámetros que definen el ambiente térmico dentro de un intervalo de valores determinados con el fin de

mantener unas condiciones ambientales confortables para los usuarios de los edificios.

- Calidad del aire interior: mantenimiento de una calidad del aire interior aceptable, en los locales ocupados por las personas, eliminando los contaminantes que se produzcan de forma habitual durante el uso normal de los mismos, aportando un caudal suficiente de aire exterior y garantizando la extracción y expulsión del aire viciado. (Según las categorías de calidad del aire interior, IDA1 (óptima calidad), IDA2 (buena calidad), IDA3 (calidad media) e IDA4 (baja calidad) contempladas en la Instrucción IT1 del RITE), con la siguiente aplicación:
  - IDA 1: Hospitales, clínicas, laboratorios, guarderías y similares.
  - IDA 2: Oficinas, residencias (estudiantes y ancianos), locales comunes de edificios hoteleros, salas de lecturas, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y similares, piscinas y similares.
  - IDA 3: Edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones de edificios hoteleros, restaurantes cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios, locales para el deporte (salvo las piscinas), salas de ordenadores y similares.
  - IDA 4: Nunca se empleará, salvo casos especiales que deberán ser justificados.
- Higiene: La temperatura del agua de retorno al sistema de preparación y acumulación de agua caliente para usos sanitarios RACS será mayor que 50°C, ya que esta temperatura es suficiente para que la proliferación de la legionela esté controlada.
- Calidad del ambiente acústico: Limitar, en condiciones normales de utilización, el riesgo de molestias o enfermedades producidas por el ruido y las vibraciones de estas instalaciones. Se exigirá, en cumplimiento del apartado 3.4.1 del CTE, que los suministradores de equipos proporcionen la siguiente información técnica, de carácter obligatoria:
  - Nivel de potencia acústica de equipos que producen ruidos estacionarios, como bombas, ventiladores, quemadores, maquinaria frigorífica, unidades terminales para el control y la difusión de aire, ventiloconvectores, inductores, etc.
  - Rigidez mecánica y carga máxima de los lechos elásticos empleados en bancadas de inercia.
  - Amortiguamiento, curva de transmisibilidad y carga máxima de los sistemas antivibratorios utilizados en el aislamiento de maquinaria y conducciones.
  - Coeficiente de absorción acústica de los productos absorbentes empleados en conductos de ventilación.
  - Atenuación de conductos prefabricados, expresada como pérdidas por inserción.
  - Atenuación total de los silenciadores interpuestos en conductos o empotrados en elementos constructivos, como fachadas.

### 7.3. Condiciones de eficiencia energética

Las instalaciones térmicas se diseñan, calculan, se ejecutan, mantienen y se utilizan de tal forma que se reduzca el consumo de energía convencional de las mismas y, como consecuencia, las emisiones de gases de efecto invernadero (Cambio Climático) y otros contaminantes atmosféricos, mediante la utilización de sistemas eficientes energéticamente, de sistemas que permitan la recuperación de energía y la utilización de las energías renovables y de las energías residuales, cumpliendo los requisitos siguientes:

- Rendimiento energético: los equipos de generación de calor y frío, así como los destinados al movimiento y transporte de fluidos, se seleccionarán en orden a conseguir que sus prestaciones, en cualquier condición de funcionamiento, estén lo más cercanas posible a su régimen de rendimiento energético máximo.

- Distribución de calor y frío: los equipos y las conducciones (redes de distribución de los fluidos portadores) de las instalaciones térmicas deben quedar aislados térmicamente, para conseguir que los fluidos portadores lleguen a las unidades terminales con temperaturas próximas a las de salida de los equipos de generación.
- Regulación y control: las instalaciones térmicas estarán dotadas de los sistema de regulación y control necesarios para que se puedan mantener las condiciones de diseño previstas en los locales climatizados, ajustando, al mismo tiempo, los consumos de energía a las variaciones de la demanda térmica, así como interrumpir el servicio.
- Contabilización de consumos: las instalaciones térmicas deben estar equipadas con sistemas de contabilización para que el usuario conozca su consumo de energía, y para permitir el reparto de los gastos de explotación en función del consumo, entre distintos usuarios, cuando la instalación satisfaga la demanda de múltiples consumidores.
- Recuperación de energía: las instalaciones térmicas incorporarán subsistemas que permitan el ahorro, la recuperación de energía y el aprovechamiento de las energías residuales.
- Utilización de energías renovables: las instalaciones térmicas aprovecharán las energías renovables disponibles, con el objetivo de cubrir con estas energías todas las necesidades del edificio.

#### 7.4. Condiciones de seguridad

Las instalaciones térmicas deben diseñarse y calcularse, ejecutarse, mantenerse y utilizarse de tal forma que se prevenga y reduzca a límites aceptables el riesgo de sufrir accidentes y siniestros capaces de producir daños o perjuicios a las personas, flora, fauna, bienes o al medio ambiente, así como de otros hechos susceptibles de producir en los usuarios molestias o enfermedades.

#### 7.5. Protección contra quemaduras y altas temperaturas

Se instalará un sistema automático de mezcla u otro sistema que limite la temperatura de suministro a 60 °C, en los puntos de consumo que puedan exceder de 60 °C.

Las superficies calientes de los emisores de calor accesibles a los usuarios tendrán una temperatura menor que 80 °C, salvo cuando estén protegidas contra contactos. En cualquier caso, la temperatura de las superficies con las que exista posibilidad de contacto no será mayor que 60 °C.

#### 7.6. Condiciones administrativas en cuanto a la necesidad de redacción de proyecto o memoria técnica sustitutiva

Potencia térmica nominal (generación de frío / calor)	Requiere proyecto
$P > 70 \text{ kW}$	Sí (proyecto)
$5 \text{ kW} < P \leq 70 \text{ kW}$	No (memoria técnica)
$P \leq 5 \text{ kW}$	No necesario

Cuando en un mismo edificio existan múltiples generadores de calor, frío, o de ambos tipos, la potencia térmica nominal de la instalación, a efectos de determinar la documentación técnica de diseño requerida, se obtendrá como la suma de las potencias

térmicas nominales de los generadores de calor o de los generadores de frío necesarios para cubrir el servicio. Toda reforma de una instalación de las contempladas en el Apartado 2 requerirá la realización previa de un proyecto o memoria técnica sobre el alcance de la misma, en la que se justifique el cumplimiento de las exigencias del RITE y la normativa vigente que le afecte en la parte reformada. Cuando la reforma implique el cambio del tipo de energía o la incorporación de energías renovables, en el proyecto o memoria técnica de la reforma se debe justificar la adaptación de los equipos generadores de calor o frío y sus nuevos rendimientos energéticos así como, en su caso, las medidas de seguridad complementarias que la nueva fuente de energía demande para el local donde se ubique, de acuerdo con este reglamento y la normativa vigente que le afecte.

Cuando exista un cambio del uso previsto de un edificio, en el proyecto o memoria técnica de la reforma se analizará y justificará su explotación energética y la idoneidad de las instalaciones existentes para el nuevo uso así como la necesidad de modificaciones que obliguen a contemplar la zonificación y el fraccionamiento de las demandas de acuerdo con las exigencias técnicas del RITE y la normativa vigente que le afecte.

### **7.7. Condiciones específicas de eficiencia energética y de seguridad que deben cumplir los generadores de calor y de sus instalaciones auxiliares y anexas**

#### **7.7.1. Generadores de calor**

Si se emplean biocombustibles, el generador de calor dispondrá de los siguientes elementos de seguridad: dispositivos para interrumpir el funcionamiento del quemador, tanto en caso de retroceso de los productos de la combustión como en la situación de superarse la temperatura de diseño, siendo éste último de rearme manual. También estará dotado con sistemas de eliminación del calor residual de la caldera y válvula de seguridad tarada 1 bar por encima de su presión de trabajo, siendo conducida su descarga a sumidero. Al menos su rendimiento será, a plena carga del 75%. En cualquier circunstancia, se exigirá el cumplimiento del reglamento de aparatos a presión, así como el marcado CE.

#### **7.7.2. Sala de máquinas**

Se considera como “Sala de máquinas” aquel recinto donde se alojan los generadores térmicos y otros equipos auxiliares, así como los accesorios necesarios para su funcionamiento, cuando la suma de las potencias térmicas nominales instaladas de los generadores sea mayor que 70 kW.

Se consideran parte de la sala de máquinas los locales a los que se acceda desde la misma sala, que comuniquen con el resto del edificio o con el exterior. No tendrán consideración de salas de máquinas:

- Los recintos que contengan equipos cuya suma de potencia sea menor que 70 kW.
- Los recintos con generadores de aire caliente, tubos radiantes de gas o aparatos similares, siempre que se tengan en cuenta los requisitos de ventilación de la norma UNE-EN 13410.
- Los equipos de generación de frío y calor de cualquier potencia, diseñados para ser instalados en exteriores, con fluido portador aire o agua. Alrededor de los cuatro lados de estos equipos se dejarán las distancias para ventilación y mantenimiento determinadas por el fabricante.

En todo caso se deberá cumplir las condiciones de riesgo de incendio, en función de las potencias, que para estas salas de máquinas impone el CTE (tabla 2.1 del DB-SI del CTE).



Asimismo deberán cumplirse las medidas indicadas en el RITE en concreto en la IT 1.3.4.1.2.2.

La sala de máquinas tendrá un camino desde su interior hacia el exterior por el que se podrá pasar con el equipo más pesado y voluminoso contenido en la misma sin dificultad alguna y sin necesidad de tener que eliminar del camino elementos constructivos o puertas.

La distancia entre generadores de calor y entre éstos y las paredes de la sala de máquinas contemplará la posibilidad de abrir la puerta frontal sin necesidad de desmontar el quemador.

La distancia mínima entre equipos y entre éstos y los cerramientos no será nunca inferior a 80 cm. En la parte frontal de calderas y máquinas frigoríficas deberá existir un espacio libre de longitud igual, por lo menos, a la del equipo, con el fin de poder efectuar las operaciones de limpieza de los tubos de los intercambiadores de calor. La altura de este espacio deberá ser la que marque el haz de tubos. En cualquier caso, la altura mínima del techo de la sala de máquinas será de 2,5m.

En caso de sala de máquinas para calderas de combustible sólido, el diseño de la situación de los generadores y el silo de almacenamiento y de los espacios alrededor de los diferentes componentes se hará siguiendo las instrucciones del fabricante.

Los requisitos mínimos de ventilación de las salas de máquinas están indicados en el RAP (Reglamento de Aparatos a Presión, MIE-AP1 capítulo 5) para los generadores de calor y en el RSF (Reglamento de Seguridad para plantas e instalaciones Frigoríficas, MI IF 007) para generadores de frío.

Se procurará que las salas de máquinas estén situadas en contacto con el ambiente exterior, de manera que la ventilación tenga lugar siempre por medios naturales (ventilación natural directa por aperturas, por ejemplo en las cubiertas de los edificios).

En cualquier caso, todas las aberturas de ventilación estarán protegidas por medio de rejillas y mallas metálicas antiinsectos. Las entradas de aire se harán en la parte inferior de las paredes, con área libre mínima de 5 cm<sup>2</sup> por cada kW de potencia térmica instalada. Además, en la parte superior de las paredes se practicarán aberturas de superficie igual, por lo menos, a una milésima parte de la superficie en planta de la sala de máquinas. Cuando sea posible, las aberturas se practicarán en diferentes fachadas, para favorecer la creación de corrientes de aire por efecto de los vientos.

En la sala de máquinas, concretamente, los elementos antivibratorios se deberán instalar a la salida de las tuberías de la misma.

En la sala de máquinas deberá figurar el esquema de principio de la instalación, dividido en uno o más planos, según el tamaño de los mismos.

Las instrucciones de seguridad, manejo y mantenimiento de la instalación deberán estar disponibles en cualquier momento, junto con la memoria técnica, los planos y los manuales de todos los equipos.

### **7.8. Condiciones específicas de eficiencia energética y de seguridad que deben cumplir los generadores de calor y de sus instalaciones auxiliares y anexas**

#### **7.8.1. Condiciones acústicas a satisfacer y contemplar en el montaje de los elementos**

Los equipos se instalarán sobre soportes elásticos anti vibratorios cuando se trate de equipos pequeños y compactos. Cuando se trate de equipos que no posean una base propia y necesiten la alineación de sus componentes (por ejemplo, motor y ventilador o bomba), se necesitará una bancada suficientemente rígida para soportar los esfuerzos

causados por el movimiento y de masa e inercia suficiente para evitar el paso de vibraciones al edificio.

Los equipos se conectarán a las conducciones mediante conexiones flexibles.

No se instalarán silenciadores en salidas de humos de calderas o de laboratorios por el enorme riesgo de ensuciamiento.

Las bombas deben instalarse de manera que la presión absoluta del fluido en la boca de succión sea siempre mayor que la presión de saturación del fluido a la temperatura de funcionamiento, para evitar que las burbujas de vapor colapsen y, en consecuencia, se produzcan ruidos y la eventual destrucción del rodete.

Se evitará el paso de las vibraciones de las conducciones a los elementos constructivos mediante sistemas anti vibratorios como pasamuros, coquillas, manguitos elásticos, abrazaderas y suspensiones elásticas.

Para las tuberías empotradas se emplearán siempre envolturas elásticas.

Las tuberías vistas estarán recubiertas por un material que proporcione un aislamiento acústico a ruido aéreo mayor que 15 dB.

El anclaje de tubería se realizará a elementos constructivos de masa unitaria mayor que 150 kg/m<sup>2</sup>.

En conductos vistos se amortiguará adecuadamente la transmisión de ruido aéreo.

Los sistemas de conductos para el transporte de aire de ventilación y de acondicionamiento estarán aislados del ruido generado por los ventiladores y la misma circulación de aire mediante revestimientos interiores de material absorbente, y/o atenuadores acústicos, dimensionados de manera que la atenuación sea mayor que 40 dB a la llegada a los elementos de difusión y retorno de aire.

Se evitará el empleo de revestimientos interiores en conductos de chapa por las siguientes razones:

- Dificultad que presentan para la instalación de registros de inspección, según la norma UNE-EN 12097.
- Dificultad para efectuar las operaciones de limpieza interior.

La difusión y el retorno de aire en los locales se harán mediante unidades terminales diseñadas de manera que el nivel generado de potencia sonora no supere los valores indicados en la ecuación (3.36) del apartado 3.4.3.2 del CTE.

### **7.8.2. Instalación de calefacción**

Todos los equipos y componentes deben ser fácilmente accesibles para la revisión, mantenimiento, limpieza y desinfección.

Las calderas y bombas de calor quedarán bien ancladas a los soportes, disponiendo de los mecanismos necesarios para que no transmitan ruidos ni vibraciones, cumpliendo además lo expuesto en la condición acústica anterior.

La evacuación de los productos de la combustión se realizará siempre por la cubierta del edificio, empleándose una chimenea metálica prefabricada, de sección circular, debidamente aislada cuando se trate de calderas convencionales y de baja temperatura.

Las terminaciones de las chimeneas será de tal manera que se favorezca la dispersión de los productos de la combustión al exterior y, al mismo tiempo, se minimice la entrada del agua de lluvia.

Los tubos de calefacción se mantendrán a una distancia mínima de 25 cm. del resto de instalaciones, ejecutados con los recorridos más cortos posible evitando los cambios de

dirección y sección. Se instalarán paralelos a la estructura o a escuadra, tendrán tres ejes perpendiculares, quedarán distanciados 3 cm de los paramentos y en caso de conductos para líquidos tendrán pendientes del 0,5 %. Todos los conductos quedarán aislados térmicamente según condiciones establecidas por el RITE.

Si las uniones entre conductos se realizan con brida, se colocará una junta fibrosa o elástica para garantizar la unión. Si las uniones se realizan con rosca, éstas se recubrirán con cáñamo, teflón, u otro material. Si las uniones se realizan mediante soldadura, se asegurará de que están limpios los elementos a unir.

Las válvulas quedarán colocadas en lugares accesibles.

Las cubetas de depósitos de superficie tendrán el fondo impermeable y con inclinación hacia una tubería de evacuación. Los depósitos de superficie en interiores estarán situados en locales ventilados, colocados sobre tacos de hormigón, y distanciados de la pared un mínimo de 10 cm.

Las unidades terminales de sistemas mixtos de cualquier tipo tendrán válvulas de cierre a la entrada y a la salida del fluido portador para poder efectuar cambios de distribución u operaciones de mantenimiento.

Las unidades terminales deberán ser fácilmente accesibles para su limpieza, desinfección, mantenimiento y reparación o sustitución.

### *9.2.2 Prescripciones en cuanto a la ejecución por unidades de obra y Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado.*

#### **8. Precauciones a adoptar**

Las precauciones a adoptar durante la construcción de la obra serán las previstas por la Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

#### CONTROL DE LA OBRA

Anexos

#### ANEXO 1. DB-HE AHORRO DE ENERGÍA

##### **1. Condiciones técnicas exigibles a los materiales aislantes**

Serán como mínimo las especificadas en el cálculo del coeficiente de transmisión térmica de calor. A tal efecto, y en cumplimiento del artículo 4.1 del DB-HE-1 del CTE, el fabricante garantizará los valores de las características higrotérmicas, que a continuación se señalan:

- Conductividad térmica: definida con el procedimiento o método de ensayo que en cada caso establezca la norma UNE correspondiente.
- Densidad aparente: se indicará la densidad aparente de cada uno de los tipos de productos fabricados.
- Permeabilidad al vapor de agua: deberá indicarse para cada tipo, con indicación del método de ensayo para cada tipo de material establezca la norma UNE correspondiente.
- Absorción de agua por volumen: para cada uno de los tipos de productos fabricados.
- Otras propiedades: en cada caso concreto según criterio de la dirección facultativa, en función del empleo y condiciones en que se vaya a colocar el material aislante, podrá además exigirse:
  - Resistencia a la compresión.
  - Resistencia a la flexión.
  - Envejecimiento ante la humedad, el calor y las radiaciones.
  - Deformación bajo carga (módulo de elasticidad).

- Comportamiento frente a parásitos.
- Comportamiento frente a agentes químicos.
- Comportamiento frente al fuego.

## **2. Control, recepción y ensayos de los materiales aislantes**

En cumplimiento del artículo 4.3 del DB-HE 1 del CTE, deberán cumplirse las siguientes condiciones:

- El suministro de los productos será objeto de convenio entre el consumidor y el fabricante, ajustado a las condiciones particulares que figuran en el presente proyecto.
- El fabricante garantizará las características mínimas exigibles a los materiales, para lo cual, realizará los ensayos y controles que aseguran el autocontrol de su producción.
- Todos los materiales aislantes a emplear vendrán avalados por sello o marca de calidad, por lo que podrá realizarse su recepción, sin necesidad de efectuar comprobaciones o ensayos.

## **3. Ejecución**

Deberá realizarse conforme a las especificaciones de los detalles constructivos, contenidos en los planos del presente proyecto complementados con las instrucciones que la dirección facultativa dicte durante la ejecución de las obras.

## **4. Obligaciones del constructor**

El constructor realizará y comprobará los pedidos de los materiales aislantes de acuerdo con las especificaciones del presente proyecto.

## **5. Obligaciones de la dirección facultativa**

La dirección facultativa de las obras, comprobará que los materiales recibidos reúnen las características exigibles, así como que la ejecución de la obra se realiza de acuerdo con las especificaciones del presente proyecto, en cumplimiento de los artículos 4.3 y 5.2 del DB-HE-1 del CTE.

## **ANEXO 2. NBE-CA-88 CONDICIONES ACÚSTICAS DE LOS EDIFICIOS**

### **1. Características básicas exigibles a los materiales**

El fabricante indicará la densidad aparente, y el coeficiente de absorción,  $f$ , para las frecuencias preferentes y el coeficiente medio de absorción,  $m$ , del material. Podrán exigirse además datos relativos a aquellas propiedades que puedan interesar en función del empleo y condiciones en que se vaya a colocar el material en cuestión.

### **2. Presentación, medidas y tolerancias**

Los materiales de uso exclusivo como aislantes o como acondicionantes acústicos, en sus distintas formas de presentación, se expedirán en embalajes que garanticen su transporte sin deterioro hasta su destino, debiendo indicarse en el etiquetado las características señaladas en los apartados anteriores. Así mismo el fabricante indicará en la documentación técnica de sus productos las dimensiones y tolerancias de los mismos.

Para los materiales fabricados "in situ", se darán las instrucciones correspondientes para su correcta ejecución, que deberá correr a cargo de personal especializado, de modo que se garanticen las propiedades especificadas por el fabricante.

### **3. Garantía de las características**

El fabricante garantizará las características acústicas básicas señaladas anteriormente. Esta garantía se materializará mediante las etiquetas o marcas que preceptivamente deben llevar los productos según el epígrafe anterior.

### **4. Control, recepción y ensayo de los materiales**

#### **4.1. Suministro de los materiales**

Las condiciones de suministro de los materiales, serán objeto de convenio entre el consumidor y el fabricante, ajustándose a las condiciones particulares que figuren en el proyecto de ejecución.

Los fabricantes, para ofrecer la garantía de las características mínimas exigidas anteriormente en sus productos, realizarán los ensayos y controles que aseguren el autocontrol de su producción.

#### **4.2. Materiales con sello o marca de calidad**

Los materiales que vengan avalados por sellos o marca de calidad, deberán tener la garantía por parte del fabricante del cumplimiento de los requisitos y características mínimas exigidas en esta norma para que pueda realizarse su recepción sin necesidad de efectuar comprobaciones o ensayos.

#### **4.3. Composición de las unidades de inspección**

Las unidades de inspección estarán formadas por materiales del mismo tipo y proceso de fabricación. La superficie de cada unidad de inspección, salvo acuerdo contrario, la fijará el consumidor.

#### **4.4. Toma de muestras**

Las muestras para la preparación de probetas utilizadas en los ensayos se tomarán de productos de la unidad de inspección sacados al azar.

La forma y dimensión de las probetas serán las que señale para cada tipo de material la norma de ensayo correspondiente.

#### **4.5. Normas de ensayo**

Las normas UNE que a continuación se indican se emplearán para la realización de los ensayos correspondientes. Así mismo se emplearán en su caso las normas UNE que la comisión técnica de aislamiento acústico del IRANOR CT-74, redacte con posterioridad a la publicación de esta NBE.

- Ensayo de aislamiento a ruido aéreo: UNE 74040/I, UNE 74040/II, UNE 74040/III, UNE 74040/IV y UNE 74040/V.
- Ensayo de aislamiento a ruido de impacto: UNE 74040/VI, UNE 74040/VII y UNE 74040/VIII.
- Ensayo de materiales absorbentes acústicos: UNE 70041.
- Ensayo de permeabilidad de aire en ventanas: UNE 85-20880.

### **5. Laboratorios de ensayos**

## 9. PLIEGO DE CONDICIONES

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

---

Los ensayos citados, de acuerdo con las normas UNE establecidas, se realizarán en laboratorios reconocidos a este fin por el ministerio correspondiente.



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER**

**CURSO 2016/17**

---

*ESTUDIO DE OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS  
INSTALACIONES EXISTENTES EN LA ESCUELA  
POLITÉCNICA SUPERIOR DE LA UDC MEDIANTE EL  
USO DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS*

---

**Máster en Ingeniería Industrial**

**Documento**

**ESTADO DE MEDICIONES**





## ÍNDICE

10 ESTADO DE MEDICIONES.....	171
10.1 ILUMINACIÓN .....	171
10.2 CALEFACCIÓN .....	172
10.3 SUMINISTRO DE AGUA .....	176



## 10 ESTADO DE MEDICIONES

### 10.1 ILUMINACIÓN

DESCRIPCIÓN	
Luminaria Philips SP480P W24L134 1xLED35S/840 ACC-MLO	
Lámpara LED con montaje en suspensión, con una potencia de 30 W, flujo luminoso 3500 lm, eficiencia luminosa 117 lm/W, temperatura de color 4000K e índice de reproducción cromática >80. Instalación incluida.	
Ud	Medición
Ud	671

DESCRIPCIÓN	
Luminaria Philips WT460C L700 1XLED23S/840 O	
Lámpara estanca LED, con una potencia de 19,8 W, flujo luminoso 2300 lm, temperatura de color 4000K e índice de reproducción cromática 80. Instalación incluida.	
Ud	Medición
Ud	354

DESCRIPCIÓN	
Luminaria Philips SM461V W57L57 1Xled28s/840	
Lámpara LED con montaje en superficie, con una potencia de 22 W, flujo luminoso 2800 lm, eficiencia luminosa 137 lm/W, temperatura de color 4000K e índice de reproducción cromática >80. Instalación incluida.	
Ud	Medición
Ud	331

DESCRIPCIÓN	
Sensor de movimiento	
Sensor de movimiento adosado al techo, con tecnología doble infrarrojo 360°, alcance máximo 2x12 metros, con protección IP20. Altura de montaje de 2 a 4 metros. Ideal para zonas comunes.	
Ud	Medición
Ud	53

## 10. ESTADO DE MEDICIONES

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

DESCRIPCIÓN	
Sensor lumínico	
Sistema automático de ahorro de energía para luminarias, que aplica automáticamente a las lámparas el nivel de luminosidad requerido para mantener un nivel mínimo establecido previamente, compensando la luz natural en todo momento. Incluye: sensor de movimiento (PIR), dos modos de funcionamiento, automático (Regulación automática + Detección de Movimiento) o regulación automática (sin Detección de Movimiento), posibilidad de ajustar el nivel mínimo de regulación, evitando que se apaguen por completo las luminarias.	
Ud	Medición
Ud	27

### 10.2 CALEFACCIÓN

DESCRIPCIÓN	
Caldera Herz Firematic 100	
Suministro e instalación de caldera de biomasa para astillas de la marca Herz de 100 kW.	
Ud	Medición
Ud	2

DESCRIPCIÓN	
Extractor elevación para Firematic 100	
Suministro e instalación de extractor de elevación con motorización independiente para una longitud de 1,2 m.	
Ud	Medición
Ud	2

DESCRIPCIÓN	
Alargo extractor elevación para Firematic 100	
Suministro e instalación de alargo para extractor de elevación con motorización independiente. Longitud extractor máximo 5,5 m	
Ud	Medición
Ud	1

10. ESTADO DE MEDICIONES

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

DESCRIPCIÓN	
Tubo conexión Firematic 100 Suministro e instalación de tubo de conexión 400 V para caldera Firematic 100 (0° - 35°).	
Ud	Medición
Ud	2

DESCRIPCIÓN	
Tubo conexión Firematic 100 Suministro e instalación de tubo de conexión 400 V para caldera Firematic 100 (0° - 35°).	
Ud	Medición
Ud	2

DESCRIPCIÓN	
Kit básico para sistema de llenado vertical. Suministro e instalación de de 2 motores de 4 kW, 1 motor de 5,5 kW, cubierta del motor para instalaciones en intemperie, conexión sinfín horizontal D=260 mm, L=250 mm, compartimento de transición entre vertical y horizontal, sinfín vertical con núcleo D=300 mm, accesorios de montaje y registro de inspección y ganchos de transporte.	
Ud	Medición
Ud	1

DESCRIPCIÓN	
Armario eléctrico motores Suministro e instalación de un armario eléctrico para 3 motores.	
Ud	Medición
Ud	1

DESCRIPCIÓN	
Kit básico del módulo de llenado. Suministro e instalación del kit básico de llenado formado por un canal de 0,6 m, un sinfín D=260 mm, accesorios y elementos de fijación.	
Ud	Medición
Ud	1

10. ESTADO DE MEDICIONES

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

<b>DESCRIPCIÓN</b>	
Alargo sinfín horizontal	
Suministro e instalación de alargo horizontal para el llenado del silo formado por tubo D=297 mm y sinfín D=260 mm de longitud 0,5 m.	
<b>Ud</b>	<b>Medición</b>
Ud	1

<b>DESCRIPCIÓN</b>	
Sinfín vertical para llenado del silo	
Suministro e instalación del sinfín vertical para el llenado de silos formado por un tubo D=347 mm y un sinfín de D=300 mm de longitud 1,5 m..	
<b>Ud</b>	<b>Medición</b>
Ud	2

<b>DESCRIPCIÓN</b>	
Sinfín horizontal	
Suministro e instalación de sinfín horizontal, formado por un tubo de D=347 mm y un sinfín de D=300 mm. Longitud de 1 m.	
<b>Ud</b>	<b>Medición</b>
Ud	1

<b>DESCRIPCIÓN</b>	
Sinfín de llenado	
Suministro e instalación del sinfín de llenado del silo de D=300 mm.	
<b>Ud</b>	<b>Medición</b>
m	7,5

<b>DESCRIPCIÓN</b>	
Soporte intermedio para sinfín	
Suministro e instalación del soporte intermedio del sinfín de llenado ya que este supera los 5 m.	
<b>Ud</b>	<b>Medición</b>
Ud	1

10. ESTADO DE MEDICIONES

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

DESCRIPCIÓN	
Depósito de inercia	
Suministro e instalación de depósito de inercia con aislamiento, de 2000 l de capacidad.	
Ud	Medición
Ud	2

DESCRIPCIÓN	
Módulo de ampliación "depósito" para T- CONTROL	
Suministro e instalación de módulo de ampliación para el depósito de inercia con 3 entradas para sondas PT1000 (temperatura de depósito superior, medio, inferior) y 3 salidas de Relés 230VAC (bomba y mezcladora).	
Ud	Medición
Ud	2

DESCRIPCIÓN	
Construcción tabiques	
Suministro e instalación de material necesario (ladrillo de hormigón, mortero industrial para albañilería, pasta de yeso,...) para la realización de los tabiques necesarios para realizar el depósito astilla.	
Ud	Medición
m <sup>2</sup>	33

DESCRIPCIÓN	
Válvula de esfera	
Suministro e instalación de válvula de corte de latón niquelado de 1 ½", para tuberías de acero galvanizado sin soldadura.	
Ud	Medición
Ud	26

DESCRIPCIÓN	
Válvula de retención	
Suministro e instalación de válvula de retención de latón de 1 ½", para tuberías de acero galvanizado sin soldadura.	
Ud	Medición
Ud	10

## 10. ESTADO DE MEDICIONES

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

DESCRIPCIÓN	
Intercambiador de placas	
Suministro e instalación de intercambiador de placas de acero inoxidable AISI 316, potencia 100 kW, presión máxima de trabajo 6 bar y temperatura máxima de 100°C. Incluye válvulas de corte, manómetros, termómetros, elementos de montaje y demás accesorios necesarios para su correcto funcionamiento. Totalmente montado, conexionado y probado.	
Ud	Medición
Ud	2

DESCRIPCIÓN	
Desagüe	
Suministro e instalación de embudo para descarga o vaciado de paso recto con cuerpo de latón de 1 ½".	
Ud	Medición
Ud	2

DESCRIPCIÓN	
Válvula de 3 vías mezcladora motorizada	
Suministro e instalación de válvula de 3 vías mezcladora y motorizada de 1 ½".	
Ud	Medición
Ud	2

### 10.3 SUMINISTRO DE AGUA

DESCRIPCIÓN	
Depósito de agua 30.000 litros	
Suministro e instalación de depósito para acumulación de aguas pluviales con capacidad para 30.000 litros.. Fabricados en PRFV (Poliéster reforzado con fibra de vidrio), aptos para ser enterrados. Provisto de 1 Boca de hombre superior DN450, rosca de carga, rosca de aireación y rosca de descarga de 2". Incluye excavación, base de hormigón de 30 cm de espesor y relleno de arena. Instalación incluida.	
Ud	Medición
Ud	2



10. ESTADO DE MEDICIONES

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

<b>DESCRIPCIÓN</b>	
<p>Tubería de MLCP DN12</p> <p>Suministro e instalación de tubería MLCP, fabricada según norma UNE 53960:2002 EX de 12 mm de diámetro. Constituida por una capa exterior de polímero, una capa intermedia de aluminio (Al) y una capa interior de polietileno resistente a la temperatura (PERT) es de fácil colocación, con aislamiento y sin soldaduras. 100% barrera antidifusión de oxígeno y baja expansión. Ligera, flexible, compatible con accesorios fabricados en PPSU y latón. Ideal para instalaciones vistas. Accesorios incluidos. Instalación incluida.</p>	
<b>Ud</b>	<b>Medición</b>
m	30

<b>DESCRIPCIÓN</b>	
<p>Tubería de MLCP DN40</p> <p>Suministro e instalación de tubería MLCP, fabricada según norma UNE 53960:2002 EX de 40 mm de diámetro. Constituida por una capa exterior de polímero, una capa intermedia de aluminio (Al) y una capa interior de polietileno resistente a la temperatura (PERT) es de fácil colocación, con aislamiento y sin soldaduras. 100% barrera antidifusión de oxígeno y baja expansión. Ligera, flexible, compatible con accesorios fabricados en PPSU y latón. Ideal para instalaciones vistas. Accesorios incluidos. Instalación incluida.</p>	
<b>Ud</b>	<b>Medición</b>
m	144

<b>DESCRIPCIÓN</b>	
<p>Tubería de MLCP DN63</p> <p>Suministro e instalación de tubería MLCP, fabricada según norma UNE 53960:2002 EX de 63 mm de diámetro. Constituida por una capa exterior de polímero, una capa intermedia de aluminio (Al) y una capa interior de polietileno resistente a la temperatura (PERT) es de fácil colocación, con aislamiento y sin soldaduras. 100% barrera antidifusión de oxígeno y baja expansión. Ligera, flexible, compatible con accesorios fabricados en PPSU y latón. Ideal para instalaciones vistas. Accesorios incluidos. Instalación incluida.</p>	
<b>Ud</b>	<b>Medición</b>
m	10

10. ESTADO DE MEDICIONES

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

<b>DESCRIPCIÓN</b>	
<p>Tubería de MLCP DN75</p> <p>Suministro e instalación de tubería MLCP, fabricada según norma UNE 53960:2002 EX de 75 mm de diámetro. Constituida por una capa exterior de polímero, una capa intermedia de aluminio (Al) y una capa interior de polietileno resistente a la temperatura (PERT) es de fácil colocación, con aislamiento y sin soldaduras. 100% barrera antidifusión de oxígeno y baja expansión. Ligera, flexible, compatible con accesorios fabricados en PPSU y latón. Ideal para instalaciones vistas. Accesorios incluidos. Instalación incluida.</p>	
<b>Ud</b>	<b>Medición</b>
m	104

<b>DESCRIPCIÓN</b>	
<p>Tubería de MLCP DN90</p> <p>Suministro e instalación de tubería MLCP, fabricada según norma UNE 53960:2002 EX de 90 mm de diámetro. Constituida por una capa exterior de polímero, una capa intermedia de aluminio (Al) y una capa interior de polietileno resistente a la temperatura (PERT) es de fácil colocación, con aislamiento y sin soldaduras. 100% barrera antidifusión de oxígeno y baja expansión. Ligera, flexible, compatible con accesorios fabricados en PPSU y latón. Ideal para instalaciones vistas. Accesorios incluidos. Instalación incluida.</p>	
<b>Ud</b>	<b>Medición</b>
m	163

<b>DESCRIPCIÓN</b>	
<p>Tubería de MLCP DN110</p> <p>Suministro e instalación de tubería MLCP, fabricada según norma UNE 53960:2002 EX de 110 mm de diámetro. Constituida por una capa exterior de polímero, una capa intermedia de aluminio (Al) y una capa interior de polietileno resistente a la temperatura (PERT) es de fácil colocación, con aislamiento y sin soldaduras. 100% barrera antidifusión de oxígeno y baja expansión. Ligera, flexible, compatible con accesorios fabricados en PPSU y latón. Ideal para instalaciones vistas. Accesorios incluidos. Instalación incluida.</p>	
<b>Ud</b>	<b>Medición</b>
m	124

10. ESTADO DE MEDICIONES

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

DESCRIPCIÓN	
Válvula de esfera	
Suministro e instalación de válvula de corte de latón niquelado de ½", para tuberías de acero galvanizado sin soldadura.	
Ud	Medición
Ud	10

DESCRIPCIÓN	
Válvula de esfera	
Suministro e instalación de válvula de corte de latón niquelado de 1½", para tuberías de acero galvanizado sin soldadura.	
Ud	Medición
Ud	48

DESCRIPCIÓN	
Válvula de esfera	
Suministro e instalación de válvula de corte de latón niquelado de 2 ½", para tuberías de acero galvanizado sin soldadura.	
Ud	Medición
Ud	1

DESCRIPCIÓN	
Válvula de esfera	
Suministro e instalación de válvula de corte de latón niquelado de 3", para tuberías de acero galvanizado sin soldadura.	
Ud	Medición
Ud	7

DESCRIPCIÓN	
Válvula de esfera	
Suministro e instalación de válvula de corte de latón niquelado de 3½", para tuberías de acero galvanizado sin soldadura.	
Ud	Medición
Ud	9

10. ESTADO DE MEDICIONES

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

DESCRIPCIÓN	
Válvula de esfera	
Suministro e instalación de válvula de corte de latón niquelado de 4 ½", para tuberías de acero galvanizado sin soldadura.	
Ud	Medición
Ud	3

DESCRIPCIÓN	
Filtro retenedor de partículas sólidas	
Suministro e instalación de filtro universal para la eliminación de partículas sólidas presentes en la recogida de aguas pluviales. Autolimpiante, con un rendimiento del 95%.	
Ud	Medición
Ud	1

DESCRIPCIÓN	
Válvula de retención	
Suministro e instalación de válvula de retención de latón de 4½", para tuberías de acero galvanizado sin soldadura.	
Ud	Medición
Ud	3

DESCRIPCIÓN	
Contador de agua	
Suministro e instalación de contador de agua de caudal nominal 125 m <sup>3</sup> /h y DN 125mm. Apto para agua fría de hasta 30°C.	
Ud	Medición
Ud	1

DESCRIPCIÓN	
Racor macho RS2	
Suministro e instalación de racor para tuberías MLCP de diámetros inferiores a 75 mm. Cuerpo de latón con casquillo de acero inoxidable. Certificado AENOR de Sistema en cumplimiento de la norma UNE EN ISO 21003.	
Ud	Medición
Ud	132

## 10. ESTADO DE MEDICIONES

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

<b>DESCRIPCIÓN</b>	
Racor macho RS3	
Suministro e instalación de racor de grandes dimensiones modulares para tubería MLCP de diámetros 90-110 mm. Cuerpo de latón con casquillo de acero inoxidable. Certificado AENOR de Sistema en cumplimiento de la norma UNE EN ISO 21003.	
<b>Ud</b>	<b>Medición</b>
Ud	30





UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER**

**CURSO 2016/17**

---

*ESTUDIO DE OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS  
INSTALACIONES EXISTENTES EN LA ESCUELA  
POLITÉCNICA SUPERIOR DE LA UDC MEDIANTE EL  
USO DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS*

---

**Máster en Ingeniería Industrial**

**Documento**

**PRESUPUESTO**





## ÍNDICE

11 PRESUPUESTO.....	187
11.1 ILUMINACIÓN .....	187
11.2 CALEFACCIÓN .....	188
11.3 SUMINISTRO DE AGUA .....	194
11.4 RESUMEN DEL PRESUPUESTO .....	200



## 11 PRESUPUESTO

### 11.1 ILUMINACIÓN

DESCRIPCIÓN	
Luminaria Philips SP480P W24L134 1xLED35S/840 ACC-MLO	
Lámpara LED con montaje en suspensión, con una potencia de 30 W, flujo luminoso 3500 lm, eficiencia luminosa 117 lm/W, temperatura de color 4000K e índice de reproducción cromática >80. Instalación incluida.	
Ud	Medición
Ud	671
Ud	156,00 €
TOTAL	104.676,00 €

DESCRIPCIÓN	
Luminaria Philips WT460C L700 1XLED23S/840 O	
Lámpara estanca LED, con una potencia de 19,8 W, flujo luminoso 2300 lm, temperatura de color 4000K e índice de reproducción cromática 80. Instalación incluida.	
Ud	Medición
Ud	354
Ud	21,90 €
TOTAL	7.752,60 €

DESCRIPCIÓN	
Luminaria Philips SM461V W57L57 1Xled28s/840	
Lámpara LED con montaje en superficie, con una potencia de 22 W, flujo luminoso 2800 lm, eficiencia luminosa 137 lm/W, temperatura de color 4000K e índice de reproducción cromática >80. Instalación incluida.	
Ud	Medición
Ud	331
Ud	68,20 €
TOTAL	22.574,20 €

## 11. PRESUPUESTO

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

DESCRIPCIÓN	
Sensor lumínico	
Sistema automático de ahorro de energía para luminarias, que aplica automáticamente a las lámparas el nivel de luminosidad requerido para mantener un nivel mínimo establecido previamente, compensando la luz natural en todo momento. Incluye: sensor de movimiento (PIR), dos modos de funcionamiento, automático (Regulación automática + Detección de Movimiento) o regulación automática (sin Detección de Movimiento), posibilidad de ajustar el nivel mínimo de regulación, evitando que se apaguen por completo las luminarias.	
Ud	Medición
Ud	27
Ud	133,56 €
TOTAL	3606,12 €

DESCRIPCIÓN	
Sensor de movimiento	
Sensor de movimiento adosado al techo, con tecnología doble infrarrojo 360°, alcance máximo 2x12 metros, con protección IP20. Altura de montaje de 2 a 4 metros. Ideal para zonas comunes.	
Ud	Medición
Ud	53
Ud	36,06 €
TOTAL	1911,18 €

Importe total iluminación	140.520,10 €
---------------------------	--------------

### 11.2 CALEFACCIÓN

DESCRIPCIÓN	
Caldera Herz Firematic 100	
Suministro e instalación de caldera de biomasa para astillas de la marca Herz de 100 kW.	
Ud	Medición
Ud	2
Ud	21.052,00 €
TOTAL	42.104,00 €

## 11. PRESUPUESTO

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

<b>DESCRIPCIÓN</b>	
<p>Extractor elevación para Firematic 100</p> <p>Suministro e instalación de extractor de elevación con motorización independiente para una longitud de 1,2 m.</p>	
<b>Ud</b>	<b>Medición</b>
Ud	2
Ud	1.791,00 €
<b>TOTAL</b>	<b>3.582,00 €</b>

<b>DESCRIPCIÓN</b>	
<p>Alargo extractor elevación para Firematic 100</p> <p>Suministro e instalación de alargó para extractor de elevación con motorización independiente. Longitud extractor máximo 5,5 m</p>	
<b>Ud</b>	<b>Medición</b>
Ud	1
Ud	410 €
<b>TOTAL</b>	<b>410 €</b>

<b>DESCRIPCIÓN</b>	
<p>Tubo conexión Firematic 100</p> <p>Suministro e instalación de tubo de conexión 400 V para caldera Firematic 100 (0° - 35°)</p>	
<b>Ud</b>	<b>Medición</b>
Ud	2
Ud	81 €
<b>TOTAL</b>	<b>162 €</b>

<b>DESCRIPCIÓN</b>	
<p>Kit básico para sistema de llenado vertical.</p> <p>Suministro e instalación de de 2 motores de 4 kW, 1 motor de 5,5 kW, cubierta del motor para instalaciones en interperie, conexión sinfín horizontal D=260 mm, L=250 mm, compartimento de transición entre vertical y horizontal, sinfín vertical con núcleo D=300 mm, accesorios de montaje y registro de inspección y ganchos de transporte.</p>	
<b>Ud</b>	<b>Medición</b>
Ud	1
Ud	8.516,00 €
<b>TOTAL</b>	<b>8.516,00 €</b>

11. PRESUPUESTO

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

<b>DESCRIPCIÓN</b>	
<p>Armario eléctrico motores</p> <p>Suministro e instalación de un armario eléctrico para 3 motores.</p>	
<b>Ud</b>	<b>Medición</b>
Ud	1
Ud	1.977,00 €
<b>TOTAL</b>	<b>1.977,00 €</b>

<b>DESCRIPCIÓN</b>	
<p>Kit básico del módulo de llenado.</p> <p>Suministro e instalación del kit básico de llenado formado por un canal de 0,6 m, un sinfín D=260 mm, accesorios y elementos de fijación.</p>	
<b>Ud</b>	<b>Medición</b>
Ud	1
Ud	597 €
<b>TOTAL</b>	<b>597 €</b>

<b>DESCRIPCIÓN</b>	
<p>Alargo sinfín horizontal</p> <p>Suministro e instalación de alargo horizontal para el llenado del silo formado por tubo D=297 mm y sinfín D=260 mm de longitud 0,5 m.</p>	
<b>Ud</b>	<b>Medición</b>
Ud	1
Ud	298 €
<b>TOTAL</b>	<b>298 €</b>

<b>DESCRIPCIÓN</b>	
<p>Sinfín vertical para llenado del silo</p> <p>Suministro e instalación del sinfín vertical para el llenado de silos formado por un tubo D=347 mm y un sinfín de D=300 mm de longitud 1,5 m..</p>	
<b>Ud</b>	<b>Medición</b>
Ud	2
Ud	625 €
<b>TOTAL</b>	<b>1.250,00 €</b>

11. PRESUPUESTO

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

<b>DESCRIPCIÓN</b>	
Sinfín horizontal	
Suministro e instalación de sinfín horizontal, formado por un tubo de D=347 mm y un sinfín de D=300 mm. Longitud de 1 m.	
<b>Ud</b>	<b>Medición</b>
Ud	1
Ud	462 €
<b>TOTAL</b>	<b>462 €</b>

<b>DESCRIPCIÓN</b>	
Sinfín de llenado	
Suministro e instalación del sinfín de llenado del silo de D=300 mm.	
<b>Ud</b>	<b>Medición</b>
m	7,5
m	298 €
<b>TOTAL</b>	<b>2.235,00 €</b>

<b>DESCRIPCIÓN</b>	
Soporte intermedio para sinfín	
Suministro e instalación del soporte intermedio del sinfín de llenado ya que este supera los 5 m..	
<b>Ud</b>	<b>Medición</b>
Ud	1
Ud	357 €
<b>TOTAL</b>	<b>357 €</b>

<b>DESCRIPCIÓN</b>	
Depósito de inercia	
Suministro e instalación de depósito de inercia con aislamiento, de 2000 l de capacidad.	
<b>Ud</b>	<b>Medición</b>
Ud	2
Ud	3.349,00 €
<b>TOTAL</b>	<b>6.698,00 €</b>

11. PRESUPUESTO

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

<b>DESCRIPCIÓN</b>	
Módulo de ampliación "depósito" para T- CONTROL	
Suministro e instalación de módulo de ampliación para el depósito de inercia con 3 entradas para sondas PT1000 (temperatura de depósito superior, medio, inferior) y 3 salidas de Relés 230VAC (bomba y mezcladora).	
<b>Ud</b>	<b>Medición</b>
Ud	2
Ud	211 €
<b>TOTAL</b>	<b>422 €</b>

<b>DESCRIPCIÓN</b>	
Construcción tabiques	
Suministro e instalación de material necesario (ladrillo de hormigón, mortero industrial para albañilería, pasta de yeso,...) para la realización de los tabiques necesarios para realizar el depósito astilla.	
<b>Ud</b>	<b>Medición</b>
m <sup>2</sup>	33
m <sup>2</sup>	53,69 €
<b>TOTAL</b>	<b>1.771,77 €</b>

<b>DESCRIPCIÓN</b>	
Intercambiador de placas	
Suministro e instalación de intercambiador de placas de acero inoxidable AISI 316, potencia 100 kW, presión máxima de trabajo 6 bar y temperatura máxima de 100°C. Incluye válvulas de corte, manómetros, termómetros, elementos de montaje y demás accesorios necesarios para su correcto funcionamiento. Totalmente montado, conexionado y probado.	
<b>Ud</b>	<b>Medición</b>
Ud	2
Ud	843,77 €
<b>TOTAL</b>	<b>1687,54 €</b>



11. PRESUPUESTO

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

<b>DESCRIPCIÓN</b>	
Válvula de esfera	
Suministro e instalación de válvula de corte de latón niquelado de 1 ½", para tuberías de acero galvanizado sin soldadura.	
<b>Ud</b>	<b>Medición</b>
Ud	26
Ud	34,88 €
<b>TOTAL</b>	<b>906,88 €</b>

<b>DESCRIPCIÓN</b>	
Válvula de retención	
Suministro e instalación de válvula de retención de latón de 1 ½", para tuberías de acero galvanizado sin soldadura.	
<b>Ud</b>	<b>Medición</b>
Ud	10
Ud	14,95 €
<b>TOTAL</b>	<b>149,50 €</b>

<b>DESCRIPCIÓN</b>	
Desagüe	
Suministro e instalación de embudo para descarga o vaciado de paso recto con cuerpo de latón de 1 ½".	
<b>Ud</b>	<b>Medición</b>
Ud	2
Ud	63,26 €
<b>TOTAL</b>	<b>126,52 €</b>

<b>DESCRIPCIÓN</b>	
Válvula de 3 vías mezcladora motorizada	
Suministro e instalación de válvula de 3 vías mezcladora y motorizada de 1 ½".	
<b>Ud</b>	<b>Medición</b>
Ud	2
Ud	297,59 €
<b>TOTAL</b>	<b>595,18 €</b>

Importe total calefacción	74.307,37 €
---------------------------	-------------

**11.3 SUMINISTRO DE AGUA**

<b>DESCRIPCIÓN</b>	
Depósito de agua 30.000 litros	
Suministro e instalación de depósito para acumulación de aguas pluviales con capacidad para 30.000 litros.. Fabricados en PRFV (Poliéster reforzado con fibra de vidrio), aptos para ser enterrados. Provisto de 1 Boca de hombre superior DN450, rosca de carga, rosca de aireación y rosca de descarga de 2". Incluye excavación, base de hormigón de 30 cm de espesor y relleno de arena.	
<b>Ud</b>	<b>Medición</b>
Ud	2
Ud	6964,64 €
<b>TOTAL</b>	<b>13.929,28 €</b>

<b>DESCRIPCIÓN</b>	
Tubería de MLCP DN12	
Suministro e instalación de tubería MLCP, fabricada según norma UNE 53960:2002 EX de 12 mm de diámetro. Constituida por una capa exterior de polímero, una capa intermedia de aluminio (Al) y una capa interior de polietileno resistente a la temperatura (PERT) es de fácil colocación, con aislamiento y sin soldaduras. 100% barrera antidifusión de oxígeno y baja expansión. Ligera, flexible, compatible con accesorios fabricados en PPSU y latón. Ideal para instalaciones vistas. Accesorios incluidos. Instalación incluida.	
<b>Ud</b>	<b>Medición</b>
m	30
m	0,95 €
<b>TOTAL</b>	<b>28,5 €</b>

<b>DESCRIPCIÓN</b>	
Tubería de MLCP DN40	
Suministro e instalación de tubería MLCP, fabricada según norma UNE 53960:2002 EX de 40 mm de diámetro. Constituida por una capa exterior de polímero, una capa intermedia de aluminio (Al) y una capa interior de polietileno resistente a la temperatura (PERT) es de fácil colocación, con aislamiento y sin soldaduras. 100% barrera antidifusión de oxígeno y baja expansión. Ligera, flexible, compatible con accesorios fabricados en PPSU y latón. Ideal para instalaciones vistas. Accesorios incluidos. Instalación incluida.	
<b>Ud</b>	<b>Medición</b>
m	144
m	2,11 €
<b>TOTAL</b>	<b>303,84 €</b>

11. PRESUPUESTO

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

<b>DESCRIPCIÓN</b>	
<p>Tubería de MLCP DN63</p> <p>Suministro e instalación de tubería MLCP, fabricada según norma UNE 53960:2002 EX de 63 mm de diámetro. Constituida por una capa exterior de polímero, una capa intermedia de aluminio (Al) y una capa interior de polietileno resistente a la temperatura (PERT) es de fácil colocación, con aislamiento y sin soldaduras. 100% barrera antidifusión de oxígeno y baja expansión. Ligera, flexible, compatible con accesorios fabricados en PPSU y latón. Ideal para instalaciones vistas. Accesorios incluidos. Instalación incluida.</p>	
<b>Ud</b>	<b>Medición</b>
m	10
m	4,97 €
<b>TOTAL</b>	<b>49,70 €</b>

<b>DESCRIPCIÓN</b>	
<p>Tubería de MLCP DN75</p> <p>Suministro e instalación de tubería MLCP, fabricada según norma UNE 53960:2002 EX de 75 mm de diámetro. Constituida por una capa exterior de polímero, una capa intermedia de aluminio (Al) y una capa interior de polietileno resistente a la temperatura (PERT) es de fácil colocación, con aislamiento y sin soldaduras. 100% barrera antidifusión de oxígeno y baja expansión. Ligera, flexible, compatible con accesorios fabricados en PPSU y latón. Ideal para instalaciones vistas. Accesorios incluidos. Instalación incluida.</p>	
<b>Ud</b>	<b>Medición</b>
m	104
m	10,22 €
<b>TOTAL</b>	<b>1062,88 €</b>

<b>DESCRIPCIÓN</b>	
<p>Tubería de MLCP DN90</p> <p>Suministro e instalación de tubería MLCP, fabricada según norma UNE 53960:2002 EX de 90 mm de diámetro. Constituida por una capa exterior de polímero, una capa intermedia de aluminio (Al) y una capa interior de polietileno resistente a la temperatura (PERT) es de fácil colocación, con aislamiento y sin soldaduras. 100% barrera antidifusión de oxígeno y baja expansión. Ligera, flexible, compatible con accesorios fabricados en PPSU y latón. Ideal para instalaciones vistas. Accesorios incluidos. Instalación incluida.</p>	
<b>Ud</b>	<b>Medición</b>
m	163
m	10,39 €
<b>TOTAL</b>	<b>1693,57 €</b>

## 11. PRESUPUESTO

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

<b>DESCRIPCIÓN</b>	
<p>Tubería de MLCP DN110</p> <p>Suministro e instalación de tubería MLCP, fabricada según norma UNE 53960:2002 EX de 110 mm de diámetro. Constituida por una capa exterior de polímero, una capa intermedia de aluminio (Al) y una capa interior de polietileno resistente a la temperatura (PERT) es de fácil colocación, con aislamiento y sin soldaduras. 100% barrera antidifusión de oxígeno y baja expansión. Ligera, flexible, compatible con accesorios fabricados en PPSU y latón. Ideal para instalaciones vistas. Accesorios incluidos. Instalación incluida.</p>	
<b>Ud</b>	<b>Medición</b>
m	124
m	14,74 €
<b>TOTAL</b>	<b>1827,76 €</b>

<b>DESCRIPCIÓN</b>	
<p>Válvula de esfera</p> <p>Suministro e instalación de válvula de corte de latón niquelado de 1/2", para tuberías de acero galvanizado sin soldadura.</p>	
<b>Ud</b>	<b>Medición</b>
Ud	10
Ud	9,10 €
<b>TOTAL</b>	<b>91,00 €</b>

<b>DESCRIPCIÓN</b>	
<p>Válvula de esfera</p> <p>Suministro e instalación de válvula de corte de latón niquelado de 1 1/2", para tuberías de acero galvanizado sin soldadura.</p>	
<b>Ud</b>	<b>Medición</b>
Ud	48
Ud	34,12 €
<b>TOTAL</b>	<b>1637,76 €</b>

11. PRESUPUESTO

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

DESCRIPCIÓN	
Válvula de esfera	
Suministro e instalación de válvula de corte de latón niquelado de 2 ½", para tuberías de acero galvanizado sin soldadura.	
Ud	Medición
Ud	1
Ud	88,77 €
TOTAL	88,77 €

DESCRIPCIÓN	
Válvula de esfera	
Suministro e instalación de válvula de corte de latón niquelado de 3", para tuberías de acero galvanizado sin soldadura.	
Ud	Medición
Ud	7
Ud	100,29 €
TOTAL	702,03 €

DESCRIPCIÓN	
Válvula de esfera	
Suministro e instalación de válvula de corte de latón niquelado de 3½", para tuberías de acero galvanizado sin soldadura.	
Ud	Medición
Ud	9
Ud	119,19 €
TOTAL	1072,71 €

DESCRIPCIÓN	
Válvula de esfera	
Suministro e instalación de válvula de corte de latón niquelado de 4 ½", para tuberías de acero galvanizado sin soldadura.	
Ud	Medición
Ud	3
Ud	186,27 €
TOTAL	558,81 €

11. PRESUPUESTO

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

<b>DESCRIPCIÓN</b>	
Filtro retenedor de partículas sólidas	
Suministro e instalación de filtro universal para la eliminación de partículas sólidas presentes en la recogida de aguas pluviales. Autolimpiante, con un rendimiento del 95%.	
<b>Ud</b>	<b>Medición</b>
Ud	1
Ud	34,95 €
<b>TOTAL</b>	<b>34,95 €</b>

<b>DESCRIPCIÓN</b>	
Válvula de retención	
Suministro e instalación de válvula de retención de latón de 4½", para tuberías de acero galvanizado sin soldadura.	
<b>Ud</b>	<b>Medición</b>
Ud	3
Ud	112,90 €
<b>TOTAL</b>	<b>338,70 €</b>

<b>DESCRIPCIÓN</b>	
Contador de agua	
Suministro e instalación de contador de agua de caudal nominal 125 m³/h y DN 125mm. Apto para agua fría de hasta 30°C.	
<b>Ud</b>	<b>Medición</b>
Ud	1
Ud	713,42 €
<b>TOTAL</b>	<b>713,42 €</b>

<b>DESCRIPCIÓN</b>	
Racor macho RS2	
Suministro e instalación de racor para tuberías MLCP de diámetros inferiores a 75 mm. Cuerpo de latón con casquillo de acero inoxidable. Certificado AENOR de Sistema en cumplimiento de la norma UNE EN ISO 21003.	
<b>Ud</b>	<b>Medición</b>
Ud	132
Ud	0,14 €
<b>TOTAL</b>	<b>18,48 €</b>

11. PRESUPUESTO

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

<b>DESCRIPCIÓN</b>	
<p>Racor macho RS3</p> <p>Suministro e instalación de racor de grandes dimensiones modulares para tubería MLCP de diámetros 90-110 mm. Cuerpo de latón con casquillo de acero inoxidable. Certificado AENOR de Sistema en cumplimiento de la norma UNE EN ISO 21003.</p>	
<b>Ud</b>	<b>Medición</b>
Ud	30
Ud	0,26 €
<b>TOTAL</b>	<b>7,80 €</b>

Importe total suministro de agua pluvial	23.859,96 €
--	-------------

## 11. PRESUPUESTO

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

---

### 11.4 RESUMEN DEL PRESUPUESTO

Instalación de iluminación.....	140520,10 €
Instalación de calefacción.....	74307,37 €
Instalación de aprovechamiento de aguas pluviales.....	23859,96 €
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL.....	238687,43 €
13% GASTOS GENERALES.....	31029,37 €
6% BENEFICIO INDUSTRIAL.....	14321,25 €
IMPORTE DE EJECUCIÓN.....	284038,05 €
21% IVA.....	59647,99 €
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA.....	343686,04 €

El presupuesto asciende a la figurada cantidad de trescientos cuarenta y tres mil seiscientos ochenta y seis euros con cuatro céntimos.

Ferrol, 7 de septiembre de 2017.





UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER**

**CURSO 2016/17**

---

*ESTUDIO DE OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS  
INSTALACIONES EXISTENTES EN LA ESCUELA  
POLITÉCNICA SUPERIOR DE LA UDC MEDIANTE EL  
USO DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS*

---

**Máster en Ingeniería Industrial**

**Documento**

**ESTUDIOS CON ENTIDAD PROPIA**



## ÍNDICE

12 ESTUDIOS CON ENTIDAD PROPIA.....	205
12.1 ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA.....	205
12.1.1 Introducción .....	205
12.1.2 Conceptos económicos.....	205
12.1.3 Requisitos del análisis .....	207
12.1.4 Soluciones obtenidas.....	207
12.1.5 Cálculos realizados.....	209
12.2 ESTUDIO BÁSICO SEGURIDAD Y SALUD .....	212
12.2.1 Memoria.....	212
12.2.2 Pliego de Condiciones .....	239



## 12 ESTUDIOS CON ENTIDAD PROPIA

### 12.1 ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA

#### 12.1.1 Introducción

La inversión, desde el punto de vista económico, se define como un proceso en el tiempo a lo largo del cual se originan dos corrientes monetarias o flujos de capitales: uno de ingresos monetarios (cash inflow) y otro de salidas de fondos o desembolsos (cash outflow) que se corresponden con los pagos originados por dicha inversión. Este proceso es el que define la dimensión financiera de la inversión.

Para llevar a cabo la valoración de proyectos, bien sea para la evaluación de una determinada inversión como para la comparación de distintas inversiones con fines de jerarquización, es preciso conocer ambos conjuntos de capitales, o lo que es lo mismo, conocer la corriente de rendimientos netos que genera la inversión en cada uno de los subperíodos en que se divide el proceso temporal. En cada período el cash-flow mide la diferencia entre el conjunto de cobros y pagos efectuados en dicho período.

Con la evaluación económica se pretende asignar al proyecto un índice representativo de su particular contribución al objetivo financiero de la empresa, en función de una de las dimensiones siguientes:

- Liquidez, o capacidad del proyecto para transformar en dinero sus activos sin incurrir en pérdidas.
- Rentabilidad, o capacidad del proyecto para producir unas rentas.
- Riesgo, o incertidumbre de que no se cumplan las estimaciones sobre los parámetros del proyecto

La metodología tradicional busca fundamentalmente asignar al proyecto un índice representativo de su liquidez (plazo de recuperación) y de su rentabilidad, sea en términos absolutos o relativos (VAN y TIR, respectivamente).

#### 12.1.2 Conceptos económicos

##### 12.1.2.1 Valor actual Neto (VAN)

El valor actual neto VAN (Net Present Value NPV) de un proyecto se define como la diferencia entre la suma de todos los flujos de caja que se percibirán a lo largo de la vida de la inversión, actualizados al momento inicial, y el capital invertido inicialmente. En otras palabras el VAN de una inversión es la suma actualizada de todos los flujos esperados de la misma, incluido el desembolso inicial. Se trata de un criterio dinámico, esto es, basados en la actualización de los FNC con objeto de homogeneizarlos en el tiempo, teniendo en cuenta así la cuantía de los mismos y el momento en que son obtenidos. Ofrece una medida de la rentabilidad de la inversión en unidades monetarias, en términos absolutos.

$$VAN = \sum_{i=0}^n \frac{CF_i}{(1+r)^i}$$

$CF_i$ : cuantía de flujo neto de caja o rendimiento que genera la inversión en cada período  $i$ , que equivale al saldo neto entre el total de cobros y de pagos del período  $i$ .

$r$ : tasa de descuento, representa la rentabilidad mínima a la que la empresa, o inversor, está dispuesta a invertir sus capitales. Es tomada como constante durante la vida de la inversión.

Si un proyecto tiene un VAN igual a cero querrá decir que el proyecto genera los suficientes flujos de caja como para pagar: los intereses de la financiación ajena empleada, los rendimientos esperados (dividendos y ganancias de capital) de la financiación propia y devolver el desembolso inicial de la inversión. Por tanto, un VAN positivo implica que: la empresa recupera el capital invertido, percibe un interés  $r$  sobre la cantidad invertida, y, adicionalmente, percibe una cantidad igual, en términos absolutos, a su VAN. Por tanto, los accionistas verán aumentar su riqueza exactamente en dicha cantidad. Es esta relación directa entre la riqueza de los accionistas y la definición del VAN la que hace que este criterio sea tan importante a la hora de valorar un proyecto de inversión.

### 12.1.2.2 Tasa Interna de Retorno (TIR)

La TIR se define como la tasa de descuento que anula la corriente total y actualizada de flujos de caja que genera la inversión; es decir, es la tasa de descuento que anula el VAN. Ofrece una medida de la rentabilidad de la inversión en términos relativos; es decir, el rendimiento de la inversión en porcentaje sobre el capital invertido. Podríamos definir la TIR con mayor propiedad si decimos que es la tasa de interés compuesto al que permanecen invertidas las cantidades no retiradas del proyecto de inversión.

La Tasa Interna de Retorno es el tipo de interés  $r$  tal que en la expresión anterior proporciona VAN=0.

$$0 = \sum_{i=0}^n \frac{CF_i}{(1 + TIR)^i}$$

Este criterio indica que se han de aceptar inversiones que ofrezcan tasas de rentabilidad superiores a sus costes de oportunidad del capital.

### 12.1.2.3 Período de recuperación

El período de recuperación es el periodo de tiempo " $t^*$ " tal que su VAN es positivo. El plazo de recuperación, o *payback*, es el período de tiempo que ha de transcurrir para que la inversión se pague a sí misma; es decir, el tiempo que tarda el proyecto en recuperar o "amortizar" el desembolso inicial, o capital invertido inicialmente. Se determina acumulando los sucesivos CF hasta que su suma cubra (sea igual o superior) el desembolso inicial. Se puede hablar del plazo de recuperación simple o aproximado y del descontado, según si los CF se han sumado sin descontar previamente o si se hayan actualizado.

$$\sum_{i=0}^{t^*} \frac{CF_i}{(1 + r)^i} \geq 0$$

### 12.1.2.4 Duración del proyecto

La duración o vida del proyecto, es un parámetro que puede ser determinante del valor final de una inversión. Puede definirse como el tiempo que transcurre desde que se realiza la inversión (momento en el que se produce el primer compromiso o pago del proyecto) hasta que deja de producir ingresos y/o desembolsos. Es decir, es el período de tiempo durante el cual la inversión genera rendimientos.

Para su estimación se suele utilizar la vida útil del bien en cuestión en el que se invierte, esto es, el tiempo durante el cual el bien está en funcionamiento o produciendo (su vida económica).

Sin embargo, cuando se estudia un proyecto en el que la inversión es materializada en diversos tipos de activos, el horizonte temporal o de planificación, que se utiliza a efectos analíticos, no siempre coincide con la vida económica de aquellos. Cuando la vida de los activos es muy larga suele utilizarse un horizonte temporal o de evaluación más reducido, que no suele exceder de 10-15 años dependiendo del tipo de proyecto de que se trate, asignándose entonces al proyecto un valor final o terminal al proyecto en el último período.

### 12.1.3 Requisitos del análisis

Todo análisis de inversiones debe realizarse después de impuestos, lo cual implica que todos los elementos que afectan a la determinación de la base impositiva han de ser considerados en el análisis, incluso los que no suponen un flujo de caja, como puede ser la amortización técnica de los activos, puesto que permiten un ahorro fiscal que sí afecta al flujo de caja del proyecto.

Para determinar la rentabilidad económica del proyecto es preciso estimar los flujos de caja sin financiación. La primera etapa de la evaluación de un proyecto de inversión es la estimación de su rentabilidad económica: su capacidad para generar un rendimiento por sí mismo. Esto es, la rentabilidad que genera sin tener en cuenta el plan financiero que lo podrá hacer posible o, lo que es lo mismo, suponiendo que el proyecto será financiado en su totalidad con recursos propios (todos sus efectos serán propiedad –si son ganancias- o responsabilidad –si son pérdidas- del inversor). Para ello determinaremos los flujos de caja sin considerar el efecto de la deuda sobre los mismos.

### 12.1.4 Soluciones obtenidas

En este estudio de optimización energética he estudiado la forma de optimizar diferentes instalaciones de la escuela politécnica superior. Ahora realizaré el estudio de viabilidad de alguna de ellas, para comprobar si realmente sería rentable realizar esas reformas en la escuela.

#### 12.1.4.1 Instalación de calefacción

El estudio de viabilidad del cambio de caldera en la escuela a calderas de biomasa alimentadas con astilla se ha realizado teniendo en cuenta el ahorro en combustible que ocasiona este cambio que he calculado con anterioridad en el anexo perteneciente a dicha instalación. Los cálculos de dicho estudio de viabilidad se especifican en el siguiente apartado, y aquí se muestran los resultados teniendo en cuenta los siguientes valores:

- Ahorro anual en combustible es: 13649,23 €.
- Coste implantación nueva instalación de calefacción: 74307,37 €.
- Vida útil de la instalación: 25 años.
- Estudio realizado para 15 años.

<b>VAN</b>	<b>29.045,59 €</b>
<b>TIR</b>	<b>13%</b>
<b>Periodo recuperación</b>	<b>11</b>

Tabla 12-1. Resultados viabilidad instalación calefacción sin subvención

De estos resultados se puede analizar que la reforma es una buena opción a tener en cuenta por las siguientes razones:

- El VAN es positivo, lo que implica que conseguimos recuperar los costes de la inversión antes del periodo de estudio.
- La TIR es mayor al coste de oportunidad, lo que implica que sería rentable dicho proyecto.
- El periodo de recuperación es de 11 años, por lo que a partir de ese momento empezaremos a tener ganancias de esta instalación, ya que a partir de ese año la inversión ya estaría recuperada y todos los ahorros en combustible seguiremos teniéndolos.

Por otro lado, respecto a esta misma instalación, he analizado que obtendríamos si nos acogiésemos a las subvenciones que ofrece la Xunta por la instalación de calderas de biomasa. Estas subvenciones son de un máximo de un 80% del importe, por lo que en este caso implicaría un valor de 59445,90 € que nos aportaría la Xunta.

Atendiendo a esta subvención, y con los mismos valores que para el análisis sin subvención los resultados que obtengo son:

<b>VAN</b>	<b>73.630,01 €</b>
<b>TIR</b>	<b>37%</b>
<b>Periodo recuperación</b>	<b>4</b>

**Tabla 12-2. Resultados viabilidad instalación de calefacción con subvención**

En este caso los resultados obviamente son mejores que antes. En el cuarto año de implantación ya recuperamos totalmente la inversión realizada.

Concluyendo, decir que realizar el cambio en las calderas de la Escuela Politécnica Superior por calderas de biomasa es un cambio satisfactorio. Además, las calderas son antiguas, por lo que antes o después llegarán al final de su vida útil y será necesario cambiarlas.

#### 12.1.4.2 Instalación de suministro de aguas pluviales

El estudio de viabilidad de la nueva instalación de suministro de agua a los inodoros y urinarios de la escuela a partir de agua de lluvia, se ha realizado teniendo en cuenta el ahorro obtenido en la disminución de las facturas. Los cálculos de dicho estudio de viabilidad se especifican en el siguiente apartado, y aquí se muestran los resultados teniendo en cuenta los siguientes valores:

- Ahorro anual en facturas: 2440,91 €.
- Coste implantación nueva instalación de suministro de agua: 23859,96 €.
- Vida útil de la instalación: 25 años.
- Estudio realizado para 15 años.

<b>VAN</b>	<b>-3.139,34 €</b>
<b>TIR</b>	<b>6%</b>
<b>Periodo recuperación</b>	<b>16</b>

**Tabla 12-3. Resultados viabilidad instalación de suministro de aguas pluviales**

De estos resultados se puede analizar lo siguiente:

- El VAN es negativo, lo que implica que no conseguimos recuperar los costes de la inversión antes del periodo de estudio.



- La TIR es positiva pero no es mayor al coste de oportunidad, lo que implica que no sería rentable dicho proyecto.
- El periodo de recuperación no sabemos cuál es, ya que en los 15 años que estudiamos no conseguimos recuperar la inversión.

Para concluir, podemos ver que esta instalación no es rentable a simple vista, pero habría que buscar la manera de reducir costes, ya que la TIR da positiva, lo que implica que en un estudio de más años llegaríamos a recuperar la inversión, pero como se ha dicho anteriormente, realizar un estudio a más de 15 años es aumentar la incertidumbre de si realmente obtendremos esos valores.

### 12.1.5 Cálculos realizados

Los cálculos los he realizado con el programa Microsoft Excel teniendo en cuenta los conceptos explicados en el apartado anterior y se muestran en las siguientes tablas. Ahora explicaré paso por paso lo que he ido realizando para realizar los cálculos de las instalaciones, para poder entender mejor dichas tablas.

Como se puede ver en las tablas he empezado por calcular el ahorro que se supone la reforma en las instalaciones año por año. El año 0 es el momento en el que realiza el cambio, por lo que ese año aun no habremos conseguido ningún ahorro. El resto de años el ahorro será constante, ya que he supuesto el ahorro por diferencia de costes en combustible o facturas.

A continuación he introducido la fila de inversiones. En este caso la inversión realizada es en el momento de la implantación, por lo que será en el año 0.

Con relación a la inversión, aparece la siguiente fila, valor remanente, que consiste en saber el valor de nuestra instalación al final del estudio, por lo que dicho valor sólo será efectivo en el año 15.

El siguiente dato a calcular son las amortizaciones. Para estos estudios se ha considerado una vida útil de las instalaciones de 25 años, aunque seguramente en la realidad sea de más años, por lo que la amortización será de un 4% de la inversión cada año.

Una vez supuesto todos estos valores, realizamos el cálculo del cash flow operativo y el cash flow de inversiones.

Para calcular el cash flow operativo necesitamos conocer nuestro BAI (Beneficio Antes de Impuestos) y nuestro BDI (Beneficio Después de Impuestos). El primero se calcula como nuestros ingresos, en este caso nuestro ahorro, menos la amortización año por año. En el caso del estudio con subvención habría que sumarle dicho valor, ya que sería para nosotros un ingreso que habría que tener en cuenta. El BDI por otro lado, se calcula en función de si obtenemos un BAI positivo o negativo. Si el BAI que obtuvimos es negativo nuestro BDI será 0, mientras que si el BAI obtenido es mayor de 0 el BDI será igual al BAI menos el tanto por cien de impuestos, quedando de la siguiente manera:

$$BDI = BAI \times (1 - \text{Impuestos})$$

El cash flow de inversiones se calcula como el valor remanente menos las inversiones año por año.

Una vez obtenidos los valores de cash flow operativo y cash flow de inversiones, ya podemos calcular el cash flow total, como la suma de los dos.

Con el cash flow calculado, se calcula en VAN y la TIR como se ha explicado anteriormente.

12. ESTUDIOS CON ENTIDAD PROPIA

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

Coste oportunidad	8%
Impuesto	25%
Periodo amortización	25 años

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Ahorro	- €	13.649,23 €	13.649,23 €	13.649,23 €	13.649,23 €	13.649,23 €	13.649,23 €	13.649,23 €	13.649,23 €	13.649,23 €	13.649,23 €	13.649,23 €	13.649,23 €	13.649,23 €	13.649,23 €	13.649,23 €
Inversión	74.307,37 €															
Valor remanente																29.722,95 €
Amortizaciones	- €	2.972,29 €	2.972,29 €	2.972,29 €	2.972,29 €	2.972,29 €	2.972,29 €	2.972,29 €	2.972,29 €	2.972,29 €	2.972,29 €	2.972,29 €	2.972,29 €	2.972,29 €	2.972,29 €	2.972,29 €

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Cash Flow Operativo																
BAI	- €	10.676,94 €	10.676,94 €	10.676,94 €	10.676,94 €	10.676,94 €	10.676,94 €	10.676,94 €	10.676,94 €	10.676,94 €	10.676,94 €	10.676,94 €	10.676,94 €	10.676,94 €	10.676,94 €	10.676,94 €
BDI	- €	8.007,70 €	8.007,70 €	8.007,70 €	8.007,70 €	8.007,70 €	8.007,70 €	8.007,70 €	8.007,70 €	8.007,70 €	8.007,70 €	8.007,70 €	8.007,70 €	8.007,70 €	8.007,70 €	8.007,70 €
Cash Flow Operativo	- €	10.980,00 €	10.980,00 €	10.980,00 €	10.980,00 €	10.980,00 €	10.980,00 €	10.980,00 €	10.980,00 €	10.980,00 €	10.980,00 €	10.980,00 €	10.980,00 €	10.980,00 €	10.980,00 €	10.980,00 €

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Cash Flow Inversiones																
Cash Flow inversiones	- 74.307,37 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	29.722,95 €

RESULTADOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Cash Flow	- 74.307,37 €	10.980,00 €	10.980,00 €	10.980,00 €	10.980,00 €	10.980,00 €	10.980,00 €	10.980,00 €	10.980,00 €	10.980,00 €	10.980,00 €	10.980,00 €	10.980,00 €	10.980,00 €	10.980,00 €	40.702,94 €
VAN acumulado	- 74.307,37 €	- 64.140,71 €	- 54.727,13 €	- 46.010,85 €	- 37.940,23 €	- 30.467,43 €	- 23.548,17 €	- 17.141,45 €	- 11.209,30 €	- 5.716,56 €	- 630,70 €	4.078,43 €	8.438,74 €	12.476,06 €	16.214,32 €	29.045,59 €

Tabla 12-4. Cálculos instalación de calefacción sin subvención

Coste oportunidad	8%
Impuesto	25%
Periodo amortización	25 años

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Ahorro	- €	13.649,23 €	13.649,23 €	13.649,23 €	13.649,23 €	13.649,23 €	13.649,23 €	13.649,23 €	13.649,23 €	13.649,23 €	13.649,23 €	13.649,23 €	13.649,23 €	13.649,23 €	13.649,23 €	13.649,23 €
Inversión	74.307,37 €															
Subvención	59.445,90 €															
Valor remanente																29.722,95 €
Amortizaciones	- €	2.972,29 €	2.972,29 €	2.972,29 €	2.972,29 €	2.972,29 €	2.972,29 €	2.972,29 €	2.972,29 €	2.972,29 €	2.972,29 €	2.972,29 €	2.972,29 €	2.972,29 €	2.972,29 €	2.972,29 €

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Cash Flow Operativo																
BAI	59.445,90 €	10.676,94 €	10.676,94 €	10.676,94 €	10.676,94 €	10.676,94 €	10.676,94 €	10.676,94 €	10.676,94 €	10.676,94 €	10.676,94 €	10.676,94 €	10.676,94 €	10.676,94 €	10.676,94 €	10.676,94 €
BDI	44.584,42 €	8.007,70 €	8.007,70 €	8.007,70 €	8.007,70 €	8.007,70 €	8.007,70 €	8.007,70 €	8.007,70 €	8.007,70 €	8.007,70 €	8.007,70 €	8.007,70 €	8.007,70 €	8.007,70 €	8.007,70 €
Cash Flow Operativo	44.584,42 €	10.980,00 €	10.980,00 €	10.980,00 €	10.980,00 €	10.980,00 €	10.980,00 €	10.980,00 €	10.980,00 €	10.980,00 €	10.980,00 €	10.980,00 €	10.980,00 €	10.980,00 €	10.980,00 €	10.980,00 €

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Cash Flow Inversiones																
Cash Flow inversiones	- 74.307,37 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	29.722,95 €

RESULTADOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Cash Flow	- 29.722,95 €	10.980,00 €	10.980,00 €	10.980,00 €	10.980,00 €	10.980,00 €	10.980,00 €	10.980,00 €	10.980,00 €	10.980,00 €	10.980,00 €	10.980,00 €	10.980,00 €	10.980,00 €	10.980,00 €	40.702,94 €
VAN acumulado	- 29.722,95 €	- 19.556,28 €	- 10.142,71 €	- 1.426,43 €	6.644,19 €	14.116,99 €	21.036,25 €	27.442,98 €	33.375,13 €	38.867,86 €	43.953,72 €	48.662,85 €	53.023,16 €	57.060,48 €	60.798,74 €	73.630,01 €

Tabla 12-5. Cálculos instalación de calefacción con subvención

## 12. ESTUDIOS CON ENTIDAD PROPIA

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

Coste oportunidad	8%
Impuesto	25%
Periodo amortización	25 años

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Ahorro	- €	2.440,91 €	2.440,91 €	2.440,91 €	2.440,91 €	2.440,91 €	2.440,91 €	2.440,91 €	2.440,91 €	2.440,91 €	2.440,91 €	2.440,91 €	2.440,91 €	2.440,91 €	2.440,91 €	2.440,91 €
Inversión	23.859,96 €															
Valor remanente																9.543,98 €
Amortizaciones	- €	954,40 €	954,40 €	954,40 €	954,40 €	954,40 €	954,40 €	954,40 €	954,40 €	954,40 €	954,40 €	954,40 €	954,40 €	954,40 €	954,40 €	954,40 €
<b>Cash Flow Operativo</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
BAI	- €	1.486,51 €	1.486,51 €	1.486,51 €	1.486,51 €	1.486,51 €	1.486,51 €	1.486,51 €	1.486,51 €	1.486,51 €	1.486,51 €	1.486,51 €	1.486,51 €	1.486,51 €	1.486,51 €	1.486,51 €
BDI	- €	1.114,88 €	1.114,88 €	1.114,88 €	1.114,88 €	1.114,88 €	1.114,88 €	1.114,88 €	1.114,88 €	1.114,88 €	1.114,88 €	1.114,88 €	1.114,88 €	1.114,88 €	1.114,88 €	1.114,88 €
Cash Flow Operativo	- €	2.069,28 €	2.069,28 €	2.069,28 €	2.069,28 €	2.069,28 €	2.069,28 €	2.069,28 €	2.069,28 €	2.069,28 €	2.069,28 €	2.069,28 €	2.069,28 €	2.069,28 €	2.069,28 €	2.069,28 €
<b>Cash Flow Inversiones</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
Cash Flow inversiones	- 23.859,96 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	9.543,98 €
<b>RESULTADOS</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
Cash Flow	- 23.859,96 €	2.069,28 €	2.069,28 €	2.069,28 €	2.069,28 €	2.069,28 €	2.069,28 €	2.069,28 €	2.069,28 €	2.069,28 €	2.069,28 €	2.069,28 €	2.069,28 €	2.069,28 €	2.069,28 €	11.613,26 €
VAN acumulado	- 23.859,96 €	- 21.943,96 €	- 20.169,88 €	- 18.527,22 €	- 17.006,24 €	- 15.597,92 €	- 14.293,92 €	- 13.086,52 €	- 11.968,55 €	- 10.933,40 €	- 9.974,92 €	- 9.087,44 €	- 8.265,70 €	- 7.504,83 €	- 6.800,32 €	- 3.139,34 €

**Tabla 12-6. Cálculos realizados para la instalación de suministro de aguas pluviales**

## **12.2 ESTUDIO BÁSICO SEGURIDAD Y SALUD**

### *12.2.1 Memoria*

#### **12.2.1.1 Objeto**

Este Estudio de Seguridad y Salud establece, durante la construcción de la obra, las previsiones respecto a prevención de riesgos y accidentes profesionales, así como los servicios sanitarios comunes a los trabajadores.

Servirá para dar unas directrices básicas a la/s empresa/s contratista/s para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos profesionales facilitando su desarrollo bajo el control del Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, de acuerdo con el Real Decreto 1627 de 24 de Octubre de 1997 que establece las Disposiciones Mínimas en materia de seguridad y Salud.

#### **12.2.1.2 Características de la obra**

##### *12.2.1.2.1 Descripción del emplazamiento y de la obra*

La parcela objeto del proyecto está situada en la Rúa Mendizábal, s/n., 15403 en el municipio de Ferrol, provincia de A Coruña. Su geometría puede verse especificada en el Plano de Emplazamiento de dicho proyecto.

El tipo de obra que se va a realizar es la "Optimización Energética de las Instalaciones Existentes en la Escuela Politécnica Superior de la UDC mediante el uso de energías alternativas". En concreto, se va a llevar a cabo la reforma de la instalación de iluminación interior, sustituyendo las luminarias existentes por luminarias led; se diseñará un filtro de rechazo para optimizar la instalación iluminación, se llevará a cabo la sustitución de las calderas, por unas nuevas de biomasa y por último se diseñará el sistema de recogida y almacenamiento de aguas pluviales para su posterior suministro.

En cuanto a los accesos a la obra hay que decir que se prevén dos accesos mediante carreteras asfaltadas. El acceso principal será el que tiene entrada por la Rúa Mendizábal, s/n., y desde él se accederá a todas estancias del centro en las que haya que realizar las obras y modificaciones. Por otro lado, tendremos una entrada realizada desde dentro del Campus al cual se podrá acceder por los diferentes accesos que este tiene.

- La energía eléctrica será suministrada por la compañía Gas Natural Fenosa y la acometida se realizará en alta tensión 3x15kV desde la red general en condiciones que la compañía suministradora establezca, en cuanto a la disposición y características del contador y la caja general de protección.
- El suministro de agua está previsto mediante una derivación de la red general de agua potable, suministrada por la compañía EMAFESA.
- La evacuación de aguas residuales se realizará mediante la conexión con la red de alcantarillado público gestionado por el ayuntamiento de Ferrol.

##### *12.2.1.2.2 Instalaciones provisionales y asistencia sanitaria*

De acuerdo con el apartado 15 del Anexo 4 del R.D. 1627/1997, la obra dispondrá de los servicios higiénicos siguientes:

- Vestuarios adecuados de dimensiones suficientes, con asientos y taquillas individuales provistas de llave, con una superficie mínima de 2 m<sup>2</sup> por trabajador que haya de utilizarlos y una altura mínima de 2,30 m.
- Lavabos con agua fría y caliente a razón de un lavabo por cada 10 trabajadores o fracción.

## 12. ESTUDIOS CON ENTIDAD PROPIA

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

---

- Duchas con agua fría y caliente a razón de una ducha por cada 10 trabajadores o fracción.
- Retretes a razón de un inodoro cada 25 hombres o 15 mujeres o fracción. Cabina de superficie mínima 1,20 m<sup>2</sup> y altura 2,30 m.

Asimismo, se instalarán comedores dotados de mesas y sillas en número suficiente. Se dispondrá de un calentador-comidas, pileta con agua corriente y menaje suficiente para el número de operarios existente en obra. Habrá un recipiente para recogida de basuras. Se mantendrán en perfecto estado de limpieza y conservación.

De acuerdo con el apartado A3 del Anexo 6 del R.D. 1627/1997, la obra dispondrá del material de primeros auxilios que se indica a continuación:

- Un botiquín portátil que contenga desinfectantes y antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, venda, esparadrapo, apósitos adhesivos, torniquete, antiespasmódicos, analgésicos, bolsa para agua o hielo, termómetro, tijeras, jeringuillas desechables, pinzas y guantes desechables.

Nivel de Asistencia	Distancia en km
Asistencia primaria (Urgencias)	0,8
Asistencia especializada (Hospital)	4,4

### 12.2.1.2.3 Problemática del solar

#### 12.2.1.2.3.1 Topografía y viabilidad

El edificio objeto de proyecto está situado sobre una parcela que presenta una superficie uniforme, con escasa pendiente e inclinación y situada a escasa altura sobre el nivel del mar. Asimismo, tiene una estructura prácticamente rectangular, estando curvada en uno de sus extremos, tal y como se puede ver en los planos que forman parte de la documentación gráfica de dicho proyecto.

#### 12.2.1.2.3.2 Características y situación de los servicios existentes

La zona objeto de actuación, y en concreto el edificio objeto de proyecto posee la totalidad de los servicios urbanísticos a los que se tendrá acceso.

#### 12.2.1.3 Materiales previstos en la ejecución

No está previsto el empleo de materiales peligrosos o tóxicos, ni tampoco de elementos o piezas constructivas de peligrosidad desconocida en su puesta en obra, tampoco se prevé el uso de productos tóxicos en el proceso de construcción.

#### 12.2.1.4 Datos de los autores

El autor del proyecto, el del Estudio de Seguridad y Salud y el coordinador en materia de seguridad y salud es Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado.

#### 12.2.1.5 Trabajos previos a la realización de la obra

Deberá realizarse el vallado del perímetro de la parcela antes del inicio de la obra.

Las condiciones del vallado deberán ser:

- Tendrá 2 metros de altura.
- Portón para acceso de vehículos de 4 metros de anchura y puerta independiente para acceso de personal.

Deberá presentar como mínimo la señalización de:

- Prohibido aparcar en la zona de entrada de vehículos.
- Prohibido el paso de peatones por la entrada de vehículos.
- Obligatoriedad del uso del casco en el recinto de la obra.
- Prohibición de entrada a toda persona ajena a la obra.
- Cartel de obra.

Realización de una caseta para acometida general en la que se tendrá en cuenta el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

### **12.2.1.6 Instalación eléctrica provisional de obra**

Se realizará una acometida a la red en lugar indicado por la compañía suministradora, colocándose un cuadro de protección y medida en el interior del recinto de obra.

#### *12.2.1.6.1 Riesgos detectables más comunes*

- Heridas punzantes en manos.
- Caídas al mismo nivel.
- Electrocuación; contactos eléctricos directos e indirectos derivados esencialmente de trabajos con tensión.
- Intentar trabajar sin tensión pero sin cerciorarse de que está efectivamente interrumpida o que no puede conectarse inopinadamente.
- Mal funcionamiento de los mecanismos y sistemas de protección.
- Usar equipos inadecuados o deteriorados.
- Mal comportamiento o incorrecta instalación del sistema de protección contra contactos eléctricos indirectos en general, y de la toma de tierra en particular.

#### *12.2.1.6.2 Normas o medidas preventivas*

- a) Sistema de protección contra contactos indirectos.

Para la prevención de posibles contactos eléctricos indirectos, el sistema de protección elegido es el de puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto (bloques VIGI).

- b) Normas de prevención para los cables.

El calibre o sección del cableado será el especificado en planos y de acuerdo a la carga eléctrica que ha de soportar en función de la maquinaria e iluminación prevista.

Todos los conductores utilizados serán aislados de tensión nominal de 1000 voltios como mínimo y sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admitirán tramos defectuosos en este sentido.

La distribución desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios (o de planta), se efectuará mediante canalizaciones enterradas.

En caso de efectuarse tendido de cables y mangueras, éste se realizará a una altura mínima de 2 metros en los lugares peatonales y de 5 metros en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.

El tendido de los cables para cruzar viales de obra, como ya se ha indicado anteriormente, se efectuará enterrado. Se señalizará el "paso del cable" mediante una cubrición permanente de tabloncillos que tendrán por objeto el proteger mediante reparto de cargas, y señalar la existencia del "paso eléctrico" a los vehículos. La profundidad de la zanja mínima, será entre 40 y 50 cm.; el cable irá además protegido en el interior de un tubo rígido, bien de fibrocemento, bien de plástico rígido curvable en caliente.

En caso de tener que efectuar empalmes entre mangueras se tendrá en cuenta:

- Siempre estarán elevados. Se prohíbe mantenerlos en el suelo.
- Los empalmes provisionales entre mangueras, se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad.
- Los empalmes definitivos se ejecutarán utilizando cajas de empalmes normalizados estancos de seguridad.

El trazado de las mangueras de suministro eléctrico no coincidirá con el de suministro provisional de agua a las plantas.

Las mangueras de "alargadera":

- Si son para cortos periodos de tiempo, podrán llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los parámetros verticales.
- Se empalmarán mediante conexiones normalizadas estancos antihumedad o fundas aislantes termorretráctiles, con protección mínima contra chorros de agua (protección recomendable IP. 447).

c) Normas de prevención para la instalación de alumbrado.

Las masas de los receptores fijos de alumbrado, se conectarán a la red general de tierra mediante el correspondiente conductor de protección.

Los aparatos de alumbrado portátiles, excepto los utilizados con pequeñas tensiones, serán de tipo protegido contra los chorros de agua (Grado de protección recomendable IP.447). El alumbrado de la obra, cumplirá las especificaciones establecidas en las Ordenanzas de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica y General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

La iluminación de los tajos será mediante proyectores ubicados sobre "pies derechos" firmes. La energía eléctrica que deba suministrarse a las lámparas portátiles para la iluminación de tajos encharcados, (o húmedos), se servirá a través de un transformador de corriente con separación de circuitos que la reduzca a 24 voltios.

La iluminación de los tajos se situará a una altura en torno a los 2 m., medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo.

La iluminación de los tajos, siempre que sea posible, se efectuará cruzada con el fin de disminuir sombras. Las zonas de paso de la obra estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.

d) Normas de seguridad, de aplicación durante el mantenimiento y reparaciones de la instalación eléctrica provisional de obra.

El personal de mantenimiento de la instalación será electricista, y preferentemente en posesión de carné profesional correspondiente.

Toda la maquinaria eléctrica se revisará periódicamente, y en especial, en el momento en el que se detecte un fallo, momento en el que se la declarará "fuera de servicio" mediante desconexión eléctrica y el cuelgue del rótulo correspondiente en el cuadro de gobierno. La maquinaria eléctrica, será revisada por personal especialista en cada tipo de máquina.

Se prohíben las revisiones o reparaciones bajo corriente. Antes de iniciar una reparación se desconectará la máquina de la red eléctrica, instalando en el lugar de conexión un letrero visible, en el que se lea: " NO CONECTAR, HOMBRES TRABAJANDO EN LA RED". La ampliación o modificación de líneas, cuadros y asimilables sólo la efectuarán los electricistas.

### *12.2.1.6.3 Normas o medidas de protección*

Los cuadros eléctricos de distribución, se ubicarán siempre en lugares de fácil acceso. Los cuadros eléctricos no se instalarán en el desarrollo de las rampas de acceso al fondo de la excavación (pueden ser arrancados por la maquinaria o camiones y provocar accidentes). Los cuadros eléctricos de intemperie, por protección adicional se cubrirán con viseras contra la lluvia. Los postes provisionales de los que colgar las mangueras eléctricas no se ubicarán a menos de 2 m. (como norma general), del borde de la excavación, carretera y asimilables. El suministro eléctrico al fondo de una excavación se ejecutará por un lugar que no sea la rampa de acceso, para vehículos o para el personal, (nunca junto a escaleras de mano). Los cuadros eléctricos, en servicio, permanecerán cerrados con las cerraduras de seguridad de triángulo, (o de llave) en servicio.

No se permite la utilización de fusibles rudimentarios (trozos de cableado, hilos, etc.). Hay que utilizar "cartuchos fusibles normalizados" adecuados a cada caso, según se especifica en planos.

### **12.2.1.7 Fases de la ejecución de la obra**

#### *12.2.1.7.1 Movimiento de tierras*

Se procederá al movimiento de tierras necesario para poder instalar los depósitos de acumulación de aguas pluviales que irán enterrados, tal y como se especifica en los planos que forman parte de la documentación gráfica del proyecto. Hay un mínimo movimiento de tierras en la obra pero pese a todo, consideramos conveniente consignarlo y exponer sus riesgos.

Riesgos más comunes en general:

- Caída de personas u objetos desde el borde de la excavación.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Daños a terceros por irrupción de estos en los tajos.
- Daños a terceros por onda aérea y asociados (vibraciones).
- Caídas de personas a distinto nivel en operaciones de saneo de bloques o fragmentos inestables.

Normas o medidas preventivas en general:

- Se inspeccionarán antes de la reanudación de los trabajos, interrumpidos por cualquier causa, el buen comportamiento de las entibaciones, comunicando cualquier anomalía a la Dirección de la Obra tras haber paralizado los trabajos sujetos al riesgo detectado.
- Se prohíbe permanecer (o trabajar) en el entorno del radio de acción del brazo de una máquina para el movimiento de tierras.
- Se prohíbe permanecer (o trabajar) al pie de un frente de excavación recientemente abierto, antes de haber procedido a su saneado, entibado, etc.
- Las maniobras de carga a cuchara de camiones, serán dirigidas por el Capataz (Encargado o Persona/s encargada/s de Seguridad).

Prendas de protección personal recomendables:

- Casco de polietileno (lo utilizarán, aparte del personal a pie, los maquinistas y camioneros, que deseen o deban abandonar las correspondientes cabinas de conducción).
- Botas de seguridad.
- Botas de goma (o P.V.C.) de seguridad.
- Trajes impermeables para ambientes lluviosos.
- Guantes de cuero, goma o P.V.C.



- Guantes de polietileno forrado en algodón.
- Botas de cuero con puntera reforzada, no metálica y suela de cuero.
- Ropa de trabajo antiestática.
- Traje para lluvia, antiestático.

### 12.2.1.7.2 Cerramientos y Albañilería

En este proyecto se decide la construcción de un silo que sirva como almacén para el combustible de los nuevos equipos generadores de calor, por lo que consideramos necesario incluir este punto y exponer los riesgos que tiene.

Los levantes de muros serán de bloques de hormigón tomada con mortero de c.p. y se ajustarán a las alturas que se indican en los planos, debiendo quedar perfectamente aplomados, alineados y escuadrados.

Para la realización de la tabiquería interior y albañilería en general se utilizarán los andamios adecuados.

Antes de su ejecución deberán replantearse para la comprobación.

Los paramentos se acabarán con enfoscado maestreado.

Desde el punto de vista de la seguridad, en los andamios exteriores, el personal de obra estará totalmente protegido, cumpliéndose siempre las condiciones de seguridad en la instalación de los andamios perfecto anclaje y provisión.

Riesgos detectables más comunes.

- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos sobre las personas.
- Golpes contra objetos.
- Cortes por el manejo de objetos y herramientas manuales.
- Dermatitis por contactos con el cemento.
- Partículas en los ojos.
- Cortes por utilización de máquinas-herramienta.
- Los derivados de los trabajos realizados en ambientes pulverulentos, cortando ladrillos, por ejemplo).
- Sobreesfuerzos.
- Electrocutación.
- Atrapamientos por los medios de elevación y transporte.
- Los derivados del uso de medios auxiliares (borriquetas, escaleras, andamios, etc.).
- Otros.

Normas o medidas preventivas tipo.

- Los huecos existentes en el suelo permanecerán protegidos para la prevención de caídas.
- Los huecos de una vertical, (bajante por ejemplo), serán destapados para el aplomado correspondiente, concluido el cual, se comenzará el cerramiento definitivo del hueco, en prevención de los riesgos por ausencia generalizada o parcial de protecciones en el suelo.
- Los huecos permanecerán constantemente protegidos con las protecciones instaladas en la fase de estructura, reponiéndose las protecciones deterioradas.
- Las rampas de las escaleras estarán protegidas en su entorno por una barandilla sólida de 90 cm. de altura formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm.

## 12. ESTUDIOS CON ENTIDAD PROPIA

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

---

- Todas las zonas en las que haya que trabajar estarán suficientemente iluminadas.
- Las zonas de trabajo serán limpiadas de escombros (cascotes de ladrillo) periódicamente, para evitar las acumulaciones innecesarias.
- El material cerámico se izará sin romper los flejes (o envoltura de P.V.C.) con las que lo suministre el fabricante, para evitar los riesgos por derrame de la carga.
- El ladrillo suelto se izará apilado ordenadamente en el interior de plataformas de izar emplintadas, vigilando que no puedan caer las piezas por desplome durante el transporte.
- La cerámica paletizada transportada con grúa, se gobernará mediante cabos amarrados a la base de la plataforma de elevación si es necesario. Nunca directamente con las manos, en prevención de golpes, atrapamiento o caídas al vacío por péndulo de la carga.
- Los escombros y cascotes se evacuarán diariamente mediante trompas de vertido montadas al efecto, para evitar el riesgo de pisadas sobre materiales, ubicándose aquellas según plano.
- Se prohíbe trabajar junto a los parámetros recién levantados antes de transcurridas 48 horas. Si existe un régimen de vientos fuertes incidiendo sobre ellos, pueden derrumbarse sobre el personal.
- La norma básica para estos trabajos es el orden y limpieza en cada uno de los tajos, estando las superficies de tránsito libres de obstáculos (herramientas, materiales, escombros, etc.), los cuales pueden provocar golpes o caídas, obteniéndose de esta forma un mayor rendimiento y seguridad.

Prendas de protección personal recomendables.

- Casco de polietileno (preferiblemente con barbuquejo).
- Guantes de P.V.C. o de goma.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.
- Cinturón de seguridad, Clases A y C.
- Botas de goma con puntera reforzada.
- Ropa de trabajo.
- Gafas de seguridad.
- Mascarilla antipolvo
- Trajes para tiempo lluvioso.

Protecciones colectivas.

- Se recomienda el uso de redes elásticas cuando el riesgo de caída pueda ser de una altura de 6 m. Las redes no tendrán puntos duros y serán elásticas, usándose las de fibra, poliamida o poliéster, ya que no encogen al mojarse ni ganan peso; la cuadrícula máxima será de 10x10 cm. teniendo reforzado el perímetro de las mismas, con cable metálico recubierto de tejido; se empleará para la fijación de las redes soporte del tipo bandeja, que sostienen las superficies, los cuales atravesarán los forjados en dos alturas teniendo resistencia por sí mismos, debiendo de estar dispuestos de forma que sea mínima la posibilidad de chocar una persona al caer, recomendándose que se coloquen lo más cerca posible de la vertical de pilares o paredes.
- Instalación de protecciones para cubrir los huecos verticales de cerramientos exteriores antes de que se realicen éstos, empleándose barandillas metálicas desmontables por su fácil colocación y adaptación a diferentes tipos de huecos, constando estas de dos pies derechos metálicos anclados al suelo y al cielo raso de cada forjado con barandillas a 90 cm. y 45 cm. de altura provistas de rodapié de 15 cm. debiéndose de resistir 150 Kg/m<sup>2</sup> y sujetas a los forjados por medio de

los husillos de los pies derechos metálicos, no usándose nunca como barandillas u otros elementos de señalización.

- Coordinación con el resto de los oficios que intervienen en la obra.
- Instalación de marquesinas para la protección contra caídas de objetos, compuestas de madera en voladizo de 2.50 m., al nivel del forjado primero sobre soportes horizontales, ancladas a los forjados con mordazas en su parte superior y jabalcones en la inferior con una separación máxima entre ellas de 2 m.
- Independientemente de estas medidas, cuando se efectúen trabajos de cerramiento, se delimitará la zona, señalizándola, evitando en lo posible el paso del personal por la vertical de los trabajos.

### 12.2.1.7.3 Cubiertas

Este apartado está dedicado a dejar presentes los posibles riesgos que pueden existir a la hora de realizar trabajos en las cubiertas, en nuestro caso, a pesar de que no hay trabajos específicos para realizar propiamente en las cubiertas, puede ser necesario la revisión de algún elemento de evacuación de aguas ya existente en el edificio objeto de proyecto y en funcionamiento.

Se deberán tener en cuenta en todas ellas las normas de seguridad y precauciones necesarias para los correctos trabajos en las mismas.

#### 12.2.1.7.3.1 Cubiertas inclinadas

Riesgos destacables más comunes.

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos a niveles inferiores.
- Sobreesfuerzos.
- Quemaduras
- Golpes o cortes por manejo de herramientas manuales.

Normas o medidas preventivas tipo de aplicación en cubiertas en general.

- El personal encargado de la manipulación y modificación de los elementos que puedan estar en contacto con la cubierta será conocedor del sistema constructivo más correcto a poner en práctica, en prevención de los riesgos por impericia.
- El riesgo de caída al vacío, se controlará instalando redes de horca en rededor del edificio. No se permiten caídas sobre red superior a los 6 m. de altura.
- Se tenderá, unido a dos "puntos fuertes" instalados en las limatesas, un cable de acero de seguridad en el que anclar el fiador del cinturón de seguridad, durante la ejecución de las labores sobre los faldones de la cubierta.
- El riesgo de caída de altura se controlará manteniendo los andamios metálicos apoyados de construcción del cerramiento. En la coronación de los mismos, bajo cota de alero, (o canalón), y sin dejar separación con la fachada, se dispondrá una plataforma sólida (tablones de madera trabados o de las piezas especiales metálicas para forma plataformas de trabajo en andamios tubulares existentes en el mercado), recercado de una barandilla sólida cuajada, (tablestacado, tableros de T.P. reforzados), que sobrepasen en 1 m. la cota de límite del alero.
- El riesgo de caída de altura se controlará construyendo la plataforma descrita en la medida preventiva anterior sobre tablones volados contrapesados y alojados en mechinales de la fachada, no dejará huecos libres entre la fachada y la plataforma de trabajo.

## 12. ESTUDIOS CON ENTIDAD PROPIA

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

---

- Todos los huecos del forjado horizontal, permanecerán tapados con madera clavada durante la construcción de los tabiquillos de formación de las pendientes de los tableros.
- El acceso a los planos inclinados se ejecutará mediante escaleras de mano que sobrepasen en 1 m. la altura a salvar.
- La comunicación y circulaciones necesarias sobre la cubierta inclinada se resolverá mediante pasarelas emplintadas inferiormente de tal forma que absorbiendo la pendiente queden horizontales.
- Se suspenderán los trabajos con vientos superiores a los 60 Km/h., en prevención del riesgo de caída de personas u objetos.
- Los faldones se mantendrán libres de objetos que puedan dificultar los trabajos o los desplazamientos seguros.

Prendas de protección personal recomendables.

- Casco de polietileno (preferiblemente con barbuquejo).
- Botas de seguridad.
- Botas de goma.
- Guantes de cuero impermeabilizados.
- Guantes de goma o P.V.C.
- Cinturón de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Trajes para tiempo lluvioso.

### 12.2.1.7.4 Acabados

Se incluyen en este capítulo los siguientes acabados: alicatados, enfoscados y enlucidos, carpintería de madera y metálica y pintura.

Los paramentos en general se revestirán con pasta de yeso al interior y enfoscado de mortero de cemento al exterior.

La carpintería exterior e interior será de madera.

Riesgos detectables más comunes.

- Golpes por manejo de objetos o herramientas manuales.
- Cortes por manejo de objetos con aristas cortantes o herramientas manuales.
- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al mismo nivel.
- Cortes en los pies por pisadas sobre cascotes y materiales con aristas cortantes.
- Cuerpos extraños en los ojos.
- Los derivados de los trabajos realizados en atmósferas nocivas (intoxicaciones).
- Contacto con sustancias corrosivas.
- Los derivados de la rotura de las mangueras de los compresores.
- Contactos con la energía eléctrica.
- Sobreesfuerzos.
- Otros.

Normas o medidas preventivas.

- En todo momento se mantendrán limpias y ordenadas las superficies de tránsito y de apoyo para realizar los trabajos y evitar los accidentes.
- Los andamios sobre borriquetas a utilizar, tendrán siempre plataformas de trabajo de anchura no inferior a los 60 cm. (3 tablones trabados entre si) y barandilla de protección de 90 cm.
- Se prohíbe utilizar a modo de borriquetas para formar andamios, bidones, cajas de materiales, bañeras, etc.

## 12. ESTUDIOS CON ENTIDAD PROPIA

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

---

- Las zonas de trabajo tendrán una iluminación mínima de 100 lux a una altura sobre el suelo en torno a los 2 m.
- La iluminación mediante portátiles se harán con "portalámparas estancos con mango aislante" y rejilla de protección de la bombilla y alimentados a 24 V.
- Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de las clavijas macho-hembra, en prevención del riesgo eléctrico.
- Las cajas de plaqueta en acopio, nunca se dispondrán de forma que obstaculicen los lugares de paso, para evitar accidentes por tropiezo.
- El transporte de sacos de aglomerantes o de áridos se realizará preferentemente sobre carretilla de mano, para evitar sobreesfuerzos
- Las pinturas, (los barnices, disolventes, etc.), se almacenarán en lugares bien ventilados.
- Se instalará un extintor de polvo químico seco al lado de la puerta de acceso al almacén de pinturas.
- Se prohíbe almacenar pinturas susceptibles de emanar vapores inflamables con los recipientes mal o incompletamente cerrados, para evitar accidentes por generación de atmósferas tóxicas o explosivas.
- Se evitará la formación de atmósferas nocivas manteniéndose siempre ventilado el local que se está pintando (ventanas y puertas abiertas).
- Se tenderán cables de seguridad amarrados a los puntos fuertes de la obra, de los que amarrar el fiador del cinturón de seguridad en las situaciones de riesgo de caída desde altura.
- Las escaleras de mano a utilizar, serán de tipo "tijera", dotadas con zapatas antideslizantes y cadenilla limitadora de apertura, para evitar el riesgo de caídas por inestabilidad.
- Se prohíbe fumar o comer en las estancias en las que se pinte con pinturas que contengan disolventes orgánicos o pigmentos tóxicos.
- Se advertirá al personal encargado de manejar disolventes orgánicos (o pigmentos tóxicos) de la necesidad de una profunda higiene personal (manos y cara) antes de realizar cualquier tipo de ingesta.
- Los acopios de carpintería de madera se ubicarán en los lugares definidos en los planos, para evitar accidentes por interferencias.
- Antes de la utilización de cualquier máquina-herramienta, se comprobará que se encuentra en óptimas condiciones y con todos los mecanismos y protectores de seguridad, instalados en buen estado, para evitar accidentes.
- Las puertas se descargarán a mano y con un mínimo número de personas para evitar golpes, caídas y vuelcos.
- Las escaleras a utilizar serán de tipo de tijera, dotadas de zapatas antideslizantes y de cadenilla limitadora de apertura.
- Las operaciones de lijado mediante lijadora eléctrica manual, se ejecutarán siempre bajo ventilación por "corriente de aire", para evitar los accidentes por trabajar en el interior de atmósferas nocivas.
- Se prohíbe expresamente la anulación de toma de tierra de las máquinas herramienta. Se instalará en cada una de ellas una "pegatina" en tal sentido, si no están dotadas de doble aislamiento.

Prendas de protección personal recomendables.

- Casco de polietileno (obligatorio para los desplazamientos por la obra y en aquellos lugares donde exista riesgo de caídas de objetos).
- Guantes de P.V.C. o goma.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.
- Botas de goma con puntera reforzada.

- Gafas antipolvo.
- Gafas de protección contra gotas de morteros y asimilables.
- Mascarillas antipolvo y para atmósferas tóxicas con filtro mecánico recambiable.
- Ropa de trabajo.
- Cinturón de seguridad clases A y C

### 12.2.1.7.5 Instalaciones

En las instalaciones se contemplan los trabajos de electricidad, iluminación, calefacción y aprovechamiento de la instalación de aguas pluviales.

Para los trabajos de las instalaciones utilizaremos escaleras de tijera ya que son de rápida ejecución y no es necesario alturas elevadas.

#### 12.2.1.7.5.1 Instalación eléctrica de iluminación

Riesgos detectables durante la instalación.

- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Cortes por manejo de herramientas manuales.
- Cortes por manejo de las guías y conductores.
- Golpes por herramientas manuales.
- Otros.

Riesgos detectables durante las pruebas de conexionado y puesta en servicio de la instalación más comunes.

- Electrocutión o quemaduras por la mala protección de cuadros eléctricos.
- Electrocutión o quemaduras por maniobras incorrectas en las líneas.
- Electrocutión o quemaduras por uso de herramientas sin aislamiento.
- Electrocutión o quemaduras por puenteo de los mecanismos de protección (disyuntores diferenciales, etc.).
- Electrocutión o quemaduras por conexionados directos sin clavijas macho-hembra.
- Otros.

Normas o medidas preventivas.

- En la fase de obra de apertura y cierre de rozas se esmerará el orden y la limpieza de la obra, para evitar los riesgos de pisadas o tropezones.
- La iluminación mediante portátiles se efectuará utilizando "portalamparas estancos con mango aislante", y rejilla de protección de la bombilla, alimentados a 24 voltios.
- Se prohíbe el conexionado de cables a los cuadros de suministro eléctrico de obra, sin la utilización de las clavijas macho-hembra.
- Las escaleras de mano a utilizar, serán del tipo "tijera", dotadas con zapatas antideslizantes y cadenilla limitadora de apertura, para evitar los riesgos por trabajos realizados sobre superficies inseguras y estrechas.
- Se prohíbe la formación de andamios utilizando escaleras de mano a modo de borriquetas, para evitar los riesgos por trabajos sobre superficies inseguras y estrechas.
- Se prohíbe en general en esta obra, la utilización de escaleras de mano o de andamios sobre borriquetas, en lugares con riesgo de caída desde altura durante los trabajos de electricidad, si antes no se han instalado las protecciones de seguridad adecuadas.

## 12. ESTUDIOS CON ENTIDAD PROPIA

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

---

- Las herramientas a utilizar por los electricistas instaladores, estarán protegidas con material aislante normalizado contra los contactos con la energía eléctrica.
- Las pruebas de funcionamiento de la instalación eléctrica serán anunciadas a todo el personal de la obra antes de ser iniciadas, para evitar accidentes.
- Antes de hacer entrar en carga a la instalación eléctrica se hará una revisión en profundidad de las conexiones de mecanismos, protecciones y empalmes de los cuadros generales eléctricos directos o indirectos, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Antes de hacer entrar en servicio las celdas de transformación se procederá a comprobar la existencia real en la sala, de la banqueta de maniobras, pérdidas de maniobra, extintores de polvo químico seco y botiquín, y que los operarios se encuentran vestidos con las prendas de protección personal. Una vez comprobados estos puntos, se procederá a dar la orden de entrada en servicio.

Prendas de protección personal recomendables.

- Casco de polietileno, para utilizar durante los desplazamientos por la obra y en lugares con riesgo de caída de objetos o de golpes.
- Botas aislantes de electricidad (conexiones).
- Botas de seguridad.
- Guantes aislantes.
- Ropa de trabajo.
- Cinturón de seguridad.
- Banqueta de maniobra.
- Alfombra aislante.
- Comprobadores de tensión e intensidad.
- Herramientas aislantes.

### 12.2.1.7.5.2 Instalación de aprovechamiento de aguas pluviales

La red de recogida y suministro de aguas pluviales se realizará a base de tubos de P.V.C. y MLCP de diámetros diferentes hasta enlazar con los depósitos enterrados para su posterior aprovechamiento.

Riesgos detectables más comunes.

- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Golpes y cortes por el uso de herramientas manuales.
- Sobreesfuerzos por posturas obligadas, (caminar en cuclillas por ejemplo).

Normas o medidas preventivas.

- La recogida y suministro de las aguas pluviales y su almacenamiento se ejecutará según los planos del proyecto.
- Los tubos para las conducciones se acopiarán en una superficie lo más horizontal posible sobre durmientes de madera, en un receptáculo delimitado por varios pies derechos que impidan que por cualquier causa los conductos se deslicen o rueden.

Medidas de protección personal recomendables.

- Casco de polietileno (preferiblemente con barbuquejo).
- Guantes de cuero.
- Guantes de goma (o de P.V.C.).
- Botas de seguridad.
- Botas de goma (o de P.V.C.) de seguridad.
- Ropa de trabajo.

- Equipo de iluminación autónoma.
- Cinturón de seguridad, clases A, B, o C.
- Manguitos y polainas de cuero.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.

### 12.2.1.7.6 Medios auxiliares

#### 12.2.1.7.6.1 Andamios. Normas en general

Riesgos detectables más comunes.

- Caídas a distinto nivel (al entrar o salir).
- Caídas al mismo nivel.
- Desplome del andamio.
- Desplome o caída de objetos (tablones, herramienta, materiales).
- Golpes por objetos o herramientas.
- Atrapamientos.
- Otros.

Normas o medidas preventivas.

- Los andamios siempre se arriostrarán para evitar los movimientos indeseables que pueden hacer perder el equilibrio a los trabajadores.
- Antes de subirse a una plataforma andamiada deberá revisarse toda su estructura para evitar las situaciones inestables.
- Los tramos verticales (módulos o pies derechos) de los andamios, se apoyarán sobre tablones de reparto de cargas.
- Los pies derechos de los andamios en las zonas de terreno inclinado, se suplementarán mediante tacos o porciones de tablón, trabadas entre sí y recibidas al durmiente de reparto.
- Las plataformas de trabajo tendrán un mínimo de 60 cm. de anchura y estarán firmemente ancladas a los apoyos de tal forma que se eviten los movimientos por deslizamiento o vuelco.
- Las plataformas de trabajo, independientemente de la altura, poseerán barandillas perimetrales completas de 90 cm. de altura, formadas por pasamanos, barra o listón intermedio y rodapiés.
- Las plataformas de trabajo permitirán la circulación e intercomunicación necesaria para la realización de los trabajos.
- Los tablones que formen las plataformas de trabajo estarán sin defectos visibles, con buen aspecto y sin nudos que mermen su resistencia. Estarán limpios, de tal forma, que puedan apreciarse los defectos por uso y su canto será de 7 cm. como mínimo.
- Se prohíbe abandonar en las plataformas sobre los andamios, materiales o herramientas. Pueden caer sobre las personas o hacerles tropezar y caer al caminar sobre ellas.
- Se prohíbe arrojar escombros directamente desde los andamios. El escombros se recogerá y se descargará de planta en planta, o bien se verterá a través de trompas.
- Se prohíbe fabricar morteros (o asimilables) directamente sobre las plataformas de los andamios.
- La distancia de separación de un andamio y el paramento vertical de trabajo no será superior a 30 cm. En prevención de caídas.
- Se prohíbe expresamente correr por las plataformas sobre andamios, para evitar los accidentes por caída.



## 12. ESTUDIOS CON ENTIDAD PROPIA

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

---

- Se prohíbe "saltar" de la plataforma andamiada al interior del edificio; el paso se realizará mediante una pasarela instalada para tal efecto.
- Los andamios se inspeccionarán diariamente por el Capataz, Encargado o Servicio de Prevención, antes del inicio de los trabajos, para prevenir fallos o faltas de medidas de seguridad.
- Los elementos que denoten algún fallo técnico o mal comportamiento se desmontarán de inmediato para su reparación (o sustitución).
- Los reconocimientos médicos previos para la admisión del personal que deba trabajar sobre los andamios de esta obra, intentarán detectar aquellos trastornos orgánicos (vértigo, epilepsia, trastornos cardíacos, etc.), que puedan padecer y provocar accidentes al operario. Los resultados de los reconocimientos se presentarán al Coordinador de Seguridad y Salud en ejecución de obra.

Prendas de protección personal recomendables.

- Casco de polietileno (preferible con barbuquejo).
- Botas de seguridad (según casos).
- Calzado antideslizante (según caso).
- Cinturón de seguridad clases A y C.
- Ropa de trabajo.
- Trajes para ambientes lluviosos.

### 12.2.1.7.6.2 Andamios sobre borriquetas

Están formados por un tablero horizontal de 60 cm. de anchura mínima, colocados sobre dos apoyos en forma de "V" invertida.

Riesgos detectables más comunes.

- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al mismo nivel.
- Golpes o aprisionamientos durante las operaciones de montaje y desmontaje.
- Los derivados del uso de tablonos y madera de pequeña sección o en mal estado (roturas, fallos, cimbreos).

Normas o medidas preventivas tipo.

- Las borriquetas siempre se montarán perfectamente niveladas, para evitar los riesgos por trabajar sobre superficies inclinadas.
- Las borriquetas de madera, estarán sanas, perfectamente encoladas y sin oscilaciones, deformaciones y roturas, para eliminar los riesgos por fallo, rotura espontánea y cimbreo.
- Las plataformas de trabajo se anclarán perfectamente a las borriquetas, en evitación de balanceos y otros movimientos indeseables.
- Las plataformas de trabajo no sobresaldrán por los laterales de las borriquetas más de 40 cm. para evitar el riesgo de vuelcos por basculamiento.
- Las borriquetas no estarán separadas "a ejes" entre sí más de 2,5 m. para evitar las grandes flechas, indeseables para las plataformas de trabajo, ya que aumentan los riesgos al cimbrar.
- Los andamios se formarán sobre un mínimo de dos borriquetas. Se prohíbe expresamente, la sustitución de éstas, (o alguna de ellas), por "bidones", "pilas de materiales" y asimilables, para evitar situaciones inestables.
- Sobre los andamios sobre borriquetas, sólo se mantendrá el material estrictamente necesario y repartido uniformemente por la plataforma de trabajo para evitar las sobrecargas que mermen la resistencia de los tablonos.

## 12. ESTUDIOS CON ENTIDAD PROPIA

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

---

- Las borriquetas metálicas de sistema de apertura de cierre o tijera, estarán dotadas de cadenillas limitadoras de la apertura máxima, tales, que garanticen su perfecta estabilidad.
- Las plataformas de trabajo sobre borriquetas, tendrán una anchura mínima de 60 cm. (3 tablones trabados entre sí), y el grosor del tablón será como mínimo de 7 cm.
- Los andamios sobre borriquetas, independientemente de la altura a que se encuentre la plataforma, estarán recercados de barandillas sólidas de 90 cm. de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié.
- Las borriquetas metálicas para sustentar plataformas de trabajo ubicadas a 2 ó más metros de altura, se arriostrarán entre sí, mediante "cruces de San Andrés", para evitar los movimientos oscilatorios, que hagan el conjunto inseguro.
- Los trabajos en andamios sobre borriquetas en los balcones, tendrán que ser protegidos del riesgo de caídas desde altura.
- Se prohíbe formar andamios sobre borriquetas metálicas simples cuyas plataformas de trabajo deba ubicarse a 6 ó más metros de altura.
- Se prohíbe trabajar sobre escaleras o plataformas sustentadas en borriquetas, apoyadas a su vez sobre otro andamio de borriquetas.
- La madera a emplear será sana, sin defectos ni nudos a la vista, para evitar los riesgos por rotura de los tablones que forman una superficie de trabajo.

Prendas de protección personal recomendables.

Serán preceptivas las prendas en función de las tareas específicas a desempeñar. No obstante durante las tareas de montaje y desmontaje se recomienda el uso de:

- Cascos.
- Guantes de cuero.
- Calzado antideslizante.
- Ropa de trabajo.
- Cinturón de seguridad clase C.

### 12.2.1.7.6.3 Andamios metálicos tubulares

Se debe considerar para decidir sobre la utilización de este medio auxiliar, que el andamio metálico tubular está comercializado con todos los sistemas de seguridad que lo hacen seguro (escaleras, barandillas, pasamanos, rodapiés, superficies de trabajo, bridas y pasadores de anclaje de los tablones, etc.).

Riesgos detectables más comunes.

- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al mismo nivel.
- Atrapamientos durante el montaje.
- Caída de objetos.
- Golpes por objetos.
- Sobreesfuerzos.
- Otros.

Normas o medidas preventivas.

- Durante el montaje de los andamios metálicos tubulares se tendrán presentes las siguientes especificaciones preventivas:

No se iniciará un nuevo nivel sin antes haber concluido el nivel de partida con todos los elementos de estabilidad (cruces de San Andrés, y arriostramientos).

La seguridad alcanzada en el nivel de partida ya consolidada será tal, que ofrecerá las garantías necesarias como para poder amarrar a él el fiador del cinturón de seguridad.

Las barras, módulos tubulares y tablones, se izarán mediante sogas de cáñamo de Manila atadas con "nudos de marinero" (o mediante eslingas normalizadas).

Las plataformas de trabajo se consolidarán inmediatamente tras su formación, mediante las abrazaderas de sujeción contra basculamientos o los arriostramientos correspondientes.

Las uniones entre tubos se efectuarán mediante los "nudos" o "bases" metálicas, o bien mediante las mordazas y pasadores previstos, según los modelos comercializados.

- Las plataformas de trabajo tendrán un mínimo de 60 cm. de anchura.
- Las plataformas de trabajo se limitarán delantera, lateral y posteriormente, por un rodapié de 15 cm.
- Las plataformas de trabajo tendrán montada sobre la vertical del rodapié posterior una barandilla sólida de 90 cm. de altura, formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié.
- Las plataformas de trabajo, se inmovilizarán mediante las abrazaderas y pasadores clavados a los tablones.
- Los módulos de fundamento de los andamios tubulares, estarán dotados de las bases nivelables sobre tornillos sin fin (husillos de nivelación), con el fin de garantizar una mayor estabilidad del conjunto.
- Los módulos de base de los andamios tubulares, se apoyarán sobre tablones de reparto de cargas en las zonas de apoyo directo sobre el terreno.
- Los módulos de base de diseño especial para el paso de peatones, se complementarán con entablados y viseras seguras a "nivel de techo" en prevención de golpes a terceros.
- La comunicación vertical del andamio tubular quedará resuelta mediante la utilización de escaleras prefabricadas (elemento auxiliar del propio andamio).
- Se prohíbe expresamente en esta obra el apoyo de los andamios tubulares sobre suplementos formados por bidones, pilas de materiales diversos, "torretas de maderas diversas" y asimilables.
- Las plataformas de apoyo de los tornillos sin fin (husillos de nivelación), de base de los andamios tubulares dispuestos sobre tablones de reparto, se clavarán a éstos con clavos de acero, hincados a fondo y sin doblar.
- Se prohíbe trabajar sobre plataformas dispuestas sobre la coronación de andamios tubulares, si antes no se han cercado con barandillas sólidas de 90 cm. de altura formadas por pasamanos, barra intermedia y rodapié.
- Todos los componentes de los andamios deberán mantenerse en buen estado de conservación desechándose aquellos que presenten defectos, golpes o acusada oxidación.
- Los andamios tubulares sobre módulos con escalerilla lateral, se montarán con ésta hacia la cara exterior, es decir, hacia la cara en la que no se trabaja.
- Es práctica corriente el "montaje de revés" de los módulos en función de la operatividad que representa, la posibilidad de montar la plataforma de trabajo sobre determinados peldaños de la escalerilla. Evite estas prácticas por inseguras.
- Se prohíbe en esta obra el uso de andamios sobre borriquetas (pequeñas borriquetas), apoyadas sobre las plataformas de trabajo de los andamios tubulares.
- Los andamios tubulares se montarán a una distancia igual o inferior a 30 cm. del paramento vertical en el que se trabaja.

- Los andamios tubulares se arriostrarán a los paramentos verticales, anclándolos sólidamente a los "puntos fuertes de seguridad" previstos en fachadas o paramentos.
- Las cargas se izarán hasta las plataformas de trabajo mediante garruchas montadas sobre horcas tubulares sujetas mediante un mínimo de dos bridas al andamio tubular.
- Se prohíbe hacer "pastas" directamente sobre las plataformas de trabajo en prevención de superficies resbaladizas que pueden hacer caer a los trabajadores.
- Los materiales se repartirán uniformemente sobre las plataformas de trabajo en prevención de accidentes por sobrecargas innecesarias.
- Los materiales se repartirán uniformemente sobre un tablón ubicado a media altura en la parte posterior de la plataforma de trabajo, sin que su existencia merme la superficie útil de la plataforma.

Prendas de protección personal recomendables.

- Casco de polietileno (preferible con barbuquejo).
- Ropa de trabajo.
- Calzado antideslizante.
- Cinturón de seguridad clase C.

### **12.2.1.7.6.4 Escaleras de mano (de madera o metal)**

Este medio auxiliar suele estar presente en todas las obras sea cual sea su entidad.

Suele ser objeto de "prefabricación rudimentaria" en especial al comienzo de la obra o durante la fase de estructura. Estas prácticas son contrarias a la Seguridad y por lo tanto deben impedir las.

Riesgos detectables más comunes.

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Deslizamiento por incorrecto apoyo (falta de zapatas, etc.).
- Vuelco lateral por apoyo irregular.
- Rotura por defectos ocultos.
- Los derivados de los usos inadecuados o de los montajes peligrosos (empalme de escaleras, formación de plataformas de trabajo, escaleras "cortas" para la altura a salvar, etc.).
- Otros.

Normas o medidas preventiva.

Al uso de escaleras de madera.

- Las escaleras de madera a utilizar en esta obra, tendrán los largueros de una sola pieza, sin defectos ni nudos que puedan mermar su seguridad.
- Los peldaños (travesaños) de madera estarán ensamblados.
- Las escaleras de madera estarán protegidas de la intemperie mediante barnices transparentes, para que no oculten los posibles defectos.

Al uso de escaleras metálicas.

- Los largueros serán de una sola pieza y estarán sin deformaciones o abolladuras que puedan mermar su seguridad.
- Las escaleras metálicas estarán pintadas con pintura antioxidación que las preserven de las agresiones de la intemperie.

## 12. ESTUDIOS CON ENTIDAD PROPIA

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

---

- Las escaleras metálicas a utilizar en esta obra, no estarán suplementadas con uniones soldadas.

Al uso de escaleras de tijera.

- Son de aplicación las condiciones enunciadas en los apartados a y b para las calidades de "madera o metal".
- Estarán dotadas en su articulación superior, de topes de seguridad de apertura.
- Estarán dotadas hacia la mitad de su altura, de cadenilla (o cable de acero) de limitación de apertura máxima.
- Se utilizarán siempre como tales abriendo ambos largueros para no mermar su seguridad.
- Las escaleras de tijera en posición de uso, estarán montadas con los largueros en posición de máxima apertura para no mermar su seguridad.
- Nunca se utilizarán a modo de borriquetas para sustentar las plataformas de trabajo.
- No se utilizarán, si la posición necesaria sobre ellas para realizar un determinado trabajo, obliga a ubicar los pies en los 3 últimos peldaños.
- Se utilizarán montadas siempre sobre pavimentos horizontales.

Para el uso de escaleras de mano, independientemente de los materiales que las constituyen.

- Se prohíbe la utilización de escaleras de mano en esta obra para salvar alturas superiores a 5 m.
- Las escaleras de mano a utilizar en esta obra, estarán dotadas en su extremo inferior de zapatas antideslizantes de seguridad.
- Las escaleras de mano a utilizar en esta obra, estarán firmemente amarradas en su extremo superior al objeto o estructura al que dan acceso.
- Las escaleras de mano a utilizar en esta obra, sobrepasarán en 1 m. la altura a salvar.
- Las escaleras de mano a utilizar en esta obra, se instalarán de tal forma, que su apoyo inferior diste de la proyección vertical del superior, 1/4 de la longitud del larguero entre apoyos.
- Se prohíbe en esta obra transportar pesos a mano (o a hombro), iguales o superiores a 25 Kilos sobre las escaleras de mano.
- Se prohíbe apoyar la base de las escaleras de mano de esta obra, sobre lugares u objetos poco firmes que pueden mermar la estabilidad de este medio auxiliar.
- El acceso de operarios en esta obra, a través de las escaleras de mano, se realizará de uno en uno. Se prohíbe la utilización al unísono de la escalera a dos o más operarios.
- El ascenso y descenso y trabajo a través de las escaleras de mano de esta obra, se efectuará frontalmente, es decir, mirando directamente hacia los peldaños que se están utilizando.

Prendas de protección personal recomendables.

- Casco de polietileno.
- Botas de seguridad.
- Calzado antideslizante.
- Cinturón de seguridad clase A o C.

### 12.2.1.7.6.5 Puntales

Este elemento auxiliar es manejado corrientemente bien por el carpintero encofrador, bien por el peonaje.

El conocimiento del uso correcto de este útil auxiliar está en proporción directa con el nivel de la seguridad.

Riesgos detectables más comunes.

- Caída desde altura de las personas durante la instalación de puntales.
- Caída desde altura de los puntales por incorrecta instalación.
- Caída desde altura de los puntales durante las maniobras de transporte elevado.
- Golpes en diversas partes del cuerpo durante la manipulación.
- Atrapamiento de dedos (extensión y retracción).
- Caída de elementos conformadores del puntal sobre los pies.
- Vuelco de la carga durante operaciones de carga y descarga.
- Rotura del puntal por fatiga del material.
- Rotura del puntal por mal estado (corrosión interna y/o externa).
- Deslizamiento del puntal por falta de acuñamiento o de clavazón.
- Desplome de encofrados por causa de la disposición de puntales.
- Otros.

Normas o medidas preventivas.

- Los puntales se acopiarán ordenadamente por capas horizontales de un único puntal en altura y fondo el que desee, con la única salvedad de que cada capa se disponga de forma perpendicular a la inmediata inferior.
- La estabilidad de las torretas de acopio de puntales, se asegurará mediante la hincas de "pies derechos" de limitación lateral.
- Se prohíbe expresamente tras el desencofrado el amontonamiento irregular de los puntales.
- Los puntales se izarán (o descenderán) a las plantas en paquetes uniformes sobre bateas, flejados para evitar derrames innecesarios.
- Los puntales se izarán (o descenderán) a las plantas en paquetes flejados por los dos extremos; el conjunto, se suspenderá mediante aparejo de eslingas del gancho de la grúa torre.
- Se prohíbe expresamente en esta obra, la carga a hombro de más de dos puntales por un solo hombre en prevención de sobreesfuerzos.
- Los puntales de tipo telescópico se transportarán a brazo u hombro con los pasadores y mordazas instaladas en posición de inmovilidad de la capacidad de extensión o retracción de los puntales.
- Los tabloncillos durmientes de apoyo de los puntales que deben trabajar inclinados con respecto a la vertical serán los que se acuñarán. Los puntales, siempre apoyarán de forma perpendicular a la cara del tablón.
- Los puntales se clavarán al durmiente y a la sopanda, para conseguir una mayor estabilidad.
- El reparto de la carga sobre las superficies apuntaladas se realizará uniformemente repartido. Se prohíbe expresamente en esta obra las sobrecargas puntuales.

Normas o medidas preventivas tipo para el uso de puntales de madera.

- Serán de una sola pieza, en madera sana, preferiblemente sin nudos y seca.
- Estarán descortezados con el fin de poder ver el estado real del rollizo.
- Tendrán la longitud exacta para el apeo en el que se les instale.
- Se acuñarán, con doble cuña de madera superpuesta en la base calvándose entre sí.
- Preferiblemente no se emplearán dispuestos para recibir solicitaciones a flexión.

## 12. ESTUDIOS CON ENTIDAD PROPIA

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

---

- Se prohíbe expresamente en esta obra el empalme o suplementación con tacos (o fragmentos de puntal, materiales diversos y asimilables), los puntales de madera.
- Todo puntal agrietado se rechazará para el uso de transmisión de cargas.

Normas o medidas preventivas tipo para el uso de puntales metálicos.

- Tendrán la longitud adecuada para la misión a realizar.
- Estarán en perfectas condiciones de mantenimiento (ausencia de óxido, pintados, con todos sus componentes, etc.).
- Los tornillos sin fin los tendrán engrasados en prevención de esfuerzos innecesarios.
- Carecerán de deformaciones en el fuste (abolladuras o torcimientos).
- Estarán dotados en sus extremos de las placas para apoyo y clavazón.

Prendas de protección personal recomendables.

- Casco de polietileno (preferible con barbuquejo).
- Ropa de trabajo.
- Guantes de cuero.
- Cinturón de seguridad.
- Botas de seguridad.
- Las propias del trabajo específico en el que se empleen puntales.

### *12.2.1.7.7 Maquinaria de obra*

#### **12.2.1.7.7.1 Maquinaria en general**

Riesgos detectables más comunes.

- Vuelcos.
- Hundimientos.
- Choques.
- Formación de atmósferas agresivas o molestas.
- Ruido.
- Explosión e incendios.
- Atropellos.
- Caídas a cualquier nivel.
- Atrapamientos.
- Cortes.
- Golpes y proyecciones.
- Contactos con la energía eléctrica.
- Los inherentes al propio lugar de utilización.
- Los inherentes al propio trabajo a ejecutar.
- Otros.

Normas o medidas preventivas.

- Los motores con transmisión a través de ejes y poleas, estarán dotados de carcasas protectoras antiatrapamientos (cortadoras, sierras, compresores, etc.).
- Los motores eléctricos estarán cubiertos de carcasas protectoras eliminadoras del contacto directo con la energía eléctrica. Se prohíbe su funcionamiento sin carcasa o con deterioros importantes de éstas.
- Se prohíbe la manipulación de cualquier elemento componente de una máquina accionada mediante energía eléctrica, estando conectada a la red de suministro.
- Los engranajes de cualquier tipo, de accionamiento mecánico, eléctrico o manual, estarán cubiertos por carcasas protectoras antiatrapamientos.

## 12. ESTUDIOS CON ENTIDAD PROPIA

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

---

- Las máquinas de funcionamiento irregular o averiado serán retiradas inmediatamente para su reparación.
- Las máquinas averiadas que no se puedan retirar se señalarán con carteles de aviso con la leyenda: "MAQUINA AVERIADA, NO CONECTAR".
- Se prohíbe la manipulación y operaciones de ajuste y arreglo de máquinas al personal no especializado específicamente en la máquina objeto de reparación.
- Como precaución adicional para evitar la puesta en servicio de máquinas averiadas o de funcionamiento irregular, se bloquearán los arrancadores, o en su caso, se extraerán los fusibles eléctricos.
- La misma persona que instale el letrero de aviso de "MAQUINA AVERIADA", será la encargada de retirarlo, en prevención de conexiones o puestas en servicio fuera de control.
- Solo el personal autorizado será el encargado de la utilización de una determinada máquina o máquina-herramienta.
- Las máquinas que no sean de sustentación manual se apoyarán siempre sobre elementos nivelados y firmes.
- La elevación o descenso a máquina de objetos, se efectuará lentamente, izándolos en directriz vertical. Se prohíben los tirones inclinados.
- Los ganchos de cuelgue de los aparatos de izar quedarán libres de cargas durante las fases de descenso.
- Las cargas en transporte suspendido estarán siempre a la vista, con el fin de evitar los accidentes por falta de visibilidad de la trayectoria de la carga.
- Los ángulos sin visión de la trayectoria de carga, se suplirán mediante operarios que utilizando señales preacordadas suplan la visión del citado trabajador.
- Se prohíbe la permanencia o el trabajo de operarios en zonas bajo la trayectoria de cargas suspendidas.
- Los aparatos de izar a emplear en esta obra, estarán equipados con limitador de recorrido del carro y de los ganchos, carga punta giro por interferencia.
- Los motores eléctricos de grúas y de los montacargas estarán provistos de limitadores de altura y del peso a desplazar, que automáticamente corten el suministro eléctrico al motor cuando se llegue al punto en el que se debe detener el giro o desplazamiento de la carga.
- Los cables de izado y sustentación a emplear en los aparatos de elevación y transportes de cargas en esta obra, estarán calculados expresamente en función de los solicitados para los que se los instala.
- La sustitución de cables deteriorados se efectuará mediante mano de obra especializada, siguiendo las instrucciones del fabricante.
- Los lazos de los cables estarán siempre protegidos interiormente mediante forrillos guardacabos metálicos, para evitar deformaciones y cizalladuras.
- Los cables empleados directa o auxiliariamente para el transporte de cargas suspendidas se inspeccionarán como mínimo una vez a la semana por el Servicio de Prevención, que previa comunicación al Jefe de Obra, ordenará la sustitución de aquellos que tengan más del 10% de hilos rotos.
- Los ganchos de sujeción o sustentación, serán de acero o de hierro forjado, provistos de "pestillo de seguridad".
- Se prohíbe en esta obra, la utilización de enganches artesanales construidos a base de redondos doblados.
- Todos los aparatos de izado de cargas llevarán impresa la carga máxima que pueden soportar.
- Todos los aparatos de izar estarán sólidamente fundamentados, apoyados según las normas del fabricante.
- Se prohíbe en esta obra, el izado o transporte de personas en el interior de jaulones, bateas, cubilotes y asimilables.



## 12. ESTUDIOS CON ENTIDAD PROPIA

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

---

- Todas las máquinas con alimentación a base de energía eléctrica, estarán dotadas de toma de tierra.
- Los carriles para desplazamiento de grúas estarán limitados, a una distancia de 1 m. de su término, mediante topes de seguridad de final de carrera.
- Se mantendrá en buen estado la grasa de los cables de las grúas (montacargas, etc.).
- Semanalmente, el Servicio de Prevención, revisará el buen estado del lastre y contrapeso de la grúa torre, dando cuenta de ello al Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de obra.
- Semanalmente, por el Servicio de Prevención, se revisarán el buen estado de los cables contravientos existentes en la obra, dando cuenta de ello al Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de obra.
- Los trabajos de izado, transporte y descenso de cargas suspendidas, quedarán interrumpidos bajo régimen de vientos superiores a los señalados para ello, por el fabricante de la máquina.

Prendas de protección personal recomendables.

- Casco de polietileno.
- Ropa de trabajo.
- Botas de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Otros.

### 12.2.1.7.7.2 Maquinaria para el movimiento de tierras en general

Riesgos detectables más comunes.

- Vuelco.
- Atropello.
- Atrapamiento.
- Los derivados de operaciones de mantenimiento (quemaduras, atrapamientos, etc.).
- Vibraciones.
- Ruido.
- Polvo ambiental.
- Caídas al subir o bajar de la máquina.
- Otros.

Normas o medidas preventivas.

- Las máquinas para los movimientos de tierras a utilizar en esta obra, estarán dotadas de faros de marcha hacia adelante y de retroceso, retrovisores en ambos lados, pórtico de seguridad antivuelco y antiimpactos y un extintor.
- Las máquinas para el movimiento de tierras a utilizar en esta obra, serán inspeccionadas diariamente controlando el buen funcionamiento del motor, sistemas hidráulicos, frenos, dirección, luces, bocina retroceso, transmisiones, cadenas y neumáticos.
- Se prohíbe trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria de movimiento de tierras, para evitar los riesgos por atropello.
- Se prohíbe en esta obra, el transporte de personas sobre las máquinas para el movimiento de tierras, para evitar los riesgos de caídas o de atropellos.
- Se prohíben las labores de mantenimiento o reparación de maquinaria con el motor en marcha, en prevención de riesgos innecesarios.

## 12. ESTUDIOS CON ENTIDAD PROPIA

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

---

- Se instalarán topes de seguridad de fin de recorrido, ante la coronación de los cortes de taludes o terraplenes, a los que debe aproximarse la maquinaria empleada en el movimiento de tierras, para evitar los riesgos por caída de la máquina.
- Se señalizarán los caminos de circulación interna mediante cuerda de banderolas y señales normalizadas de tráfico.
- Se prohíbe en esta obra la realización de replanteos o de mediciones en las zonas donde están operando las máquinas para el movimiento de tierras. Antes de proceder a las tareas enunciadas, será preciso parar la maquinaria, o alejarla a otros tajos.
- Se prohíbe el acopio de tierras a menos de 2 m. del borde de la excavación.

Prendas de protección personal recomendables.

- Casco de polietileno (de uso obligatorio para abandonar la cabina).
- Gafas de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Ropa de trabajo.
- Trajes para tiempo lluvioso.
- Botas de seguridad.
- Protectores auditivos.
- Botas de goma o de P.V.C.
- Cinturón elástico antivibratorio.

### 12.2.1.7.7.3 Hormigonera eléctrica

Riesgos detectables más frecuentes.

- Atrapamientos (paletas, engranajes, etc.)
- Contactos con la energía eléctrica.
- Sobreesfuerzos.
- Golpes por elementos móviles.
- Polvo ambiental.
- Ruido ambiental.
- Otros.

Normas o medidas preventivas.

- Las hormigoneras se ubicarán en los lugares reseñados para tal efecto en los "planos de organización de obra".
- Las hormigoneras a utilizar en esta obra, tendrán protegidos mediante una carcasa metálica los órganos de transmisión –correas, corona y engranajes–, para evitar los riesgos de atrapamiento.
- Las carcasas y demás partes metálicas de las hormigoneras estarán conectadas a tierra.
- La botonera de mandos eléctricos de la hormigonera lo será de accionamiento estanco, en prevención del riesgo eléctrico.
- Las operaciones de limpieza directa–manual, se efectuarán previa desconexión de la red eléctrica de la hormigonera, para previsión del riesgo eléctrico y de atrapamientos.
- Las operaciones de mantenimiento estarán realizadas por personal especializado para tal fin.

Prendas de protección personal recomendables.

- Casco de polietileno.
- Gafas de seguridad antipolvo (antisalpicaduras de pastas).

## 12. ESTUDIOS CON ENTIDAD PROPIA

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

---

- Ropa de trabajo.
- Guantes de goma o P.V.C.
- Botas de seguridad de goma o de P.V.C.
- Trajes impermeables.
- Mascarilla con filtro mecánico recambiable.

### 12.2.1.7.7.4 Vibrador

Riesgos detectables más comunes.

- Descargas eléctricas.
- Caídas desde altura durante su manejo.
- Caídas a distinto nivel del vibrador.
- Salpicaduras de lechada en ojos y piel.
- Vibraciones.

Normas preventivas.

- Las operaciones de vibrado se realizarán siempre sobre posiciones estables.
- Se procederá a la limpieza diaria del vibrador luego de su utilización.
- El cable de alimentación del vibrador deberá estar protegido, sobre todo si discurre por zonas de paso de los operarios.
- Los vibradores deberán estar protegidos eléctricamente mediante doble aislamiento.

Protecciones personales recomendables.

- Ropa de trabajo.
- Casco de polietileno.
- Botas de goma.
- Guantes de seguridad.
- Gafas de protección contra salpicaduras.

### 12.2.1.7.7.5 Maquinas – herramienta en general

En este apartado se consideran globalmente los riesgos de prevención apropiados para la utilización de pequeñas herramientas accionadas por energía eléctrica: Taladros, rozadoras, cepilladoras metálicas, sierras, etc., de una forma muy genérica.

A) Riesgos detectables más comunes.

- Cortes.
- Quemaduras.
- Golpes.
- Proyección de fragmentos.
- Caída de objetos.
- Contacto con la energía eléctrica.
- Vibraciones.
- Ruido.
- Otros.

B) Normas o medidas preventivas colectivas.

- Las máquinas–herramientas eléctricas a utilizar en esta obra, estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento.
- Los motores eléctricos de las máquina–herramientas estarán protegidos por la carcasa y resguardos propios de cada aparato, para evitar los riesgos de atrapamientos, o de contacto con la energía eléctrica.

- Las transmisiones motrices por correas, estarán siempre protegidas mediante bastidor que soporte una malla metálica, dispuesta de tal forma, que permitiendo la observación de la correcta transmisión motriz, impida el atrapamiento de los operarios o de los objetos.
- Las máquinas en situación de avería o de semiavería se entregarán al Servicio de Prevención para su reparación.
- Las máquinas-herramienta con capacidad de corte, tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.
- Las máquinas-herramienta no protegidas eléctricamente mediante el sistema de doble aislamiento, tendrán sus carcasas de protección de motores eléctricos, etc., conectadas a la red de tierras en combinación con los disyuntores diferenciales del cuadro eléctrico general de la obra.
- En ambientes húmedos la alimentación para las máquinas-herramienta no protegidas con doble aislamiento, se realizará mediante conexión a transformadores a 24 V.
- Se prohíbe el uso de máquinas-herramientas al personal no autorizado para evitar accidentes por impericia.
- Se prohíbe dejar las herramientas eléctricas de corte o taladro, abandonadas en el suelo, o en marcha aunque sea con movimiento residual en evitación de accidentes.

### C) Prendas de protección personal recomendables.

- Casco de polietileno.
- Ropa de trabajo.
- Guantes de seguridad.
- Guantes de goma o de P.V.C.
- Botas de goma o P.V.C.
- Botas de seguridad.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Protectores auditivos.
- Mascarilla filtrante.
- Máscara antipolvo con filtro mecánico o específico recambiable.

#### 12.2.1.7.7.6 Herramientas manuales

##### Riesgos detectables más comunes.

- Golpes en las manos y los pies.
- Cortes en las manos.
- Proyección de partículas.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.

##### Normas o medidas preventiva.

- Las herramientas manuales se utilizarán en aquellas tareas para las que han sido concebidas.
- Antes de su uso se revisarán, desechándose las que no se encuentren en buen estado de conservación.
- Se mantendrán limpias de aceites, grasas y otras sustancias deslizantes.
- Para evitar caídas, cortes o riesgos análogos, se colocarán en portaherramientas o estantes adecuados.
- Durante su uso se evitará su depósito arbitrario por los suelos.
- Los trabajadores recibirán instrucciones concretas sobre el uso correcto de las herramientas que hayan de utilizar.

Prendas de protección personal recomendables.

- Cascos.
- Botas de seguridad.
- Guantes de cuero o P.V.C.
- Ropa de trabajo.
- Gafas contra proyección de partículas.
- Cinturones de seguridad.
- Los riesgos que por distintos motivos no puedan ser eliminados, deberán enumerarse especificándose las medidas preventivas y protecciones tanto individuales como colectivas que se proponen.

### **12.2.1.8 Mantenimiento**

En este apartado se incluyen todas las operaciones de reparación, conservación y mantenimiento una vez concluidas las obras.

A continuación, se indican los criterios que deben tenerse en cuenta en la programación de las acciones que la Propiedad, mediante personal adecuado o técnico competente, deberá planificar y realizar periódicamente en el proceso de explotación.

#### *12.2.1.8.1 Legislación vigente*

Se tendrán en cuenta la reglamentación vigente de ámbito estatal, autonómico y local, relativa a la ejecución de los trabajos que deben realizarse para llevar a cabo los cuidados de manutención, repaso y reparaciones durante el proceso de explotación, así como las correspondientes condiciones de seguridad a tener en cuenta en estas actividades.

En el momento de la programación periódica de estas actividades, el responsable encargado por la Propiedad, comprobará la vigencia de las previsiones y actualizará, si es posible, aquellos aspectos que hubieran sido innovados por la autoridad competente.

Los ámbitos de cobertura serán los definidos por la normativa vigente, en cada momento, tal como a título de ejemplo, se expresa a continuación:

- Reglamento electrónico para baja tensión e Instrucciones Técnicas complementarias que lo desarrollan.
- Reglamento de redes de acometidas y aparatos de combustibles gaseosos e Instrucciones que lo desarrollan.
- Reglamento de instalaciones de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria e Instrucciones Técnicas complementarias que los desarrollan
- Reglamento de aparatos a presión e Instrucciones Técnicas complementarias.
- Norma Básica de la Edificación NBE-CPI-91, Condiciones de protección contra Incendios.
- Hojas de mantenimiento y Condiciones de Seguridad de las Normas Tecnológicas de la Edificación NTE.
- Ordenanzas de trabajo, Seguridad e Higiene.
- Reglamentación sobre señalización, medios de protección personal y colectiva.
- Reglamento de aparatos y maquinaria para obras.
- Ordenanzas municipales.
- Normas Técnicas Reglamentarias MT de la Dirección General de Trabajo.
- Etc....

### *12.2.1.8.2 Limitaciones de uso*

Durante el uso se evitaran aquellas actuaciones que puedan alterar las condiciones iniciales para las que fue previsto y por tanto, producir deterioros o modificaciones substanciales en su funcionalidad.

### *12.2.1.8.3 Precauciones, cuidados y manutención*

En función de la tipología, sus características constructivas y equipamiento de que dispongan, se señalaran las precauciones más características que deban tomarse en consideración, los cuidados y prestaciones que deben realizarse, así como la manutención necesaria, señalando para cada una de estas actuaciones la periodicidad aconsejable con que deben realizarse para conservar en correcto estado de explotación.

### *12.2.1.8.4 Cerramientos*

#### Precauciones

- No fijar elementos pesados ni cargar o transmitir empujes sobre el cerramiento
- Evitar humedades perniciosas permanentes o habituales
- No efectuar rozas que disminuyan la sección del cerramiento
- No abrir huecos en los cerramientos
- Etc...

#### Cuidados

- Vigilar la aparición de grietas, desplomes o cualquier otra anomalía
- Vigilar el estado de los materiales
- Comprobar el estado de relleno de juntas y material de sellado
- Limpieza
- Inspección de los elementos fijos de seguridad en cerramientos, tales como ganchos de servicio, escaleras de pates, etc...
- Etc...

#### Manutención

- Material de relleno de juntas y material de sellado
- Productos de limpieza
- Etc...

### *12.2.1.8.5 Instalación de aprovechamiento de aguas pluviales*

#### Preparaciones

- Evitar modificaciones de la red

#### Cuidados

- Limpieza de canalones, bajantes y arquetas
- Limpieza e inspección del depósito acumulador y de sus componentes
- Comprobar el funcionamiento de los cierres hidráulicas y del resto de elementos que forman la red
- Vigilar la estanquidad de la red
- Limpieza de los filtros separadores
- Vigilancia e inspección del estado de los materiales

#### Manutención

- Productos de limpieza

### 12.2.1.8.6 *Instalación de iluminación*

#### Preparaciones

- Evitar modificaciones en la instalación
- Desconectar el suministro de electricidad antes de manipular la red
- Desconectar la red en ausencias prolongadas
- No aumentar el potencial en la red por encima de las previsiones
- Evitar humedades perniciosas permanentes o habituales

#### Cuidados

- Comprobar los dispositivos de protección
- Comprobar las intensidades nominales en la relación con la sección de los conductos
- Comprobar el aislamiento y la continuidad de la instalación interior
- Comprobar la resistencia de la puesta a tierra
- Comprobar el estado de las conexiones de la línea principal y de las barras de puesta a tierra
- Limpieza de luminarias
- Vigilar el estado de los materiales

#### Manutención

- Suministro de energía eléctrica
- Productos de limpieza

### 12.2.1.8.7 *Instalación de Calefacción*

#### Preparaciones

- Evitar modificaciones en la instalación
- Desconectar el suministro de electricidad y comprobar que las calderas no están funcionando y las válvulas de corte están cerradas antes de manipular la instalación.
- Desconectar la red en ausencias prolongadas
- Evitar humedades perniciosas permanentes o habituales

#### Cuidados

- Comprobar los dispositivos de protección
- Comprobar los parámetros de funcionamiento de los generadores de calor
- Comprobar el aislamiento y la continuidad de la instalación interior
- Comprobar la resistencia de la puesta a tierra
- Limpieza del local
- Vigilar el estado de los materiales

#### Manutención

- Suministro de combustible
- Productos de limpieza

## 12.2.2 *Pliego de Condiciones*

### 12.2.2.1 **Normativa legal de aplicación**

El “ESTUDIO DE OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES EN LA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE LA UDC MEDIANTE EL USO DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS.”, objeto del estudio de seguridad, estará regulado a

lo largo de su ejecución por los textos que a continuación se citan, siendo de obligado cumplimiento para las partes implicadas.

### *12.2.2.1.1 Generales*

- Ley 54/2003. de 12 de Diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales (BOE nº298, de 13/12/2003).
- Capítulo XVI: Seguridad e Higiene; secciones 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> y 3<sup>a</sup> de la Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica. (O.M. de 28 de agosto de 1.970)
- Ley 31/1995 de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos. Parte I: Servicio de Prevención.
- Título II (Capítulos I a XII): Condiciones Generales de los Centros de Trabajo y de los Mecanismos y Medidas de Protección.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 1627/97 de 24 de octubre de 1997, por el que se establecen las Disposiciones Mínimas de Seguridad y de Salud en las Obras de Construcción.
- Ordenanzas municipales.

### *12.2.2.1.2 Señalizaciones*

- Real Decreto 485/97, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

### *12.2.2.1.3 Equipos de protección individual*

- Real Decreto 1.407/1.992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual-EPI. Modificado por: Real Decreto 159/1995, de 3 de febrero.
- Real Decreto 773/1.997 de 30 de mayo, del Ministerio de Presidencia, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual (BOE 12/06/1997)
- Real Decreto 1435/1992, de 27 de noviembre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la directiva del consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre maquinas. BOE 11/12/1992. Modificado por: Real Decreto 56/1995. BOE 8/2/1995.
- Real Decreto 1849/2000, de 10 de noviembre, por el que se derogan diferentes disposiciones en materia de normalización y homologación de productos industriales. BOE 2/12/2000.

### *12.2.2.1.4 Equipos de obra*

- Real Decreto 1215/1.997, de 18 de julio, del Ministerio de Presidencia por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo (BOE 07/08/1997).
- Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura. BOE 13/11/2004.

### *12.2.2.1.5 Seguridad en máquinas y herramientas*

- Real Decreto 1.435/1.992 de 27 de noviembre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la



aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas. Modificado por R.D. 56/1.995, de 20 de enero.

- Real Decreto 1.495/1.986, de 26 de Mayo, aprueba el Reglamento de Seguridad en las máquinas. Modificado por: Real Decreto 830/1991.
- Orden de 8 de Abril de 1991, por la que se aprueba la Instrucción Técnica Complementaria MSG-SM-1 del Reglamento de Seguridad en las Máquinas, referente a máquinas, elementos de máquinas o sistemas de protección, usados.
- Real Decreto 1.215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

### *12.2.2.1.6 Protección acústica y ambientes de trabajo*

- Real Decreto 1.316/1.989, del M<sup>o</sup> de Relaciones con las Cortes y de la Secretaría del Gobierno. 27/10/1.989. Protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.
- Real Decreto 245/1.989, del M<sup>o</sup> de Industria y Energía. 27/02/1.989. Determinación y limitación de la potencia acústica admisible de determinado material y maquinaria para construcción. Modificado por la Orden de 18 de julio de 1991 y Real Decreto 71/1992.
- Orden del M<sup>o</sup> de Industria y Energía. 17/11/1.989. Modificación del Real Decreto 245/1.989, 27/02/1.989.
- Real Decreto 71/1.992, del M<sup>o</sup> de Industria, 31/01/1.992. Se amplía el ámbito de aplicación del Real Decreto 245/1.989, 27/02/1.989, y se establecen nuevas especificaciones técnicas de determinados materiales y maquinaria de obra.
- Orden del M<sup>o</sup> de Industria y Energía. 29/03/1.996. Modificación del Anexo I del Real Decreto 245/1.989.
- Directiva del Consejo, de 26 de noviembre de 1990, sobre protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos, durante el trabajo.
- Directiva de la Comisión, de 29 de mayo de 1991, relativa al establecimiento de valores límite de carácter indicativo, mediante la aplicación de la Directiva 80/1107/CEE del Consejo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes químicos, físicos y biológicos durante el trabajo.
- Directiva del Consejo, de 12 de octubre de 1993, por la que se modifica la Directiva 90/679/CEE, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo (Séptima Directiva específica).
- Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, en el que se establecen las normas sobre protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.

### *12.2.2.1.7 Electricidad*

- Decreto 2.413/1.973, de 20 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión. Modificado por: Decreto 2.295/1.985 de 9 de octubre.
- Instrucciones Técnicas Complementarias del Decreto 2413/1973.
- Real Decreto 614/2.001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

### *12.2.2.1.8 Movimiento manual de cargas*

## 12. ESTUDIOS CON ENTIDAD PROPIA

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

---

- Decreto de 26 de julio de 1957, que aprueba el Reglamento de trabajos prohibidos a menores por peligrosos e insalubres.
- Instrumento de ratificación del Convenio 127, relativo al peso máximo de la carga que puede ser transportada por un trabajador, de 7 de junio de 1967.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.

### *12.2.2.1.9 Otras disposiciones de aplicación*

- Orden de 20/09/1.986: Modelo de libro de Incidencias correspondiente a las obras en que sea obligatorio un Estudio de Seguridad y Salud en el trabajo.
- Orden de 6/05/1.988: Requisitos y datos de las comunicaciones de apertura previa o reanudación de actividades de empresas y centros de trabajo.

### **12.2.2.2 Obligaciones de las partes implicadas**

#### *12.2.2.2.1 De la propiedad*

La propiedad, viene obligada a incluir el presente Estudio de Seguridad y Salud, como documento adjunto del Proyecto de Obra.

El promotor designará un coordinador en materia de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto de obra cuando en la elaboración del mismo intervengan varios proyectistas.

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o varios trabajadores autónomos, el promotor, antes del inicio de los trabajos, designará un coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

La inclusión en el proyecto de ejecución de obra de un Estudio de Seguridad y Salud será requisito necesario para el visado de aquel en el colegio profesional correspondiente, así como para la expedición de la licencia municipal, demás autorizaciones y trámites por parte de las Administraciones Públicas.

Asimismo, abonará a la Empresa Constructora, previa certificación del Coordinador de Seguridad y Salud, las partidas que se incluyan durante la redacción del "Presupuesto" del Plan de Seguridad y Salud. Si se implantasen elementos de seguridad, no incluidos en el Presupuesto, durante la realización de la obra, éstos se abonarán igualmente a la Empresa Constructora, previa autorización del Coordinador de Seguridad y Salud.

Por último, la Propiedad vendrá obligada a abonar al Coordinador de Seguridad y Salud, los honorarios devengados en concepto de implantación, control y valoración del Plan de Seguridad y Salud.

#### *12.2.2.2.2 De la empresa constructora*

La/s Empresa/s Contratista/s viene/n obligada/s a cumplir las directrices contenidas en el Estudio de Seguridad y Salud, a través del/los Plan/es de Seguridad y Salud, coherente/s con el anterior y con los sistemas de ejecución que la misma vaya a emplear. El Plan de Seguridad y Salud, contará con la aprobación del Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de obra, y será previo al comienzo de la obra.

La/s Empresa/s Constatista/s, cumplirá/n las estipulaciones preventivas del Estudio y el Plan de Seguridad y Salud, respondiendo solidariamente de los daños que se deriven de la infracción del mismo por su parte o de los posibles subcontratistas y empleados.

## 12. ESTUDIOS CON ENTIDAD PROPIA

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

---

El Contratista estará obligado responsablemente a cumplir y a hacer cumplir a su personal y al personal de los posibles gremios o empresas subcontratadas, empresas de suministros, transporte, mantenimiento o cualquier otra, todas las disposiciones y normas legales existentes a nivel internacional, estatal, autonómico, provincial y local que sean de aplicación y estén vigentes o entren en vigencia durante la realización de la obra.

Todo lo que sin apartarse del espíritu general del Proyecto ordene la Promoción o la Dirección Facultativa será ejecutado obligatoriamente por el Contratista aún cuando no esté estipulado expresamente en el mismo.

En ningún caso podrá deducirse relación contractual alguna entre las subcontratas o cualquier empresa de

suministros, transporte, mantenimiento u otras y la Promotora como consecuencia del desarrollo de aquellos trabajos parciales correspondientes al subcontrato o a compras y pedidos. El Contratista será, en todo caso, responsable de las actividades de las citadas empresas y de las obligaciones derivadas.

Es responsabilidad del Contratista la ejecución correcta de las medidas fijadas en el Plan de Seguridad y Salud, respondiendo solidariamente de las consecuencias que se deriven tanto el Contratista como las subcontratas o similares (suministro, transporte, mantenimiento u otras) que en la obra existieran respecto a las inobservancias de dichas medidas que fueren a los segundos imputables.

El Contratista, o el Contratista y las subcontratas solidariamente, será el único responsable frente al propio personal y la Administración, Organismos Públicos y privados o cualquier otro ente y/o persona física o jurídica de la correcta aplicación y cumplimiento de las obligaciones derivadas de la legislación vigente, especialmente en materia laboral y de seguridad e higiene. Esta responsabilidad se extiende en caso de accidente sufrido durante la realización de los trabajos.

El Contratista, o el Contratista y las subcontratas solidariamente, responderán íntegramente con entera indemnidad de la Promoción y de la Dirección, aún cuando cualquiera de estas últimas, una de ellas o las dos, fueran solidariamente sancionadas.

El Contratista, o el Contratista y las subcontratas solidariamente, será el único responsable de los daños y

perjuicios, de cualquier índole, causados a terceras personas, bienes o servicios con motivo de los trabajos.

El Contratista no podrá ceder ni traspasar ninguna de las obligaciones responsables asumidas a terceras personas sin el previo consentimiento escrito y expreso de la Promoción.

Por el hecho de autorizarse la cesión o traspaso citados en el punto anterior, el Contratista no quedará relevado bajo ningún concepto de las obligaciones y responsabilidades que pudieran derivarse para la Promoción o para la Dirección por las acciones u omisiones cometidas por el tercero subrogado, respondiendo en su mérito solidariamente con este.

Son obligaciones generales del Contratista, y de los posibles subcontratistas y similares (suministros, transporte, mantenimiento u otras) si los hubiera, cumplir con lo establecido por la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y cuantas, en materia de Seguridad y Salud Laboral, fueran de aplicación en los centros o lugares de trabajo de la Empresa, por razón de las actividades laborales que en ella se realicen.

La empresa constructora viene obligada a cumplir las directrices contenidas en el Estudio de Seguridad y Salud, a través del Plan de Seguridad y Salud, coherente con el anterior y con los sistemas de ejecución que la misma vaya a emplear. El Plan de Seguridad

y Salud contará con la aprobación del Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, y será previo al comienzo de la obra.

### *12.2.2.2.3 De los trabajadores*

Dispondrán de una adecuada formación sobre Seguridad y Salud Laboral mediante la información de los riesgos a tener en cuenta así como sus correspondientes medidas de prevención. La información deberá ser comprensible para los trabajadores afectados.

De acuerdo con el artículo 29 de la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, las obligaciones de los trabajadores en materia de prevención de riesgos son las siguientes:

Corresponde a cada trabajador velar, según sus posibilidades y mediante el cumplimiento de las medidas de prevención que en cada caso sean adoptadas, por su propia seguridad y salud en el trabajo y por la aquellas otras personas a las que pueda afectar su actividad profesional, causa de sus actos y omisiones en el trabajo, de conformidad con su formación y las instrucciones del empresario.

Los trabajadores, con arreglo a su formación y siguiendo las instrucciones del empresario, deberán en particular:

- Usar adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y, en general, cualesquiera otros medios con los que desarrollen su actividad.
- Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario, de acuerdo con las instrucciones recibidas de éste.
- No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes o que se instalen en los medios relacionados con su actividad o en los lugares de trabajo en los que ésta tenga lugar.
- Informar de inmediato a su superior jerárquico directo, y a los trabajadores designados para realizar actividades de protección y de prevención o, en su caso, al servicio de prevención, acerca de cualquier situación que, a su juicio, entrañe, por motivos razonables, un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente con el fin de proteger la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo.
- Cooperar con el empresario para que éste pueda garantizar unas condiciones de trabajo que sean seguras y no entrañen riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores.

El incumplimiento por los trabajadores de las obligaciones en materia de prevención de riesgos a que se refieren los apartados anteriores tendrá la consideración de incumplimiento laboral a los efectos previstos en el artículo 58.1 del Estatuto de los Trabajadores.

### *12.2.2.2.4 Del coordinador en materia de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto*

Al Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de obra le corresponderá el control y supervisión de la ejecución del Plan/es de Seguridad y Salud, autorizando previamente cualquier modificación de éste y dejando constancia escrita en el Libro de Incidencias.

Coordinará la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad:

- Al tomar las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente.

- Al estimar la duración requerida para la ejecución de estos distintos trabajos o fases de trabajo.

Coordinará las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra y, en particular, en las tareas o actividades a que se refiere el artículo 10 del Real Decreto 1626/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Aprobará el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones contenidas en el mismo.

Organizará la coordinación de actividades empresariales prevista en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Coordinará las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.

Adoptará las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

Periódicamente, según lo pactado, se realizarán las pertinentes certificaciones del Presupuesto de Seguridad, poniendo en conocimiento de la Propiedad y de los organismos competentes, el incumplimiento, por parte de la/s Empresa/s Contratista/s, de las medidas de Seguridad contenidas en el Estudio de Seguridad y Salud.

### **12.2.2.3 Organización general de la seguridad y salud durante la ejecución de la obra**

#### *12.2.2.3.1 Servicios de prevención*

Conforme a la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, las empresas que intervengan en la ejecución de la obra designarán sus representantes en materia de seguridad y salud.

El empresario deberá nombrar persona o persona encargada de prevención en la obra dando cumplimiento a lo señalado en el artículo 30 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Los trabajadores designados deberán tener la capacidad necesaria, disponer del tiempo y de los medios precisos y ser suficientes en número, teniendo en cuenta el tamaño de la empresa, así como los riesgos a que están expuestos los trabajadores y su distribución en la misma.

Los servicios de prevención deberán estar en condiciones de proporcionar a la empresa el asesoramiento y apoyo que precise en función de los tipos de riesgo en ella existentes y en lo referente a:

- El diseño, aplicación y coordinación de los planes y programas de actuación preventiva.
- La evaluación de los factores de riesgo que puedan afectar a la seguridad y la salud de los trabajadores en los términos previstos en el artículo 16 de esta Ley.
- La determinación de las prioridades en la adopción de las medidas preventivas adecuadas y la vigilancia de su eficacia.
- La información y formación de los trabajadores.
- La prestación de los primeros auxilios y planes de emergencia.

- La vigilancia de la salud de los trabajadores en relación con los riesgos derivados del trabajo.

El servicio de prevención tendrá carácter interdisciplinario, debiendo sus medios ser apropiados para cumplir sus funciones. Para ello, la formación, especialidad, capacitación, dedicación y número de componentes de estos servicios así como sus recursos técnicos, deberán ser suficientes y adecuados a las actividades preventivas a desarrollar, en función de las siguientes circunstancias:

- Tamaño de la empresa
- Tipos de riesgo que puedan encontrarse expuestos los trabajadores
- Distribución de riesgos en la empresa

### *12.2.2.3.2 Seguros de responsabilidad civil y todo riesgo en obra*

El contratista debe disponer de cobertura de responsabilidad civil en el ejercicio de su actividad industrial, cubriendo el riesgo inherente a su actividad como constructor por los daños a terceras personas de los que pueda resultar responsabilidad civil extracontractual a su cargo, por hechos nacidos de culpa o negligencia; imputables al mismo o a las personas de las que debe responder. Se entiende que esta responsabilidad civil debe quedar ampliada al campo de la responsabilidad civil patronal.

El contratista viene obligado a la contratación de un Seguro, en la modalidad de todo riesgo a la construcción, durante el plazo de ejecución de la obra con ampliación a un periodo de mantenimiento de un año, contado a partir de la fecha de terminación definitiva de la obra.

### *12.2.2.3.3 Formación*

Todo el personal que realice su cometido en las fases de cimentación, estructura y albañilería en general, deberá realizar un curso de Seguridad y Salud en la Construcción, en el que se les indicarán las normas generales sobre Seguridad y Salud que en la ejecución de esta obra se van a adoptar.

Esta formación deberá ser impartida por los Jefes de Servicios Técnicos o mandos intermedios, recomendándose su complementación por instituciones tales como los Gabinetes de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Mútua de Accidentes, etc.

Por parte de la Dirección de la empresa en colaboración con el Coordinador de Seguridad y Salud en ejecución de obra, se velará para que el personal sea instruido sobre las normas particulares que para la ejecución de cada tarea o para la utilización de cada máquina, sean requeridas.

Se impartirá al personal de obra, al comienzo de la misma y posteriormente con carácter periódico, charlas (o cursillos) sobre Seguridad y Salud Laboral, referidas a los riesgos inherentes a la obra en general.

Se impartirán charlas (o cursillos) específicas al personal de los diferentes gremios que intervengan en la obra, con explicación de los riesgos existentes y normas y medidas preventivas a utilizar.

Se informará a todo el personal que intervenga en la obra, sobre la existencia de productos inflamables, tóxicos, etc. y medidas a tomar en cada caso.

### *12.2.2.3.4 Reconocimientos Médicos*

Al ingresar en la empresa constructora todo trabajador deberá ser sometido a la práctica de un reconocimiento médico, el cual se repetirá con periodicidad máxima de un año.

Reconocimientos: Se deberá efectuar un reconocimiento médico a los trabajadores antes de que comiencen a prestar sus servicios en la obra, comprobando que son aptos (desde el punto de vista médico) para el tipo de trabajo que se les vaya a encomendar.

Periódicamente se efectuarán reconocimientos médicos a todo el personal de la obra.

### *12.2.2.3.5 Partes*

#### Informes de accidentes

Por cada accidente ocurrido, aunque haya sido sin baja, se rellenará un informe (independientemente y aparte del modelo oficial que se rellene para el envío a los Organismos Oficiales) en el que se especificarán los datos del trabajador, día y hora, lesiones sufridas, lugar donde ocurrió, maquinaria, maniobra o acción causante del accidente y normas o medidas preventivas a tener para evitar su repetición.

El informe deberá ser confeccionado por el responsable de seguridad de la obra, siendo enviadas copias del mismo a la Dirección Facultativa, constructor o Contratista Principal y Comité de Seguridad y Salud o Trabajadores Designados en tareas de Prevención de Riesgos.

#### Parte de deficiencias

El responsable de seguridad de la obra, emitirá periódicamente partes de detección de riesgos en los que se indicarán la zona de obra, los riesgos observados y las medidas de seguridad a implantar (o reparar) para su eliminación.

Copia de estos partes será enviada a la Dirección Facultativa, constructor o Contratista Principal y Comité de Seguridad y Salud o Trabajadores Designados en tareas de Prevención de Riesgos.

### *12.2.2.3.6 Libro de Incidencias*

Con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud en la obra, existirá un libro de incidencias habilitado al efecto y facilitado por el Colegio Oficial al que pertenezca el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Dicho libro constará de hojas duplicadas.

Las anotaciones de dicho libro podrán ser efectuadas por el constructor o contratista principal, subcontratistas y trabajadores autónomos, por personas u órganos con responsabilidad en materia de prevención en las empresas que intervengan en la obra, por los representantes de los trabajadores, por técnicos de Inspección de Trabajo y Seguridad Social, por la dirección facultativa. Dichas anotaciones estarán únicamente relacionadas con la inobservancia de las instrucciones y recomendaciones preventivas recogidas en el Plan de Seguridad y Salud.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el Coordinador en materia de Seguridad y Salud estará obligado a remitir, en el plazo de veinticuatro horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social y a notificar la anotación al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores.

### *12.2.2.3.7 Paralización de los trabajos*

Cuando el coordinador y durante la ejecución de las obras, observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista y dejará constancia de tal incumplimiento en el Libro de Incidencias, quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de tajos o, en su caso, de la totalidad de la obra.

Dará cuenta de este hecho a los efectos oportunos, a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. igualmente notificará al

contratista, y en su caso a los subcontratistas y/o autónomos afectados de la paralización y a los representantes de los trabajadores.

#### **12.2.2.4 Condiciones técnicas de los medios de protección**

Todas las prendas de protección personal o elementos de protección colectiva, tendrán fijado un periodo de vida útil, desechándose a su término.

Cuando por las circunstancias del trabajo se produzca un deterioro más rápido en una determinada prenda o equipo, se repondrá ésta, independientemente de la duración prevista o fecha de entrega.

Toda prenda o equipo de protección que haya sufrido un trato límite, es decir, el máximo para el que fue concebido (por ejemplo, por un accidente), será desechado y repuesto al momento.

Aquellas prendas que por su uso hayan adquirido más holguras o tolerancias de las admitidas por el fabricante, serán repuestas inmediatamente.

El uso de una prenda o equipo de protección nunca representará un riesgo en sí mismo.

##### *12.2.2.4.1 Protección personal*

Todo elemento de protección personal se ajustará al Real Decreto 773/1997, de 30 de Mayo, del Ministerio de Presidencia sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

Todo elemento de protección personal dispondrá de marca CE siempre que exista en el mercado. En aquellos casos en que no exista la citada marca CE, serán de calidad adecuada a sus respectivas prestaciones.

El encargado del Servicio de Prevención dispondrá en cada uno de los trabajos en obra la utilización de las prendas de protección adecuadas.

El personal de obra deberá ser instruido sobre la utilización de cada una de las prendas de protección individual que se le proporcionen. En el caso concreto del cinturón de seguridad, será preceptivo que el Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de obra proporcione al operario el punto de anclaje o en su defecto las instrucciones concretas para la instalación previa del mismo.

Todas las prendas de protección personal o elementos de protección colectiva, tendrán fijado un período de vida útil, desechándose a su término. Cuando por las circunstancias del trabajo se produzca un deterioro más rápido en un determinado equipo o prenda, se repondrá el mismo, independientemente de la duración prevista o de la fecha de entrega. Toda prenda o equipo que haya sufrido un trato límite, es decir, el máximo para el que fue concebido será desechado y/o resuelto. Aquellas prendas que por su uso hayan adquirido más holguras o tolerancias de las admitidas por el fabricante, serán repuestas de inmediato.

##### *12.2.2.4.2 Protecciones colectivas*

###### **12.2.2.4.2.1 Vallas de cierre**

La protección de todo el recinto de la obra se realizará mediante vallas autónomas de limitación y protección.

Estas vallas se situarán en el límite de la parcela tal como se indica en los planos y entre otras reunirán las siguientes condiciones:

- Tendrán 2 metros de altura.



## 12. ESTUDIOS CON ENTIDAD PROPIA

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

---

- Dispondrán de puerta de acceso para vehículos de 4 metros de anchura y puerta independiente de acceso de personal.
- La valla se realizará a base de pies de madera y mallazo metálico electrosoldado.
- Esta deberá mantenerse hasta la conclusión de la obra o su sustitución por el vallado definitivo.

### 12.2.2.4.2.2 Barandillas

En la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo en su artículo 23 se indican las condiciones que deben reunir las barandillas a utilizar en obra.

Entre otras:

- Las barandillas, plintos y rodapiés serán de materiales rígidos y resistentes.
- La altura de las barandillas será de 90cm sobre el nivel del pavimento y estará formada por una barra horizontal, listón intermedio y rodapié de 15cm de altura.
- Serán capaces de resistir una carga de 150Kg. por metro lineal.

### 12.2.2.4.2.3 Redes perimetrales

La protección del riesgo de caída al vacío por el borde perimetral del forjado en los trabajos de estructura y desencofrado, se hará mediante la utilización de redes perimetrales tipo bandeja.

La obligación de su utilización se deriva de lo dispuesto en la Ordenanza Laboral de la Construcción, Vidrio y Cerámica en sus artículos 192 y 193.

Las redes deberán ser de poliamida o poliéster formando malla rómbica de 100 mm como máximo.

La cuerda perimetral de seguridad será como mínimo de 10 mm. y los módulos de red serán atados entre si con cuerda de poliamida o poliéster como mínimo de 3 mm.

La red dispondrá, unida a la cuerda perimetral y del mismo diámetro de aquella, de cuerdas auxiliares de longitud suficiente para su atado a pilares o elementos fijos de la estructura.

Los soportes metálicos estarán constituidos por tubos de 50mm. de diámetro, anclados al forjado a través de la base de sustentación la cual se sujetará mediante dos puntales suelo-techo o perforando el forjado mediante pasadores.

Las redes se instalarán, como máximo, seis metros por debajo del nivel de realización de tareas, debiendo elevarse a medida que la obra gane altura.

### 12.2.2.4.2.4 Andamios tubulares

La protección de los riesgos de caída al vacío por el borde del forjado en los trabajos de cerramiento y acabados del mismo deberá realizarse mediante la utilización de andamios tubulares perimetrales.

Se justifica la utilización del andamio tubular perimetral como protección colectiva en base a que el empleo de otros sistemas alternativos como barandillas, redes, o cinturón de seguridad en base a lo dispuesto en los artículos 187, 192 y 193 de la Ordenanza Laboral de la Construcción, Vidrio y Cerámica, y 151 de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo en estas fases de obra y debido al sistema constructivo previsto no alcanzan el grado de efectividad que para la ejecución de la obra se desea.

El uso de los andamios tubulares perimetrales como medio de protección deberá ser perfectamente compatible con la utilización del mismo como medio auxiliar de obra, siendo condiciones técnicas las señaladas en el capítulo correspondiente de la memoria descriptiva

y en los artículos 241 al 245 de la citada Ordenanza Laboral de la Construcción, Vidrio y Cerámica.

#### **12.2.2.4.2.5 Señales de circulación**

Cumplirán lo previsto en el artículo 701 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3/75, BOE 07/08/1976) y se atenderán a lo indicado en la norma 8-3-I-C. Señalización de obras (Orden 31/08/1987, BOE 18/11/1987).

#### **12.2.2.4.2.6 Señales de seguridad**

Se proveerán y colocarán de acuerdo con el Real Decreto 485/1997 de 14 de Abril, por el que se aprueba la norma sobre señalización de seguridad y salud en el trabajo (BOE 23/04/1997).

#### **12.2.2.4.2.7 Plataformas de trabajo**

De acuerdo con el Art. N<sup>o</sup> 221 de la O.L.C.V.C. las pasarelas y plataformas estarán construidas de forma resistente con ancho mínimo de tres tablones (60 cm.) perfectamente anclados y dotadas en su perímetro y zonas de riesgo de caída de personas y objetos a distinto nivel con las barandillas reglamentarias de acuerdo con el R.D. 1627/1997.

### **12.2.2.5 Condiciones técnicas de la maquinaria**

La maquinaria dispondrá de todos los accesorios de prevención establecidos, serán manejados por personal especializado, se mantendrán en buen uso, para lo cual se someterán a revisiones periódicas y en caso de averías o mal funcionamiento se paralizarán hasta su reparación.

Los elementos de protección, tanto personales como colectivos deberán ser revisados periódicamente para que puedan cumplir eficazmente su función

Las máquinas con ubicación fija en obra, tales como la hormigonera serán las instaladas por personal competente y debidamente autorizado.

El mantenimiento y reparación de estas máquinas quedará, asimismo, a cargo de tal personal, el cual seguirá siempre las instrucciones señaladas por el fabricante de las máquinas.

Las operaciones de instalación y mantenimiento deberán registrarse documentalmente en los libros de registro pertinentes de cada máquina. De no existir estos libros para aquellas máquinas utilizadas con anterioridad en otras obras, antes de su utilización, deberán ser revisadas con profundidad por personal competente, asignándoles el mencionado libro de registro de incidencias.

Las máquinas con ubicación variable, tales como sierras, taladros, circular, vibrador, etc. deberán ser revisadas por personal experto antes de su uso en obra, quedando a cargo del Servicio de Prevención la realización del mantenimiento de las máquinas según las instrucciones proporcionadas por el fabricante.

El personal encargado del uso de las máquinas empleadas en obra deberá estar debidamente autorizado para ello, proporcionándosele las instrucciones concretas de uso.

### **12.2.2.6 Condiciones técnicas de la instalación eléctrica**

La instalación eléctrica provisional de obra se realizará siguiendo las pautas señaladas en los apartados correspondientes de la Memoria Descriptiva y de los Planos, debiendo ser realizada por empresa autorizada y siendo de aplicación lo señalado en el vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y Norma UNE 21.027.

## 12. ESTUDIOS CON ENTIDAD PROPIA

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

---

Todas las líneas estarán formadas por cables unipolares con conductores de cobre y aislados con goma o policloruro de vinilo, para una tensión nominal de 1.000 voltios.

La distribución de cada una de las líneas, así como su longitud, secciones de las fases y el neutro son los indicados en el apartado correspondiente a planos.

Todos los cables que presenten defectos superficiales u otros no particularmente visibles, serán rechazados.

Los conductores de protección serán de cobre electrolítico y presentarán el mismo aislamiento que los conductores activos. Se instalarán por las mismas canalizaciones que estos. Sus secciones mínimas se establecerán de acuerdo con la tabla V de la Instrucción MI.BT 017, en función de las secciones de los conductores de fase de la instalación.

Los tubos constituidos de P.V.C. o polietileno, deberán soportar sin deformación alguna, una temperatura de 60° C.

Los conductores de la instalación se identificarán por los colores de su aislamiento, a saber:

- Azul claro: Para el conductor neutro:
- Amarillo/Verde: Para el conductor de tierra y protección.
- Marrón/Negro/Gris: Para los conductores activos o de fase.

En los cuadros, tanto principales como secundarios, se dispondrán todos aquellos aparatos de mando, protección y maniobra para la protección contra sobrecargas (sobrecarga y corte circuitos) y contra contactos directos e indirectos, tanto en los circuitos de alumbrado como de fuerza.

Dichos dispositivos se instalarán en los orígenes de los circuitos así como en los puntos en los que la intensidad admisible disminuya, por cambiar la sección, condiciones de instalación, sistemas de ejecución o tipo de conductores utilizados.

Los aparatos a instalar son los siguientes:

- Un interruptor general automático magnetotérmico de corte omipolar que permita su accionamiento manual, para cada servicio.
- Dispositivos de protección contra sobrecargas y corto circuitos. Estos dispositivos son interruptores automáticos magnetotérmicos, de corte omipolar, con curva térmica de corte. La capacidad de corte de estos interruptores será inferior a la intensidad de corto circuitos que pueda presentarse en el punto de su instalación.

Los dispositivos de protección contra sobrecargas y corto circuitos de los circuitos interiores tendrán los polos que correspondan al número de fases del circuito que protegen y sus características de interrupción estarán de acuerdo con las intensidades máximas admisibles en los conductores del circuito que protegen.

- Dispositivos de protección contra contactos indirectos que al haberse optado por sistema de la clase B, son los interruptores diferenciales sensibles a la intensidad de defecto. Estos dispositivos se complementarán con la unión a una misma toma de tierra de todas las masas metálicas accesibles. Los interruptores diferenciales se instalan entre el interruptor general de cada servicio y los dispositivos de protección contra sobrecargas y corto circuitos, a fin de que estén protegidos por estos dispositivos.

En los interruptores de los distintos cuadros, se colocarán placas indicadoras de los circuitos a que pertenecen, así como dispositivos de mando y protección para cada una de las líneas generales de distribución y la alimentación directa a los receptores.

### **12.2.2.7 Normas para el manejo de herramientas eléctricas**

Todas las máquinas y herramientas eléctricas que no posean doble aislamiento, deberán estar conectadas a tierra.

El circuito al cual se conecten, debe estar protegido por un interruptor diferencial de 0,03 amperios de sensibilidad.

Los cables eléctricos, conexiones, etc. deberán estar en perfecto estado, siendo conveniente revisarlos con frecuencia.

Cuando se cambien útiles, se hagan ajustes o se efectúen reparaciones, se deben desconectar del circuito eléctrico, para que no haya posibilidad de ponerlas en marcha involuntariamente.

Si se necesita usar cables de extensión se deben hacer las conexiones empezando en la herramienta y siguiendo hacia la toma de corriente.

Cuando se usen herramientas eléctricas en zonas mojadas, se deben utilizar con el grado de protección que se especifica en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Nunca se deben dejar funcionando las herramientas eléctricas portátiles, cuando no se están utilizando. Al apoyarlas sobre el suelo, andamios, etc., deben desconectarse.

Las herramientas eléctricas (taladro, rotaflex, etc.) no se deben llevar colgando agarradas del cable.

Cuando se pase una herramienta eléctrica portátil de un operario a otro, se debe hacer siempre a máquina parada y a ser posible dejarla en el suelo para que el otro la coja y no mano a mano, por el peligro de una posible puesta en marcha involuntaria.

### **12.2.2.8 Normas para el manejo de herramientas de mano**

Mantener las herramientas en buen estado de conservación.

Cuando no se usan, tenerlas recogidas en cajas o cinturones porta-herramientas.

No dejarlas tiradas por el suelo, en escaleras, bordes de forjados o andamios, etc.

Usar cada herramienta únicamente para el tipo de trabajo para el cual está diseñada. No utilice la llave inglesa como martillo, el destornillador como cincel o la lima como palanca, pues hará el trabajo innecesariamente peligroso.

Los mangos de las herramientas deben ajustar perfectamente y no estar rajados.

Las herramientas de corte deben mantenerse perfectamente afiladas.

### **12.2.2.9 Normas técnicas a cumplir por los medios auxiliares y de mantenimiento**

- Previsiones en los medios auxiliares

Los medios auxiliares de obra corresponden a la ejecución y no a las medidas y equipos de seguridad, si bien deben cumplir adecuadamente las funciones de seguridad.

- Andamios y plataformas en general

Todos los andamios deben estar aprobados por la Dirección Técnica de Obra.

Antes de su primera utilización, el Jefe o Encargado de las obras someterá el andamiaje a una prueba de plena carga, posterior a efectuar un riguroso reconocimiento de cada uno de los elementos que lo componen.

## 12. ESTUDIOS CON ENTIDAD PROPIA

Lara M<sup>a</sup> Vázquez Balado

---

Diariamente y antes de comenzar los trabajos, el encargado de los tajos deberá realizar una inspección ocular de los distintos elementos que puedan dar origen a accidentes, tales como apoyos, plataformas de trabajo, barandillas y en general todos los elementos sometidos a esfuerzo.

En todo momento se mantendrá acotada la zona inferior a la que se realizan los trabajos, y si eso no fuera suficiente, para evitar daños a terceros, se mantendrá una persona como vigilante.

Las plataformas de trabajo tendrán un mínimo de 60 cm. de anchura y estarán firmemente ancladas a los apoyos de tal forma que se eviten los movimientos por deslizamiento o vuelco.

Las plataformas de trabajo ubicadas a 2 o más metros de altura, poseerán barandillas perimetrales completas de 90 cm. de altura, formadas por pasamanos, barra o listón intermedio y rodapié.

- Andamios tubulares

Los apoyos en el suelo se realizarán sobre zonas que no ofrezcan puntos débiles, por lo que es preferible usar durmientes de madera o bases de hormigón que repartan las cargas sobre una mayor superficie y ayuden a mantener la horizontalidad de la plataforma de trabajo.

Se dispondrán varios puntos de anclaje distribuidos por cada cuerpo de andamio y cada planta de la obra, para evitar vuelcos, a partir de los 5 m. de altura.

Todos los cuerpos del conjunto deberán disponer de arriostramientos del tipo de "Cruces de San Andrés". Este arriostramiento no se puede considerar una protección para la plataforma de trabajo.

Durante el montaje, se vigilará el grado de apriete de cada abrazadera para que sea el idóneo, evitando tanto que no sea suficiente y pueda soltarse, como que sea excesivo y pueda partirse.

Los trabajos de montaje y desmontaje, se realizarán con cinturones de seguridad y dispositivos anti-caída, y por los operarios especialistas de la casa suministradora de los andamios.

- Plataformas de trabajo en andamios tubulares

El ancho mínimo será de 60 cm.

Los elementos que la compongan se fijarán, a la estructura portante, de modo que no puedan darse basculamientos u otros movimientos peligrosos.

Su perímetro se protegerá mediante barandillas resistentes de 90 cm. de altura. con rodapiés de 20 cm. de altura para evitar posibles caídas de materiales, así como con otra barra o listón intermedio que cubra el hueco que queda entre ambas.

Si la plataforma se realiza con madera, será sana, sin nudos ni grietas que puedan dar lugar a roturas, siendo el espesor mínimo de 5 cm.

Si son metálicas deberán tener una resistencia suficiente al esfuerzo a que van a ser sometidas

Se cargarán, únicamente, los materiales necesarios para asegurar la continuidad del trabajo.

Los accesos a la plataforma de trabajo se realizarán mediante escalera adosada o integrada, no debiendo

utilizarse para este fin los travesaños laterales de la estructura del andamiaje, los cuales sirven únicamente para montaje del andamio.

- Andamios de borriquetas

Este tipo de andamios y plataformas deberán reunir las mejores condiciones de apoyo y estabilidad, e irán

arriostrados de manera eficaz de forma que eviten basculamientos, el piso será resistente y sin desniveles peligrosos.

Hasta 3 m. de altura podrán emplearse sin arriostramiento.

Cuando se empleen en lugares con riesgo de caída desde más de 2 m. de altura o se utilicen para trabajos en techos, se dispondrán barandillas resistentes de 90 c. de altura (sobre el nivel de la citada plataforma de trabajo) y rodapiés de 20 cm.

Esta protección se fijará en todos los casos en que el andamio esté situado en la inmediata proximidad de un hueco abierto (balcones, ventanas, huecos de escalera, plataformas abiertas) o bien se colocarán en dichos huecos barandillas de protección

No se utilizarán ladrillos ni otro tipo de materiales quebradizos para calzar los andamios, debiendo hacerlo, cuando sea necesario, con tacos de madera convenientemente sujetos.

- Plataformas de trabajo sobre las borriquetas

Se realizarán con madera sana, sin nudos y grietas que puedan ser origen de roturas.

El espesor mínimo de los tablones será de 5 cm.

El ancho mínimo del conjunto será de 60 cm.

Los tablones se colocarán y atarán de manera que no puedan darse basculamientos u otros movimientos peligrosos.

Los tablones, en su apoyo sobre las borriquetas, no presentarán más voladizo que el necesario para atarlos.

Se cargarán únicamente los materiales necesarios para asegurar la continuidad del trabajo.

- Escaleras portátiles

Los largueros serán de una sola pieza y estarán sin deformaciones o abolladuras que puedan mermar su seguridad.

Las escaleras metálicas estarán pintadas con pinturas antioxidación que las preserven de las agresiones de la intemperie.

Las escaleras metálicas a utilizar en esta obra, no estarán suplementadas con uniones soldadas.

El empalme de escaleras metálicas se realizará mediante la instalación de los dispositivos industriales fabricados para tal fin.

Escaleras de mano

Se prohíbe la utilización de escaleras de mano para salvar alturas superiores a 5 m.

Está prohibido el acceso a lugares de altura igual o superior a 7 m. mediante el uso de escaleras de mano sin largueros reforzados en el centro, contra oscilamientos.

Las escaleras de mano, estarán dotadas en su extremo inferior de zapatas antideslizantes de seguridad.

Las escaleras de mano, estarán firmemente amarradas en su extremo superior al objeto o estructura al que dan acceso.

Las escaleras de mano sobrepasarán en 1 m. la altura a salvar. Esta cota se medirá en vertical desde el plano de desembarco, al extremo superior del larguero.

Las escaleras de mano se instalarán de tal forma, que su apoyo inferior diste de la proyección vertical del superior, 1/4 de la longitud del larguero entre apoyos.

#### **12.2.2.10 Normas para la certificación de elementos de seguridad**

Junto a la certificación de ejecución se extenderá la valoración de las partidas que, en material de Seguridad, se hubiesen realizado en la obra; la valoración se hará conforme a este Estudio y de acuerdo con los precios contratados por la propiedad. Esta valoración será aprobada por la Dirección Facultativa y sin este requisito no podrá ser abonada por la Propiedad.

El abono de las certificaciones expuestas en el párrafo anterior se hará conforme se estipule en el contrato de obra.

En caso de ejecutar en obra unidades no previstas en el presente presupuesto, se definirán total y correctamente las mismas y se les adjudicará el precio correspondiente procediéndose para su abono, tal y como se indica en los apartados anteriores.

En caso de plantearse una revisión de precios, el Contratista comunicará esta proposición a la Propiedad por escrito, habiendo obtenido la aprobación previa de la Dirección Facultativa.

#### **12.2.2.11 Plan de seguridad y salud**

El/los Contratista/s está/n obligado/s a redactar un Plan/es de Seguridad y Salud, adaptando este Estudio a sus medios y métodos de ejecución.

Este Plan de Seguridad y Salud deberá contar con la aprobación expresa del Coordinador de seguridad y salud en ejecución de la obra, a quien se presentará antes de la iniciación de los trabajos.

Una copia del Plan deberá entregarse al Servicio de Prevención y Empresas subcontratistas.

