



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

Diseño de una instalación de Protección Contra Incendios (PCI) y propuesta de guía para la especificación de la PCI de edificaciones industriales sin uso predefinido.

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales

AUTOR/A: Sánchez Vidal, Carlos

Tutor/a: Capuz Rizo, Salvador Fernando

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, me gustaría agradecer a Santiago toda su ayuda y sus enseñanzas a lo largo de estos meses donde ha destacado en todo momento por su amabilidad y su vocación como formador. También a todo el equipo de 10t por su trato y acogida desde el primer día y por sus aportaciones para este trabajo.

Por otro lado, gracias a Salvador por su paciencia y su colaboración constante. Sin él, este trabajo sería con toda probabilidad de menos calidad.

Y, por último, a mi familia, en especial a mis padres pues gracias a ellos y sus valores hoy soy la persona que soy.

## **RESUMEN**

El presente trabajo fin de grado tiene como objeto la elaboración de un método de estimación del presupuesto de la instalación de Protección Contra Incendios (PCI) de una nave industrial en función de sus dimensiones, configuración y nivel de riesgo intrínseco. Cuando un promotor desea invertir en la construcción de una nave industrial para su posterior alquiler, desconoce el uso final de la edificación y, sin embargo, dicho uso determinará el nivel de riesgo del edificio y, en consecuencia, los requerimientos de las instalaciones de protección contra incendios proyectadas. Por tanto, resulta interesante poder conocer el sobre coste que implica incorporar un mayor nivel de protección contra incendios a una determinada nave industrial, de manera que el inversor pueda tomar la decisión del nivel de riesgo soportado, y con ello reducir o aumentar los posibles usos admisibles de la nave proyectada.

Para dar respuesta al problema planteado, se analizará en detalle el Reglamento de Seguridad Contra Incendios en Edificaciones Industriales (RSCIEI, RD 2267/2004) que considera 8 niveles de riesgo y 5 configuraciones tipo, y se definirán las 13 tipologías más utilizadas para naves industriales de almacenamiento y uso logístico o similar. Se correlacionarán las tipologías indicadas con tres dimensiones tipo (2000, 5000 y 8500 m<sup>2</sup>) y utilizando la información de 6 proyectos reales facilitados por una empresa de ingeniería, se obtendrá un modelo paramétrico en función de la variable superficie para estimar el coste de la instalación PCI en función del nivel de riesgo establecido.

Finalmente, dado que este trabajo corresponde a un TFG del Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales, se diseña y calcula las instalaciones de protección contra incendios (sistema de rociadores, BIEs, Hidrantes, tuberías, bomba y depósito, detectores automáticos y manuales, y extintores) para una de las tipologías consideradas, contrastando el presupuesto correspondiente al diseño de detalle realizado con el modelo paramétrico previamente planteado.

**Palabras Clave:** Protección contra incendios; edificación industrial; RSCIEI; nivel de riesgo.

## RESUM

El present treball fi de grau té com a objecte l'elaboració d'un mètode d'estimació del pressupost de la instal·lació de Protecció Contra Incendis (PCI) d'una nau industrial en funció de les seues dimensions, configuració i nivell de risc intrínsec. Quan un promotor desitja invertir en la construcció d'una nau industrial per al seu posterior lloguer, desconeix l'ús final de l'edificació i, no obstant això, aquest ús determinarà el nivell de risc de l'edifici i, en conseqüència, els requeriments de les instal·lacions de protecció contra incendis projectades. Per tant, resulta interessant poder conèixer el sobrecost que implica incorporar un major nivell de protecció contra incendis a una determinada nau industrial, de manera que l'inversor pugua prendre la decisió del nivell de risc suportat, i amb això reduir o augmentar els possibles usos admissibles de la nau projectada.

Per a donar resposta al problema plantejat, s'analitzarà detalladament el Reglament de Seguretat Contra Incendis en Edificacions Industrials (RSCIEI, RD 2267/2004) que considera 8 nivells de risc i 5 configuracions tipus, i es definiran les 13 tipologies més utilitzades per a naus industrials d'emmagatzematge i ús logístic o similar. Es correlacionaran les tipologies indicades amb tres dimensions tipus (2000, 5000 i 8500 m<sup>2</sup>) i utilitzant la informació de 6 projectes reals facilitats per una empresa d'enginyeria, s'obtindrà un model paramètric en funció de la variable superfície per a estimar el cost de la instal·lació PCI en funció del nivell de risc establert.

Finalment, atès que aquest treball correspon a un TFG del Grau en Enginyeria en Tecnologies Industrials, es dissenya i calcula les instal·lacions de protecció contra incendis (sistema de ruixadors, \*BIEs, Hidrants, canonades, bomba i depòsit, detectors automàtics i manuals, i extintors) per a una de les tipologies considerades, contrastant el pressupost corresponent al disseny de detall realitzat amb el model paramètric prèviament plantejat.

**Paraules clau:** Protecció contra incendis; edificació industrial; RSCIEI; nivell de risc.

## **ABSTRACT**

The purpose of this final degree project is to develop a method for estimating the budget for the fire protection installation of an industrial building based on its dimensions, configuration and intrinsic risk level. When a project sponsor wishes to invest in the construction of an industrial building for subsequent rental, he does not know the final use of the building, but this use will determine the level of risk of the building and, consequently, the requirements of the planned fire protection installations. It is therefore of interest to know the additional cost involved in incorporating a higher level of fire protection in a given industrial building, so that the sponsor/investor can make a decision on the level of risk involved, and thus reduce or increase the possible admissible uses of the projected building.

In order to respond to the problem posed, a detailed analysis will be made of the Fire Safety Regulations for Industrial Buildings (RSCIEI, RD 2267/2004), which considers 8 risk levels and 5 type configurations, and the 13 most commonly used typologies for industrial warehouses for storage and logistic, or similar use will be defined. The typologies indicated will be correlated with three standard dimensions (2000, 5000 and 8500 m<sup>2</sup>) and using information from 6 real projects provided by an engineering company, a parametric model will be obtained based on the surface variable to estimate the cost of the PCI installation according to the level of risk established.

Finally, given that this work corresponds to a TFG of the Degree in Industrial Technologies Engineering, the fire protection installations (sprinkler system, BIEs, hydrants, pipes, pump and tank, automatic and manual detectors, and extinguishers) are designed and calculated for one of the typologies considered, contrasting the budget corresponding to the detailed design carried out with the parametric model previously proposed.

**Keywords:** fire protection; industrial building; Fire Safety Regulations for Industrial Buildings; risk level.

# ÍNDICE GENERAL DEL TRABAJO DE FIN DE GRADO

MEMORIA.

PRESUPUESTO.

PLANOS.

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS.

## ÍNDICE DE LA MEMORIA

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 OBJETO DEL DOCUMENTO. ....	1
1.2 MOTIVACIÓN Y CONTEXTO. ....	1
1.3 ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO .....	2
CAPÍTULO 2. NORMATIVA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS EN EDIFICIOS INDUSTRIALES.....	3
2.1 IMPORTANCIA DE LA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS (PCI).....	3
2.2 PRINCIPIOS DEL REGLAMENTO DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS EN LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES (RSCIE) RD 2267/2004.....	3
2.3 PRINCIPALES EQUIPOS DE PCI. ....	6
2.4 EJEMPLOS DE INCORRECTA INSTALACIÓN DE PCI.....	9
CAPÍTULO 3. DEFINICIÓN DE LOS CASOS DE ESTUDIO (EDIFICIOS TIPO). ....	11
3.1 DEFINICIÓN DE LA PARCELA DONDE REALIZAR LA IMPLANTACIÓN. ....	11
3.2 CONDICIONES URBANÍSTICAS DE LA PARCELA.....	12
3.3 DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS EDIFICIOS MODELO. ....	13
3.4 APLICACIÓN DE LOS DISTINTOS TIPOS DE RIESGO INTRÍNSECO A LOS EDIFICIOS MODELO. ....	16
3.5 CODIFICACIÓN DE LOS CASOS ESTUDIADOS. ....	18
CAPÍTULO 4. DETERMINACIÓN DE LOS REQUISITOS CONSTRUCTIVOS E INSTALACIONES PCI NECESARIAS PARA CADA EDIFICIO TIPO.....	19
4.1 ANÁLISIS DE LAS DIFERENTES TIPOLOGÍAS. ....	19
4.1.1 Nave 2000 m2.....	21
4.1.1.1 CÓDIGO 01.....	21
4.1.1.2 CÓDIGO 02.....	22
4.1.1.3 CÓDIGO 03.....	23

4.1.1.4	CÓDIGO 04.....	23
4.1.1.5	CÓDIGO 05.....	24
4.1.1.6	CÓDIGO 06.....	24
4.1.1.7	CÓDIGO 07.....	25
4.1.2	Nave 5000 m2.....	26
4.1.1.8	CÓDIGO 08.....	26
4.1.1.9	CÓDIGO 09.....	26
4.1.1.10	CÓDIGO 10.....	27
4.1.3	Nave 8500 m2.....	27
4.1.3.1	CÓDIGO 11.....	27
4.1.3.2	CÓDIGO 12.....	28
4.1.3.3	CÓDIGO 13.....	29
4.2	DETALLE DE LAS SECTORIZACIONES NECESARIAS. ....	29
4.3	COMPARACIÓN DE LOS REQUISITOS CONSTRUCTIVOS Y MEDIDAS PCI NECESARIAS ENTRE LOS DISTINTOS CASOS. ....	36
CAPITULO 5. DISEÑO DE LAS INSTALACIONES DE PCI DEL EDIFICIO CON CÓDIGO 12b.....		38
5.1	DISEÑO Y CALCULO DEL SISTEMA DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS Y EL SISTEMA DE HIDRANTES EXTERIORES.....	38
5.1.1	Cálculo de la presión y caudal necesarios en los rociadores automáticos.....	39
5.1.2	Determinación de la clase de riesgo y el número de puestos de control. ....	39
5.1.3	Densidad de diseño y área de operación de la nave. ....	40
5.1.4	Distribución de los rociadores en la nave. ....	41
5.1.5	Cálculo hidráulico precalculado. ....	42
5.1.6	Caudal y presión requeridos.....	43
5.1.7	Pérdidas de carga ....	45
5.1.8	Diseño del sistema de tuberías. ....	46
5.1.9	Presión y reserva de agua en los rociadores. ....	50
5.1.10	Cálculo de la presión, reserva de agua y caudal necesarios en los hidrantes.....	51
5.2	DISEÑO DEL ABASTECIMIENTO EN LA INSTALACIÓN. ....	53
5.2.1	Características del equipo de abastecimiento. ....	53
5.2.2	Selección de la bomba y el depósito adecuados.....	57
5.3	DISEÑO DEL RESTO DE LA INSTALACIÓN.....	58
5.3.1	Sistema de detección automática. ....	58
5.3.2	Sistema de detección manual. ....	59
5.3.3	Red de Bies. ....	60

5.3.4	Extintores de incendio.....	60
CAPITULO 6. OBTENCIÓN DEL COSTE DE INVERSIÓN PARA CADA UNO DE LOS CASOS ESTUDIADOS.		61
6.1	EXTRACCIÓN DE LOS COSTES DE LAS MEDIDAS DE PCI EN CADA PROYECTO A PARTIR DE SUS PRESUPUESTOS DE EJECUCIÓN MATERIAL (PEM).....	61
6.2	CÁLCULO DE LOS RATIOS PARA RIESGO ALTO Y RIESGO MEDIO-BAJO.....	64
6.3	CÁLCULO DEL NÚMERO DE EXTINTORES Y BIEs NECESARIOS.....	67
6.4	DESARROLLO DE LOS NUEVOS CASOS CODIFICADOS. ....	68
6.5	OBTENCIÓN DE LOS COSTES DE PCI EN CADA CONFIGURACIÓN.....	70
CAPÍTULO 7.CONCLUSIONES. ....		73
7.1	ANÁLISIS DE LOS DATOS Y CONCLUSIONES.....	73
7.2	CÁLCULO AUTOMÁTICO DEL PEM EN LA HERRAMIENTA INFORMÁTICA DESARROLLADA EN C++.	81
7.3	PROPUESTA DE GUÍA PARA LA ESPECIFICACIÓN DE LA PCI. ....	83

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.

Ilustración 1.	Tipos de edificios. (Anexo 1, RD 2267/2004).....	4
Ilustración 2.	Izquierda tipos de detectores automáticos y derecha detector automático térmico (Soler prevención y seguridad) (Mantenencias) .....	6
Ilustración 3.	Izquierda pulsador manual y derecha sirena contra incendios (Extintores Carlisa) (Serior).....	6
Ilustración 4.	Izquierda depósito de agua y derecha sistema de bombeo. (Tankeros) (RevistaUNE) ....	7
Ilustración 5.	Izquierda tipos de hidrantes y derecha extintor de incendio (Soler prevención y seguridad) (Proextintor).....	7
Ilustración 6.	Izquierda BIE y derecha columna seca (Extintores Carlisa) (Cluster de seguretata contra incendis) .....	8
Ilustración 7.	Sistema rociadores automáticos (SISCOINH) .....	9
Ilustración 8.	Izquierda rociadores automáticos y derecha colores y temperaturas de detonación (TUSOCAL) (BLOG SCI) .....	9
Ilustración 9.	Izquierda incendio O Ceao y derecha incendio en el edificio Windsor (La Voz de Galicia) (Cadena SER) .....	10
Ilustración 10.	Ubicación de la parcela (Sede electrónica del catastro <a href="https://www.sedecatastro.gob.es/">https://www.sedecatastro.gob.es/</a> ).....	11
Ilustración 11.	Ficha catastral (Sede electrónica del catastro).....	12
Ilustración 12.	Distancias a viales y linderos. ....	13
Ilustración 13.	Edificio modelo 1. ....	14
Ilustración 14.	Edificio modelo 2. ....	15



Ilustración 15. Edificio modelo 3.....	16
Ilustración 16. Configuración tipo A.....	17
Ilustración 17. Configuración tipo B.....	17
Ilustración 18. Introducción de datos en la herramienta informática desarrollada.....	20
Ilustración 19. Listado de requisitos constructivos por la herramienta informática desarrollada.....	20
Ilustración 20. Listado de medidas PCI indicadas por la herramienta informática desarrollada.....	21
Ilustración 21. Resto del listado de medidas PCI indicadas por la herramienta informática desarrollada.....	21
Ilustración 22. Sectorización en 01.....	30
Ilustración 23. Sectorización en 02.....	31
Ilustración 24. Sectorización en 09.....	32
Ilustración 25. Sectorización en 10.....	33
Ilustración 26. Sectorización en 11.....	34
Ilustración 27. Sectorización en 12.....	35
Ilustración 28. Sectorización en 13.....	36
Ilustración 29. Área de operación.....	40
Ilustración 30. Distribución de rociadores automáticos en la nave de código 12b.....	42
Ilustración 31. Configuración central en tuberías de rociadores automáticos.....	42
Ilustración 32. Distribución de tuberías de rociadores automáticos en la nave de código 12b.....	43
Ilustración 33. Presión mínima de descarga en el rociador.....	44
Ilustración 34. Fórmula de Hazen-Williams.....	45
Ilustración 35. Detalle de ubicación de los puntos de diseño.....	46
Ilustración 36. Diámetros de tuberías en rociadores automáticos.....	48
Ilustración 37. Tramos de colector por calcular.....	48
Ilustración 38. Tramos de colector de diámetro 125 mm.....	50
Ilustración 39. Duración del abastecimiento en rociadores.....	51
Ilustración 40. Sistema de hidrantes exteriores.....	52
Ilustración 41. Imágenes del proyecto real P10.....	54
Ilustración 42. Izquierda bomba jockey derecha bomba Diesel 1 del proyecto real P10.....	56
Ilustración 43. Izquierda depósito de abastecimiento contra incendios y derecha bomba Diesel 2 del proyecto real P10.....	56
Ilustración 44. Grupo de bombeo UEC JDD 120 60 modelo VERTI 259TP.....	57
Ilustración 45. Distribución normal de detectores automáticos.....	58
Ilustración 46. Distribución de detectores automáticos en la nave con código 12b.....	59
Ilustración 47. Distribución de pulsadores manuales en la nave con código 12b.....	59

Ilustración 48. Distribución de BIEs en la nave con código 12b. ....	60
Ilustración 49. Ecuación de estimación del coste de la bomba en función de la potencia. ....	66
Ilustración 50. Ecuación de estimación del coste del depósito en función de la capacidad. ....	66
Ilustración 51. Coste total de cada caso en Power BI. ....	72
Ilustración 52. Comparación de ratios de riesgo alto frente a medio-bajo. ....	73
Ilustración 53. Ahorros al evitar sectorizar. ....	74
Ilustración 54. Comparación entre los casos 9 y 9b. ....	75
Ilustración 55. Instalación de rociadores automáticos en vez de sectorizar. ....	76
Ilustración 56. Comparación de los casos 5, 6 y 7. ....	77
Ilustración 57. Comparación de los casos 8, 9b y 10b. ....	78
Ilustración 58. Comparación de los casos 11, 12b y 13b. ....	78
Ilustración 59. Comparación de los casos 5, 8 y 11. ....	79
Ilustración 60. Comparación de los casos 6, 9b y 12b. ....	80
Ilustración 61. Comparación de los casos 7, 10b y 13b. ....	81
Ilustración 62. Aplicación de la nota 4 en la herramienta informática desarrollada. ....	82
Ilustración 63. Presupuestación de bomba y depósito en la herramienta informática desarrollada. ....	82
Ilustración 64. PEM de las medidas de PCI en la herramienta informática desarrollada. ....	82
Ilustración 65. Resumen del presupuesto total elaborado con Arquímedes. ....	83

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Nivel y subnivel de riesgo intrínseco (Anexo 1, RSCIEI). ....	4
Tabla 2. Máxima superficie de sector de incendio (Anexo 2, RSCIEI) ....	5
Tabla 3. Plan parcial del sector Parc empresarial Sagunt 1. ....	12
Tabla 4. Características edificio modelo 1. ....	13
Tabla 5. Características edificio modelo 2. ....	14
Tabla 6. Características edificio modelo 3. ....	15
Tabla 7. Codificación de los casos en estudio. ....	18
Tabla 8. Requisitos constructivos para 01. ....	21
Tabla 9. Instalaciones PCI para 01. ....	22
Tabla 10. Requisitos constructivos para 02. ....	22
Tabla 11. Instalaciones PCI para 02. ....	22
Tabla 12. Requisitos constructivos para 03. ....	23
Tabla 13. Instalaciones PCI para 03. ....	23
Tabla 14. Requisitos constructivos para 04. ....	23

Diseño de una instalación de Protección Contra Incendios (PCI) y propuesta de guía para la especificación de la PCI de edificaciones industriales sin uso predefinido.

---

Tabla 15. Instalaciones PCI para 04.....	24
Tabla 16. Requisitos constructivos para 05.....	24
Tabla 17. Instalaciones PCI para 05.....	24
Tabla 18. Requisitos constructivos para 06.....	24
Tabla 19. Instalaciones PCI para 06.....	25
Tabla 20. Requisitos constructivos para 07.....	25
Tabla 21. Instalaciones PCI para 07.....	25
Tabla 22. Requisitos constructivos para 08.....	26
Tabla 23. Instalaciones PCI para 08.....	26
Tabla 24. Requisitos constructivos para 09.....	26
Tabla 25. Instalaciones PCI para 09.....	27
Tabla 26. Requisitos constructivos para 10.....	27
Tabla 27. Instalaciones PCI para 10.....	27
Tabla 28. Requisitos constructivos para 11.....	28
Tabla 29. Instalaciones PCI para 11.....	28
Tabla 30. Requisitos constructivos para 12.....	28
Tabla 31. Instalaciones PCI para 12.....	28
Tabla 32. Requisitos constructivos para 13.....	29
Tabla 33. Instalaciones PCI para 13.....	29
Tabla 34. Sectorización en 01.....	30
Tabla 35. Sectorización en 02.....	30
Tabla 36. Sectorización en 09.....	31
Tabla 37. Sectorización en 10.....	32
Tabla 38. Sectorización en 11.....	33
Tabla 39. Sectorización en 12.....	34
Tabla 40. Sectorización en 13.....	35
Tabla 41. Comparativo de requisitos constructivos.....	37
Tabla 42. Comparativo de instalaciones de PCI.....	37
Tabla 43. Coexistencia de sistemas de extinción.....	39
Tabla 44. Clases de riesgo en rociadores automáticos.....	40
Tabla 45. Densidad de diseño y área de operación.....	41
Tabla 46. Distancias de distribución de rociadores automáticos.....	41
Tabla 47. Tipos de rociador y factores K para diferentes clases de riesgo.....	43
Tabla 48. Requisitos de presión y caudal mínimos.....	45

Tabla 49. Situación de los puntos de diseño. ....	46
Tabla 50. Diámetros de colector en RO.....	47
Tabla 51. Diámetros de ramal en RO.....	47
Tabla 52. Longitud equivalente en accesorios y válvulas.....	49
Tabla 53. Categorías de abastecimiento. ....	54
Tabla 54. Clases de abastecimiento. ....	55
Tabla 55. Tipos de grupos de bombeo. ....	56
Tabla 56. Distribución de detectores de humo y calor. ....	58
Tabla 57. Presupuesto P1. ....	62
Tabla 58. Presupuesto P2. ....	62
Tabla 59. Presupuesto P3. ....	63
Tabla 60. Presupuesto P4. ....	63
Tabla 61. Presupuesto P5. ....	63
Tabla 62. Presupuesto P6.....	64
Tabla 63. Ratios en €/m <sup>2</sup> para riesgo alto. ....	64
Tabla 64. Ratios en €/ud para riesgo alto.....	64
Tabla 65. Ratios en €/m <sup>2</sup> para riesgo medio-bajo. ....	65
Tabla 66. Ratios en €/ud para riesgo medio-bajo. ....	65
Tabla 67. Coste y características de bombas y depósitos de todos los proyectos.....	66
Tabla 68. Metros de muro de sectorización.....	67
Tabla 69. Cálculo de extintores y BIEs para cada caso. ....	68
Tabla 70. Nuevo comparativo de instalaciones de PCI. ....	69
Tabla 71. PEM para casos de nave de 2.000 m <sup>2</sup> . ....	70
Tabla 72. PEM para casos de nave de 5.000 m <sup>2</sup> . ....	71
Tabla 73. PEM para casos de nave de 8.500 m <sup>2</sup> . ....	72
Tabla 74. Diferencias porcentuales de costes en función del riesgo intrínseco. ....	79
Tabla 75. Diferencias porcentuales de costes en función de la superficie del edificio.....	81

---

*MEMORIA*

---

# **CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN**

## **1.1 OBJETO DEL DOCUMENTO.**

Este Trabajo Fin de Grado (TFG) tiene como finalidad dotar a las empresas promotoras con la información suficiente para facilitar el proceso de toma de decisiones sobre qué tipo de Protección Contra Incendios (PCI) implementar en su edificio. Para ello, se estudiarán una serie de casos con diferentes características estableciendo entre ellos las diferencias porcentuales de coste. También, se desarrollará una herramienta informática, en el programa C++, que será capaz de establecer una estimación del presupuesto de PCI para edificios industriales cualesquiera sean sus características.

Por otro lado, con el fin de mostrar completamente el proceso de cálculo de los costes de PCI, se diseñarán y calcularán las instalaciones de PCI (Sistema de rociadores, BIEs, Hidrantes, tuberías, bomba y depósito, detectores automáticos y manuales, y extintores) de uno de los casos. Una vez hecho esto, se establecerá su presupuesto con el programa Arquímedes para comprobar que los datos obtenidos con la herramienta informática desarrollada en C++ son correctos.

Con todo esto, las empresas promotoras dispondrán de datos que les den soporte para encontrar el balance ideal entre más protección (y por tanto más posibilidades de almacenamiento de distintos productos, mayores posibilidades de alquiler etc.) y un precio más económico.

## **1.2 MOTIVACIÓN Y CONTEXTO.**

A la hora de tomar la decisión de elegir el tema para este trabajo para mí era fundamental que este sirviera para dar respuesta a una necesidad o un problema real. Es por esto, que la motivación en este trabajo juega un papel crucial, pues este, surge de la detección de unas necesidades reales a la hora de asesorar a los clientes de la empresa en la que me encuentro realizando prácticas: que nivel de riesgo intrínseco contra incendios aplicar a su futuro edificio.

En la actualidad numerosas empresas se dedican a la construcción de edificios industriales de las cuales muchas de ellas lo hacen para su explotación en forma de alquiler a un tercero. Y es en este momento, cuando se debe decidir para que nivel de riesgo intrínseco se preparar la nave sin saber todavía quien la arrendara en el futuro.

Por este motivo existe un dilema en estas empresas pues deben decidir entre elegir un riesgo intrínseco contra incendios alto y por tanto la instalación de más medidas de PCI y más coste, pero teniendo un abanico de futuros clientes a quienes arrendar la nave mayor, o la elección de un riesgo intrínseco más bajo con la consiguiente reducción de necesidades de medidas de PCI y precio, pero reduciendo la cartera de futuros potenciales clientes.

Por otro lado, nos enfrentamos también hoy en día a empresas que teniendo definido ya un riesgo intrínseco contra incendios se plantean una subida o bajada del nivel de protección contra incendios en su nave o edificio debido a la intención de su puesta en alquiler, al almacenamiento de otro tipo de

productos etc. Y con este planteamiento vuelve a surgir la necesidad de conocer que implicara esta subida o bajada del nivel de protección en términos de instalaciones PCI y, en consecuencia, en términos económicos.

El presente análisis aportara, a las empresas que tengan que tomar estas decisiones, información económica que les permita facilitar el proceso de esta toma de decisiones.

### **1.3 ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO**

Este trabajo de Fin de Grado se estructura de la siguiente forma:

En primer lugar, se realiza una introducción sobre la importancia de una correcta protección contra incendios para evitar futuros accidentes. Además, en esta primera parte introductoria también se detallan de forma esquemática los principales equipos de PCI, los niveles de Riesgo intrínseco y los tipos de edificios.

A continuación, se detallan los casos que van a componer el estudio y se determinan los requisitos constructivos y las medidas de PCI para cada uno de los casos a través del desarrollo de una herramienta informática.

En tercer lugar, se diseña y calcula completamente la instalación de PCI de uno de los casos a modo de ejemplo de cómo diseñar este tipo de instalaciones.

Para poder extraer las conclusiones, se calculan los presupuestos de PCI de todos los casos de estudio a través de unos ratios obtenidos del análisis de presupuestos de PCI llevados a cabo en proyectos reales.

Se obtienen las conclusiones en términos de diferencias porcentuales de costes a través de la comparación entre casos. Como integración de todos los datos vistos, se implementa en la herramienta informática la posibilidad de estimar un presupuesto para un edificio industrial de cualesquiera características.

Para finalizar, se presupuesta con Arquímedes el caso que había sido diseñado y calculado completamente para comprobar que los presupuestos obtenidos a partir de los ratios son correctos.

## **CAPÍTULO 2. NORMATIVA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS EN EDIFICIOS INDUSTRIALES.**

### **2.1 IMPORTANCIA DE LA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS (PCI).**

La instalación de medidas y equipos de PCI resulta fundamental en cualquier tipo de edificio ya que persigue como objetivo principal proteger la vida de las personas y los bienes del edificio. De entre los múltiples tipos de edificios este trabajo se centrará en los establecimientos de uso industrial.

Dado un incendio, una adecuada PCI es imprescindible para evitar que se propague el fuego y los gases tóxicos que podrían inhalar las personas, ayudar a los bomberos en sus labores de extinción e incluso evitar el colapso de la estructura del edificio o, en los casos más graves, conseguir retardar este colapso lo suficiente en el tiempo como para que se pueda evacuar a todas las personas que se encuentran en el interior o en las proximidades del edificio.

Por todo ello y por las numerosas causas posibles que pueden originar un incendio, es esencial disponer de una instalación con las medidas y protecciones necesarias que permitan suprimir los muchos accidentes evitables que todavía siguen ocurriendo. Gran parte de ellos debidos a protecciones defectuosas, insuficientes o hasta en algunos casos inexistentes y que numerosas veces desencadenan consecuencias fatales.

### **2.2 PRINCIPIOS DEL REGLAMENTO DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS EN LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES (RSCIEI) RD 2267/2004.**

Este reglamento persigue el objetivo de alcanzar un nivel de seguridad suficiente en los establecimientos e instalaciones de uso industrial. Para ello, caracteriza cada establecimiento en función de dos parámetros, su configuración y ubicación con relación a su entorno y el nivel de riesgo intrínseco, estableciendo de esta forma las medidas de PCI necesarias para cada una de las alternativas posibles.

En este apartado se presenta de manera simplificada la clasificación de edificaciones industriales, en función de los dos parámetros mencionados, que realiza el RSCIEI.

Atendiendo al primero de los parámetros, las múltiples configuraciones y ubicaciones posibles para los establecimientos industriales se reducen a:

-Establecimientos industriales ubicados en un edificio:

- Tipo A: Estructura portante común con otro edificio.
- Tipo B: Distancia menor o igual a 3m del edificio más próximo.
- Tipo C: Distancia mayor de 3 m al edificio más próximo.



-Establecimientos industriales en espacios abiertos:

- Tipo D: Espacio abierto que puede estar totalmente cubierto con alguna fachada sin cerramiento lateral.
- Tipo E: Espacio abierto que puede estar parcialmente cubierto con alguna fachada de la parte cubierta sin cerramiento lateral.

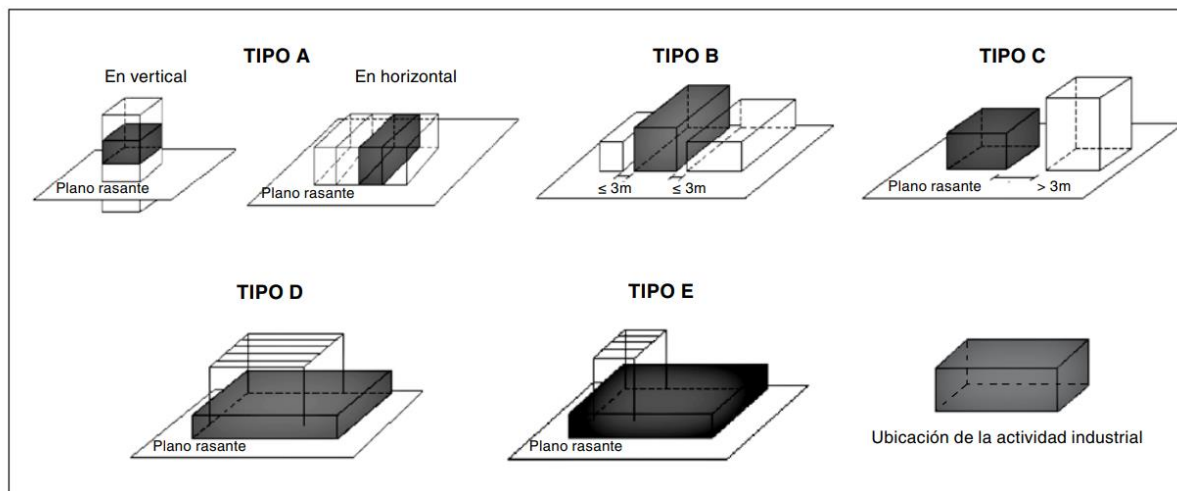


Ilustración 1. Tipos de edificios. (Anexo 1, RD 2267/2004)

De entre las configuraciones en relación a su entorno mencionadas, este trabajo se centrará en el estudio de los tipos A, B y C pues son los que se utilizan en prácticamente la totalidad de los casos de los establecimientos industriales. En especial el tipo C es con diferencia el más común.

En cuanto al segundo de los parámetros, el nivel de riesgo intrínseco se mide a partir del cálculo de la densidad de carga de fuego ( $Q_s$ ) expresada en (MJ/m<sup>2</sup>) o (Mcal/m<sup>2</sup>) y calculada a partir de las expresiones y tablas indicadas en el Anexo 1 del RSCIEI que no se copian en este apartado para evitar la redundancia.

Una vez obtenido este valor de densidad carga de fuego ( $Q_s$ ) se entra en la Tabla 1 y se obtiene el nivel (Alto, Medio y Bajo) y el subnivel (1,2, 3,...8) de riesgo intrínseco.

Nivel de riesgo intrínseco	Densidad de carga de fuego ponderada y corregida		
	Mcal/m <sup>2</sup>	MJ/m <sup>2</sup>	
BAJO	1	$Q_s \leq 100$	$Q_s \leq 425$
	2	$100 < Q_s \leq 200$	$425 < Q_s \leq 850$
MEDIO	3	$200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1275$
	4	$300 < Q_s \leq 400$	$1275 < Q_s \leq 1700$
	5	$400 < Q_s \leq 800$	$1700 < Q_s \leq 3400$
ALTO	6	$800 < Q_s \leq 1600$	$3400 < Q_s \leq 6800$
	7	$1600 < Q_s \leq 3200$	$6800 < Q_s \leq 13600$
	8	$3200 < Q_s$	$13600 < Q_s$

Tabla 1. Nivel y subnivel de riesgo intrínseco (Anexo 1, RSCIEI).

Además, los tipos de edificio vistos antes (Tipo A, Tipo B y Tipo C) pueden estar constituidos por uno o varios sectores de incendios. Considerándose sector de incendio cada espacio del edificio delimitado por elementos resistentes al fuego. Cada sector tiene su nivel de riesgo intrínseco y con ellos se establece un nivel global de riesgo. Pero lo importante es el riesgo de cada sector.

MÁXIMA SUPERFICIE CONSTRUIDA ADMISIBLE DE CADA SECTOR DE INCENDIO

Riesgo intrínseco del sector de incendio	Configuración del establecimiento			
	TIPO A (m <sup>2</sup> )	TIPO B (m <sup>2</sup> )	TIPO C (m <sup>2</sup> )	
BAJO 1 2	(1)-(2)-(3) 2000 1000	(2) (3) (5) 6000 4000	(3) (4) SIN LÍMITE 6000	
	MEDIO 3 4 5	(2)-(3) 500 400 300	(2) (3) 3500 3000 2500	(3) (4) 5000 4000 3500
ALTO 6 7 8		NO ADMITIDO	(3) 2000 1500 NO ADMITIDO	(3)(4) 3000 2500 2000

Tabla 2. Máxima superficie de sector de incendio (Anexo 2, RSCIEI)

La Tabla 2 contiene notas adjuntas (Se pueden consultarse en el Anexo 2 del RSCIEI) que permiten modificar o eliminar las superficies máximas indicadas en ella si se cumplen una serie de condiciones. Esto es de vital importancia, pues puede suponer un gran ahorro económico. Durante el desarrollo de las conclusiones de este TFG se estudiará también la aplicación de las notas (3) y (4) que indican lo siguiente:

(3) Cuando se instalen sistemas de rociadores automáticos de agua que no sean exigidos preceptivamente por este reglamento, las máximas superficies construidas admisibles, indicadas en la tabla, pueden multiplicarse por 2.

(4) En configuraciones de tipo C, si la actividad lo requiere, el sector de incendios puede tener cualquier superficie, siempre que todo el sector cuente con una instalación fija automática de extinción y la distancia a límites de parcelas con posibilidad de edificar en ellas sea superior a 10 m.

Por otro lado, se puede observar en esta Tabla 2 que existen cuatro configuraciones no permitidas debido al extremado riesgo que implicarían ese tipo de configuraciones.

## 2.3 PRINCIPALES EQUIPOS DE PCI.

Con el fin de facilitar la comprensión de capítulos posteriores, donde se hará mención a ciertos equipos de PCI, en este apartado se describen de forma concisa los principales equipos de PCI utilizados para la protección de la vida de las personas y las instalaciones en caso de incendio. Estos son:

1) Sistema automático de detección de incendios: Formado por los sensores automáticos, las sirenas de alarma y la Central de Detección de Incendios (CDI) que recibe la información de los sensores y acciona los mecanismos programados para casos de incendios y las sirenas.

Es la forma más rápida de detección de un incendio y permite tomar medidas con prontitud en caso de ser necesario. Existen diferentes tipos de detectores automáticos de entre los cuales, los más usados son: detectores de calor, de humo y de llama.

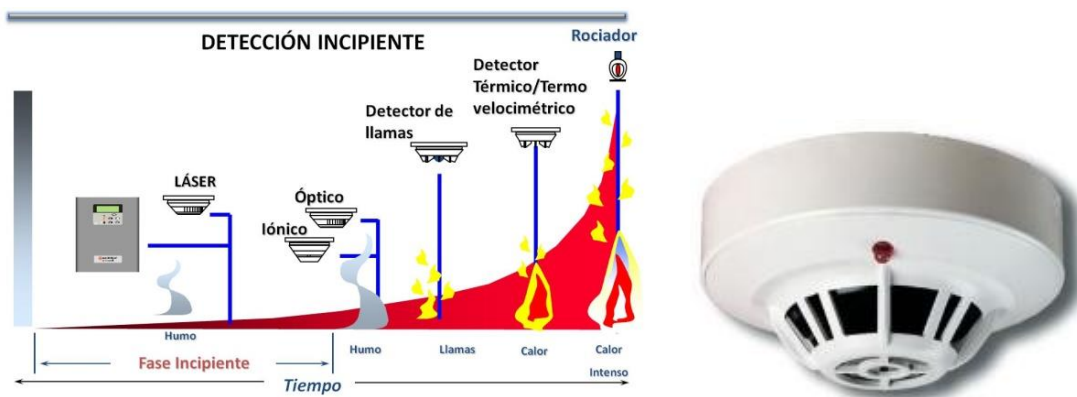


Ilustración 2. Izquierda tipos de detectores automáticos y derecha detector automático térmico (Soler prevención y seguridad) (Mantenencias)

2) Sistema manual de alarma de incendio: Formados por un conjunto de pulsadores manuales que permiten activar la CDI. Según el Reglamento de Instalaciones de Protección contra incendios (RIPCI) no deben estar separados más de 25 m entre ellos y se colocan cerca de las zonas de evacuación y salidas a una altura comprendida entre 0,8 y 1,2 m.



Ilustración 3. Izquierda pulsador manual y derecha sirena contra incendios (Extintores Carlisa) (Serior)

3) Sistema de comunicación de alarma: Medio audible en toda la instalación que tiene por finalidad transmitir un mensaje de alerta que se activa por medio de detectores automáticos y/o manuales. Según la norma UNE 23007-1 debe tener un nivel mínimo de 65 dB o 5 dB por encima de cualquier ruido que se pueda producir en la instalación con duración de más de 30 s. Asimismo, deberá ser visible cuando sea necesario. (Ver ilustración 3 derecha)

4) Sistema de abastecimiento de agua contra incendios: Formados por una fuente de agua (depósitos, pozos, red pública etc.), el sistema de impulsión (normalmente un grupo de bombeo) y una red de distribución (Tuberías y válvulas que conducen el agua). Estos tres elementos deben asegurar que llegue a cada sistema de protección el caudal y la presión adecuados durante el tiempo de autonomía requerido por el sistema de protección.



*Ilustración 4. Izquierda depósito de agua y derecha sistema de bombeo.  
(Tankeros) (RevistaUNE)*

5) Sistema de hidrantes exteriores: Toma de agua conectada a una red de distribución que permite suministrar un caudal de agua continuo que posibilite recargar al equipo de bomberos su camión cisterna o conectar allí directamente las mangueras para la extinción del incendio. Deben colocarse en puntos accesibles en el exterior del edificio. Existen de tres tipos. Columna seca, columna húmeda y en arqueta.



*Ilustración 5. Izquierda tipos de hidrantes y derecha extintor de incendio  
(Soler prevención y seguridad) (Proextintor)*

6) Extintores de incendio: Aparato cuyo fin es apagar los inicios del fuego y así evitar la propagación del incendio. Existen diferentes tipos y volúmenes como: Extintor de polvo, de espuma, de CO<sub>2</sub> etc. Asimismo, cada extintor tiene una eficacia que se codifica por una letra que indica la clase de fuego (A combustible sólido, B combustible líquido, etc.) y por un número que indica la cantidad (de vigas de madera si es clase A, de litros de líquido si es clase B etc.) que es capaz de extinguir el aparato. Un ejemplo de extintor muy utilizado es el de eficacia 21A.

7) Sistema BIE: Equipo completo de PCI fijado a la pared y conectado a una red de distribución que debe utilizarse cuando los extintores se hayan agotado o cuando por la envergadura del fuego no sean suficientes. Está compuesta por: armario, manguera, carrete (donde se enrolla la manguera), válvula, manómetro y lanza boquilla.

Según el RIPCI Deben situarse como máximo a una altura de 1,5 m y deben estar accesibles para cualquier persona a máximo 5 m más de la longitud de la manguera (Normalmente 25 m de longitud en las mangueras). Existen dos tipos de BIEs: de 25 mm y de 45 mm.



*Ilustración 6. Izquierda BIE y derecha columna seca (Extintores Carlisa)  
(Cluster de seguretat contra incendis)*

8) Sistema de columna seca: Red de tuberías ascendente de acero galvanizado y 80 mm de diámetro que inicialmente se encuentra sin agua pero que posee una conexión en el exterior a la cual se conecta el equipo de bomberos para suministrar agua al interior en caso de incendio. Una vez hay agua en la red de tuberías, se pueden conectar mangueras a las tomas interiores para combatir el fuego dentro del edificio. Es muy útil en edificios de gran altura y está destinada al uso exclusivo por parte de los bomberos.

9) Sistema rociadores automáticos de agua: Equipo automático de extinción de incendios que se activa debido a un aumento de temperatura y que posee la mayor eficacia de entre todos los sistemas de protección vistos. Formado por puesto de control, colector (Tramo que alimenta al ramal), ramal (Tuberías que alimentan al rociador) y los rociadores. Existen dos tipos de rociadores automáticos: de tubería húmeda (El sistema se encuentra presurizado con agua) y de tubería seca (El sistema se encuentra presurizado a más de 1 atm con aire o gas inerte).

Su funcionamiento consiste en una detección térmica: cuando se alcanza una cierta temperatura, la ampolla del rociador estalla desprendiendo la tapa que impide el paso del agua. Como se puede observar en la ilustración 8, según sea el color de la ampolla será mayor o menor su temperatura de detonación debiendo ser esta temperatura ligeramente superior a 30°C de la temperatura ambiente más alta prevista.

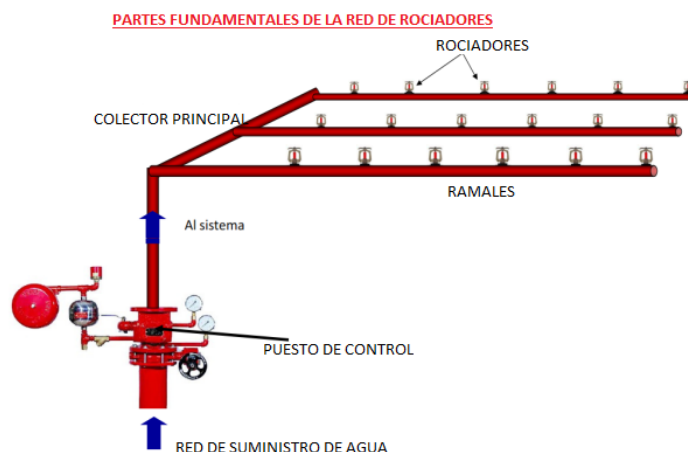


Ilustración 7. Sistema rociadores automáticos (SISCOINH)



Color de la ampolla	Temperatura de activación
Amarelo	57
Vermelho	68
Amarelo claro	79
Verde	93
Azul	141
Púrpura	182
Preto	204/260

Ilustración 8. Izquierda rociadores automáticos y derecha colores y temperaturas de detonación (TUSOCAL) (BLOG SCI)

## 2.4 EJEMPLOS DE INCORRECTA INSTALACIÓN DE PCI.

Como conclusión a este capítulo introductorio sobre la PCI y con el fin de lograr la conveniente concienciación sobre esta, se expondrán una serie de casos donde no se realizó de forma adecuada la PCI y las repercusiones que esto tuvo.

En este apartado es inevitable nombrar el incendio del polígono O Ceao, el mayor de la historia de Lugo, donde 6 empresas sufrieron pérdidas millonarias. Este incendio destapó los defectos en el diseño de la red de agua del polígono. La red contaba con caudal suficiente, pero tenía defectos debidos a su antigüedad y a haber superado su vida útil. Además, en el diseño no se tuvo en cuenta que el polígono O Ceao se encuentra en un lugar elevado prácticamente a la misma cota que el depósito que le debía suministrar agua. Esto propicio que los bomberos tardaran más tiempo en recargar sus camiones que el que les costaba vaciarlo y por tanto las llamas avanzaban entre carga y descarga.

La ilustración 9 sirve para mostrar de forma clara el enorme peligro que implica una incorrecta PCI. En ella, se puede apreciar claramente como los edificios son de Tipo A (Edificios pegados unos a otros) y como una incorrecta protección PCI puede provocar, por ejemplo, que el fuego se expanda hasta varias naves alejadas del foco origen. Provocando no solo gravísimas consecuencias en la nave donde se origina sino en todas las de los demás propietarios.

### Incendio en Lugo

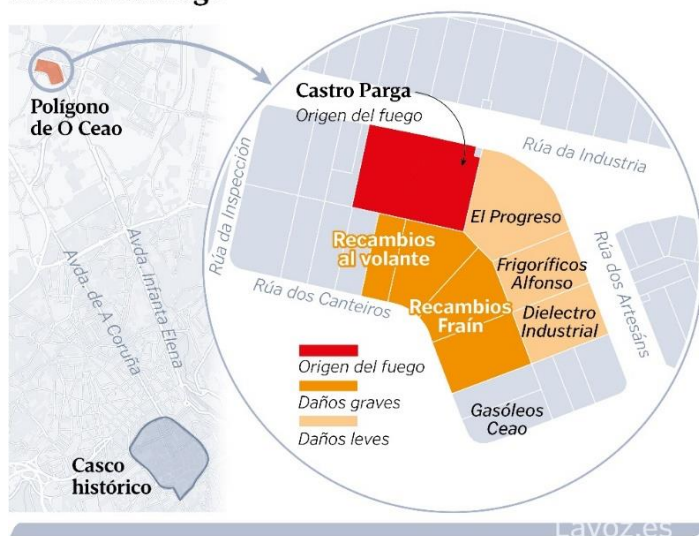


Ilustración 9. Izquierda incendio O Ceao y derecha incendio en el edificio Windsor (La Voz de Galicia) (Cadena SER)

Pero quizás uno de los casos más sonados sea el incendio en el edificio Windsor de Madrid. Este famoso incendio, devoró uno de los edificios más emblemáticos de la capital. Su origen fue fortuito, sin embargo, la posterior investigación del siniestro por parte de Fernando Vigar, vocal de la Comisión de Seguridad y Prevención de Riesgos Laborales del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid concluyó que la destrucción total del edificio se debió a la inexistencia absoluta de los medios adecuados de PCI. El edificio contaba solamente con las medidas de seguridad aplicables cuando se proyectó en el año 1970. Obviamente este incendio provocó pérdidas millonarias a las empresas que tenían allí su sede, aunque no hubo que lamentar víctimas mortales. Especialmente perjudicada se vio la empresa Deloitte que ocupaba 20 de las 32 plantas del edificio.

El informe final emitido por Fernando Vigar concluye que entre los muchos defectos en la PCI que provocaron la destrucción total del edificio estaban: Sistema de detección automática insuficiente, no existían bocas operativas de agua, las columnas secas se encontraban fuera de servicio, no había rociadores automáticos etc. Todas estas medidas han sido nombradas en el apartado anterior por lo que sirve como ejemplo del riesgo que se comete cuando no se instalan, no se actualizan con el paso de los años o se instalan de forma insuficiente.

## **CAPÍTULO 3. DEFINICIÓN DE LOS CASOS DE ESTUDIO** **(EDIFICIOS TIPO).**

### **3.1 DEFINICIÓN DE LA PARCELA DONDE REALIZAR LA IMPLANTACIÓN.**

Con objeto de darle un carácter más aplicado al TFG se ha decidido utilizar una parcela real de referencia para la implantación de los edificios modelo. Está ubicada en el polígono industrial Parc Sagunt con referencia catastral: 3606904YJ3930N0001WK y dirección: CL BRAÇ TRULL DEL MORO 3 SAGUNTO (VALENCIA). La parcela seleccionada tiene una superficie de 16926 m2.



*Ilustración 10. Ubicación de la parcela (Sede electrónica del catastro <https://www.sedecatastro.gob.es/>)*



## Diseño de una instalación de Protección Contra Incendios (PCI) y propuesta de guía para la especificación de la PCI de edificaciones industriales sin uso predefinido.



*Ilustración 11. Ficha catastral (Sede electrónica del catastro)*

### 3.2 CONDICIONES URBANÍSTICAS DE LA PARCELA.

Como se ha comentado antes, la parcela se encuentra ubicada dentro del polígono industrial Parc Sagunt que cuenta con su propia normativa y que en el caso de la parcela que se está estudiando indica que se debe cumplir lo indicado en la tabla 3:

NORMATIVA PARCELA		UNIDADES
<b>Clasificación</b>	Zona Industrial(I)	-
<b>Coefficiente edificabilidad máxima</b>	1,05	m <sup>2</sup> t/m <sup>2</sup> s
<b>Altura cornisa máxima</b>	15	m
<b>Altura total máxima</b>	3,5 por encima de la altura de cornisa	m
<b>Número máximo de plantas</b>	4	-
<b>Ocupación máxima sobre parcela neta</b>	70	%
<b>Distancia mínima a viales</b>	10	m
<b>Distancia mínima a linderos</b>	6	m
<b>Se prohíbe</b>	Vuelos sobre los retranqueos obligados a viales y lindes.	-
<b>Parcela neta mínima edificable</b>	6000	m <sup>2</sup>
<b>Plazas aparcamiento</b>	1 plaza cada 150 m <sup>2</sup>	-

*Tabla 3. Plan parcial del sector Parc empresarial Sagunt 1.*

Observando la normativa que rige la parcela, concluimos que la máxima superficie ocupada en la parcela puede ser 11848,2 m<sup>2</sup> (el 70% de 16926 m<sup>2</sup>). Asimismo, se deben respetar los límites a linderos y viales indicados por tanto las naves a construir se deben ubicar en la zona señalada en la imagen más abajo.

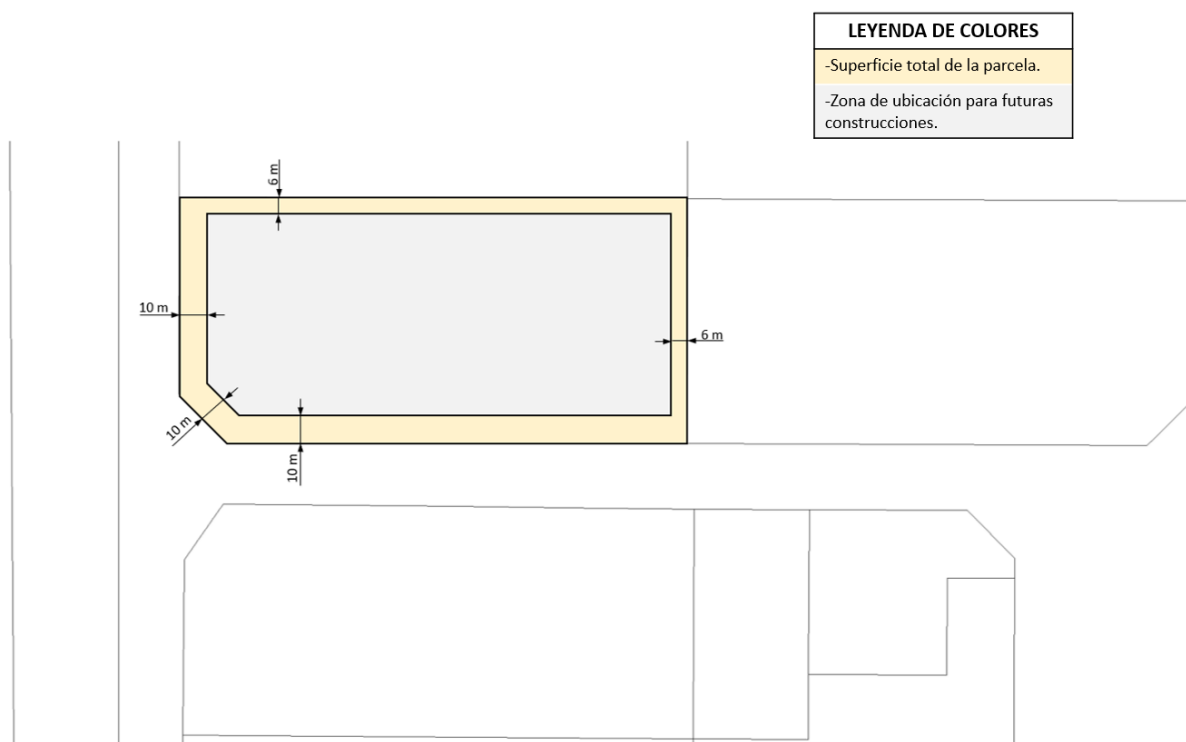


Ilustración 12. Distancias a viales y linderos.

### 3.3 DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS EDIFICIOS MODELO.

Con el objetivo de que este trabajo abarque la mayor cantidad de situaciones reales posibles se estudiarán tres “edificios modelo” (O “naves modelo” indistintamente) con distintas superficies que plasman fielmente un muy elevado porcentaje de encargos reales. Lógicamente, estas naves deben ajustarse a la normativa del polígono. Asimismo, y obedeciendo de nuevo al criterio de reflejar situaciones reales, se ubicará dentro de cada una de las naves una reserva de 150 m<sup>2</sup> en planta (15m x 10m) para la construcción de oficinas y las alturas de todas las naves será de 10 m.

Por otro lado, y con la finalidad de facilitar el seguimiento del documento, se utilizará un código de color propio para cada una de las tres superficies posibles, correspondientes con cada una de las tres naves modelo.

- EDIFICIO MODELO 1

Características	Cantidad	Unidades	Dimensiones
Superficie Nave	1.850	m <sup>2</sup>	50x40-15x10
Superficie Oficinas	150	m <sup>2</sup>	15x10
SUPERFICIE TOTAL	2.000	m <sup>2</sup>	50x40
Altura Nave	10	m	-
Ocupación parcela	$\left(\frac{2.000}{16.926}\right) * 100 = 11,82$	%	-

Tabla 4. Características edificio modelo 1.

CARACTERÍSTICAS	
Superficie nave	1850 m <sup>2</sup>
Superficie oficinas	150 m <sup>2</sup>
<b>SUPERFICIE TOTAL</b>	<b>2000 m<sup>2</sup></b>

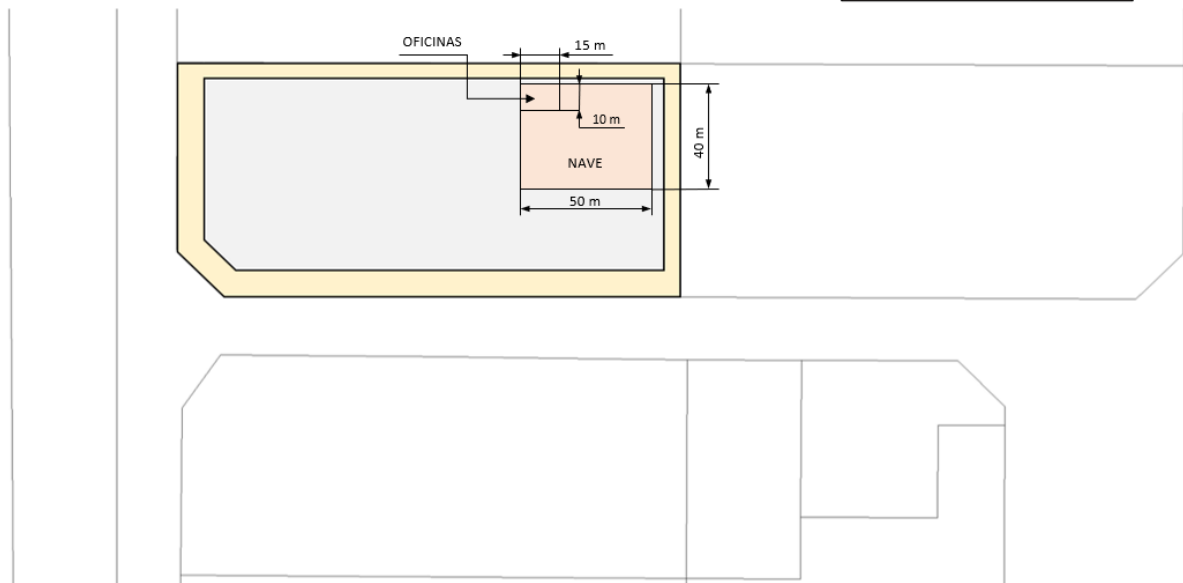


Ilustración 13. Edificio modelo 1.

- EDIFICIO MODELO 2

Características	Cantidad	Unidades	Dimensiones
Superficie Nave	4.850	m <sup>2</sup>	125x40-15x10
Superficie Oficinas	150	m <sup>2</sup>	15x10
SUPERFICIE TOTAL	5.000	m <sup>2</sup>	125x40
Altura Nave	10	m	-
Ocupación parcela	$\left(\frac{5.000}{16.926}\right) * 100 = 29,54$	%	-

Tabla 5. Características edificio modelo 2.

CARACTERÍSTICAS	
Superficie nave	4850 m <sup>2</sup>
Superficie oficinas	150 m <sup>2</sup>
<b>SUPERFICIE TOTAL</b>	<b>5000 m<sup>2</sup></b>

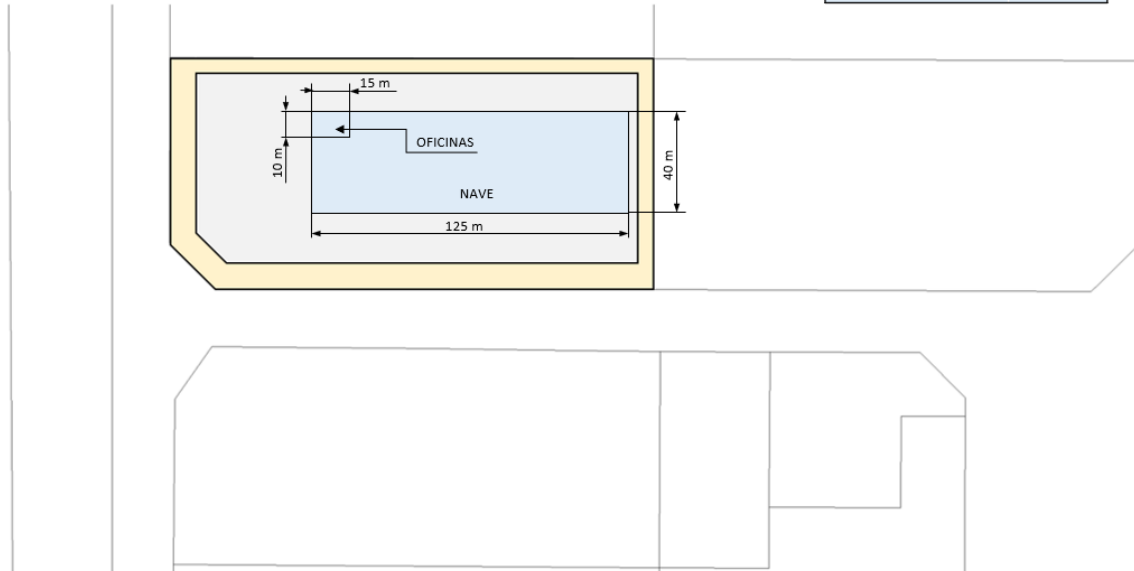


Ilustración 14. Edificio modelo 2.

- EDIFICIO MODELO 3

Características	Cantidad	Unidades	Dimensiones
Superficie Nave	8.350	m <sup>2</sup>	170x50-15x10
Superficie Oficinas	150	m <sup>2</sup>	15x10
SUPERFICIE TOTAL	8.500	m <sup>2</sup>	170x50
Altura Nave	10	m	-
Ocupación parcela	$\left(\frac{8.500}{16.926}\right) * 100 = 50,22$	%	

Tabla 6. Características edificio modelo 3.

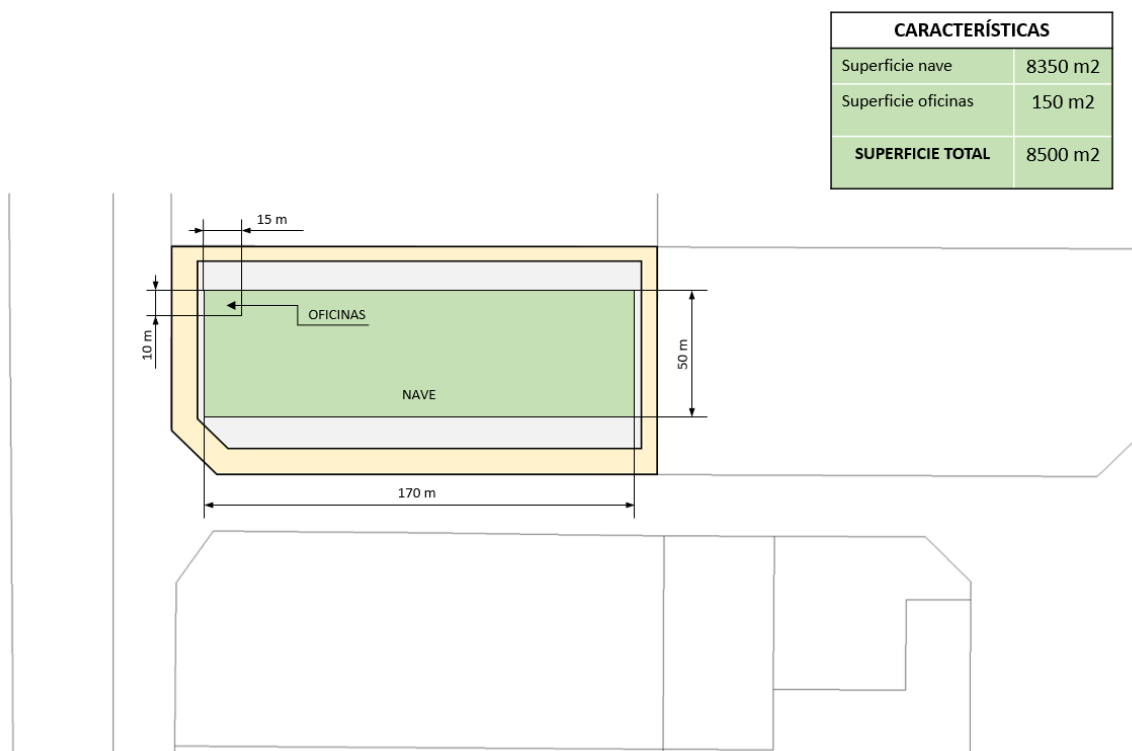


Ilustración 15. Edificio modelo 3.

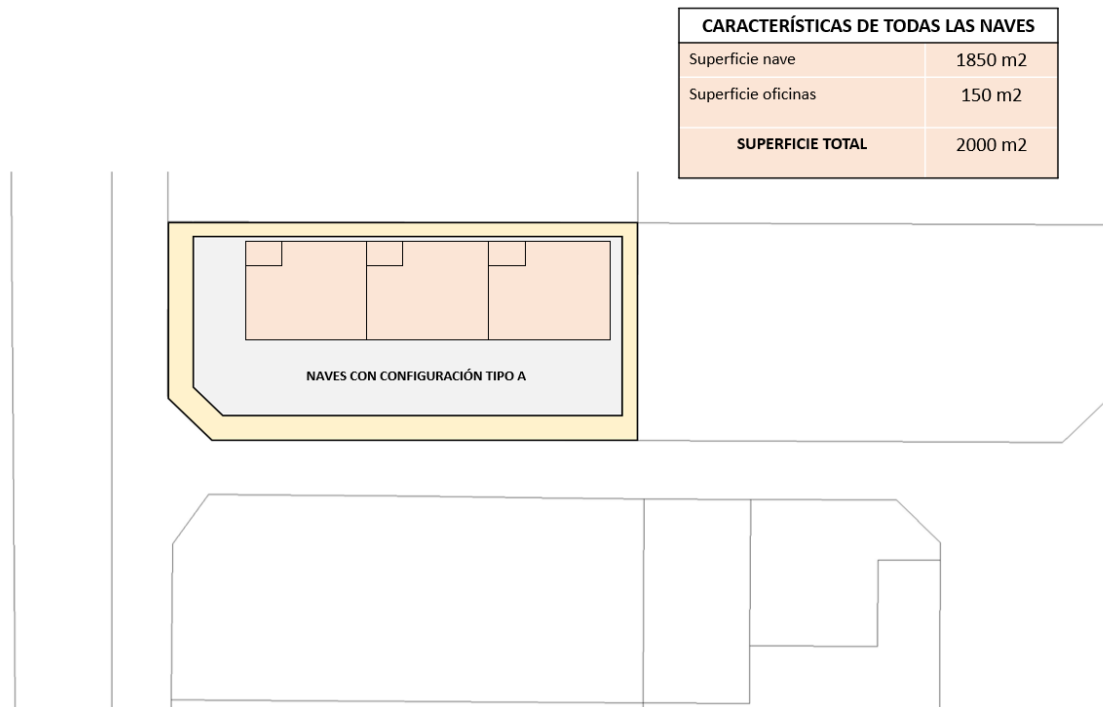
### 3.4 APLICACIÓN DE LOS DISTINTOS TIPOS DE RIESGO INTRÍNSECO A LOS EDIFICIOS MODELO.

De igual forma que en el apartado anterior y de nuevo en búsqueda de abarcar el mayor número de casos que se dan en el día a día, aplicaremos para cada uno de los tres edificios modelos los siguientes tipos de riesgo intrínseco: tipo 2 (Bajo), tipo 5 (Medio) y tipo 8 (Alto). Esta elección de tipos de riesgo nos permitirá marcar de forma contundente las diferencias económicas y de instalaciones PCI entre los niveles Bajo, Medio y Alto y así poder extraer de forma más nítida las conclusiones.

Por otra parte, en cuanto a su clasificación en relación a su entorno, observando nuestra parcela y las contiguas vemos que cualquiera de las tres “naves tipo” descritas antes son claramente de configuración tipo C pues sus distancias a cualquier otro edificio, o posible nuevo edificio, son mayores de 3 m. Aplicaremos por tanto esta configuración para todas las naves. Asimismo, buscando enriquecer este trabajo, para la nave de 2000 m<sup>2</sup> estudiaremos también las configuraciones tipo A y B “añadiendo” naves adicionales en la parcela. Adosadas para el tipo A y a una distancia inferior de 3m (Concretamente se han ubicado a 2,5 m) para el tipo B.

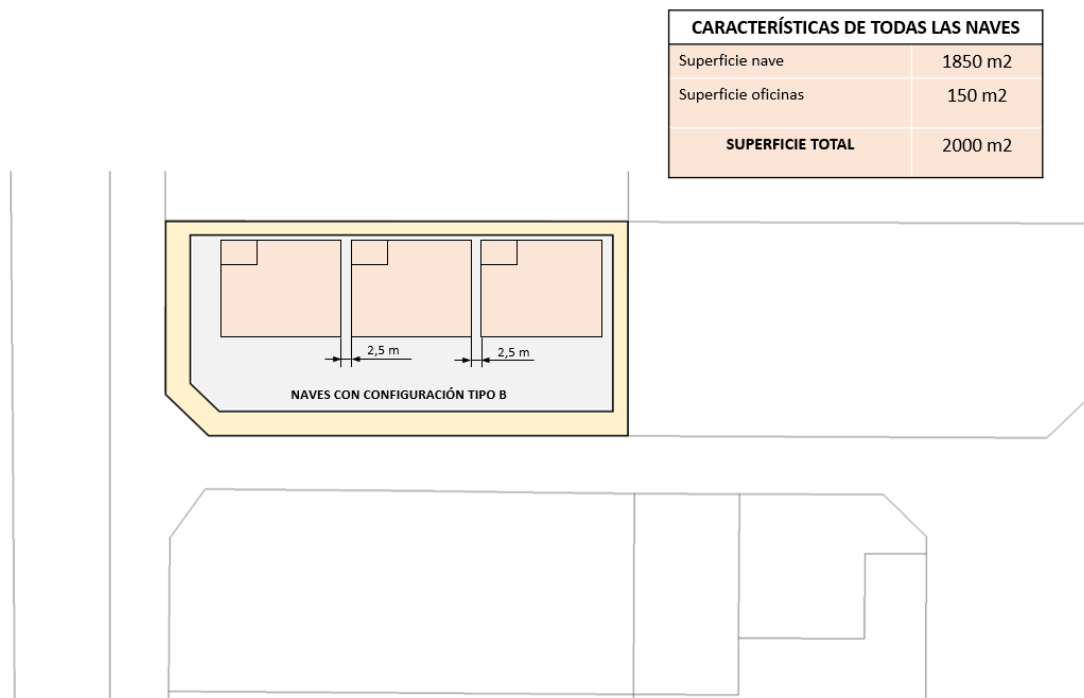
Diseño de una instalación de Protección Contra Incendios (PCI) y propuesta de guía para la especificación de la PCI de edificaciones industriales sin uso predefinido.

- *Configuración Tipo A para la nave de 2000 m<sup>2</sup>.*



*Ilustración 16. Configuración tipo A.*

- *Configuración Tipo B para la nave de 2000 m<sup>2</sup>.*



*Ilustración 17. Configuración tipo B.*

### 3.5 CODIFICACIÓN DE LOS CASOS ESTUDIADOS.

Dado que el número de casos a estudiar es muy elevado se procede en este apartado a realizar una codificación y una definición de las principales características para cada uno de ellos. De modo que este código facilite al lector el seguimiento del documento.

CÓDIGO	SUPERFICIE NAVE (m2)	TIPO DE EDIFICIO EN RELACIÓN A SU ENTORNO	NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO	
			BAJO	TIPO 2
01	2000	TIPO A	BAJO	TIPO 2
02	2000	TIPO A	MEDIO	TIPO 5
03	2000	TIPO B	BAJO	TIPO 2
04	2000	TIPO B	MEDIO	TIPO 5
05	2000	TIPO C	BAJO	TIPO 2
06	2000	TIPO C	MEDIO	TIPO 5
07	2000	TIPO C	ALTO	TIPO 8
08	5000	TIPO C	BAJO	TIPO 2
09	5000	TIPO C	MEDIO	TIPO 5
10	5000	TIPO C	ALTO	TIPO 8
11	8500	TIPO C	BAJO	TIPO 2
12	8500	TIPO C	MEDIO	TIPO 5
13	8500	TIPO C	ALTO	TIPO 8

*Tabla 7. Codificación de los casos en estudio.*

Es importante remarcar que como dice el anexo 2 del RSCIEI, las configuraciones de Edificio “Tipo A” y “Tipo B” junto a nivel de riesgo intrínseco “Alto, tipo 8” no están admitidas. Tampoco “Tipo A” con riesgo “Alto tipo 6 o 7”

## **CAPÍTULO 4. DETERMINACIÓN DE LOS REQUISITOS CONSTRUCTIVOS E INSTALACIONES PCI NECESARIAS PARA CADA EDIFICIO TIPO.**

### **4.1 ANÁLISIS DE LAS DIFERENTES TIPOLOGÍAS.**

En este capítulo se indicarán tanto los requisitos constructivos como las instalaciones PCI necesarias para cada uno de los 13 casos de estudio. Sin embargo, en los capítulos posteriores, a la hora de analizar los costes y diseñar, solamente se tendrán en cuenta las medidas PCI quedando el estudio de los requisitos constructivos como un posible apartado futuro para este TFG. A pesar de ello y para completar la información aportada se detallan también estos requisitos constructivos en este apartado 4.1.

Para la obtención de estos requisitos e instalaciones PCI se seguirán respectivamente los anexos 2 y 3 del RSCIEI. Pero, en vez de tener que entrar una por una a las múltiples tablas que contienen estos anexos (Y repetir este proceso para los 13 casos), se ha desarrollado una herramienta informática en el programa C++, programa que ha sido estudiado durante el grado por parte del alumno.

Con esta herramienta, se consigue agilizar enormemente el proceso pues tan solo introduciendo las características de cada configuración el programa nos indica todos los requisitos e instalaciones PCI necesarios. De esta forma, la fase de obtención de estos datos queda reducida a unos pocos minutos y se reduce el riesgo de cometer errores.

Además de esto, como se verá en el apartado de conclusiones, la herramienta será ampliada hasta ser capaz de calcular el presupuesto de PCI de cualquier edificio industrial. Para comprender su funcionamiento y sus grandes ventajas basta con observar las ilustraciones número 18, 19, 20 y 21 que se corresponden con el caso de estudio de código 12. Por supuesto, si algún miembro del tribunal lo desea, esta herramienta podrá ser explicada y detallada el día de la exposición de este TFG.



Diseño de una instalación de Protección Contra Incendios (PCI) y propuesta de guía para la especificación de la PCI de edificaciones industriales sin uso predefinido.

RSCIEI-RD 2267/2004
Introduce el TIPO de edificio en funcion de su relacion con el entorno (EN MAYUSCULAS): C Introduce el nivel de riesgo intrinseco (EN MAYUSCULAS): MEDIO Introduce el TIPO de riesgo intrinseco 5 Introduce la superficie construida total: 8500 Introduce el numero correspondiente a la FUNCION de la nave: 2-PRODUCCION, 1-ALMACENAMIENTO, 0-otro caso 1 Introduce la clase de fuego: A (Solidos inflamables) o B (Liquidos inflamables)(EN MAYUSCULAS): A Introduce la altura de la nave: 8500  Los DATOS introducidos son: -TIPO de edificio en relaciona su entorno: TIPO C -Nivel de riesgo intrinseco: MEDIO -La superficie construida total es: 8500.00 -Clase de fuego: A -La altura de la nave es: 8500.00  Presione una tecla para continuar . . .

Ilustración 18. Introducción de datos en la herramienta informática desarrollada.

RSCIEI-RD 2267/2004
LOS REQUISITOS CONSTRUCTIVOS SON:  1-MAX SUP. CONST. DE CADA SECTOR DE INCENDIO. Introduce un 1 si va a aplicar la nota 4 de la tabla 2.1 del RD 2267/2004: 0 La maxima sup. construida por sector es de: 3500.00 m2 Por tanto, es NECESARIO SECTORIZAR y el numero de sectores debe ser al menos 3.  2-ESTABILIDAD AL FUEGO DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS PORTANTES (Planta sobre rasante)  La estabilidad al fuego requerida en estos elementos es: R 60(EF-60)  3-CUBIERTAS LIGERAS (Sobre rasante)  Los valores a adoptar son: R 15(EF-15)  4-RESISTENCIA AL FUEGO DE ELEMENTOS DE CERRAMIENTO  Las medianeras CON funcion portante deben cumplir: REI 180(RF-180) Las medianeras SIN funcion portante deben cumplir: EI 180  5-VENTILACION Y ELIMINACION DE HUMOS Y GASES DE COMBUSTION  SI que es necesaria la ventilacion y eliminacion de humos. Presione una tecla para continuar . . .

Ilustración 19. Listado de requisitos constructivos por la herramienta informática desarrollada.

Diseño de una instalación de Protección Contra Incendios (PCI) y propuesta de guía para la especificación de la PCI de edificaciones industriales sin uso predefinido.

RSCIEI-RD 2267/2004
<p>LAS INSTALACIONES PCI NECESARIAS SON:</p> <p>1-SIST. AUTOMATICO DE DETECCION DE INCENDIOS</p> <p>SI es necesaria la instalacion de sist. automaticos de deteccion de incendios.</p> <p>2-SIST. MANUAL DE ALARMA DE INCENDIOS</p> <p>SI es necesaria la instalacion de sist. manuales de alarma de incendio.</p> <p>3-SIST. DE COMUNICACION DE ALARMA</p> <p>NO es necesario el sist.de comunicacion de alarma.</p> <p>4-SIST. DE HIDRANTES EXTERIORES</p> <p>SI que es necesario instalar un sist. de hidrantes exteriores El caudal requerido es de 1500 l/min con 60 min de autonomia.</p> <p>5-EXTINTORES DE INCENDIO</p> <p>Los extintores se deben instalar en TODOS los sectores de incendio y la eficacia del extintor debe ser 21A Area maxima protegida 400 m2 (otro extintor cada 200 m2) Presione una tecla para continuar . . .</p>

*Ilustración 20. Listado de medidas PCI indicadas por la herramienta informática desarrollada.*

RSCIEI-RD 2267/2004
<p>6-SIST. DE BOCAS DE INCENDIO EQUIPADAS (BIE)</p> <p>SI que es necesario instalar un sist. de Bocas de Incendio Equipadas (BIE) Caracteristicas: DN 45 mm, simultaneidad 2 y autonomia 60 min</p> <p>7-SIST. DE COLUMNA SECA</p> <p>NO es necesario instalar un sist. de columna seca</p> <p>8-SIST. DE ROCIADORES AUTOMATICOS DE AGUA</p> <p>SI que es necesario instalar un sist. de rociadores automaticos de agua</p> <p>9-SIST. DE ABASTECIMIENTO DE AGUA CONTRA INCENDIOS</p> <p>Se instala para abastecer los sistemas de BIEs, Hidrantes Exteriores o Rociadores Automaticos.</p>

*Ilustración 21. Resto del listado de medidas PCI indicadas por la herramienta informática desarrollada.*

**4.1.1 Nave 2000 m2.**  
**4.1.1.1 CÓDIGO 01**

CÓDIGO 01			
REQUISITOS CONSTRUCTIVOS	CANTIDAD	UNIDADES	ACCIÓN
Máxima superficie construida de cada sector de incendio.	1000	m2	NECESARIO SECTORIZAR.
Estabilidad al fuego elementos portantes	R 90 (EF-90)	-	-
Cubiertas ligeras	NO	-	-
Resistencia al fuego elementos cerramiento	REI 120 (RF-120)	-	-
Ventilación y eliminación de humos	NO	-	-

*Tabla 8. Requisitos constructivos para 01.*

Diseño de una instalación de Protección Contra Incendios (PCI) y propuesta de guía para la especificación de la PCI de edificaciones industriales sin uso predefinido.

<b>CÓDIGO 01</b>		
<b>INSTALACIONES PCI</b>	<b>¿NECESARIA?</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
Sistemas automáticos detección incendios	SI	-
Sistemas manuales alarma incendios	SI	-
Sistemas comunicación de alarma	NO	-
Sistema de abastecimiento de agua contra incendios	SI	-
Sistema de hidrantes exteriores	*SI	*Solo si el sector es 1000 m <sup>2</sup> o más, con caudal 500 l/min y autonomía 30 min. La presión mínima al descargar el caudal será de 5 bar.
Extintores de incendio	SI	600 m <sup>2</sup> + otro cada 200 m <sup>2</sup> con eficacia 21A.
Sistema BIE	SI	DN 25 mm, simultaneidad 2 y autonomía 60 min.
Sistema de columna seca	NO	-
Sistema rociadores automáticos de agua	NA	-

Tabla 9. Instalaciones PCI para 01.

**4.1.1.2 CÓDIGO 02.**

<b>CÓDIGO 02</b>			
<b>REQUISITOS CONSTRUCTIVOS</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>ACCIÓN</b>
Máxima superficie construida de cada sector de incendio.	300	m <sup>2</sup>	NECESARIO SECTORIZAR.
Estabilidad al fuego elementos portantes	R120 (EF-120)	-	-
Cubiertas ligeras	NO	-	-
Resistencia al fuego elementos cerramiento	REI 180 (RF-180)	-	-
Ventilación y eliminación de humos	SI	-	-

Tabla 10. Requisitos constructivos para 02.

<b>CÓDIGO 02</b>		
<b>INSTALACIONES PCI</b>	<b>¿NECESARIA?</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
Sistemas automáticos detección incendios	SI	-
Sistemas manuales alarma incendios	SI	-
Sistemas comunicación de alarma	NO	-
Sistema de abastecimiento de agua contra incendios	SI	-
Sistema de hidrantes exteriores	SI	Caudal 1000 l/min y autonomía 60 min. La presión mínima al descargar el caudal será de 5 bar.
Extintores de incendio	SI	400 m <sup>2</sup> + otro cada 200 m <sup>2</sup> con eficacia 21A.
Sistema BIE	SI	DN 45 mm, simultaneidad 2 y autonomía 60 min.
Sistema de columna seca	NO	-
Sistema rociadores automáticos de agua	SI	-

Tabla 11. Instalaciones PCI para 02.

#### 4.1.1.3 CÓDIGO 03.

CÓDIGO 03			
REQUISITOS CONSTRUCTIVOS	CANTIDAD	UNIDADES	ACCIÓN
Máxima superficie construida de cada sector de incendio.	4000	m2	-
Estabilidad al fuego elementos portantes	R60 (EF-60)	-	-
Cubiertas ligeras	R15 (EF-15)	-	-
Resistencia al fuego elementos cerramiento	REI 120 (RF-120)	-	-
Ventilación y eliminación de humos	NO	-	-

Tabla 12. Requisitos constructivos para 03.

CÓDIGO 03		
INSTALACIONES PCI	¿NECESARIA?	CARACTERÍSTICAS
Sistemas automáticos detección incendios	NA	-
Sistemas manuales alarma incendios	SI	-
Sistemas comunicación de alarma	NO	-
Sistema de abastecimiento de agua contra incendios	SI	-
Sistema de hidrantes exteriores	NO	-
Extintores de incendio	SI	600 m2+ otro cada 200 m2 con eficacia 21A
Sistema BIE	NO	-
Sistema de columna seca	NO	-
Sistema rociadores automáticos de agua	NA	-

Tabla 13. Instalaciones PCI para 03.

#### 4.1.1.4 CÓDIGO 04.

CÓDIGO 04			
REQUISITOS CONSTRUCTIVOS	CANTIDAD	UNIDADES	ACCIÓN
Máxima superficie construida de cada sector de incendio.	2500	m2	-
Estabilidad al fuego elementos portantes	R90 (EF-90)	-	-
Cubiertas ligeras	R30 (EF-30)	-	-
Resistencia al fuego elementos cerramiento	REI 180 (RF-180)	-	-
Ventilación y eliminación de humos	SI	-	-

Tabla 14. Requisitos constructivos para 04.

CÓDIGO 04		
INSTALACIONES PCI	¿NECESARIA?	CARACTERÍSTICAS
Sistemas automáticos detección incendios	SI	-
Sistemas manuales alarma incendios	SI	-
Sistemas comunicación de alarma	NO	-
Sistema de abastecimiento de agua contra incendios	SI	-
Sistema de hidrantes exteriores	NO	-
Extintores de incendio	SI	400 m2+ otro cada 200 m2 con eficacia 21A

Diseño de una instalación de Protección Contra Incendios (PCI) y propuesta de guía para la especificación de la PCI de edificaciones industriales sin uso predefinido.

Sistema BIE	SI	DN 45 mm, simultaneidad 2 y autonomía 60 min
Sistema de columna seca	NO	-
Sistema rociadores automáticos de agua	SI	*Solo para Almacenamiento. Se prepara para el caso más desfavorable.

Tabla 15. Instalaciones PCI para 04.

4.1.1.5 CÓDIGO 05.

CÓDIGO 05			
REQUISITOS CONSTRUCTIVOS	CANTIDAD	UNIDADES	ACCIÓN
Máxima superficie construida de cada sector de incendio.	6000	m2	-
Estabilidad al fuego elementos portantes	R 30 (EF-30)	-	-
Cubiertas ligeras	NO	-	-
Resistencia al fuego elementos cerramiento	REI 120 (RF-120)	-	-
Ventilación y eliminación de humos	NO	-	-

Tabla 16. Requisitos constructivos para 05.

CÓDIGO 05		
INSTALACIONES PCI	¿NECESARIA?	CARACTERÍSTICAS
Sistemas automáticos detección incendios	NA	-
Sistemas manuales alarma incendios	SI	-
Sistemas comunicación de alarma	NO	-
Sistema de abastecimiento de agua contra incendios	SI	-
Sistema de hidrantes exteriores	NO	-
Extintores de incendio	SI	600 m2+ otro cada 200 m2 con eficacia 21A
Sistema BIE	NO	-
Sistema de columna seca	NO	-
Sistema rociadores automáticos de agua	NA	-

Tabla 17. Instalaciones PCI para 05.

4.1.1.6 CÓDIGO 06.

CÓDIGO 06			
REQUISITOS CONSTRUCTIVOS	CANTIDAD	UNIDADES	ACCIÓN
Máxima superficie construida de cada sector de incendio.	3500	m2	-
Estabilidad al fuego elementos portantes	R 60 (EF-60)	-	-
Cubiertas ligeras	R 15 (EF-15)	-	-
Resistencia al fuego elementos cerramiento	REI 180 (RF-180)	-	-
Ventilación y eliminación de humos	SI	-	-

Tabla 18. Requisitos constructivos para 06.

<b>CÓDIGO 06</b>		
<b>INSTALACIONES PCI</b>	<b>¿NECESARIA?</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
Sistemas automáticos detección incendios	SI	*Solo para Almacenamiento. Se prepara para el caso más desfavorable.
Sistemas manuales alarma incendios	SI	-
Sistemas comunicación de alarma	NO	-
Sistema de abastecimiento de agua contra incendios	SI	-
Sistema de hidrantes exteriores	NO	-
Extintores de incendio	SI	400 m <sup>2</sup> + otro cada 200 m <sup>2</sup> con eficacia 21A
Sistema BIE	SI	DN 45 mm, simultaneidad 2 y autonomía 60 min
Sistema de columna seca	NO	-
Sistema rociadores automáticos de agua	SI	*Solo para Almacenamiento. Se prepara para el caso más desfavorable.

Tabla 19. Instalaciones PCI para 06.

#### 4.1.1.7 CÓDIGO 07.

<b>CÓDIGO 07</b>			
<b>REQUISITOS CONSTRUCTIVOS</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>ACCIÓN</b>
Máxima superficie construida de cada sector de incendio.	2000	m <sup>2</sup>	-
Estabilidad al fuego elementos portantes	R90 (EF-90)	-	-
Cubiertas ligeras	R30 (EF-30)	-	-
Resistencia al fuego elementos cerramiento	REI 240 (RF-240)	-	-
Ventilación y eliminación de humos	SI	-	-

Tabla 20. Requisitos constructivos para 07.

<b>CÓDIGO 07</b>		
<b>INSTALACIONES PCI</b>	<b>¿NECESARIA?</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
Sistemas automáticos detección incendios	SI	-
Sistemas manuales alarma incendios	SI	-
Sistemas comunicación de alarma	NO	-
Sistema de abastecimiento de agua contra incendios	SI	-
Sistema de hidrantes exteriores	SI	Caudal 2000 l/min y autonomía 90 min. La presión mínima al descargar el caudal será de 5 bar.
Extintores de incendio	SI	300 m <sup>2</sup> + otro cada 200 m <sup>2</sup> con eficacia 34A.
Sistema BIE	SI	DN 45 mm, simultaneidad 3 y autonomía 90 min.
Sistema de columna seca	NO	-
Sistema rociadores automáticos de agua	SI	-

Tabla 21. Instalaciones PCI para 07.

#### 4.1.2 Nave 5000 m2.

##### 4.1.1.8 CÓDIGO 08.

CÓDIGO 08			
REQUISITOS CONSTRUCTIVOS	CANTIDAD	UNIDADES	ACCIÓN
Máxima superficie construida de cada sector de incendio.	6000	m2	-
Estabilidad al fuego elementos portantes	R30 (EF-30).	-	-
Cubiertas ligeras	NO	-	-
Resistencia al fuego elementos cerramiento	REI 120 (RF-120)	-	-
Ventilación y eliminación de humos	NO	-	-

Tabla 22. Requisitos constructivos para 08.

CÓDIGO 08		
INSTALACIONES PCI	¿NECESARIA?	CARACTERÍSTICAS
Sistemas automáticos detección incendios	NA	-
Sistemas manuales alarma incendios	SI	-
Sistemas comunicación de alarma	NO	-
Sistema de abastecimiento de agua contra incendios	SI	-
Sistema de hidrantes exteriores	NO	-
Extintores de incendio	SI	600 m2+ otro cada 200 m2 con eficacia 21A.
Sistema BIE	NO	-
Sistema de columna seca	NO	-
Sistema rociadores automáticos de agua	NA	-

Tabla 23. Instalaciones PCI para 08.

##### 4.1.1.9 CÓDIGO 09.

CÓDIGO 09			
REQUISITOS CONSTRUCTIVOS	CANTIDAD	UNIDADES	ACCIÓN
Máxima superficie construida de cada sector de incendio.	3500	m2	NECESARIO SECTORIZAR.
Estabilidad al fuego elementos portantes	R60 (EF-60)	-	-
Cubiertas ligeras	R15 (EF-15)	-	-
Resistencia al fuego elementos cerramiento	REI 180 (RF-180)	-	-
Ventilación y eliminación de humos	SI	-	-

Tabla 24. Requisitos constructivos para 09.

CÓDIGO 09		
INSTALACIONES PCI	¿NECESARIA?	CARACTERÍSTICAS
Sistemas automáticos detección incendios	SI	-
Sistemas manuales alarma incendios	SI	-
Sistemas comunicación de alarma	NO	-
Sistema de abastecimiento de agua contra incendios	SI	-
Sistema de hidrantes exteriores	*	* Solo si el sector es 3500 m2 o más, con caudal 1500 l/min y autonomía 60 min). La presión

Diseño de una instalación de Protección Contra Incendios (PCI) y propuesta de guía para la especificación de la PCI de edificaciones industriales sin uso predefinido.

		mínima al descargar el caudal será de 5 bar (Esto se mencionará en las conclusiones)
Extintores de incendio	SI	400 m2+ otro cada 200 m2 con eficacia 21A.
Sistema BIE	SI	DN 45 mm, simultaneidad 2 y autonomía 60 min.
Sistema de columna seca	NO	-
Sistema rociadores automáticos de agua	SI	-

Tabla 25. Instalaciones PCI para 09.

**4.1.1.10 CÓDIGO 10.**

CÓDIGO 10			
REQUISITOS CONSTRUCTIVOS	CANTIDAD	UNIDADES	ACCIÓN
Máxima superficie construida de cada sector de incendio.	2000	m2	NECESARIO SECTORIZAR.
Estabilidad al fuego elementos portantes	R 90 (EF-90)	-	-
Cubiertas ligeras	R 30 (EF-30)	-	-
Resistencia al fuego elementos cerramiento	REI 240 (RF-240)	-	-
Ventilación y eliminación de humos	SI	-	-

Tabla 26. Requisitos constructivos para 10.

CÓDIGO 10		
INSTALACIONES PCI	¿NECESARIA?	CARACTERÍSTICAS
Sistemas automáticos detección incendios	SI	-
Sistemas manuales alarma incendios	SI	-
Sistemas comunicación de alarma	NO	-
Sistema de abastecimiento de agua contra incendios	SI	-
Sistema de hidrantes exteriores	SI	Caudal 2000 l/min y autonomía 90 min. La presión mínima al descargar el caudal será de 5 bar.
Extintores de incendio	SI	300 m2+ otro cada 200 m2 con eficacia 34A.
Sistema BIE	SI	DN 45 mm, simultaneidad 3 y autonomía 90 min.
Sistema de columna seca	NO	-
Sistema rociadores automáticos de agua	SI	-

Tabla 27. Instalaciones PCI para 10.

**4.1.3 Nave 8500 m2.**

**4.1.3.1 CÓDIGO 11.**

CÓDIGO 11			
REQUISITOS CONSTRUCTIVOS	CANTIDAD	UNIDADES	ACCIÓN
Máxima superficie construida de cada sector de incendio.	6000	m2	NECESARIO SECTORIZAR.
Estabilidad al fuego elementos portantes	R 30 (EF-30)	-	-
Cubiertas ligeras	NO	-	-



Diseño de una instalación de Protección Contra Incendios (PCI) y propuesta de guía para la especificación de la PCI de edificaciones industriales sin uso predefinido.

Resistencia al fuego elementos cerramiento	REI 120 (RF-120)	-	-
Ventilación y eliminación de humos	NO	-	-

Tabla 28. Requisitos constructivos para 11.

CÓDIGO 11		
INSTALACIONES PCI	¿NECESARIA?	CARACTERÍSTICAS
Sistemas automáticos detección incendios	NA	-
Sistemas manuales alarma incendios	SI	-
Sistemas comunicación de alarma	NO	-
Sistema de abastecimiento de agua contra incendios	SI	-
Sistema de hidrantes exteriores	NO	-
Extintores de incendio	SI	600 m2+ otro cada 200 m2 con eficacia 21A.
Sistema BIE	NO	-
Sistema de columna seca	NO	-
Sistema rociadores automáticos de agua	NA	-

Tabla 29. Instalaciones PCI para 11.

#### 4.1.3.2 CÓDIGO 12.

CÓDIGO 12			
REQUISITOS CONSTRUCTIVOS	CANTIDAD	UNIDADES	ACCIÓN
Máxima superficie construida de cada sector de incendio.	3500	m2	NECESARIO SECTORIZAR.
Estabilidad al fuego elementos portantes	R 60 (EF-60)	-	-
Cubiertas ligeras	R 15 (EF-15)	-	-
Resistencia al fuego elementos cerramiento	REI 180 (RF-180)	-	-
Ventilación y eliminación de humos	SI	-	-

Tabla 30. Requisitos constructivos para 12.

CÓDIGO 12		
INSTALACIONES PCI	¿NECESARIA?	CARACTERÍSTICAS
Sistemas automáticos detección incendios	SI	-
Sistemas manuales alarma incendios	SI	-
Sistemas comunicación de alarma	NO	-
Sistema de abastecimiento de agua contra incendios	SI	-
Sistema de hidrantes exteriores	*	*Solo si es 3500 m2 o más, con caudal 1500 l/min y autonomía 60 min. La presión mínima al descargar el caudal será de 5 bar
Extintores de incendio	SI	400 m2+ otro cada 200 m2 con eficacia 21A.
Sistema BIE	SI	DN 45 mm, simultaneidad 2 y autonomía 60 min.
Sistema de columna seca	NO	-
Sistema rociadores automáticos de agua	SI	-

Tabla 31. Instalaciones PCI para 12.

#### 4.1.3.3 CÓDIGO 13.

CÓDIGO 13			
REQUISITOS CONSTRUCTIVOS	CANTIDAD	UNIDADES	ACCIÓN
Máxima superficie construida de cada sector de incendio.	2000	m2	NECESARIO SECTORIZAR.
Estabilidad al fuego elementos portantes	R 90 (EF-90).	-	-
Cubiertas ligeras	R 30 (EF-30)	-	-
Resistencia al fuego elementos cerramiento	REI 240 (RF-240)	-	-
Ventilación y eliminación de humos	SI	-	-

Tabla 32. Requisitos constructivos para 13.

CÓDIGO 13		
INSTALACIONES PCI	¿NECESARIA?	CARACTERÍSTICAS
Sistemas automáticos detección incendios	SI	-
Sistemas manuales alarma incendios	SI	-
Sistemas comunicación de alarma	NO	-
Sistema de abastecimiento de agua contra incendios	SI	-
Sistema de hidrantes exteriores	SI	Caudal 2000 l/min y autonomía 90 min. La presión mínima al descargar el caudal será de 5 bar
Extintores de incendio	SI	300 m2+ otro cada 200 m2 con eficacia 34A
Sistema BIE	SI	DN 45 mm, simultaneidad 3 y autonomía 90 min
Sistema de columna seca	NO	-
Sistema rociadores automáticos de agua	SI	-

Tabla 33. Instalaciones PCI para 13.

Finalmente debe tenerse en cuenta que los sistemas de agua pulverizada, sistemas de espuma física, sistemas de extinción por polvo y sistemas de extinción por gas se aplican en casos específicos, y por tanto quedan fuera del ámbito de aplicación de este documento que es de carácter general. Asimismo, se deberán señalar los medios PCI y las salidas de uso habitual y emergencia.

#### 4.2 DETALLE DE LAS SECTORIZACIONES NECESARIAS.

Tal y como se ha detallado en el apartado anterior en algunas de las configuraciones para las naves vistas existe la necesidad de realizar una sectorización dentro de la nave para cumplir la normativa. Este apartado servirá para especificar como se realizan estas sectorizaciones para que posteriormente se tengan en cuenta en el coste.

Por otra parte, para todas las configuraciones expuestas en el apartado anterior la parte de la nave reservada para las oficinas constituye un sector de incendio independiente.

Diseño de una instalación de Protección Contra Incendios (PCI) y propuesta de guía para la especificación de la PCI de edificaciones industriales sin uso predefinido.

- *NAVE 2000 m2, Tipo A, Riesgo Bajo Tipo 2.*

CÓDIGO 01	Máxima superficie construida para cada sector de incendio: 1000 m2	Unidades	Dimensiones
Sector 1	1.000	m2	25x40
Sector 2	850	m2	25x40-15x10
Sector Oficinas	150	m2	15x10
TOTAL SECTORES	2.000	m2	-

Tabla 34. Sectorización en 01.

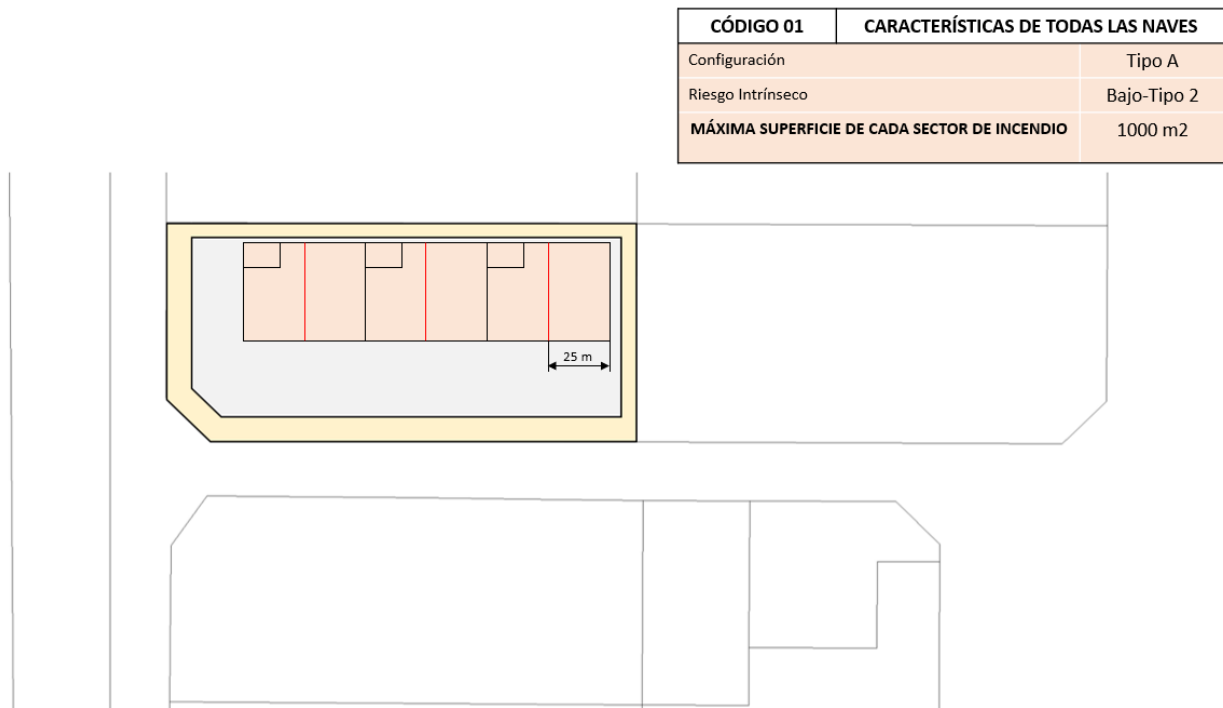


Ilustración 22. Sectorización en 01.

- *NAVE 2000 m2, Tipo A, Riesgo Medio Tipo 5.*

CÓDIGO 02	Máxima superficie construida para cada sector de incendio: 300 m2	Unidades	Dimensiones
Sectores del 1 al 5	300	m2	25x12
Sector 6	250	m2	25x16-15x10
Sector 7	100	m2	25x4
Sector Oficinas	150	m2	15x10
TOTAL SECTORES	2.000	m2	-

Tabla 35. Sectorización en 02.

Diseño de una instalación de Protección Contra Incendios (PCI) y propuesta de guía para la especificación de la PCI de edificaciones industriales sin uso predefinido.

CÓDIGO 02	CARACTERÍSTICAS DE TODAS LAS NAVES
Configuración	Tipo A
Riesgo Intrínseco	Medio-Tipo 5
<b>MÁXIMA SUPERFICIE DE CADA SECTOR DE INCENDIO</b>	300 m <sup>2</sup>

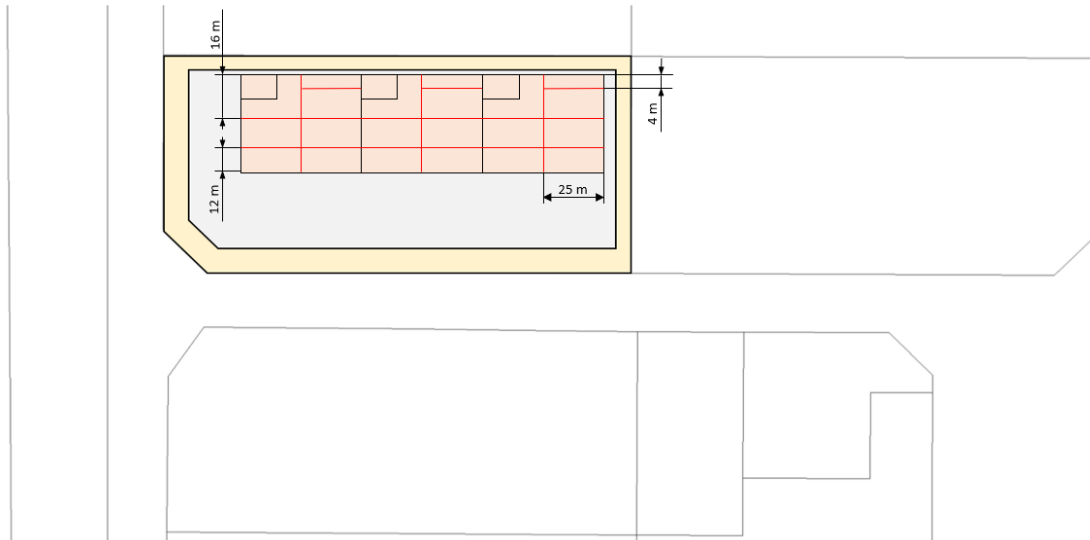


Ilustración 23. Sectorización en 02.

- *NAVE 5000 m<sup>2</sup>, Tipo C, Riesgo Medio Tipo 5.*

CÓDIGO 09	Máxima superficie construida para cada sector de incendio: 3500 m <sup>2</sup>	Unidades	Dimensiones
Sector 1	2.500	m <sup>2</sup>	62,5x40
Sector 2	2.350	m <sup>2</sup>	62,5x40-15x10
Sector Oficinas	150	m <sup>2</sup>	15x10
<b>TOTAL SECTORES</b>	<b>5.000</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>-</b>

Tabla 36. Sectorización en 09.

Diseño de una instalación de Protección Contra Incendios (PCI) y propuesta de guía para la especificación de la PCI de edificaciones industriales sin uso predefinido.

CÓDIGO 09	CARACTERÍSTICAS NAVE
Configuración	Tipo C
Riesgo Intrínseco	Medio-Tipo 5
<b>MÁXIMA SUPERFICIE DE CADA SECTOR DE INCENDIO</b>	3500 m2

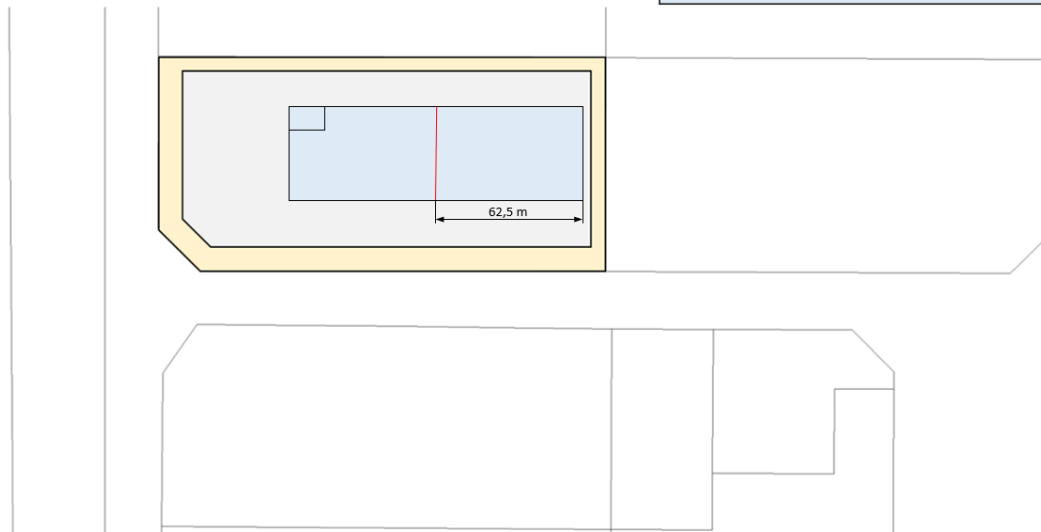


Ilustración 24. Sectorización en 09.

Nota: como los sectores son inferiores a 3.500 m2 no serán necesarios los hidrantes en el caso con código 9. (Ver apartado 4.1 de este trabajo)

- NAVE 5000 m2, Tipo C, Riesgo Alto Tipo 8.

CÓDIGO 10	Máxima superficie construida para cada sector de incendio: 2000 m2	Unidades	Dimensiones
Sectores 1 y 2	2.000	m2	50x40
Sector 3	850	m2	25x40-15x10
Sector Oficinas	150	m2	15x10
<b>TOTAL SECTORES</b>	<b>5.000</b>	<b>m2</b>	<b>-</b>

Tabla 37. Sectorización en 10.

CÓDIGO 10	CARACTERÍSTICAS NAVE
Configuración	Tipo C
Riesgo Intrínseco	Alto-Tipo 8
<b>MÁXIMA SUPERFICIE DE CADA SECTOR DE INCENDIO</b>	2000 m <sup>2</sup>

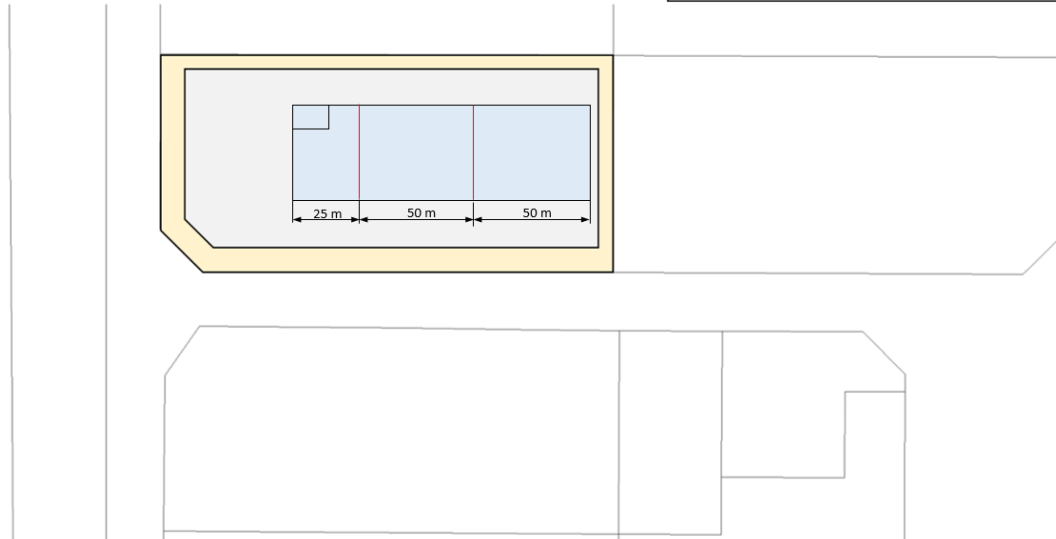


Ilustración 25. Sectorización en 10.

- NAVE 8500m<sup>2</sup>, Tipo C, Riesgo Bajo Tipo 2.

CÓDIGO 11	Máxima superficie construida para cada sector de incendio: 6000 m <sup>2</sup>	Unidades	Dimensiones
Sector 1	4.250	m <sup>2</sup>	85x50
Sector 2	4.100	m <sup>2</sup>	85x50-15x10
Sector Oficinas	150	m <sup>2</sup>	15x10
TOTAL SECTORES	8.500	m <sup>2</sup>	-

Tabla 38. Sectorización en 11.

CÓDIGO 11	CARACTERÍSTICAS NAVE
Configuración	Tipo C
Riesgo Intrínseco	Bajo-Tipo 2
<b>MÁXIMA SUPERFICIE DE CADA SECTOR DE INCENDIO</b>	6000 m2

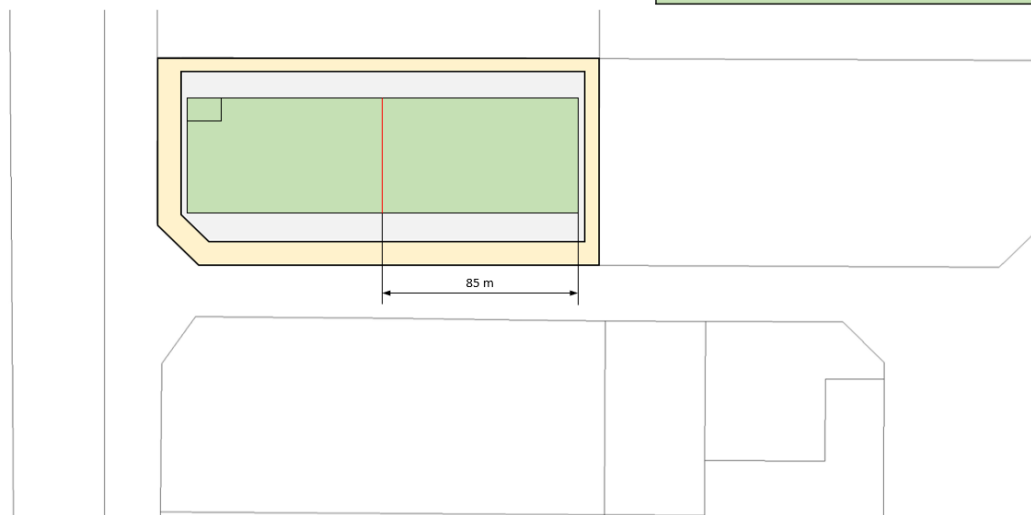


Ilustración 26. Sectorización en 11.

- *NAVE 8500 m2, Tipo C, Riesgo Medio Tipo 5.*

CÓDIGO 12	Máxima superficie construida para cada sector de incendio: 3500 m2	Unidades	Dimensiones
Sectores 1 y 2	3.500	m2	70x50
Sector 3	1.350	m2	30x50-15x10
Sector Oficinas	150	m2	15x10
<b>TOTAL SECTORES</b>	<b>8.500</b>	<b>m2</b>	<b>-</b>

Tabla 39. Sectorización en 12.

Diseño de una instalación de Protección Contra Incendios (PCI) y propuesta de guía para la especificación de la PCI de edificaciones industriales sin uso predefinido.

CÓDIGO 12	CARACTERÍSTICAS NAVE
Configuración	Tipo C
Riesgo Intrínseco	Medio-Tipo 5
<b>MÁXIMA SUPERFICIE DE CADA SECTOR DE INCENDIO</b>	3500 m <sup>2</sup>

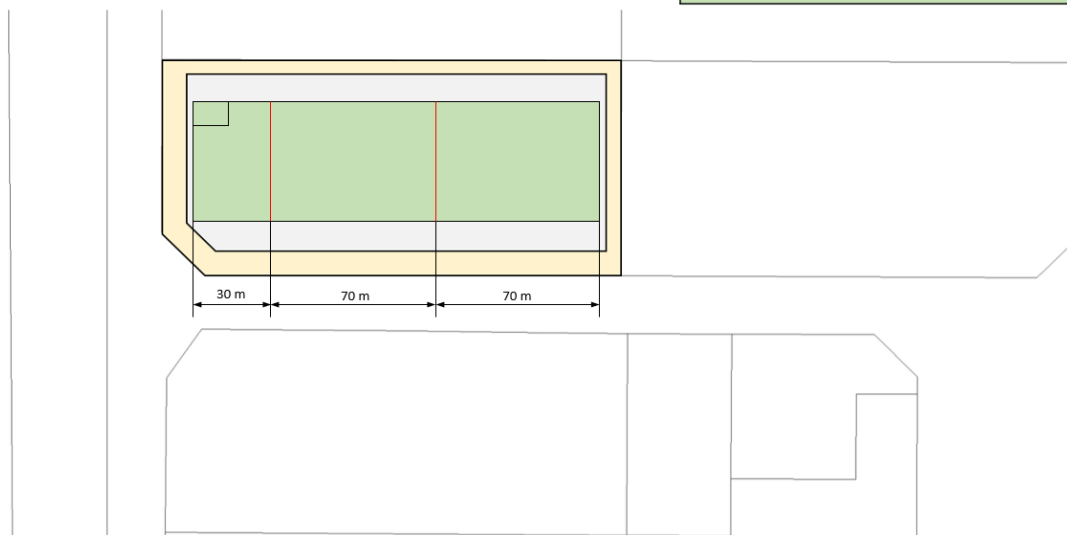


Ilustración 27. Sectorización en 12.

Nota: Como los sectores 1 y 2 son de 3500 m<sup>2</sup> sí que serán necesarios los hidrantes en el caso con código numero 12 (Ver apartado 4.1 de este documento)

- NAVE 8500 m<sup>2</sup>, Tipo C, Riesgo Alto Tipo 8.

CÓDIGO 13	Máxima superficie construida para cada sector de incendio: 2000 m <sup>2</sup>	Unidades	Dimensiones
Sector 1,2 y 3	2.000	m <sup>2</sup>	40x50
Sector 4	1.250	m <sup>2</sup>	25x50
Sector 5	1.100	m <sup>2</sup>	25x50-15x10
Sector Oficinas	150	m <sup>2</sup>	15x10
<b>TOTAL SECTORES</b>	<b>8.500</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>-</b>

Tabla 40. Sectorización en 13.



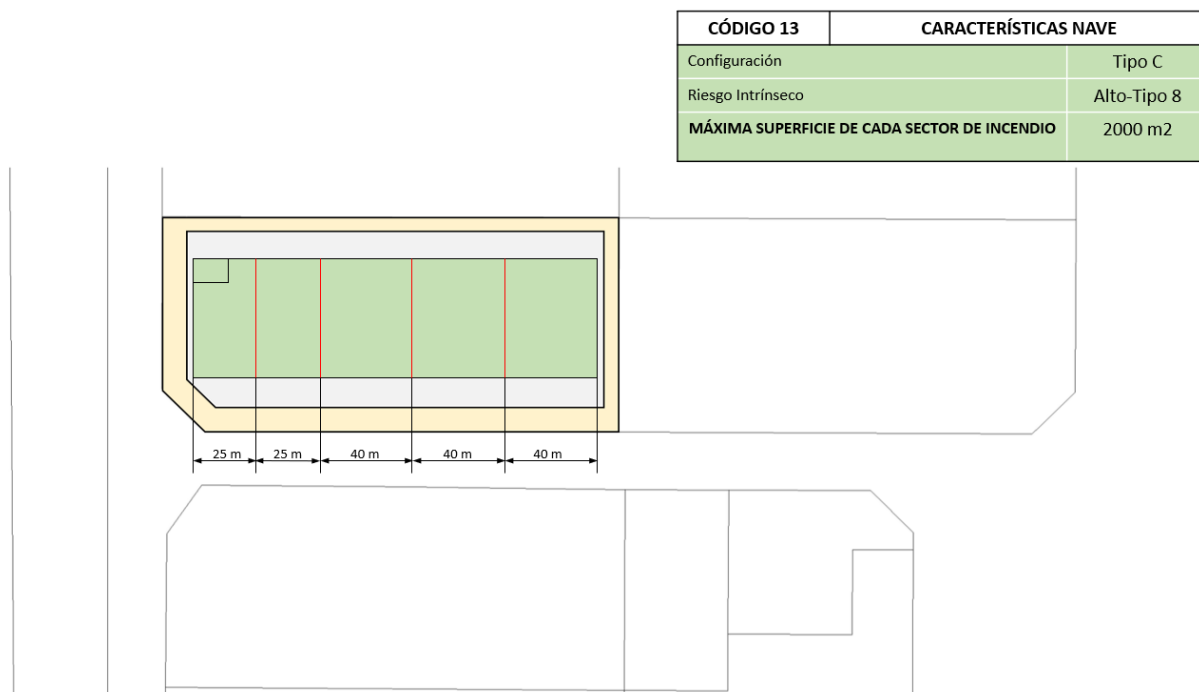


Ilustración 28. Sectorización en 13.

#### 4.3 COMPARACIÓN DE LOS REQUISITOS CONSTRUCTIVOS Y MEDIDAS PCI NECESARIAS ENTRE LOS DISTINTOS CASOS.

En este apartado se pretende presentar de forma conjunta todos los casos, y sus características, que han sido estudiados y detallados en apartados anteriores. De esta forma y gracias a la ordenación de los datos en formato tabla podemos extraer algunas conclusiones y realizar un primer pronóstico visual sobre qué casos supondrán un mayor coste económico y cuales resultarán más asequibles.

Resulta lógico pensar que cuanto más alto sea el nivel de Riesgo Intrínseco para el cual se protege la nave más elevada será la necesidad de equipos de PCI. Sin embargo, otros factores como tener una configuración u otra o la superficie de la nave tienen también gran influencia.

Por ejemplo, comparando los casos 2 y 13 de las tablas 41 y 42, se puede ver como una configuración tipo A (naves adosadas) protegida con riesgo intrínseco medio puede requerir los mismos equipos de protección o permitir unos sectores de incendio menores que una configuración tipo C (naves separadas más de 3 m) protegida para riesgo intrínseco alto. Además de esto, el mayor tamaño de la nave suele implicar que sea necesario sectorizar como vemos en los casos 09, 10, 11, 12 y 13.

Lógicamente cuantos más equipos de PCI sean requeridos, más requisitos constructivos o más m de muro de sectorizaciones interiores mayor será el coste final.

Diseño de una instalación de Protección Contra Incendios (PCI) y propuesta de guía para la especificación de la PCI de edificaciones industriales sin uso predefinido.

REQUISITOS CONSTRUCTIVOS													
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13
Superficie máxima sector de incendio(m2)	1000	300	4000	2500	6000	3500	2000	6000	3500	2000	6000	3500	2000
Estabilidad al fuego elementos portantes.	R90	R120	R60	R90	R30	R60	R90	R30	R60	R90	R30	R60	R90
Cubiertas ligeras.	NO	NO	R15	R30	NO	R15	R30	NO	R15	R30	NO	R 15	R30
Resistencia al fuego elementos cerramiento.	REI 120	REI 180	REI 120	REI 180	REI 120	REI 180	REI 240	REI 120	REI 180	REI 240	REI 120	REI 180	REI 240
Ventilación y eliminación de humos.	NO	SI	NO	SI	NO	SI	SI	NO	SI	SI	NO	SI	SI

Tabla 41. Comparativo de requisitos constructivos.

Nota: el **color rojo** en la primera fila de la tabla 41 indica aquellos casos en los que es necesario realizar una sectorización para cumplir con la normativa.

INSTALACIONES PCI													
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13
Sistema automático detección.	SI	SI	NA	SI	NA	*	SI	NA	SI	SI	NA	SI	SI
Sistema manual detección.	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Comunicación alarma.	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Abastecimiento agua.	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Hidrantes.	*SI	SI	NO	NO	NO	NO	SI	NO	*NO	SI	NO	*SI	SI
Extintores.	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
BIE's	SI	SI	NO	SI	NO	SI	SI	NO	SI	SI	NO	SI	SI
Columna Seca.	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Rociadores automáticos.	NA	SI	NA	*	NA	*	SI	NA	SI	SI	NA	SI	SI

Tabla 42. Comparativo de instalaciones de PCI.

Nota: el asterisco (\*) indica en la tabla 42 que solamente son necesarios esos elementos en ciertos casos (explicados en el apartado 4.1).

## **CAPITULO 5. DISEÑO DE LAS INSTALACIONES DE PCI DEL EDIFICIO CON CÓDIGO 12b.**

En este apartado se diseñará a modo de ejemplo el caso de estudio con código 12b por ser este el caso más frecuente en la vida real, configuración tipo C con riesgo medio en una nave de cierto tamaño (El caso 12b es idéntico al caso 12 con la única diferencia de que la sectorización no es necesaria por la aplicación de la nota4 de la tabla 2. Se detallará más adelante en el apartado 6.4). Con este ejemplo, se mostrará los pasos y metodología a seguir en el diseño de cualquier instalación.

Para diseñar completamente la instalación de PCI de este caso, se determinará para comenzar el sistema de abastecimiento de agua necesario y posteriormente los sistemas de detección automático y manual, el número de extintores y el número de BIEs

### **5.1 DISEÑO Y CALCULO DEL SISTEMA DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS Y EL SISTEMA DE HIDRANTES EXTERIORES.**

En primer lugar, para el diseño del sistema de abastecimiento de agua contra incendios, se debe tener en cuenta que este se instalará cuando sea necesario para dar servicio, en las condiciones de caudal, presión y reserva calculados, a uno o varios sistemas de lucha contra incendios, tales como: BIEs, hidrantes exteriores y rociadores automáticos (también en agua pulverizada y espuma en los casos específicos en los que estos sean necesarios).

Como se puede observar en la tabla 31 de este TFG, este caso tiene, por ser idéntico al caso 12, los siguientes requerimientos:

- Los hidrantes son necesarios con un caudal de 1500 l/min y autonomía 60 min. La presión mínima al descargar el caudal será de 5 bar en las salidas de los hidrantes.
- Las BIE son necesarias con DN 45 mm, simultaneidad 2 y autonomía 60 min.
- Los rociadores automáticos son necesarios.

Como se puede comprobar en la tabla 43, perteneciente al RSCIEI, cuando se instalan BIEs, hidrantes y rociadores automáticos en el edificio las necesidades de caudal y reserva de agua se calcula como:

$$Q_{total} = Q_{ra} + 0,5 * Q_h$$

$$R_{total} = R_{ra} + 0,5 * R_h$$

Por tanto, se debe calcular el caudal y reserva de agua requeridos por los hidrantes y los requeridos por los rociadores automáticos para así poder conocer los requerimientos totales de la instalación.

CUADRO RESUMEN PARA EL CÁLCULO DEL CAUDAL (Q) Y RESERVA (R) DE AGUA CUANDO EN UNA INSTALACIÓN COEXISTEN VARIOS SISTEMAS DE EXTINCIÓN

TIPO DE INSTALACIÓN	BIE [1]	HIDRANTES [2]	ROCIADORES AUTOMÁTICOS [3]	AGUA PULVERIZADA [4]	ESPUMA [5]	
[1] BIE	$Q_B/R_B$	(a) $Q_H/R_H$ (b) $Q_B \cdot Q_H / (R_B + R_H)$	$Q_{RA}/R_{RA}$			
		$0,5 Q_H + Q_{RA} \quad 0,5 R_H + R_{RA}$				
[2] HIDRANTES	(a) $Q_H/R_H$ (b) $Q_B + Q_H / (R_B + R_H)$	$0,5 Q_H + Q_{RA}$ $0,5 R_H + R_{RA}$	$Q_H/R_H$	$Q$ mayor $R$ mayor (una instal.)	$0,5 Q_H + Q_{AP} / 0,5 R_H + R_{AP}$	$Q$ mayor, $R$ mayor (una instalación)
[3] ROCIADORES AUTOMÁTICOS	$Q_{RA}/R_{RA}$		$Q$ mayor $R$ mayor (una instal.)	$Q_{RA}/R_{RA}$	$Q$ mayor $R$ mayor (una instalación)	$Q$ mayor $R$ mayor (una instalación)
[4] AGUA PULVERIZADA		$0,5 Q_H + Q_{AP} / 0,5 R_H + R_{AP}$	$Q_{AP} + Q_E$ $R_{AP} + R_E$	$Q$ mayor $R$ mayor (una instalación)	$Q_{AP}/R_{AP}$	$Q_{AP} + Q_E$ $R_{AP} + R_E$
[5] ESPUMA		$Q$ mayor $R$ mayor (una instal.)		$Q$ mayor $R$ mayor (una instalación)	$Q_{AP} + Q_E$ $R_{AP} + R_E$	$Q_E/R_E$

Tabla 43. Coexistencia de sistemas de extinción.

### 5.1.1 Cálculo de la presión y caudal necesarios en los rociadores automáticos.

Para los cálculos correspondientes a los rociadores automáticos tanto el RIPCI como el RSCIEI indican que la norma a seguir es la norma UNE-EN 12845: "Sistemas fijos de lucha contra incendios. Sistemas de rociadores automáticos. Diseño, instalación y mantenimientos" Por este motivo, se seguirán las indicaciones de esta norma para el diseño de la instalación de rociadores.

### 5.1.2 Determinación de la clase de riesgo y el número de puestos de control.

La norma UNE-EN 12845 distingue entre diferentes tipos de categorías de riesgo. De entre ellas, dado que este trabajo persigue el objetivo de abarcar la mayor cantidad de casos posibles y estamos en una configuración con riesgo medio, se selecciona como categoría de riesgo la de Riesgo Ordinario (RO) y dentro de esta categoría se selecciona el RO2 situándose en un escenario general. Además de esto, se supone que se cumplen las condiciones para que la instalación sea del tipo "tubería mojada" por tanto la instalación estará permanente cargada con agua bajo presión. Estas condiciones mencionadas son: no hay posibilidad de heladas en la instalación y la temperatura ambiente no supera los 95 °C

Por otro lado, la normativa define el termino puesto de control como: “Conjunto que incorpora una válvula de alarma, una válvula de cierre y todas las válvulas y accesorios asociados para el control de una instalación de rociadores”.

**Tabla 17 – Superficie protegida máxima en instalaciones de tubería mojada o de acción previa**

Clase de riesgo	Superficie protegida máxima por puesto de control m <sup>2</sup>
RL	10 000
<b>RO, incluyendo cualesquiera rociadores RL</b>	<b>12 000, excepto como se permite en los anexos D y F</b>
RE, incluyendo cualesquiera rociadores RO y RL	9 000

Tabla 44. Clases de riesgo en rociadores automáticos.

Como este edificio tiene 8.500 m<sup>2</sup> de superficie bastara con la instalación de un único puesto de control siguiendo la tabla 44 perteneciente a la norma UNE-EN 12845.

### 5.1.3 Densidad de diseño y área de operación de la nave.

Antes de determinar estos valores se deben definir primero estos dos conceptos:

-Área de operación: Área máxima sobre la que se supone, para efectos de diseño, que se abrirán los rociadores en caso de incendio. Ver la ilustración 29.

-Densidad de diseño: Densidad mínima de descarga de agua, para la que se diseña una instalación de rociadores.

Es decir, en caso de incendio, no se abren todos los rociadores de la instalación sino solamente aquellos que pertenecen al área de operación en que se encuentra situado el incendio.

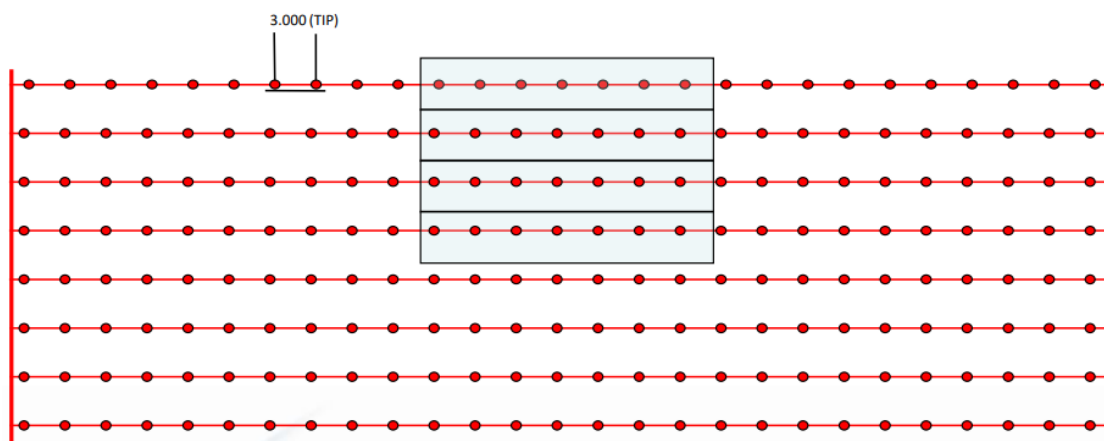


Ilustración 29. Área de operación.

**Tabla 3 - Criterios de diseño para RL, RO y REP**

Clase de riesgo	Densidad de diseño mm/min	Área de operación m <sup>2</sup>	
		Mojada o acción previa	Seca o alterna
RL	2,25	84	No permitida Se usa RO1
RO1	5,0	72	90
RO2	5,0	144	180
RO3	5,0	216	270
RO4	5,0	360	No permitida Se usa REP1
REP1	7,5	260	325
REP2	10,0	260	325
REP3	12,5	260	325
REP4	diluvio (véase la NOTA)		
NOTA Necesita consideración especial. Los sistemas de diluvio no están cubiertos por esta norma.			

Tabla 45. Densidad de diseño y área de operación.

De la tabla 45 se extrae que la densidad de diseño indicada por la norma UNE-EN 12845 es de 5 mm/min y el área de operación es de 144 m<sup>2</sup>.

#### 5.1.4 Distribución de los rociadores en la nave.

Se va a distribuir los rociadores en la nave siguiendo la distribución normal que indica la norma UNE-EN 12845. De la tabla 46 se pueden obtener los valores S y D y conociendo que esta norma indica que la separación a las paredes debe ser igual o inferior a 2 m se procede a realizar la distribución de rociadores dando como resultado la disposición que se observa en la ilustración 30.

**Tabla 19 - Cobertura máxima y separación para rociadores diferentes de los de pared**

Clase de riesgo	Superficie máxima por rociador m <sup>2</sup>	Distancias máximas como se muestran en la figura 8 m		
		Distribución normal S y D	Distribución al tresbolillo S      D	
RL	21,0	4,6	4,6	4,6
RO	12,0	4,0	4,6	4,0
REP y REA	9,0	3,7	3,7	3,7

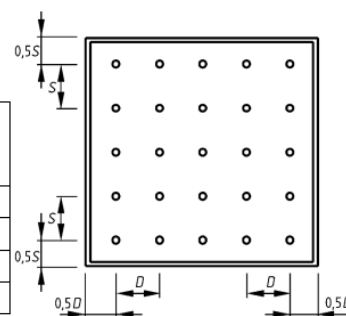


Tabla 46. Distancias de distribución de rociadores automáticos.

Se decide distribuir los rociadores de la siguiente forma: separados 1 m de ambas paredes laterales del edificio, separados 0,4 m de las partes delantera y trasera de la nave, 3 m de separación entre los rociadores a lo ancho del edificio y 3,6 m de separación entre los rociadores a lo largo del edificio. Esta distribución no es aleatoria pues como se verá en el siguiente apartado, permite que la instalación de tuberías posterior sea más sencilla y simétrica.

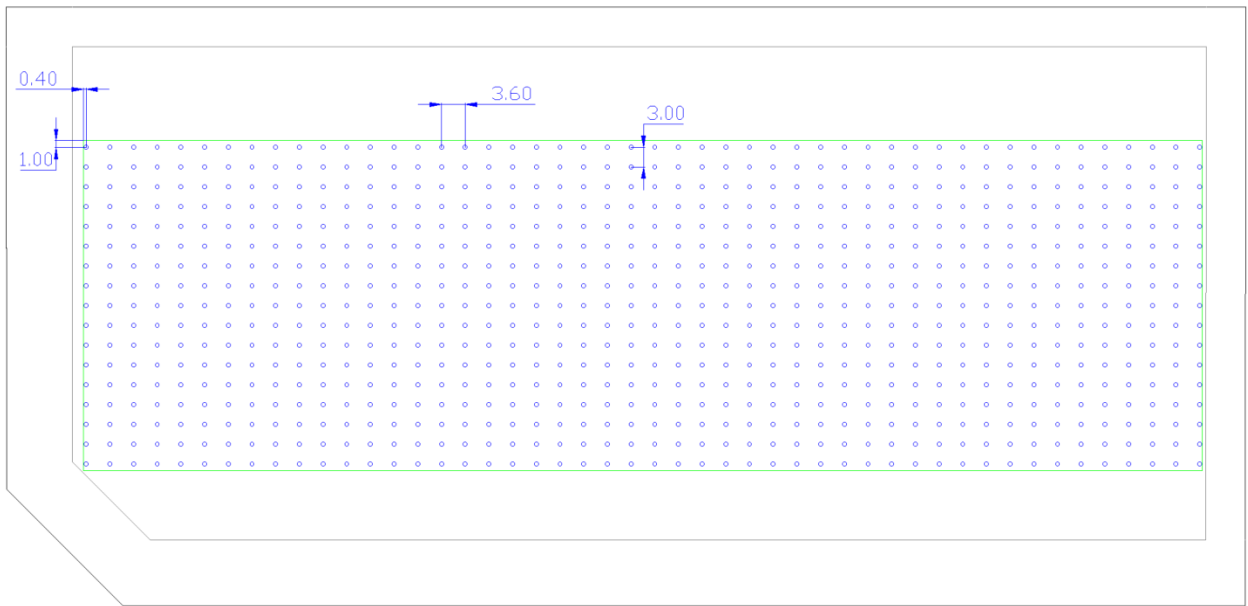
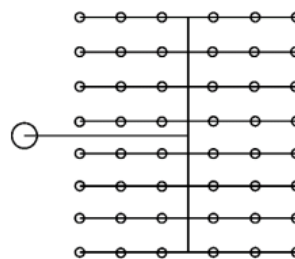


Ilustración 30. Distribución de rociadores automáticos en la nave de código 12b.

#### 5.1.5 Cálculo hidráulico precalculado.

De entre las opciones que contempla la normativa se opta por distribuir las tuberías con configuración y alimentación centrales. Quedando el sistema de tuberías de rociadores como se indica en la ilustración 32. Los rociadores fueron distribuidos de forma que la instalación de tuberías resultara lo menos compleja posible.



3

#### Leyenda

- 1 Configuración lateral con alimentación central con 2 rociadores
- 2 Configuración lateral con alimentación lateral con 3 rociadores
- 3 Configuración central con alimentación central con 3 rociadores
- 4 Configuración central con alimentación lateral con 2 rociadores

Ilustración 31. Configuración central en tuberías de rociadores automáticos.



Ilustración 32. Distribución de tuberías de rociadores automáticos en la nave de código 12b.

### 5.1.6 Caudal y presión requeridos

Se selecciona un tipo de rociador convencional con un factor de descarga,  $K=80$  ( $l * min^{-1} * bar^{-1/2}$ ) de entre las opciones que indica la tabla 47 perteneciente a la norma UNE-EN 12845

Tabla 37a – Tipos de rociador y factores K para diferentes clases de riesgo

Clase de riesgo	Densidad de diseño mm/min	Tipo de rociador	Factor K nominal
RL	2,25	convencional, pulverizador, de techo, semi empotrado, pulverizador plano, empotrado, escondido, y de pared	57
RO	5,0	convencional, pulverizador, de techo, semi empotrado, pulverizador plano, empotrado, escondido, y de pared	80 o 115
REP y REA rociadores de techo o cubierta	$\leq 10$	convencional, pulverizador	80, 115 o 160
	$> 10$	convencional, pulverizador	115 o 160
REA rociadores intermedios en almacenamientos altos apilados		convencional, pulverizador y pulverizador plano	80 o 115

Tabla 47. Tipos de rociador y factores K para diferentes clases de riesgo.



#### 13.4.4 Presión mínima de descarga en rociador

La presión en el rociador situado hidráulicamente más desfavorable, cuando todos los rociadores en el área de operación están funcionando, debe ser no menos que aquella requerida para lograr la densidad especificada en el apartado 13.4.1, o lo siguiente, la que sea mayor:

- 0,70 bar en RL;
- 0,35 bar en RO;
- 0,50 bar en REP y REA excepto para rociadores en estantería;
- 1,00 bar para rociadores en estantería de K 115;
- 2,00 bar para rociadores en estantería de K 80.

*Ilustración 33. Presión mínima de descarga en el rociador.*

-Ahora el caudal de cada rociador se calcula de la siguiente forma:

$$Q_{rociador} = Densidad_{diseño} * Superficiemax_{rociador} = 5 * 10^{-3} \left( \frac{m}{min} \right) * 12(m^2) \\ = 0,06 \left( \frac{m^3}{min} \right) = 60 (l/min)$$

-Conocido el caudal y el factor K, la presión necesaria en la boca de los rociadores se puede calcular aplicando la fórmula:

$$Q_{rociador} = K * \sqrt{Prociador} \\ Prociador = \left( \frac{Q_{rociador}}{K} \right)^2 = \left( \frac{60}{80} \right)^2 = 0,5625 (bar)$$

Que cumple con la condición indicada en la ilustración 33 de la norma UNE-EN 12845  
 $Prociador = 0,5625 (bar) > Pmin = 0,35 (bar)$

-Por otro lado, el número de rociadores se puede calcular como:

$$n^{\circ}rociadores = \frac{\hat{A}rea_{operación}}{Superficiemax_{rociador}} = \frac{144 (m^2)}{12 (m^2)} = 12 rociadores$$

-Por tanto, el caudal total requerido por los rociadores es:

$$Q_{totalroci} (Q_{ra}) = n^{\circ}rociadores * Q_{rociador} = 12 * 60 = 720 \left( \frac{L}{min} \right)$$

Sin embargo, la norma UNE-EN 12845 indica (Ver tabla 48) que los requisitos mínimos son:

$$Q_{totalroci} (Q_{ra}) = 1.000 \left( \frac{L}{min} \right)$$

$$P = 1,4 + ps (bar)$$

### 7.3 Requisitos de presión y caudal para sistemas precalculados

#### 7.3.1 Sistemas RL y RO

El abastecimiento de agua debe ser capaz de suministrar no menos que los caudales y presiones apropiados especificados en la tabla 6 en cada puesto de control. La pérdida de carga debida a fricción y presión estática entre el abastecimiento de agua y cada puesto de control se debe calcular por separado.

Tabla 6 – Requisitos de presión y caudal para sistemas RL y RO precalculados

Clase de riesgo	Caudal l/min	Presión en el puesto de control bar	Caudal de demanda máxima l/min	Presión en el puesto de control bar
RL (Mojado y acción previa)	225	2,2 + $p_s$	-	-
RO1 Mojado y acción previa	375	1,0 + $p_s$	540	0,7 + $p_s$
RO1 Seco y alternativo	725	1,4 + $p_s$	1 000	1,0 + $p_s$
RO2 Mojado y acción previa				
RO2 Seco y alternativo	1 100	1,7 + $p_s$	1 350	1,4 + $p_s$
RO3 Mojado y acción previa				
RO3 Seco y alternativo	1 800	2,0 + $p_s$	2 100	1,5 + $p_s$
RO4 Mojado y acción previa				

NOTA  $p_s$  es la pérdida de presión estática debida a la altura del rociador más alto en la red en cuestión, por encima del manómetro «C» del puesto de control, en bar.

Tabla 48. Requisitos de presión y caudal mínimos.

#### 5.1.7 Pérdidas de carga

Para calcular las pérdidas de carga en la instalación se deben sumar dos términos, las pérdidas debidas a la fricción en las tuberías y las pérdidas en accesorios y válvulas.

Para las pérdidas debidas a la fricción en las tuberías la norma UNE-EN 12485 aplica la fórmula de Hazen-Williams. En dicha fórmula es necesario poner el coeficiente de rugosidad de la tubería, que en este trabajo es el correspondiente a las tuberías de acero galvanizado (Ampliamente utilizadas en el sector industrial) y que tiene un valor  $C=120$ .

#### 13.2 Cálculo de pérdidas de carga en tubería

##### 13.2.1 Pérdida por fricción

Los cálculos de pérdida de carga por fricción en tubería no deben ser menos que la fórmula de Hazen-Williams:

$$p = \frac{6,05 \times 10^5}{C^{1,85} \times d^{4,87}} \times L \times Q^{1,85}$$

donde

$p$  es la pérdida de carga en la tubería, en bar;

$Q$  es el caudal a través de la tubería, en litros por minuto;

$d$  es el diámetro interior medio de la tubería, en milímetros;

$C$  es una constante para el tipo y condición de la tubería (véase la tabla 22);

$L$  es la longitud equivalente de tubería y accesorios, en metros.

Tabla 22 – Valores de C para varios tipos de tubería

Tipo de tubería	Valor de C
hierro fundido	100
hierro dúctil	110
acero dulce	120
acero galvanizado	120
cemento centrifugado	130
hierro fundido revestido de cemento	130
acero inoxidable	140
cobre	140
fibra de vidrio reforzado	140

NOTA La lista no es exhaustiva.

Ilustración 34. Fórmula de Hazen-Williams.

Por otro lado, para el cálculo de las pérdidas en los accesorios y válvulas la norma UNE-EN 12845 contiene una tabla con longitudes equivalentes a aplicar según sea el tipo de accesorio o válvula. Se utilizará en el apartado siguiente (Tabla 52).

### 5.1.8 Diseño del sistema de tuberías.

Como se ha indicado antes, el sistema de tuberías diseñado tiene más de 18 rociadores por colector y su sistema de alimentación es central por tanto siguiendo la tabla 49 indicada en la norma UNE 12845 se colocará un punto de diseño cada 18 rociadores.

**Tabla 26 - Situación de puntos de diseño - RO, REP y REA**

Clase de riesgo	Número de rociadores en un colector, en una sala	Situación del punto de diseño en la unión de un colector con el ramal que contiene el rociador <i>n</i> -ésimo donde <i>n</i> es	Configuración de ramal
RO	> 16	17	lateral con dos rociadores
	> 18	19	todas las otras
REP y REA	> 48	49	todas

Tabla 49. Situación de los puntos de diseño.

Se detalla el resultado en la ilustración 35. Para más detalle ir al plano nº7.

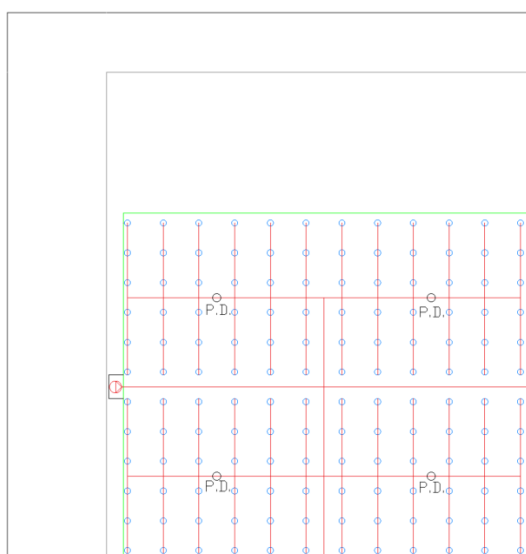


Ilustración 35. Detalle de ubicación de los puntos de diseño.

Una vez indicados los puntos de diseño, los diámetros tanto del ramal como del colector se obtienen de las tablas 50 y 51 en la norma UNE-EN 12845. Sin embargo, es fundamental seguir primero la indicación de la tabla 50 de esta norma cuando dice que entre puntos de diseño y puesto de control se seguirá el apartado 13.3.4.2 el cual dice:

“Los **diámetros de tubo entre el punto de diseño** en el área más lejana de la instalación y el **puesto de control** se deben calcular para **garantizar que la pérdida de carga total debida a la fricción con un caudal de 1.000 l/min no excede de 0,5 bar**”

**Tabla 31 – Diámetros de colector en instalaciones RO**

Colectores	Configuración	Diámetro mm	Número máximo de rociadores alimentados
En los extremos de la instalación	Lateral con 2 rociadores	32	2
		40	4
		50	8
		65	16
	Todas las otras	32	3
		40	6
		50	9
		65	18
Entre puntos de diseño y puesto de control	Todas	A calcular de acuerdo con el apartado 13.3.4.2	

*Tabla 50. Diámetros de colector en RO.*

Es por esto por lo que solamente debemos utilizar las tablas 50 y 51 para diseñar los ramales de la instalación y de los tramos de colector solamente aquellos que queden a partir de alguno de los puestos de diseño. Los tramos de colector situados entre el puesto de control y los puntos de diseño se determinarán mediante calculo hidráulico como indica el apartado 13.3.4.2 de la norma.

Para diseñar primeramente los ramales y tramos de colector a partir del puesto de diseño seguimos las tablas 50 y 51

**Tabla 30 – Diámetros de ramal en instalaciones RO**

Ramales	Configuración	Diámetro mm	Número máximo de rociadores alimentados
Ramales en extremo lejano de todos los colectores – dos últimos ramales	Lateral con 2 rociadores	25	1
		32	2
Tres últimos ramales Último ramal	Lateral con 3 rociadores	25	2
		32	3
		Todas las otras configuraciones	25
Todos los otros ramales	Todas	32	3
		40	4
		50	6
		50	9

*Tabla 51. Diámetros de ramal en RO.*

Quedando como resultado lo indicado en la ilustración 36. Para ver la instalación completa consultar el plano nº8.

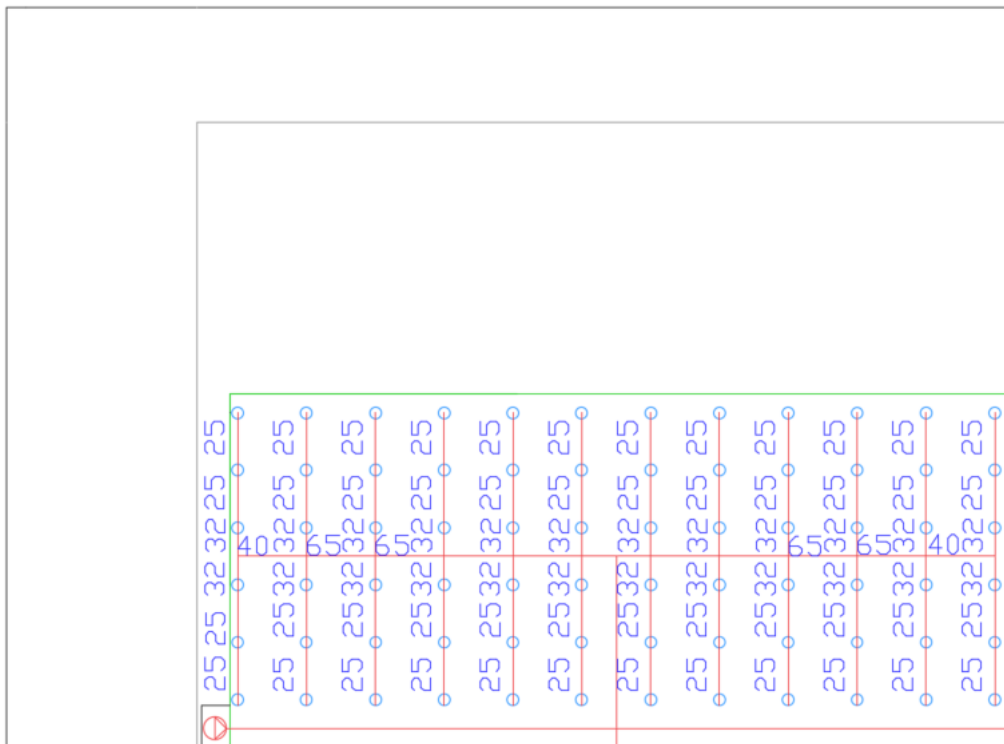


Ilustración 36. Diámetros de tuberías en rociadores automáticos.

En consecuencia, quedan por calcular mediante cálculo hidráulico los tramos de colector indicados en la siguiente ilustración:

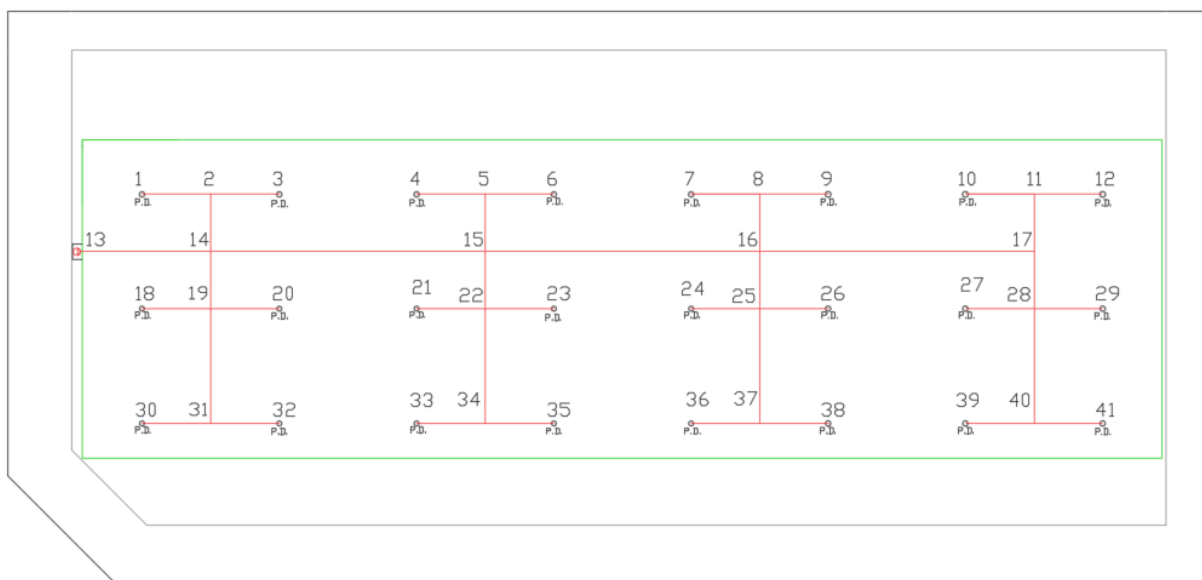


Ilustración 37. Tramos de colector por calcular.

Como se puede observar en la ilustración 37 el punto más alejado de la bomba es el punto 41 indicado en el dibujo. Por tanto, es en este punto donde se producen las mayores pérdidas de carga. A continuación, se calculan las pérdidas de carga en el tramo: 13-14-15-16-17-28-40-41.

-La longitud total de este tramo es:

$$L_{tramo} = 0,4 + 3,6 * 41,5 + 3 * 9 + 3,6 * 3 = 187,6 \text{ (m)}$$

En este tramo además se encuentran un total de 6 "T" lo que consultando la tabla 52 en la norma UNE-EN 12845 y suponiendo un diámetro de colector inicial de 80 mm supone una longitud equivalente de:

$$L_{eq} = 6 * 4,8 = 28,8 \text{ (m)}$$

Tabla 23 - Longitud equivalente de accesorios y válvulas

Accesorios y válvulas	Longitud equivalente de tubería recta de acero (C = 120) <sup>a</sup> (m)										
	Diámetro nominal (mm)										
	20	25	32	40	50	65	80	100	150	200	250
Codo roscado 90° (normalizado)	0,76	0,77	1,0	1,2	1,5	1,9	2,4	3,0	4,3	5,7	7,4
Codo soldado 90° (r/d = 1,5)	0,30	0,36	0,49	0,56	0,69	0,88	1,1	1,4	2,0	2,6	3,4
Codo roscado 45° (normalizado)	0,34	0,40	0,55	0,66	0,76	1,0	1,3	1,6	2,3	3,1	3,9
T roscada normal o cruz (flujo a través de ramal)	1,3	1,5	2,1	2,4	2,9	3,8	4,8	5,1	8,6	11,0	14,0
Válvula de compuerta - de paso recto	-	-	-	-	0,38	0,51	0,63	0,81	1,1	1,5	2,0
Válvula de alarma o de retención (tipo oscilante)	-	-	-	-	2,4	3,2	3,9	5,1	7,2	9,4	12,0
Válvula de alarma o de retención (tipo seta)	-	-	-	-	12,0	19,0	19,7	25,0	35,0	47,0	62,0
Válvula de mariposa	-	-	-	-	2,2	2,9	3,6	4,6	6,4	8,6	9,9
Válvula de esfera	-	-	-	-	16,0	21,0	26,0	34,0	48,0	64,0	84,0
<sup>a</sup> Estas longitudes equivalentes se podrían convertir, según sea necesario, para tuberías con otros valores C multiplicando por los siguientes factores											
Valor C	100	110	120	130	140						
Factor	0,714	0,85	1,00	1,16	1,33						

Tabla 52. Longitud equivalente en accesorios y válvulas.

Lo que supone una longitud total de:

$$L_{tot} = L_{tramo} + L_{eq} = 187,6 + 28,8 = 216,4 \text{ (m)}$$

Conociendo este dato ya se pueden calcular las pérdidas de carga en la instalación. Sabemos que según el apartado 13.3.4.2 de la norma UNE 12845 las pérdidas de carga no deben ser mayores a 0,5 bar. Probamos en primer lugar con un diámetro de tubo de 80 mm:

$$P_c = \frac{6,05 * 10^5}{C^{1,85} * d^{4,87}} * L * Q^{1,85} = \frac{6,05 * 10^5}{120^{1,85} * 80^{4,87}} * 216,4 * 1000^{1,85} = 3,568 \text{ (bar)}$$

No cumple el criterio de ser menos que 0,5 bar. Por tanto, probamos con un diámetro de 100 mm.

$$P_c = \frac{6,05 * 10^5}{C^{1,85} * d^{4,87}} * L * Q^{1,85} = \frac{6,05 * 10^5}{120^{1,85} * 100^{4,87}} * 216,4 * 1000^{1,85} = 1,204 \text{ (bar)}$$

No cumple el criterio de ser menos que 0,5 bar. Por tanto, probamos con un diámetro de 125 mm.

$$P_c = \frac{6,05 * 10^5}{C^{1,85} * d^{4,87}} * L * Q^{1,85} = \frac{6,05 * 10^5}{120^{1,85} * 125^{4,87}} * 216,4 * 1000^{1,85} = 0,406 \text{ (bar)}$$

Con un diámetro de 125 mm si se cumple el criterio de pérdidas de carga inferiores a 0,5 bar. Con este valor se vuelve a calcular la longitud equivalente realizando una interpolación entre los valores correspondientes de la tabla 52:

$$Leq = 6 * \frac{6,1 + 8,6}{2} = 44,1 \text{ (m)}$$

Por tanto, la longitud total es :

$$L_{tot} = L_{tramo} + Leq = 187,6 + 44,1 = 231,7 \text{ (m)}$$

En consecuencia, las pérdidas de carga son realmente:

$$Pc = \frac{6,05 * 10^5}{C^{1,85} * d^{4,87}} * L * Q^{1,85} = \frac{6,05 * 10^5}{120^{1,85} * 125^{4,87}} * 231,7 * 1000^{1,85} = 0,435 \text{ (bar)}$$

Se observa que se cumple el criterio de velocidad impuesto por la norma, que indica que esta debe ser inferior a 6 m/s.

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{\left(1000 \left(\frac{l}{min}\right) * \frac{1 \text{ (min)}}{60 \text{ (seg)}} * \frac{1 \text{ (m}^3\text{)}}{1000 \text{ (l)}}\right)}{\pi * \left(\frac{0,125}{2}\right)^2} = 1,358 \left(\frac{m}{s}\right)$$

Una vez calculados los tramos de colector entre el puesto de control y los puntos de diseño, la instalación queda como indica la ilustración 38:

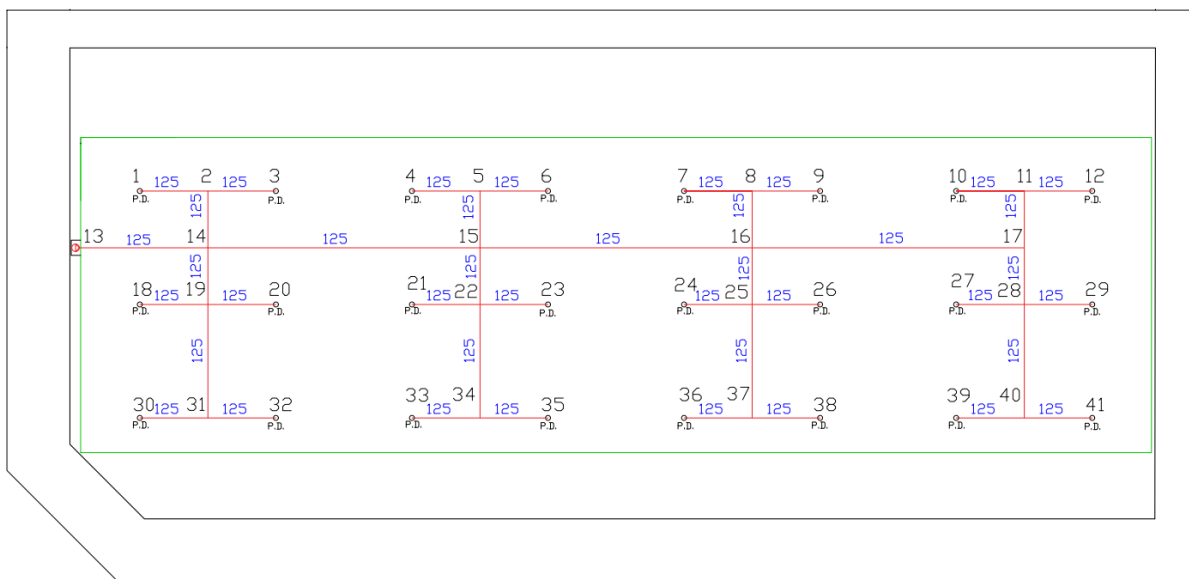


Ilustración 38. Tramos de colector de diámetro 125 mm.

### 5.1.9 Presión y reserva de agua en los rociadores.

Como se ha indicado anteriormente, las pérdidas de carga debidas a la altura de los rociadores se calculan como:

$$ps = 0,098 * h = 0,098 * 10 = 0,98 \text{ (bar)}$$

Por tanto, la presión total para los rociadores debe ser:

$$P = 1,4 + ps + Pcarga = 1,4 + 0,98 + 0,435 = 2,815 \text{ (bar)}$$

#### 8.1.1 Duración

Los abastecimientos de agua deben ser capaces de suministrar automáticamente al menos las condiciones requeridas de presión/caudal del sistema. Si el abastecimiento de agua se usa para otros sistemas de lucha contra incendios, véase el apartado 9.6.4, excepto como se especifica en el caso de depósitos de presión, cada abastecimiento de agua debe tener capacidad suficiente para las duraciones mínimas siguientes:

- RL 30 min
- RO 60 min
- REP 90 min
- REA 90 min

*Ilustración 39. Duración del abastecimiento en rociadores.*

Por otro parte, sabiendo que el tiempo de duración de suministro del caudal debe ser 60 min podemos calcular la reserva total necesaria para los rociadores:

$$R_{totalroci} (Rra) = Q_{totalroci} * tiempo = 1.000 \left( \frac{L}{min} \right) * 60 \text{ (min)} = 60.000(L)$$

#### 5.1.10 Cálculo de la presión, reserva de agua y caudal necesarios en los hidrantes.

Como se indica en el apartado 4.2 de este trabajo, para las características del caso con código 12b, el RSCIEI exige un caudal en los hidrantes de:

$$Q_{hidrantes} (Qh) = 1.500 \text{ L/min}$$

Además, se indica que el tiempo de duración del suministro de agua a los hidrantes debe ser de 90 min por tanto la reserva de agua para los hidrantes se calcula como:

$$R_{hidrantes} (Rh) = 1.500 \left( \frac{L}{min} \right) * 60(\text{min}) = 90.000 \text{ L.}$$

El RSCIEI indica también que la presión mínima en los hidrantes al descargar el caudal será de:

$$P_{hidrantes} (Ph) = 5 \text{ (bar)}$$

Para realizar el diseño de los hidrantes a lo largo de la instalación se ha seguido las indicaciones del RSCIEI que dice lo siguiente:

-La zona protegida por cada uno de ellos es la cubierta por un radio de 40 m, medidos horizontalmente desde el emplazamiento del hidrante.

-Al menos uno de los hidrantes (situado, a ser posible, en la entrada) deberá tener una salida de 100 mm.

-La distancia entre el emplazamiento de cada hidrante y el límite exterior del edificio o zona protegidos, medida perpendicularmente a la fachada, debe ser al menos de cinco metros siempre que sea posible.



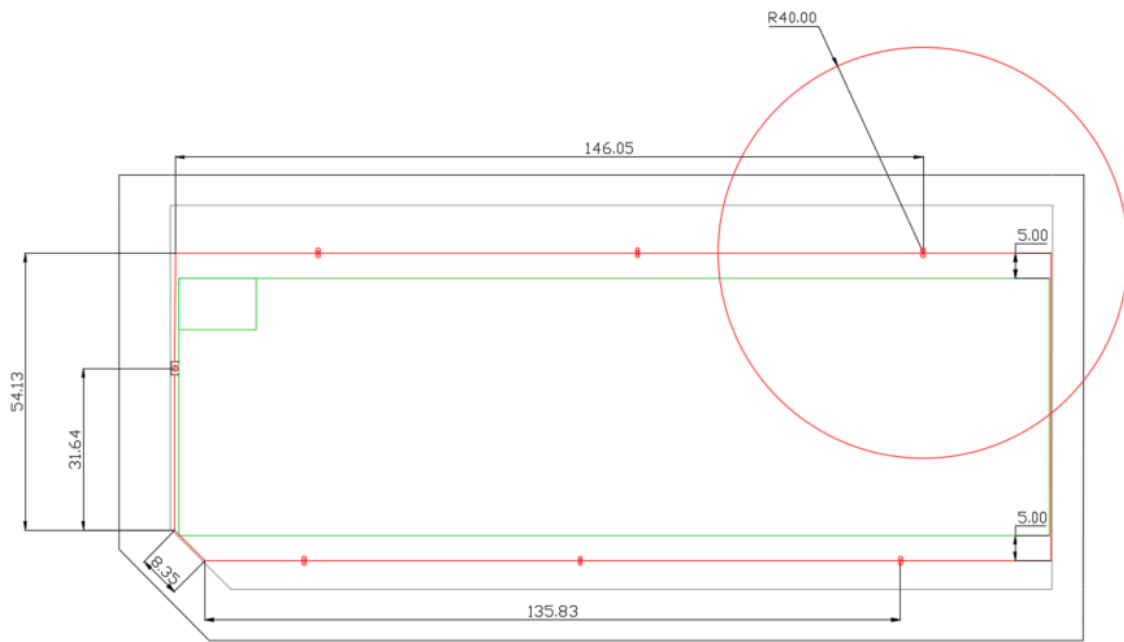


Ilustración 40. Sistema de hidrantes exteriores.

Aunque a diferencia de con los rociadores el RSCIEI indique directamente la presión a la salida en los hidrantes, se debe hacer igualmente una estimación de las pérdidas de carga que se producen en las tuberías de los hidrantes. Por tanto, en la misma línea que con los rociadores, se utilizará la fórmula de Hazen-Williams para calcular las pérdidas de carga en los hidrantes. Se utilizará como criterio que las pérdidas de carga sean menores de 1 bar.

-Se prueba con un diámetro de tubo de 80 mm.

El hidrante más alejado de la sala de bombas se encuentra a una distancia de:

$$L_{tramo} = 36,14 + 8,35 + 135,83 = 180,32(m)$$

Además, hay dos codos roscados de más de 90° que se tomarán como codos de 90° a efectos de cálculo.

$$L_{eq} = 2 * 2,4 = 4,8 (m)$$

$$L_{tot} = L_{tramo} + L_{eq} = 180,32 + 4,8 = 185,12 (m)$$

$$P_c = \frac{6,05 * 10^5}{C^{1,85} * d^{4,87}} * L * Q^{1,85} = \frac{6,05 * 10^5}{120^{1,85} * 80^{4,87}} * 185,12 * 1500^{1,85} = 6,463 (bar)$$

Las pérdidas son demasiado elevadas. Se prueba con diámetro de 100 mm.

$$P_c = \frac{6,05 * 10^5}{C^{1,85} * d^{4,87}} * L * Q^{1,85} = \frac{6,05 * 10^5}{120^{1,85} * 100^{4,87}} * 185,12 * 1500^{1,85} = 2,180 (bar)$$

Las pérdidas son demasiado elevadas. Se prueba con diámetro de 125 mm.

$$P_c = \frac{6,05 * 10^5}{C^{1,85} * d^{4,87}} * L * Q^{1,85} = \frac{6,05 * 10^5}{120^{1,85} * 125^{4,87}} * 185,12 * 1500^{1,85} = 0,735 (bar)$$

Estas pérdidas si son ya razonables. Se calcula la longitud equivalente real:

$$Leq = 2 * \frac{3 + 4,3}{2} = 7,3 (m)$$

Por tanto, la longitud total es :

$$L_{tot} = L_{tramo} + Leq = 187,6 + 7,3 = 194,9 (m)$$

En consecuencia, las pérdidas de carga son realmente:

$$Pc = \frac{6,05 * 10^5}{C^{1,85} * d^{4,87}} * L * Q^{1,85} = \frac{6,05 * 10^5}{120^{1,85} * 125^{4,87}} * 194,9 * 1500^{1,85} = 0,774 (bar)$$

## 5.2 DISEÑO DEL ABASTECIMIENTO EN LA INSTALACIÓN.

Como se indicó al principio de este capítulo, el caudal y la reserva de agua totales en la instalación se calculan aplicando las siguientes formulas:

$$Q_{total} = Q_{ra} + 0,5 * Q_h = 1.000 \left( \frac{L}{min} \right) + 0,5 * 1.500 \left( \frac{L}{min} \right) = 1.750 \left( \frac{L}{min} \right)$$

$$R_{total} = R_{ra} + 0,5 * R_h = 60.000 (L) + 0,5 * 90.000(L) = 105.000(L)$$

Como presión total la norma UNE-EN 23500 indica que se debe trabajar con la del sistema más exigente. En este caso son los hidrantes los que demandan una mayor presión y por tanto será con su demanda de presión con la que se trabaje.

La presión en los hidrantes se calcula como la presión requerida a la salida en el hidrante más las pérdidas de carga en la instalación.

$$P_{total} = P_h + P_c = 5 + 0,774 = 5,774 (bar)$$

### 5.2.1 Características del equipo de abastecimiento.

En la elección del equipo de abastecimiento se debe seguir, según el RSCIEI, las indicaciones de la norma UNE 23500. Además, para la elaboración de este apartado se realizó por parte del alumno una visita a un proyecto real que está dirigiendo la empresa 10t Project Management. Esta visita se realizó con la intención de obtener información de primera mano de profesionales especialistas en el sector para poder seleccionar de entre todas las alternativas que contempla la normativa aquellas más ventajosas. Para respetar la confidencialidad de sus datos se utilizará P10 como nombre de este proyecto.



Ilustración 41. Imágenes del proyecto real P10.

Según la norma UNE 23500 para diseñar el abastecimiento se debe, en primer lugar, establecer su categoría de abastecimiento. Esto depende de los equipos de extinción que posee la instalación. En el caso de estudio con código 12b estos equipos son hidrantes, BIEs y rociadores automáticos (RO2).

Tabla 3 - Categorización de abastecimientos según sistemas instalados

Según la Norma UNE-EN 12845							Categoría
Rociadores (RL)	Rociadores (RO)	Rociadores (RE)	BIE	Hidrantes	Espuma física	Agua pulverizada	
			x				III
x							III
				x			II
x			x				II
	x		x				II
x				x			II
			x	x			II
	x		x	x			II
x			x	x			II
		x					I
					x		I
						x	I
		x	x				I
		x	x	x			I
Resto de combinaciones de los sistemas instalados.							I

Tabla 53. Categorías de abastecimiento.

Una vez establecida la categoría de abastecimiento se procede a seleccionar una de las múltiples combinaciones posibles entre fuentes de agua y sistemas de impulsión que contempla la normativa. Tras la visita a obra y la consulta con distintos técnicos se concluye que de entre de las muchas combinatorias posibles pocas son realmente prácticas en el día a día del mundo industrial. Es por esto y por sus óptimas propiedades, por lo que se toma la decisión de seleccionar la opción que consiste en un equipo de bombeo doble aspirando de un depósito atmosférico de tipo A.

**Tabla 4B - Tabla 4A ordenada por orden de figura**

Categoría posible			Combinaciones de fuentes de agua y sistemas de impulsión	Fi-gura	Clase de abastecimiento
I	II	III			
		x	Red de uso público tipo 1	5	SENCILLO
		x	Red de uso público tipo 2	6	SENCILLO
		x	Al menos un equipo de bombeo aspirando de depósito atmosférico tipo A, B o C, o de fuente inagotable	7	SENCILLO
		x	Depósito de presión	8	SENCILLO
		x	Depósito de gravedad tipo B o C	9	SENCILLO
	x	x	Depósito de gravedad tipo A	10	SUPERIOR
	x	x	Equipo de bombeo doble aspirando de depósito atmosférico tipo A o de fuente inagotable	11	SUPERIOR
	x	x	Red de uso público tipo 2 + Depósito de gravedad tipo A, B o C	12	SUPERIOR
	x	x	Red de uso público tipo 1 + Depósito de gravedad tipo B o C	13	SUPERIOR
	x	x	Red de uso público tipo 2 + Depósito de presión	14	SUPERIOR
	x	x	Red de uso público tipo 1 + Equipo de bombeo único aspirando de depósito atmosférico tipo A o B, o de fuente inagotable	15	SUPERIOR
	x	x	Red de uso público tipo 2 + Equipo de bombeo doble aspirando de depósito atmosférico tipo A, B o C, o de fuente inagotable	16	SUPERIOR
	x	x	Depósito de gravedad tipo A, B o C + Equipo de bombeo único aspirando de depósito atmosférico tipo A, B o C (máximo un tipo C), o de fuente inagotable	17	SUPERIOR
	x	x	Depósito de presión + Equipo de bombeo único aspirando de depósito atmosférico tipo A, B o C o de fuente inagotable	18	SUPERIOR
x	x	x	Red de uso público tipo 1 + Depósito de gravedad tipo A	19	DOBLE
x	x	x	Red de uso público tipo 1 + Depósito de presión	20	DOBLE
x	x	x	Red de uso público tipo 1 + Equipo de bombeo doble aspirando de depósito atmosférico tipo A o de fuente inagotable	21	DOBLE
x	x	x	Depósito de gravedad tipo A + Depósito de gravedad tipo A, B o C independiente al anterior	22	DOBLE
x	x	x	Depósito de gravedad tipo A, B o C + Depósito de presión	23	DOBLE
x	x	x	Depósito de gravedad tipo A, B o C + Equipo de bombeo doble aspirando de depósito atmosférico tipo A, o de fuente inagotable	24	DOBLE
x	x	x	Depósito de gravedad tipo A + Equipo de bombeo doble aspirando de depósito atmosférico tipo B o C	25	DOBLE
x	x	x	Depósito de presión + Equipo de bombeo doble aspirando de depósito atmosférico tipo A o de fuente inagotable	26	DOBLE
x	x	x	Equipo de bombeo doble aspirando de depósito atmosférico tipo A o de fuente inagotable + Depósito atmosférico adicional tipo A, B o C.	27	DOBLE

Tabla 54. Clases de abastecimiento.

A continuación, se selecciona el equipo de bombeo que como se indica en la tabla 54 debe ser doble, se opta por dos motores Diesel por la ventaja que presentan al ser independientes del suministro eléctrico y poder funcionar a pesar de un fallo en esta red. Además, se debe incluir también una bomba jockey que son las bombas encargadas de mantener la presión adecuada en el sistema.

**Tabla 5 – Posibilidades de accionamiento de los grupos de bombeo para casos de abastecimiento superior o doble**

Tipo de equipo de bombeo requerido	Nº de grupos de bombeo admitidos	Accionamiento por tipos de motores	
		Solución A	Solución B
Doble	2 (del 100% de $Q_n$ cada uno)	1 diésel + 1 eléctrico	2 diésel
Doble	3 (del 50% de $Q_n$ cada uno)	2 diésel + 1 eléctrico	3 diésel

*Tabla 55. Tipos de grupos de bombeo.*

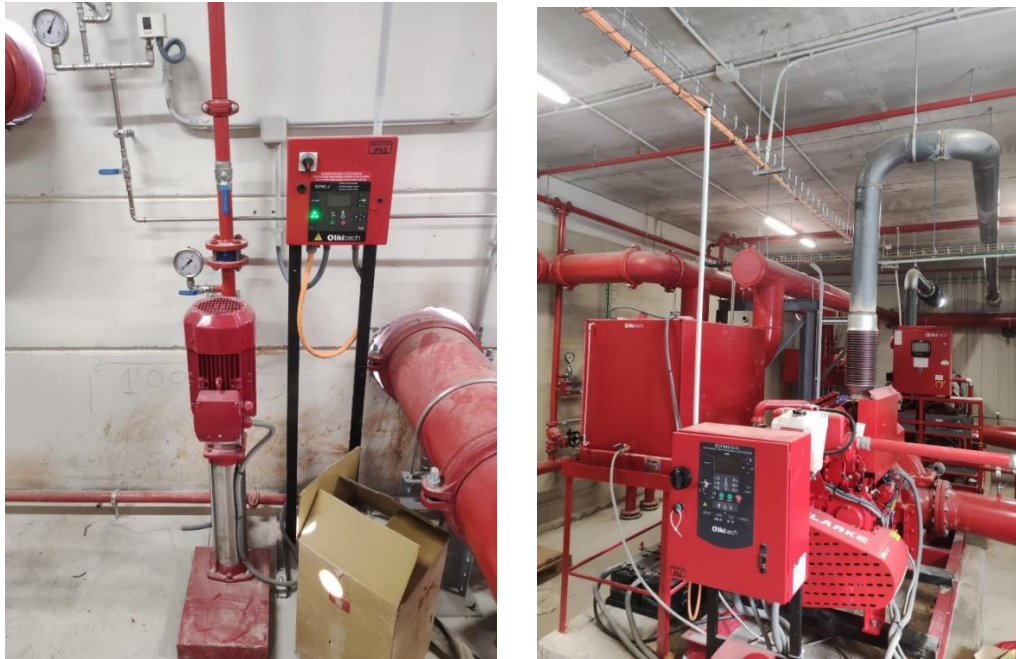


Ilustración 42. Izquierda bomba jockey derecha bomba Diesel 1 del proyecto real P10.

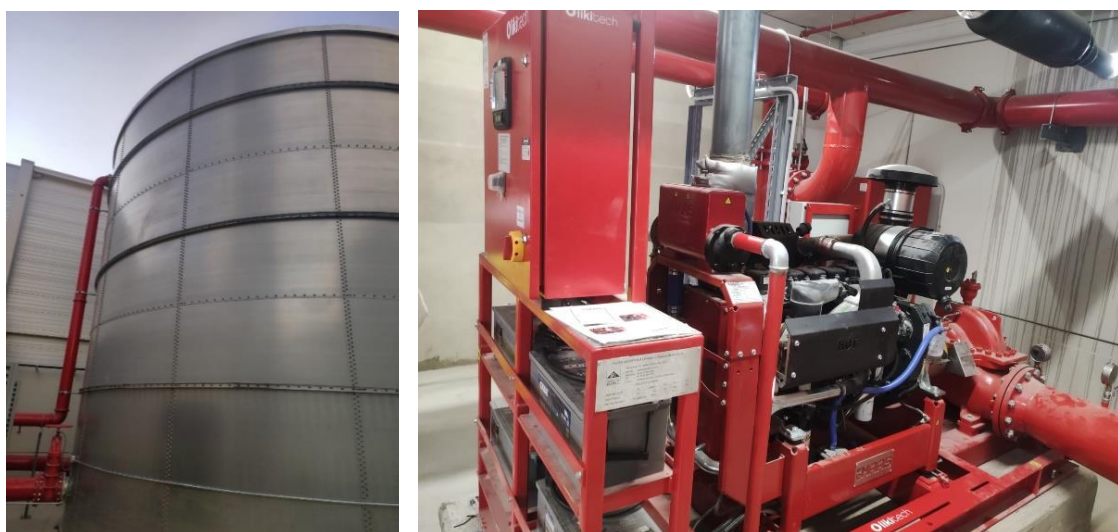


Ilustración 43. Izquierda depósito de abastecimiento contra incendios y derecha bomba Diesel 2 del proyecto real P10.

### 5.2.2 Selección de la bomba y el depósito adecuados.

Sabiendo que el diseño elegido para la instalación consta de dos bombas Diesel y de una bomba jockey y que los requerimientos hidráulicos totales son:

$$Q_{total} = 1.750 \left( \frac{L}{min} \right) = 105 \left( \frac{m^3}{h} \right) \text{ y } P_{total} = 5,774 \text{ (bar)} = 58,880 \text{ (mca)}$$

$$R_{total} = R_{ra} + 0,5 * R_h = 60.000 \text{ (L)} + 0,5 * 90.000 \text{ (L)} = 105.000 \text{ (L)} = 105 \text{ (m}^3\text{)}$$

Se selecciona de un catálogo real de la empresa PYD ELECTROBOMBAS una bomba que cumpla con las necesidades mencionadas. El modelo seleccionado es el UEC JDD 120 60 que consiste en dos bombas Diesel y una bomba jockey con las siguientes características:

$$Q_{bomba} = 120 \text{ (m}^3\text{)} \text{ y } P_{bomba} = 60 \text{ (mca)}$$

		BOMBA JOCKEY			BOMBA PRINCIPAL DIÉSEL			BOMBA AUXILIAR		
GRUPO	MODELO	Hp	HIDRÁULICA	MOTOR	Hp	HIDRÁULICA	MOTOR	Hp	COL.	
UEC JDD 120 45	VERTI 257TP	1,5	80-200/190	485AG	46	80-200/190	485AG	46	3"	
UEC JDD 120 50	VERTI 257TP	1,5	80-200/200	490AG	58	80-200/200	490AG	58	3"	
UEC JDD 120 55	VERTI 257TP	1,5	80-200/210	490AG	58	80-200/210	490AG	58	3"	
UEC JDD 120 60	VERTI 259TP	2	80-200/214	490AG	58	80-200/214	490AG	58	3"	
UEC JDD 120 65	VERTI 259TP	2	80-250/227	490AG	58	80-250/227	490AG	58	3"	
UEC JDD 120 70	VERTI 259TP	2	80-250/235	4102AG	87	80-250/235	4102AG	87	3"	
UEC JDD 120 75	VERTI 259TP	2	80-250/245	4102AG	87	80-250/245	4102AG	87	3"	
UEC JDD 120 80	VERTI 259TP	2	80-250/247	4102AG	87	80-250/247	4102AG	87	3"	
UEC JDD 120 85	VERTI 3510TI	5,5	80-250/255	4102AG	87	80-250/255	4102AG	87	3"	
UEC JDD 120 90	VERTI 3510TI	5,5	80-250/262	4102AG	87	80-250/262	4102AG	87	3"	

Ilustración 44. Grupo de bombeo UEC JDD 120 60 modelo VERTI 259TP.

Durante la visita a la obra realizada por parte del alumno para conocer el método de diseño del abastecimiento de una instalación contra incendios, se consultó con distintos directores de proyectos y jefes de obra sobre la elección de bombas y depósitos obteniendo un par de conclusiones importantes:

-Los precios de las bombas y depósitos para instalaciones industriales no se encuentran normalmente en los catálogos ni bancos de precio habituales pues estos precios se obtienen para cada obra en particular estudiando sus características y necesidades concretas.

-Además en el caso de los depósitos estos ni si quiera se encuentran en los catálogos a partir de cierto tamaño (Normalmente sobre 50.000 m<sup>3</sup> de capacidad) sino que las empresas suministradoras los instalan "In situ" mejorando así su adecuación al proyecto y evitando las complicaciones derivadas de transportar depósitos de dimensiones tan grandes.

Por tanto, para poder presupuestar tanto la bomba como el depósito se realizó una consulta a varias empresas especialistas en el sector de la protección contra incendios que trabajan habitualmente con 10t Project Management. Con esto, se obtuvo la información de que un grupo de bombeo con las características mencionadas antes tendría un precio aproximado de unos 25.000€ y un depósito con las características también indicadas arriba (Atmosférico Tipo A de 105 m<sup>3</sup>) tendría un precio entorno a los 12.000€. Ambos precios no incluyen IVA y serán utilizados para realizar el presupuesto de la instalación con código 12b en el programa Arquímedes.

### 5.3 DISEÑO DEL RESTO DE LA INSTALACIÓN

Por último, para completar este capítulo se deben determinar las características de los sistemas de detección automática y manual.

#### 5.3.1 Sistema de detección automática.

De igual forma que con los rociadores el RSCIEI indica una norma UNE de referencia a seguir para el diseño del sistema de detección automática. Esta norma es la norma UNE 23007-14 “Sistemas de detección y alarma de incendios”.

La distribución de los detectores automáticos en la nave será la correspondiente a nuestra nave de 10 m de altura y pendiente inferior al 20%.

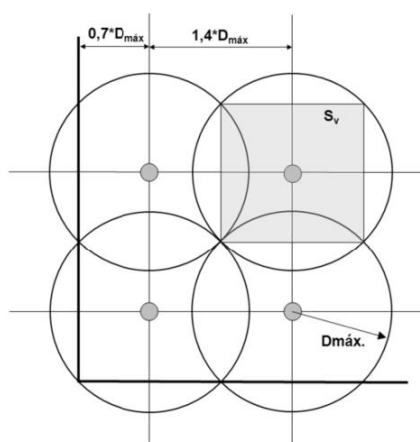
Tabla A.1 – Distribución de detectores puntuales de humo y calor

Superficie del local (m <sup>2</sup> )	Tipo de detector	Altura del local (m)	Pendiente ≤ 20°		Pendiente > 20°	
			S <sub>v</sub> (m <sup>2</sup> )	D <sub>máx.</sub> (m)	S <sub>v</sub> (m <sup>2</sup> )	D <sub>máx.</sub> (m)
SL ≤ 80	UNE-EN 54-7	≤ 12	80	6,3	80	6,3
SL > 80	UNE-EN 54-7	≤ 6	60	5,5	90	6,7
		6 < h ≤ 12	80	6,3	110	7,4
SL ≤ 30	UNE-EN 54-5, Clase A1	≤ 7,5	30	3,9	30	3,9
	UNE-EN 54-5, Clase A2, B, C, D, E, F, G	≤ 6	30	3,9	30	3,9
SL > 30	UNE-EN 54-5, Clase A1	≤ 7,5	20	3,2	40	4,5
	UNE-EN 54-5, Clase A2, B, C, D, E, F, G	≤ 6	20	3,2	40	4,5

Los detectores que incluyan ambos sensores de humo y calor se considerarán como detector de humo para la aplicación de la tabla A.1, a excepción de que los sensores de humo de estos detectores se programen para deshabilitarse en algún momento o todo el día, en cuyo caso se considerarán como detectores de calor.

Tabla 56. Distribución de detectores de humo y calor.

Se seguirá una distribución normal con un valor de “S<sub>v</sub>” de:



$$S_v = \sqrt{80} = 8,944 \text{ (m)}$$

Distribución normal

Ilustración 45. Distribución normal de detectores automáticos.

De esta forma queda la distribución de detectores automáticos siguiente a lo largo del edificio:

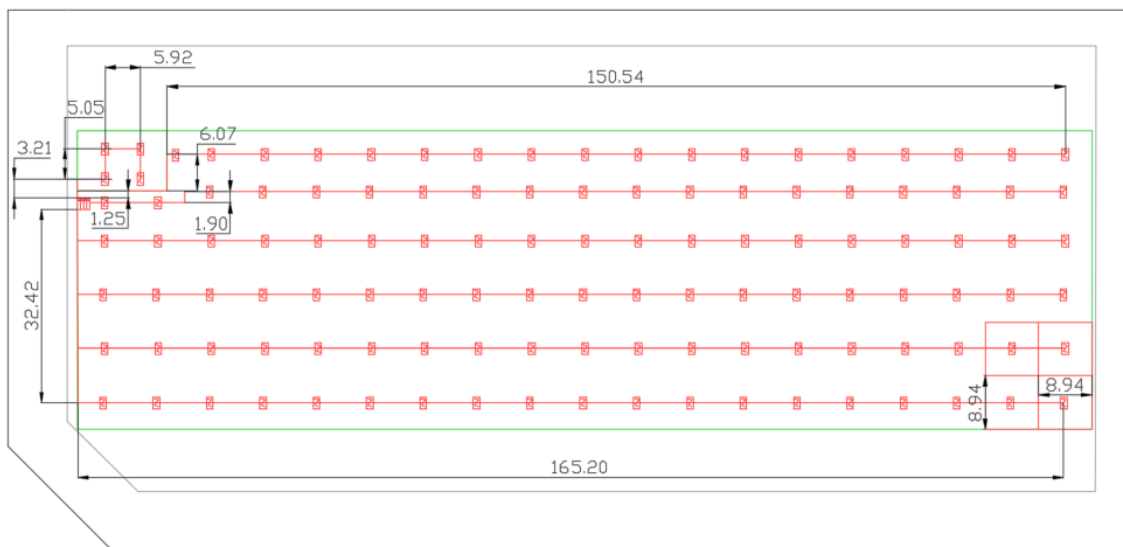


Ilustración 46. Distribución de detectores automáticos en la nave con código 12b.

### 5.3.2 Sistema de detección manual.

Para el diseño del sistema de detección manual se siguen las indicaciones del RSCIEI que dice:

“Cuando sea requerida la instalación de un sistema manual de alarma de incendio, se situará, en todo caso, un pulsador junto a cada salida de evacuación del sector de incendio, y la distancia máxima a recorrer desde cualquier punto hasta alcanzar un pulsador no debe superar los 25 m. “

Por tanto, se sitúan pulsadores a los laterales a largo del edificio pues allí se situarán las salidas de evacuación y cumpliendo el criterio de respetar 25 m de distancia máxima de recorrido hacia un pulsador. Quedan, por tanto, situados de la siguiente forma:

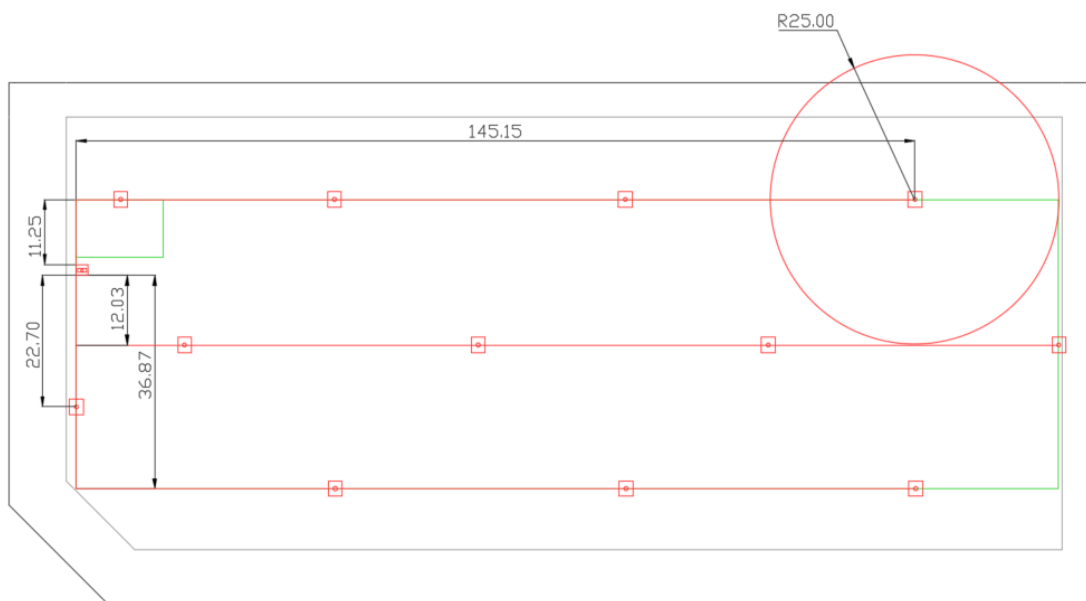


Ilustración 47. Distribución de pulsadores manuales en la nave con código 12b.



### 5.3.3 Red de Bies.

Para diseñar la red de BIEs se seguirá el punto 5.3 del RIPCI que dice: “El número y distribución de las BIE tanto en un espacio diáfano como compartimentado, será tal que la totalidad de la superficie del sector de incendio en que estén instaladas quede cubierta por, al menos, una BIE, considerando como radio de acción de ésta la longitud de su manguera incrementada en 5 m. Para facilitar su manejo, la longitud máxima de la manguera de las BIE con manguera plana será de 20 m y con manguera semirrígida será de 30 m”.

En consecuencia, para establecer el número de BIEs se ha seguido el criterio de cubrir toda la superficie de cada sector con BIEs con radios de actuación de 25 m, es decir, toda la superficie del edificio estará cubierta por al menos el radio de acción de una de las BIE. Se establecen 25 m de radio pues normalmente la longitud de manguera son 20 m más los 5 m de incremento que mencionada el RIPCI

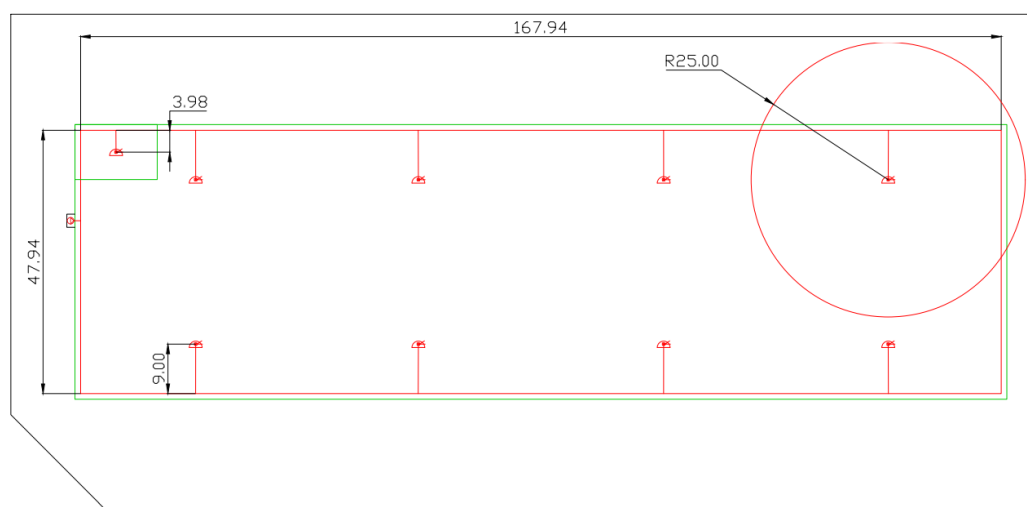


Ilustración 48. Distribución de BIEs en la nave con código 12b.

### 5.3.4 Extintores de incendio.

Para determinar el número de extintores se seguirá el RSCIEI que indica la máxima superficie cubierta por extintor por cada sector en función de las características del edificio. En el caso 12b, por ser idéntico al 12, se debe colocar un extintor en cada sector de incendio que cubre 400 m<sup>2</sup> más otro extra por cada 200 m<sup>2</sup>.

Para determinar el número de extintores en cada instalación, al ser los extintores mucho más económicos que el resto de las medidas PCI (Ver las tablas 64 y 66) y colocándose del lado de la seguridad se establecerá un margen de seguridad que consiste en añadir un extintor extra por cada 1000 m<sup>2</sup> de superficie de edificio.

De esta forma se calcula el número de extintores para el caso 12b teniendo en cuenta que existe un sector de 150 m<sup>2</sup> de oficinas y otro sector de 8.350 m<sup>2</sup> (Se aplica la nota 4 en el caso 12b para no sectorizar). Por tanto, el resultado queda de la siguiente forma:

$$n^{\circ}Extintores_{resto\ de\ nave} = 1 + \frac{7.950}{200} = 1 + 39,75 = 41$$

$$\begin{aligned} N^{\circ}extintores &= n^{\circ}Extintores_{sector\ oficinas} + n^{\circ}Extintores_{resto\ de\ nave} + margen_{seguridad} \\ &= 1 + 41 + 9 = 51 \end{aligned}$$

## **CAPITULO 6. OBTENCIÓN DEL COSTE DE INVERSIÓN PARA CADA UNO DE LOS CASOS ESTUDIADOS.**

Para el desarrollo de este capítulo se utilizarán datos reales provenientes de seis proyectos recientes realizados por la empresa 10t Project Management y que servirán como base para poder extraer los precios y conclusiones adecuados en cada una de las trece configuraciones que componen el estudio.

La elección de estos proyectos no es casual pues son proyectos que no sufrieron ningún acontecimiento anómalo ni en la contratación ni en la puesta en marcha de las instalaciones PCI y que además cuentan con características muy similares a los que componen este estudio. Es por esto por lo que a primera vista pueda parecer que seis proyectos no son una muestra demasiado grande, en realidad conforman un conjunto de datos robusto y fiable en el que poder apoyarse.

Los presupuestos que van a ser estudiados corresponden a los Presupuesto de ejecución Material de estos proyectos, es decir, no incluyen gastos generales, beneficio industrial ni IVA.

Por último, por respeto a la confidencialidad de los clientes, no se utilizar los nombres reales de los proyectos, sino que se nombraran con una letra P seguida de un número.

### **6.1 EXTRACCIÓN DE LOS COSTES DE LAS MEDIDAS DE PCI EN CADA PROYECTO A PARTIR DE SUS PRESUPUESTOS DE EJECUCIÓN MATERIAL (PEM).**

Por un lado, se tratarán los datos de los proyectos de P1 y P2 por separado por estar ambos proyectos diseñados para Riesgo intrínseco alto. Los ratios que se obtengan de esto proyectos serán los utilizados para calcular los importes en los casos con código 7, 10, 13 que son, lógicamente, aquellos con riesgo intrínseco alto.

En la otra parte se trabajarán los datos correspondientes a los proyectos P3, P4, P5 Y P6 por ser proyectos preparados para riesgo medio y bajo entre los que no hay prácticamente diferencia entre sus ratios de costes.

Los ratios se calcularán dividiendo el coste de cada medida de PCI entre la superficie del proyecto excepto para BIEs y extintores de incendio que el ratio se obtendrá en €/ud. Se obtiene de los PEM de cada uno de los proyectos la siguiente información:

- **Proyectos diseñados para riesgo intrínseco alto:**

<b>P1</b>	<b>SUPERFICIE: 10222,56 m2</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>RATIO</b>	<b>Ud ratio</b>
HIDRANTES	13.492,30 €		1,32	(€/m2)
TUBERÍAS HIDRANTES	38.039,26 €		3,72	(€/m2)
BIEs	10.711,95 €	21	510,09	(€/ud)
TUBERÍAS BIEs	24.215,55 €		1.153,12	(€/ud)

Diseño de una instalación de Protección Contra Incendios (PCI) y propuesta de guía para la especificación de la PCI de edificaciones industriales sin uso predefinido.

EXTINTORES	2.587,21 €	55	47,04	(€/ud)
ROCIADORES	48.418,41 €		4,74	(€/m2)
TUBERÍAS ROCIADORES	199.898,40 €		19,56	(€/m2)
DETECCIÓN MANUAL DE ALARMA	12.137,94 €		1,19	(€/m2)
DETECCIÓN AUTOMÁTICA	72.060,22 €		7,05	(€/m2)
SEÑALIZACIÓN SELLADOS	3.287,49 €		0,32	(€/m2)
VARIOS	12.329,08 €		1,21	(€/m2)
<b>TOTAL (SIN IVA)</b>	<b>437.177,81 €</b>			

Tabla 57. Presupuesto P1.

P2	SUPERFICIE: 5.500 m2/5000	CANTIDAD	RATIO	Ud ratio
HIDRANTES	3.471,22 €		0,63	(€/m2)
TUBERÍAS PARA HIDRANTES	9.226,01 €		1,68	(€/m2)
BIEs	5.319,30 €	12	443,28	(€/ud)
TUBERÍAS BIEs	11.873,70 €		989,48	(€/ud)
EXTINTORES	1.043,88 €	33	31,63	(€/ud)
ROCIADORES	20.831,62 €		3,79	(€/m2)
TUBERÍAS ROCIADORES	66.907,87 €		12,17	(€/m2)
SISTEMA MANUAL DE ALARMA	1.966,83 €		0,36	(€/m2)
DETECCIÓN AUTOMÁTICA	25.650,43 €		4,66	(€/m2)
SEÑALIZACIÓN	2.020,92 €		0,37	(€/m2)
VARIOS	12.809,19 €		2,33	(€/m2)
<b>TOTAL (SIN IVA)</b>	<b>161.120,98 €</b>			

Tabla 58. Presupuesto P2.

Nota: Los datos del proyecto P2 son de febrero de 2020 por tanto han sido actualizados con el IPC actual que desde febrero de 2022 supone un incremento de 14,1 % en los precios con respecto a lo que había en el presupuesto.

- **Proyectos diseñados para riesgo intrínseco medio y bajo:**

P3	SUPERFICIE: 5.000 m2	CANTIDAD	RATIO	Ud ratio
HIDRANTES	X		X	(€/m2)
TUBERÍAS HIDRANTES	X		X	(€/m2)
BIEs	2.813,00 €	7	401,86	(€/ud)
TUBERÍAS BIEs	9.734,99 €		1.390,71	(€/ud)
EXTINTORES	1.345,01 €	32	42,03	(€/ud)
ROCIADORES	X		X	(€/m2)
TUBERÍAS ROCIADORES	X		X	(€/m2)
DETECCIÓN MANUAL DE ALARMA	1.016,66 €		0,20	(€/m2)

Diseño de una instalación de Protección Contra Incendios (PCI) y propuesta de guía para la especificación de la PCI de edificaciones industriales sin uso predefinido.

DETECCIÓN AUTOMÁTICA	21.996,19 €		4,40	(€/m2)
SEÑALIZACIÓN	689,31 €		0,14	(€/m2)
VARIOS	0,00 €		0,000	(€/m2)
<b>TOTAL (SIN IVA)</b>	<b>37.595,16 €</b>			

Tabla 59. Presupuesto P3.

P4	SUPERFICIE: 30.000 m2	CANTIDAD	RATIO	Ud ratio
HIDRANTES	10.661,87 €		0,36	(€/m2)
TUBERÍAS HIDRANTES	76.826,84 €		2,56	(€/m2)
BIEs	20.515,49 €	52	394,53	(€/ud)
TUBERÍAS BIEs	63.798,34 €		1.226,89	(€/ud)
EXTINTORES	3.505,24 €	122	28,73	(€/ud)
ROCIADORES	74.538,12 €		2,49	(€/m2)
TUBERÍAS ROCIADORES	302.165,04 €		10,07	(€/m2)
DETECCIÓN MANUAL DE ALARMA	8.008,46 €		0,27	(€/m2)
DETECCIÓN AUTOMÁTICA	175.048,19 €		5,84	(€/m2)
SEÑALIZACIÓN SELLADOS	4.001,06 €		0,13	(€/m2)
VARIOS	11.636,16 €		0,39	(€/m2)
<b>TOTAL (SIN IVA)</b>	<b>750.704,81 €</b>			

Tabla 60. Presupuesto P4.

P5	SUPERFICIE: 50.000 m2	CANTIDAD	RATIO	Ud ratio
HIDRANTES	13.725,07 €		0,28	(€/m2)
TUBERÍAS HIDRANTES	168.696,96 €		3,37	(€/m2)
BIEs	36.006,22 €	90	400,07	(€/ud)
TUBERÍAS BIEs	84.522,20 €		939,14	(€/ud)
EXTINTORES	5.385,85 €	163	33,04	(€/ud)
ROCIADORES	306.468,58 €		6,13	(€/m2)
TUBERÍAS ROCIADORES	622.015,26 €		12,44	(€/m2)
SISTEMA MANUAL DE ALARMA	11.919,68 €		0,24	(€/m2)
DETECCIÓN AUTOMÁTICA	247.881,50 €		4,96	(€/m2)
SEÑALIZACIÓN	4.929,43 €		0,1	(€/m2)
VARIOS	5.631,15 €		0,11	(€/m2)
<b>TOTAL (SIN IVA)</b>	<b>1.507.181,90 €</b>			

Tabla 61. Presupuesto P5.

P6	SUPERFICIE: 35.000 m2	CANTIDAD	RATIO	Ud ratio
HIDRANTES	11.983,66 €		0,34	(€/m2)
TUBERÍAS HIDRANTES	140.959,17 €		4,02	(€/m2)

BIEs	24.553,98 €	59	416,17	(€/ud)
TUBERÍAS BIEs	62.379,52 €		1.057,28	(€/ud)
EXTINTORES	5.387,88 €	156	34,54	(€/ud)
ROCIADORES	192.409,89 €		5,50	(€/m2)
TUBERÍAS ROCIADORES	442.929,44 €		12,66	(€/m2)
SISTEMA MANUAL DE ALARMA	8.131,28 €		0,23	(€/m2)
DETECCIÓN AUTOMÁTICA	205.275,84 €		5,87	(€/m2)
SEÑALIZACIÓN	3.803,64 €		0,11	(€/m2)
VARIOS	5.631,15 €		0,16	(€/m2)
<b>TOTAL (SIN IVA)</b>	<b>1.103.445,45 €</b>			

Tabla 62. Presupuesto P6.

## 6.2 CÁLCULO DE LOS RATIOS PARA RIESGO ALTO Y RIESGO MEDIO-BAJO.

Una vez conocidos los datos del apartado anterior que corresponden a cada uno de los proyectos de la muestra en estudio se pueden obtener los ratios. Como se ha explicado al comienzo de este capítulo, cada una de las medidas PCI tendrá, por sus características, una forma de calcular su ratio. Para el cálculo de estos ratios se divide el coste total de la medidas de PCI o entre la superficie construida del proyecto o entre la cantidad de equipos instalados según corresponda. De esta forma obtenemos la siguiente información trabajando en una hoja de cálculo Excel:

- Ratios obtenidos de proyectos de riesgo intrínseco alto en €/m2:

RIESGO ALTO	P1 (10222,56 m2)	P2 (5.500 m2)	MEDIA
ROCIADORES (€/m2)	4,74	3,79	4,26
TUBERÍAS ROCIADORES (€/m2)	19,55	12,17	15,86
SISTEMA MANUAL DE ALARMA (€/m2)	1,19	0,36	0,77
DETECCIÓN AUTOMÁTICA (€/m2)	7,05	4,66	5,86
HIDRANTES (€/m2)	1,32	0,63	0,98
TUBERÍAS HIDRANTES (€/m2)	3,72	1,68	2,70
SEÑALIZACIÓN (€/m2)	0,32	0,37	0,34
VARIOS (€/m2)	1,21	2,33	1,77

Tabla 63. Ratios en €/m2 para riesgo alto.

- Ratios obtenidos de proyectos de riesgo intrínseco alto en €/ud:

RIESGO ALTO	P1 (10222,56 m2)	P2 (5.500 m2)	MEDIA
BIEs (€/ud)	510,09	443,27	476,68
TUBERÍAS BIEs (€/ud)	1.153,12	989,48	1.071,30
EXTINTORES (€/ud)	47,04	31,63	39,34

Tabla 64. Ratios en €/ud para riesgo alto.

- **Ratios obtenidos de proyectos de riesgo intrínseco medio y bajo en €/m<sup>2</sup>:**

PROYECTO	P3 (5.000 m <sup>2</sup> )	P4 (30.000 m <sup>2</sup> )	P5 (50.000 m <sup>2</sup> )	P6 (35.000 m <sup>2</sup> )	MEDIA
ROCIADORES (€/m <sup>2</sup> )	X	2,48	6,13	5,50	<b>4,70</b>
TUBERÍAS ROCIADORES (€/m <sup>2</sup> )	X	10,07	12,44	12,66	<b>11,72</b>
SISTEMA MANUAL DE ALARMA (€/m <sup>2</sup> )	0,20	0,27	0,24	0,23	<b>0,24</b>
DETECCIÓN AUTOMÁTICA (€/m <sup>2</sup> )	4,40	5,83	4,96	5,87	<b>5,26</b>
HIDRANTES (€/m <sup>2</sup> )	X	0,36	0,27	0,34	<b>0,32</b>
TUBERÍAS HIDRANTES (€/m <sup>2</sup> )	X	2,56	3,37	4,03	<b>3,32</b>
SEÑALIZACIÓN (€/m <sup>2</sup> )	0,14	0,13	0,10	0,11	<b>0,12</b>
VARIOS (€/m <sup>2</sup> )	0,00	0,39	0,11	0,16	<b>0,17</b>

Tabla 65. Ratios en €/m<sup>2</sup> para riesgo medio-bajo.

- **Ratios obtenidos de proyectos de riesgo intrínseco medio y bajo en €/ud:**

PROYECTO	P3 (5.000 m <sup>2</sup> )	P4 (30.000 m <sup>2</sup> )	P5 (50.000 m <sup>2</sup> )	P6 (35.000 m <sup>2</sup> )	MEDIA
BIEs (€/ud)	401,86	394,53	400,07	416,17	<b>403,16</b>
TUBERÍAS BIEs (€/ud)	1.390,71	1.226,89	939,14	1.057,28	<b>1.153,51</b>
EXTINTORES (€/ud)	42,03	28,73	33,04	34,54	<b>34,59</b>

Tabla 66. Ratios en €/ud para riesgo medio-bajo.

- **Coste total bombas y depósitos:**

Como se ha introducido ya en el capítulo 5 las bombas y depósitos son características de cada proyecto y no existen catálogos o bancos de precios que contengan esta información. De la misma forma no sería correcto obtener un ratio de costes a partir de la información de otros proyectos similares, sino que se debería calcular completamente la instalación para que alguna empresa especialista pudiera elaborar su propio presupuesto para la bomba y el depósito. (Como se hizo en el capítulo 5 con el caso 12b)

Es por este motivo por el que no se incluirán en el presupuesto de PCI de los distintos casos el coste de la bomba y el depósito pues el cálculo de todas las instalaciones sería imposible con la limitación de tiempo y espacio de este TFG.

A pesar de esto, en la herramienta informática desarrollada en C++ si se incluirá un método aproximado de cálculo del coste de la bomba y el depósito en caso de que se introduzca el valor deseado de la potencia de la bomba o de la capacidad del depósito. Este se basa en la obtención de la ecuación de la recta de tendencia resultante de enfrentar la potencia frente al coste en las bombas y la capacidad frente al coste en los depósitos para los costes de las bombas y depósitos de 5 de los proyectos vistos. (De P2 no hay dato)

PROYECTO	POTENCIA (m3/h)	PRESIÓN (mca)	COSTE BOMBA (€)	CAPACIDAD DEPOSITO (m3)	COSTE DEPOSITO(€)
P1	550,00	110,00	94.530,04 €	580,00	61.397,44 €
P3	12,00	70,00	5.827,01 €	15,00	3.867,52 €
P4	550,00	102,00	96.038,56 €	611,00	57.085,47 €
P5	600,00	96,88	117.928,33 €	600,00	56.752,48 €
P6	600,00	96,88	121.324,03 €	600,00	56.752,48 €

Tabla 67. Coste y características de bombas y depósitos de todos los proyectos.

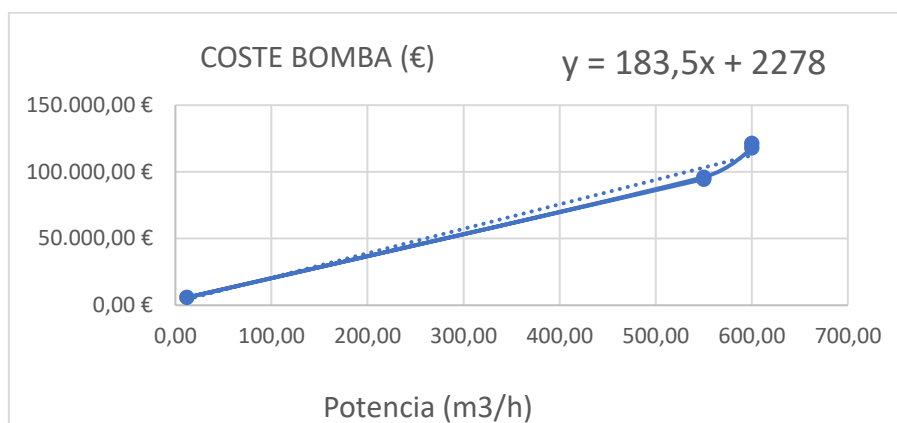


Ilustración 49. Ecuación de estimación del coste de la bomba en función de la potencia.

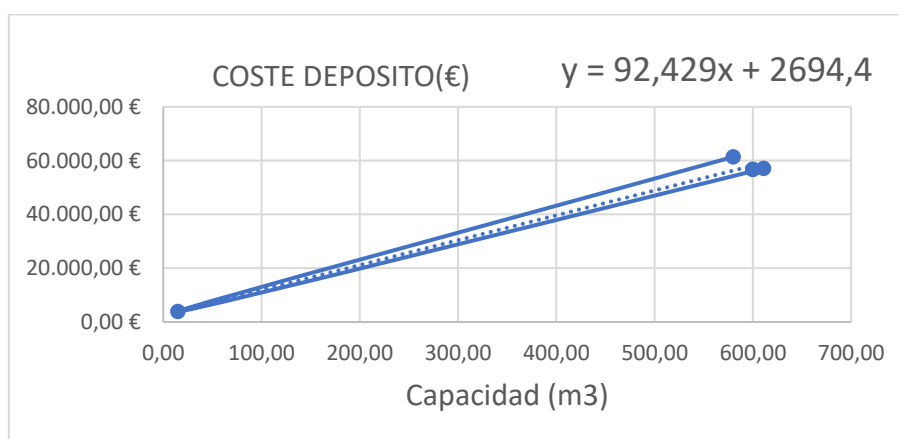


Ilustración 50. Ecuación de estimación del coste del depósito en función de la capacidad.

- **Coste de la sectorización:**

Para la obtención de este ratio fundamental se consulta la base de datos de la empresa 10t Project Management. En esta empresa, y con la experiencia obtenida tras la realización de cientos de proyectos de estas características, se estima a la hora de calcular el coste de las sectorizaciones un valor de 70 €/m<sup>2</sup>. Por tanto, utilizaremos este valor para aportar robustez a este estudio. El coste de cada sectorización se obtendrá multiplicando el ratio mencionado por la altura de la nave, que en todos los casos es de 10 m, y por los metros de muro de sectorización interior construidos correspondientes. Los dibujos de las sectorizaciones correspondientes se encuentran en el apartado 4.2

CÓDIGO	NÚMERO DE SECTORES	METROS DE MURO DE SECTORIZACIÓN
1	1x1.000 m <sup>2</sup> 1x850 m <sup>2</sup> 1x150 m <sup>2</sup>	40 m
2	5x300 m <sup>2</sup> 1x250 m <sup>2</sup> 1x100 m <sup>2</sup> 1x150 m <sup>2</sup>	165 m
9	1x2.500 m <sup>2</sup> 1x2.350 m <sup>2</sup> 1x150 m <sup>2</sup>	40 m
10	2x2.000 m <sup>2</sup> 1x850 m <sup>2</sup> 1x150 m <sup>2</sup>	80m
11	1x4.250 m <sup>2</sup> 1x4.100 m <sup>2</sup> 1x150 m <sup>2</sup>	50 m
12	2x 3.500 m <sup>2</sup> 1x 1.350 m <sup>2</sup> 1x150 m <sup>2</sup>	100 m
13	3x2.000 m <sup>2</sup> 1x1.250 m <sup>2</sup> 1x1.100 m <sup>2</sup> 1x150 m <sup>2</sup>	200 m

Tabla 68. Metros de muro de sectorización.

### 6.3 CÁLCULO DEL NÚMERO DE EXTINTORES Y BIEs NECESARIOS.

Una vez obtenidos todos estos ratios comentados, determinamos el número de extintores y BIEs a instalar en cada caso para así poder aplicar el ratio por unidad calculado arriba. Para calcular el número de extintores y BIEs necesarios se seguirán los métodos explicados en los apartados 5.3.3 y 5.3.4

Por último, cabe destacar que en esta tabla se incluyen datos pertenecientes a los casos 1b, 9b, 10b, 11b, y 13b que serán explicados en el apartado siguiente (12b ya fue calculado). Se incluyen en esta tabla porque será necesario conocer también sus datos para la correcta extracción de las conclusiones.

CÓDIGO	NÚMERO DE SECTORES	S. MÁXIMA CUBIERTA POR EXTINTOR EN CADA SECTOR RD 2267/2004	Nº MÍNIMO DE EXTINTORES	Nº EXTINTORES CON MARGEN DE SEGURIDAD	Nº BIEs
1	1x1.000 m <sup>2</sup> 1x850 m <sup>2</sup>	600 m <sup>2</sup> +otro cada 200 m <sup>2</sup>	7	9	3



Diseño de una instalación de Protección Contra Incendios (PCI) y propuesta de guía para la especificación de la PCI de edificaciones industriales sin uso predefinido.

	1x150 m2				
<b>1b</b>	1x1850 m2 1x150 m2	600 m2+otro cada 200 m2	9	<b>11</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	5x300 m2 1x250 m2 1x100 m2 1x150 m2	400 m2+otro cada 200 m2	8	<b>10</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	1x1.850 m2 1x150 m2	600 m2+otro cada 200 m2	9	<b>11</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	1x1.850 m2 1x150 m2	400 m2+otro cada 200 m2	10	<b>12</b>	<b>3</b>
<b>5</b>	1x1.850 m2 1x150 m2	600 m2+otro cada 200 m2	9	<b>11</b>	<b>3</b>
<b>6</b>	1x1.850 m2 1x150 m2	400 m2+otro cada 200 m2	10	<b>12</b>	<b>3</b>
<b>7</b>	1x1.850 m2 1x150 m2	300 m2+otro cada 200 m2	10	<b>12</b>	<b>3</b>
<b>8</b>	1x4.850 m2 1x150 m2	600 m2+otro cada 200 m2	24	<b>29</b>	<b>6</b>
<b>9</b>	1x2.500 m2 1x2.350 m2 1x150 m2	400 m2+otro cada 200 m2	24	<b>29</b>	<b>6</b>
<b>9b</b>	1x4.850 m2 1x150 m2	400 m2+otro cada 200 m2	25	<b>30</b>	<b>6</b>
<b>10</b>	2x2.000 m2 1x850 m2 1x150 m2	300 m2+otro cada 200 m2	25	<b>30</b>	<b>6</b>
<b>10b</b>	1x4.850 m2 1x150 m2	300 m2+otro cada 200 m2	25	<b>30</b>	<b>6</b>
<b>11</b>	1x4.250 m2 1x4.100 m2 1x150 m2	600 m2+otro cada 200 m2	40	<b>49</b>	<b>9</b>
<b>11b</b>	1x8.350 m2 1x150 m2	600 m2+otro cada 200 m2	41	<b>50</b>	<b>9</b>
<b>12</b>	2x 3.500 m2 1x 1.350 m2 1x150 m2	400 m2+otro cada 200 m2	41	<b>50</b>	<b>11</b>
<b>13</b>	3x2.000 m2 1x1.250 m2 1x1.100 m2 1x150 m2	300 m2+otro cada 200 m2	41	<b>50</b>	<b>11</b>
<b>13b</b>	1x8.350 m2 1x150 m2	300 m2+otro cada 200 m2	43	<b>52</b>	<b>9</b>

Tabla 69. Cálculo de extintores y BIEs para cada caso.

#### 6.4 DESARROLLO DE LOS NUEVOS CASOS CODIFICADOS.

Como se ha introducido en el apartado anterior el conjunto de 13 casos estudiado hasta ahora se ve ampliado por la incorporación al estudio de los casos 1b, 9b, 10b, 11b, 12b y 13b. Es decir, nuestro conjunto de casos pasara a estar compuesto por 19 códigos diferentes en vez de 13. El interés de incluir estos nuevos casos se podrá comprender durante el desarrollo de las conclusiones.

Estos seis casos incluidos no son en realidad nuevos, sino que son realmente apéndices surgidos de los primeros 13 casos con que comenzó este estudio. Surgen de la aplicación de ciertas excepciones que permite la normativa y que, al ser aplicadas, pueden resultar muy beneficiosas en las implantaciones. Era objetivo de este trabajo no incluir estas opciones ventajosas hasta el final para así poder apreciar realmente el poder de impacto que tiene su utilización. Por ejemplo, en la tabla 73 del apartado 6.5 de este trabajo nos podemos fijar entre la gran diferencia de coste entre el caso 13 y el 13b.

Los casos 9b, 10b, 11b, 12b y 13b surgen por la aplicación de la nota 4 de la tabla 2.1 del RSCIEI que dice que en configuraciones tipo C la superficie máxima del sector podrá ser cualquiera siempre y cuando existan rociadores automáticos en la instalación y se respete una distancia mínimo 10 metros a parcelas con posibilidad de edificar. Por tanto, los casos 9b, 10b, 12b, 13b son casos idénticos a los casos 9, 10, 12, 13 respectivamente, pero con la única diferencia de que en ellos no es necesario sectorizar. Con el caso 11b respecto al caso 11 ocurre lo mismo, pero además hay que añadir rociadores automáticos pues en el caso 11 la normativa no los exige. Como último apunte, en el caso 9b al eliminar las sectorizaciones y ser la superficie del sector  $\geq 3.500 \text{ m}^2$  se deben instalar hidrantes.

Para respetar los 10 m necesario a las parcelas colindantes, en los casos 9b y 10b solo se debe centrar un poco más el edificio en la parcela y así se cumplirá holgadamente. Para los casos 11b, 12b, y 13b siendo estrictos se debe realizar un pequeño cambio de dimensión en el edificio para poder respetar los 10 m de distancia a la parcela situada al Este y mantener la superficie de  $8.500 \text{ m}^2$  (Por ejemplo, con un ligero ajuste y pasar de  $170 \times 50 \text{ m}$  a  $166,67 \times 51 \text{ m}$ ). Sin embargo, el objetivo de este trabajo es mostrar las diferencias entre las distintas combinatorias y no la implantación real en una parcela catastral que podría ser de más o menos tamaño sin restar ningún valor al estudio. En consecuencia, este pequeño cambio dimensional será omitido por ser escaso y por carecer de interés para las conclusiones perseguidas en este trabajo.

Los casos 1b y 11b (El caso 11b puede salir tanto de la aplicación de la nota 4 como de la nota 3) surgen de la aplicación de la nota 3 de la tabla 2.1 del RD 2267/2004 que permite que las superficies máximas del sector que se indican en la tabla se puedan multiplicar por 2 cuando se instalan rociadores automáticos sin ser exigidos. Por tanto, los casos 1b y 11b son idénticos a los casos 1 y 11 con la diferencia de que se debe instalara rociadores automáticos y que en ellos no es necesario sectorizar.

Se expone a continuación el cuadro resumen con las medidas PCI de cada configuración:

INSTALACIONES PCI																			
	01	01b	02	03	04	05	06	07	08	09	09b	10	10b	11	11b	12	12b	13	13b
Sistema automático detección.	SI	SI	SI	NA	SI	NA	*	SI	NA	SI	SI	SI	SI	NA	NA	SI	SI	SI	SI
Sistema manual detección.	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Comunicación alarma.	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Abastecimiento agua.	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Hidrantes.	*SI	*SI	SI	NO	NO	NO	NO	SI	NO	*NO	SI	SI	SI	NO	NO	*SI	*SI	SI	SI
Extintores.	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
BIÉ's	SI	SI	SI	NO	SI	NO	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI
Columna Seca.	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Rociadores automáticos.	NA	SI	SI	NA	*	NA	*	SI	NA	SI	SI	SI	SI	NA	SI	SI	SI	SI	SI

Tabla 70. Nuevo comparativo de instalaciones de PCI.

### 6.5 OBTENCIÓN DE LOS COSTES DE PCI EN CADA CONFIGURACIÓN.

Una vez calculados todos los ratios y las unidades de extintores y Bies necesarias en cada caso, se procede a calcular el coste total (El PEM) para cada uno de los casos utilizando una hoja de cálculo Excel.

-Para las códigos con superficie de edificio de 2.000 m2 obtenemos:

S= 2.000 m2	Código 1	Código 1b	Código 2	Código 3	Código 4	Código 5	Código 6	Código 7
Sistema automático detección.	10.528,40 €	10.528,40 €	10.528,40 €	X	10.528,40 €	X	10.528,40 €	11.712,85 €
Sistema manual detección.	470,49 €	470,49 €	470,49 €	470,49 €	470,49 €	470,49 €	470,49 €	1.544,97 €
Hidrantes.	648,20 €	648,20 €	648,20 €	X	X	X	X	1.950,99 €
Tuberías Hidrantes	6.641,49 €	6.641,49 €	6.641,49 €	X	X	X	X	5.398,57 €
Extintores.	311,27 €	380,44 €	345,86 €	380,44 €	415,03 €	380,44 €	415,03 €	472,04 €
BIEs	1.209,47 €	1.209,47 €	3.225,25 €	X	1.209,47 €	X	1.209,47 €	1.430,05 €
Tuberías BIEs	3.460,51 €	3.460,51 €	9.228,04 €	X	3.460,51 €	X	3.460,51 €	3.213,89 €
Rociadores automáticos.	X	9.407,58 €	9.407,58 €	X	9.407,58 €	X	9.407,58 €	8.524,00 €
Tuberías rociadores	X	23.445,05 €	23.445,05 €	X	23.445,05 €	X	23.445,05 €	31.719,70 €
Sectorizaciones	28.000,00 €	X	115.500,00 €	X	X	X	X	X
Señalización	239,26 €	239,26 €	239,26 €	239,26 €	239,26 €	239,26 €	239,26 €	689,03 €
Varios	330,70 €	330,70 €	330,70 €	330,70 €	330,70 €	330,70 €	330,70 €	3.535,01 €
<b>TOTAL</b>	<b>51.839,79 €</b>	<b>56.761,59 €</b>	<b>180.010,31 €</b>	<b>1.420,89 €</b>	<b>49.506,49 €</b>	<b>1.420,89 €</b>	<b>49.506,49 €</b>	<b>70.191,10 €</b>

Tabla 71. PEM para casos de nave de 2.000 m2.

-Para las códigos con superficie de edificio de 5.000 m2 obtenemos:

S= 5.000 m2	Código 8	Código 9	Código 9b	Código 10	Código 10b
Sistema automático detección.	X	26.321,01 €	26.321,01 €	29.282,13 €	29.282,13 €
Sistema manual detección.	1.176,22 €	1.176,22 €	1.176,22 €	3.862,43 €	3.862,43 €

Diseño de una instalación de Protección Contra Incendios (PCI) y propuesta de guía para la especificación de la PCI de edificaciones industriales sin uso predefinido.

<b>Hidrantes.</b>	X	X	1.620,50 €	4.877,46 €	4.877,46 €
<b>Tuberías Hidrantes</b>	X	X	16.603,72 €	13.496,41 €	13.496,41 €
<b>Extintores.</b>	1.002,98 €	1.002,98 €	1.037,57 €	1.180,09 €	1.180,09 €
<b>BIEs</b>	X	2.418,94 €	2.418,94 €	2.860,10 €	2.860,10 €
<b>Tuberías BIEs</b>	X	6.921,03 €	6.921,03 €	6.427,79 €	6.427,79 €
<b>Rociadores automáticos.</b>	X	23.518,96 €	23.518,96 €	21.309,99 €	21.309,99 €
<b>Tuberías rociadores</b>	X	58.612,62 €	58.612,62 €	79.299,25 €	79.299,25 €
<b>Sectorizaciones</b>	X	28.000,00 €	X	56.000,00 €	X
<b>Señalización</b>	598,15 €	598,15 €	598,15 €	1.722,58 €	1.722,58 €
<b>Varios</b>	826,74 €	826,74 €	826,74 €	8.837,52 €	8.837,52 €
<b>TOTAL</b>	<b>3.604,10 €</b>	<b>149.396,65 €</b>	<b>139.655,46 €</b>	<b>229.155,77 €</b>	<b>173.155,77 €</b>

Tabla 72. PEM para casos de nave de 5.000 m<sup>2</sup>.

-Para las códigos con superficie de edificio de 8.500 m<sup>2</sup> obtenemos:

<b>S= 8.500 m<sup>2</sup></b>	<b>Código 11</b>	<b>Código 11b</b>	<b>Código 12</b>	<b>Código 12b</b>	<b>Código 13</b>	<b>Código 13b</b>
<b>Sistema automático detección.</b>	X	X	44.745,72 €	44.745,72 €	49.779,62 €	49.779,62 €
<b>Sistema manual detección.</b>	1.999,57 €	1.999,57 €	1.999,57 €	1.999,57 €	6.566,14 €	6.566,14 €
<b>Hidrantes.</b>	X	X	2.754,84 €	2.754,84 €	8.291,69 €	8.291,69 €
<b>Tuberías Hidrantes</b>	X	X	28.226,33 €	28.226,33 €	22.943,90 €	22.943,90 €
<b>Extintores.</b>	1.694,70 €	1.729,28 €	1.729,28 €	1.763,87 €	1.966,82 €	2.045,49 €
<b>BIEs</b>	X	X	4.434,72 €	3.628,40 €	5.243,52 €	4.290,15 €
<b>Tuberías BIEs</b>	X	X	12.688,55 €	10.381,54 €	11.784,28 €	9.641,68 €

Diseño de una instalación de Protección Contra Incendios (PCI) y propuesta de guía para la especificación de la PCI de edificaciones industriales sin uso predefinido.

<b>Rociadores automáticos.</b>	X	39.982,23 €	39.982,23 €	39.982,23 €	36.226,98 €	36.226,98 €
<b>Tuberías rociadores</b>	X	99.641,46 €	99.641,46 €	99.641,46 €	134.808,73 €	134.808,73 €
<b>Sectorizaciones</b>	35.000,00 €	X	70.000,00 €	X	140.000,00 €	X
<b>Señalización</b>	1.016,85 €	1.016,85 €	1.016,85 €	1.016,85 €	2.928,38 €	2.928,38 €
<b>Varios</b>	1.405,46 €	1.405,46 €	1.405,46 €	1.405,46 €	15.023,79 €	15.023,79 €
<b>TOTAL</b>	<b>41.116,59 €</b>	<b>145.774,86 €</b>	<b>308.625,02 €</b>	<b>235.546,28 €</b>	<b>435.563,85 €</b>	<b>292.546,56 €</b>

Tabla 73. PEM para casos de nave de 8.500 m2.

-Como resumen del comparativo del coste total (El PEM)entre todos los casos se aporta el siguiente gráfico realizado con la aplicación Power BI:

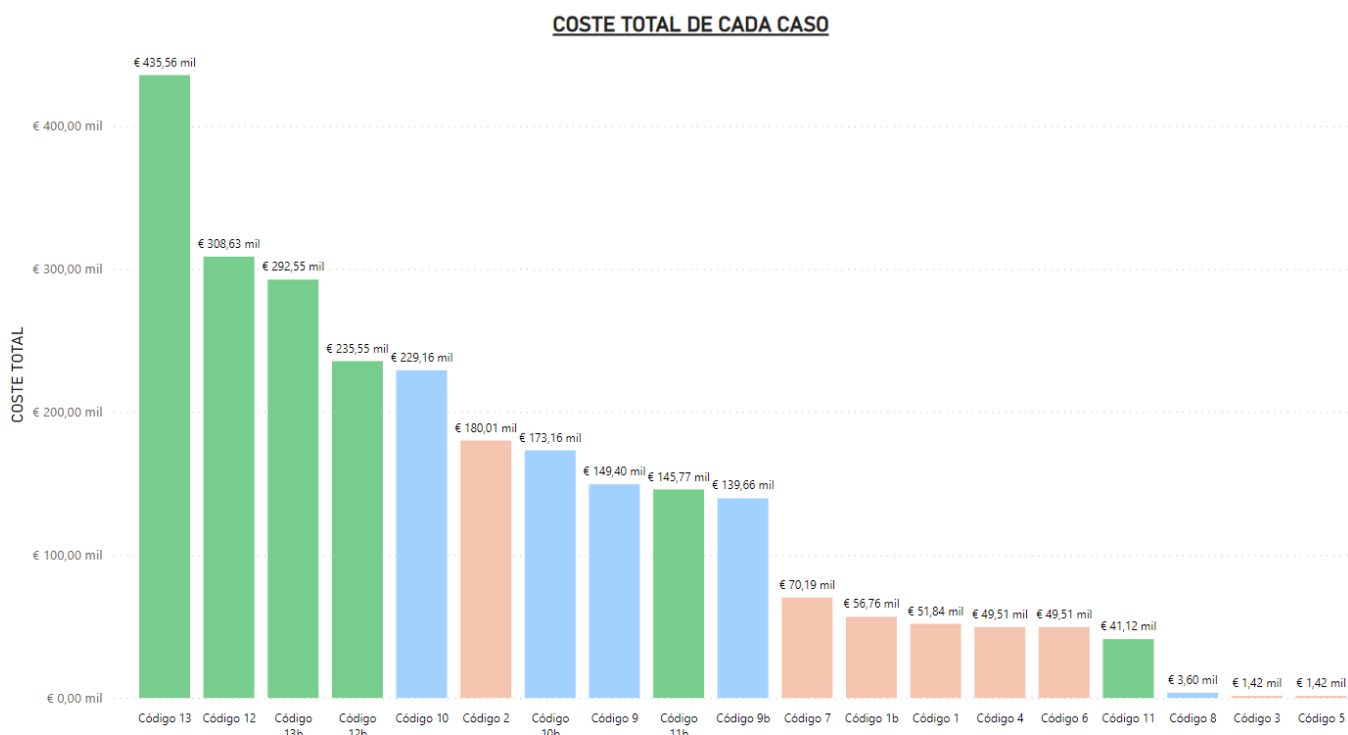


Ilustración 51. Coste total de cada caso en Power BI.

## CAPÍTULO 7.CONCLUSIONES.

### 7.1 ANÁLISIS DE LOS DATOS Y CONCLUSIONES.

Analizando con detenimiento los datos obtenidos en el apartado anterior podemos extraer las siguientes conclusiones:

1) En primer lugar, aunque obvia, cabe destacar que para las configuraciones de riesgo intrínseco alto los ratios obtenidos de coste por m<sup>2</sup> y de coste por unidad son más elevados. Lógicamente la instalación de equipos de protección más sofisticados y potentes conlleva un coste mayor. Como ejemplo, se puede ver como en las tablas del capítulo 5 de este trabajo las características de la instalación de rociadores automáticos serían más exigentes si en lugar de Riesgo Ordinario (RO) se hubiera seleccionado Riesgo Extra (RE).

En alguno casos concretos, como por ejemplo el ratio de rociadores, puede parecer que es ligeramente más alto el ratio para riesgo medio-bajo que para riesgo alto. Sin embargo, y siguiendo con el ejemplo de los rociadores, se debe prestar atención al ratio global. En el caso de los rociadores la suma del ratio de tuberías de rociadores más el ratio de rociadores es más alto en riesgo alto que en riesgo medio-bajo. Lo mismo ocurre con los hidrantes. En el caso de las BIEs el ratio global (Tuberías+BIEs) es prácticamente idéntico.

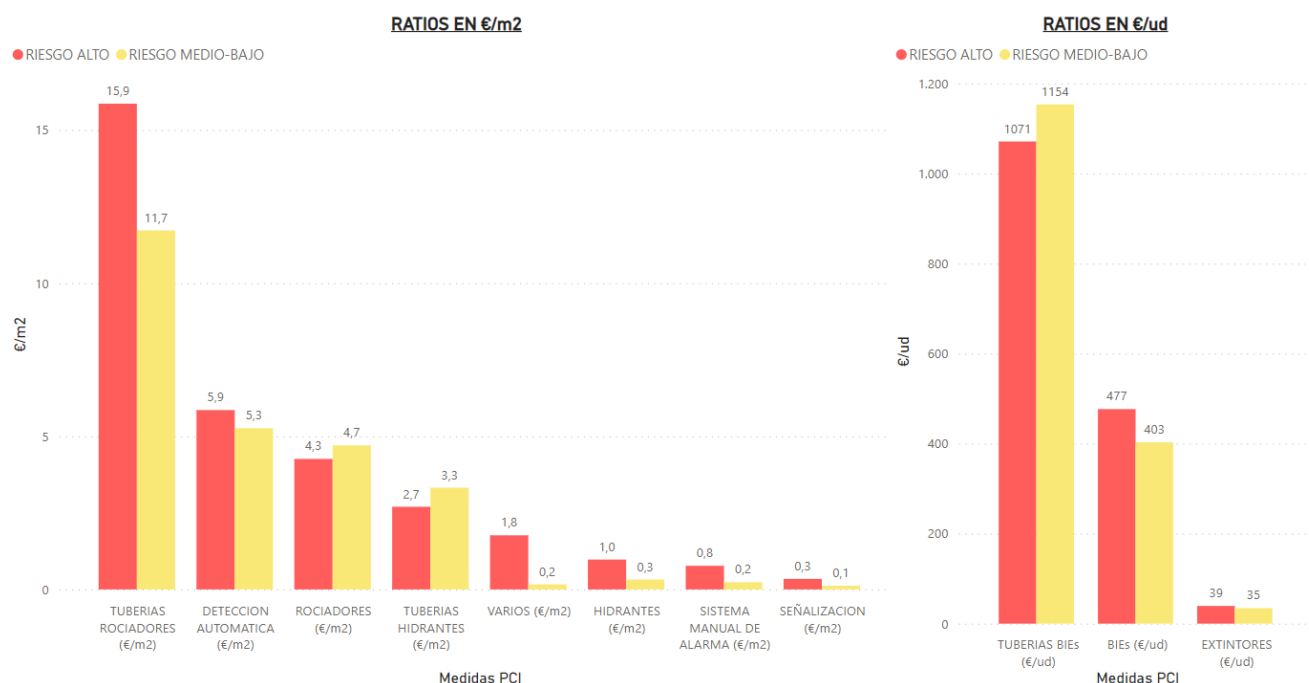


Ilustración 52. Comparación de ratios de riesgo alto frente a medio-bajo.

2) En segundo lugar, se destaca la **importancia de aplicar la nota 4 de la tabla 2 del RSCIEI en configuraciones tipo C que ya exigen rociadores automáticos.**

- La simple **aplicación de esta nota supondría un ahorro** solamente en muros de sectorizaciones de 28.000€, 56.000€, 70.000€ y 140.000€ en los casos de códigos 9, 10, 12 y 13 respectivamente (Todos son configuración tipo C). **En estos casos la normativa ya impone la exigencia de instalar rociadores** automáticos por tanto solamente respetando 10 m de distancia a las parcelas colindantes con posibilidad de edificar se produciría este ahorro. Para cuantificar la magnitud de esta nota solamente debemos fijarnos en el coste de sus casos gemelos 9b, 10b, 12b y 13b.
- Además, no solamente resulta importante en cuanto al ahorro económico, sino que también en términos de **operatividad del edificio**. Una nave llena de muros en su interior no resulta práctica en su actividad real, aunque se cumpla la normativa adecuadamente.

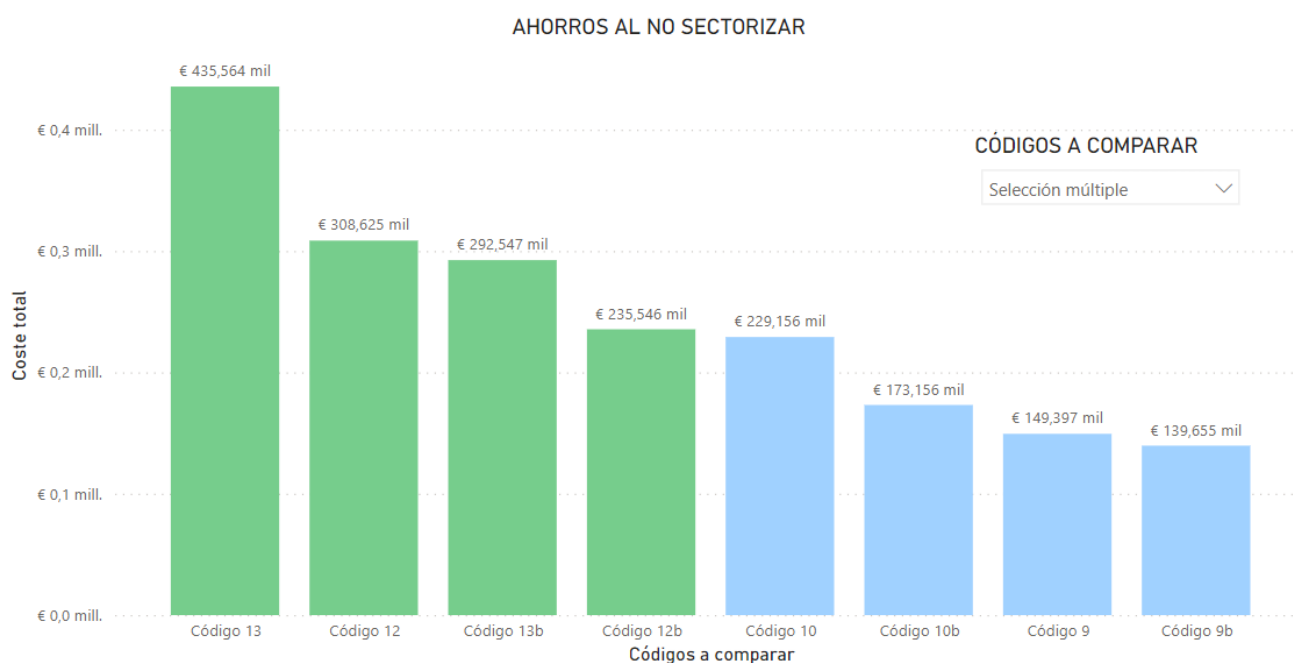


Ilustración 53. Ahorros al evitar sectorizar.

En el caso 9b al quitar las sectorizaciones, el sector resultante (toda la nave) es mayor de 3.500 m<sup>2</sup> por lo tanto es necesario instalar hidrantes. Aun así, la aplicación de la nota 4 para eliminar las sectorizaciones sigue siendo rentable pues como se puede observar en la ilustración 54, el coste del caso 9 es un 6,98% mayor que el coste del caso 9b.

## Diseño de una instalación de Protección Contra Incendios (PCI) y propuesta de guía para la especificación de la PCI de edificaciones industriales sin uso predefinido.

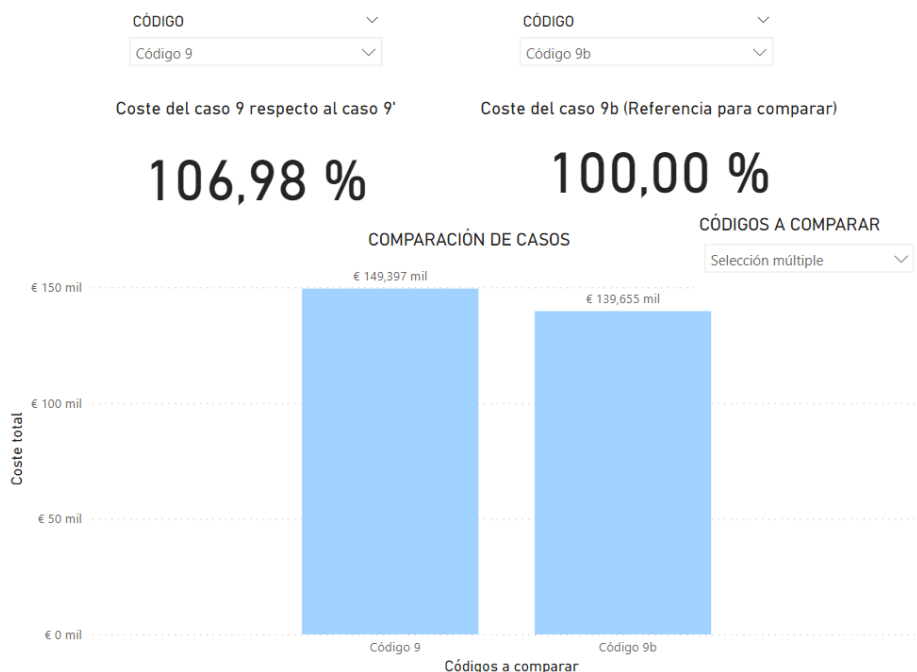


Ilustración 54. Comparación entre los casos 9 y 9b.

3) Por otro lado, se estudia la **aplicación de la nota 3** de la tabla 2 del RSCIEI que permite que las superficies máximas del sector que se indican en la tabla se puedan multiplicar por 2 cuando se instalan rociadores automáticos sin ser exigidos.

- Esto lo podemos ver en el casos 1b y 11b. El caso 11b también se puede utilizar para comprobar si la **aplicación de la nota 4** de la tabla 2 del reglamento resulta rentable **cuando no se exigen rociadores**. Vemos claramente que, en este caso, **cuando los rociadores no son exigidos resulta más rentable económicamente no instalarlos y trabajar con límites a la superficie máxima de los sectores de incendio**. Se comprueba comparando los costes de los casos 1 y 11 con sus gemelos 1b y 11b.
- A nivel de operatividad de la nave, en estos dos casos no resultan tan molestas estas sectorizaciones pues solo dividen la nave por la mitad. De hecho, en el mundo industrial, las empresas toman a veces la decisión de dividir su nave por la mitad y trabajar en cada uno de los sectores resultantes por separado. La decisión sobre si esta sectorización resulta operativa o no será tomada por la empresa que arrende la nave en función de la actividad que planea llevar a cabo en el edificio.



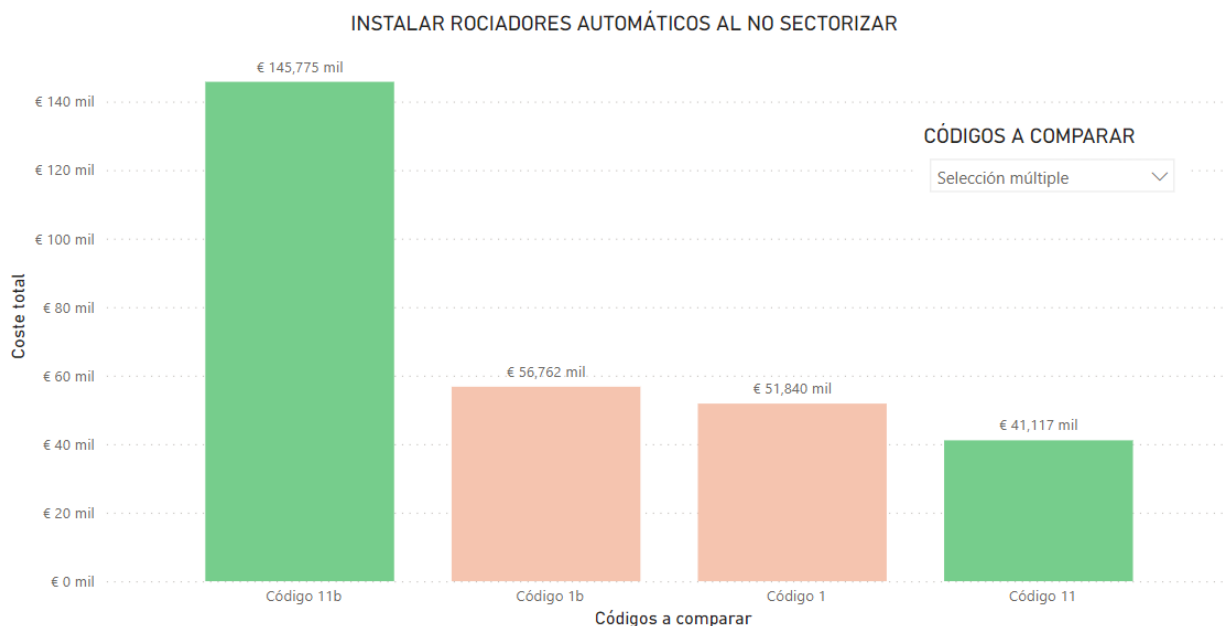


Ilustración 55. Instalación de rociadores automáticos en vez de sectorizar.

4) Observando el caso 2, es sencillo deducir que este caso de estudio que cumple estrictamente con toda la normativa nunca sería llevado a cabo en la realidad. Debido a dos factores:

- **Su coste es enorme en comparación con otros casos** con configuraciones **similares para la misma superficie de nave** como son el 1, 1b, 3, 4, 5, 6 e incluso el caso 7 a pesar de que este último está preparado para riesgo intrínseco alto.
- **Que un edificio con 2.000 m<sup>2</sup> de superficie contenga 8 sectores resulta completamente inoperativo** en la vida real.

Este es el motivo por el que en la mayoría de las ocasiones las configuraciones tipo A no son llevadas a cabo en el mundo industrial real. Habitualmente cuando por las condiciones que se dan es necesario que las naves estén pegadas se suele separar su estructura portante. De esta forma se tiene naves adosadas, pero con configuración tipo B lo que otorga grandes ventajas en cuanto a la exigencia para el cumplimiento de la normativa.

5) Los casos 3 y 5 y los casos 4 y 6 corresponden a naves de 2.000 m<sup>2</sup> con riesgo bajo para 3 y 5 y riesgo medio para 4 y 6. Su diferencia radica en que los casos 3 y 4 son edificios tipo B y los casos 5 y 6 son edificios tipo C.

Los presupuestos de 3 y 5 son iguales y lo mismo ocurre en los casos 4 y 6 (Ver ilustración 51). En la realidad, como es lógico, no serían exactamente iguales, pero si existiría una enorme similitud en el presupuesto de PCI.

Su diferencia radica en los requisitos constructivos. En la misma línea que se comentaba antes, este es otro de los motivos por los que en lugar de hacer configuraciones tipo A se hacen tipo B adosadas.

6) Para la ayuda en la futura toma de decisiones sobre qué nivel de protección seleccionar para el edificio que se esté diseñando, existen un enorme número de comparaciones entre distintos casos que

pueden suscitar interés. Es por este motivo que se han introducido todas las tablas y ratios vistos en el capítulo 6 de este trabajo en la aplicación Power BI, la cual se alimenta de la hoja de cálculo Excel con la que se ha trabajado. De esta forma se podrán comparar cuando se desee cualquiera de los casos.

De entre este gran número de provechosas comparaciones, se destacan las siguientes:

- Comparación entre los casos 5, 6 y 7.

Estos tres casos tienen en común ser edificios de 2.000 m<sup>2</sup> con configuración tipo C. Su diferencia radica en el nivel de riesgo intrínseco. Se comentan a continuación las diferencias principales:

-Seleccionar un nivel de riesgo intrínseco **alto** supone un **sobrecoste del 41,78%** respecto al riesgo intrínseco medio.

-Seleccionar un nivel de riesgo intrínseco **bajo** supone un **ahorro del 97,13%** respecto al riesgo intrínseco medio.

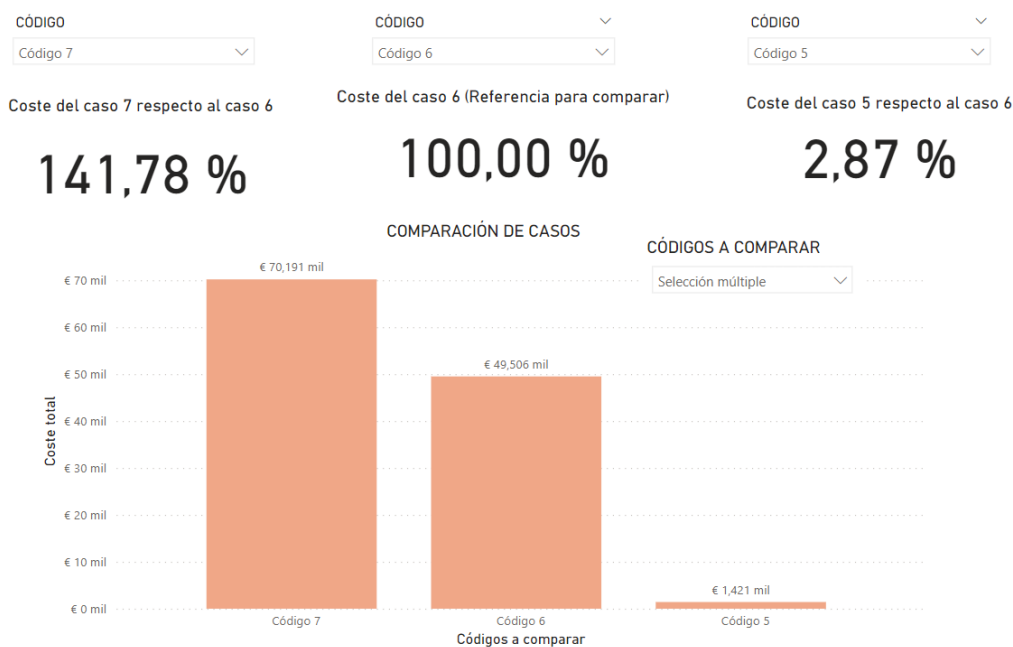


Ilustración 56. Comparación de los casos 5, 6 y 7.

- Comparación entre los casos 8, 9b y 10b.

Estos tres casos tienen en común ser edificios de 5.000 m<sup>2</sup> con configuración tipo C. Su diferencia radica en el nivel de riesgo intrínseco. Se comentan a continuación las diferencias principales:

-Seleccionar un nivel de riesgo intrínseco **alto** supone un **sobrecoste del 23,99%** respecto al riesgo intrínseco medio.

-Seleccionar un nivel de riesgo intrínseco **bajo** supone un **ahorro del 97,42%** respecto al riesgo intrínseco medio.

## Diseño de una instalación de Protección Contra Incendios (PCI) y propuesta de guía para la especificación de la PCI de edificaciones industriales sin uso predefinido.



Ilustración 57. Comparación de los casos 8, 9b y 10b.

- Comparación entre los casos 11, 12b y 13b.

Estos tres casos tienen en común ser edificios de 8.500 m<sup>2</sup> con configuración tipo C. Su diferencia radica en el nivel de riesgo intrínseco. Se comentan a continuación las diferencias principales:

-Seleccionar un nivel de riesgo intrínseco **alto** supone un **sobrecoste del 24,20%** respecto al riesgo intrínseco medio.

-Seleccionar un nivel de riesgo intrínseco **bajo** supone un **ahorro del 82,54%** respecto al riesgo intrínseco medio.

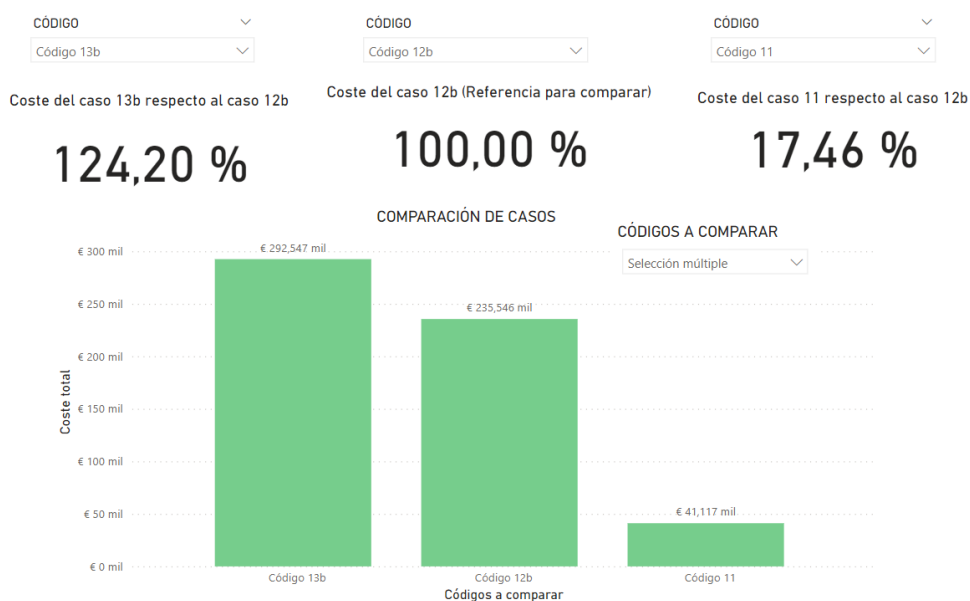


Ilustración 58. Comparación de los casos 11, 12b y 13b.

Diseño de una instalación de Protección Contra Incendios (PCI) y propuesta de guía para la especificación de la PCI de edificaciones industriales sin uso predefinido.

EDIFICIOS TIPO C	Riesgo bajo tipo 2	Riesgo medio tipo 5	Riesgo alto tipo 8
2.000 m2	2,87%	100%	141,78%
5.000 m2	2,58%	100%	123,99%
8.500 m2	17,46%	100%	124,20%

Tabla 74. Diferencias porcentuales de costes en función del riesgo intrínseco.

Se observa que, al disminuir el tamaño de nave, se acrecientan las diferencias porcentuales de coste en función del riesgo intrínseco.

- Comparación entre los casos 5, 8 y 11.

Estos tres casos tienen en común ser edificios protegidos para nivel de riesgo intrínseco bajo y tener configuración tipo C. Su diferencia radica en el tamaño de la nave. Se comentan a continuación las diferencias principales:

-El coste del diseño de un **edificio tipo C con riesgo bajo de 8.500 m2** supone un **sobrecoste del 1.040,83% respecto al** coste que tendría si fuera de **5.000 m2**. Este enorme sobrecoste se debe a que en configuraciones tipo C los edificios preparados para nivel de riesgo intrínseco bajo tipo 2 tienen un coste de medidas de PCI muy pequeño excepto cuando aumentan por encima de los 6.000 m2 de tamaño que indica el RSCIEI pues es necesario sectorizar la nave. Esto es justamente lo que ocurre en el caso 11 donde la sectorización supone 35.000€ del total de 41.117€ (Un 85,12%)

-El coste del diseño de un **edificio tipo C con riesgo bajo de 2.000 m2** supone un **ahorro del 60,58% respecto al** coste que tendría si fuera de **5.000 m2**.

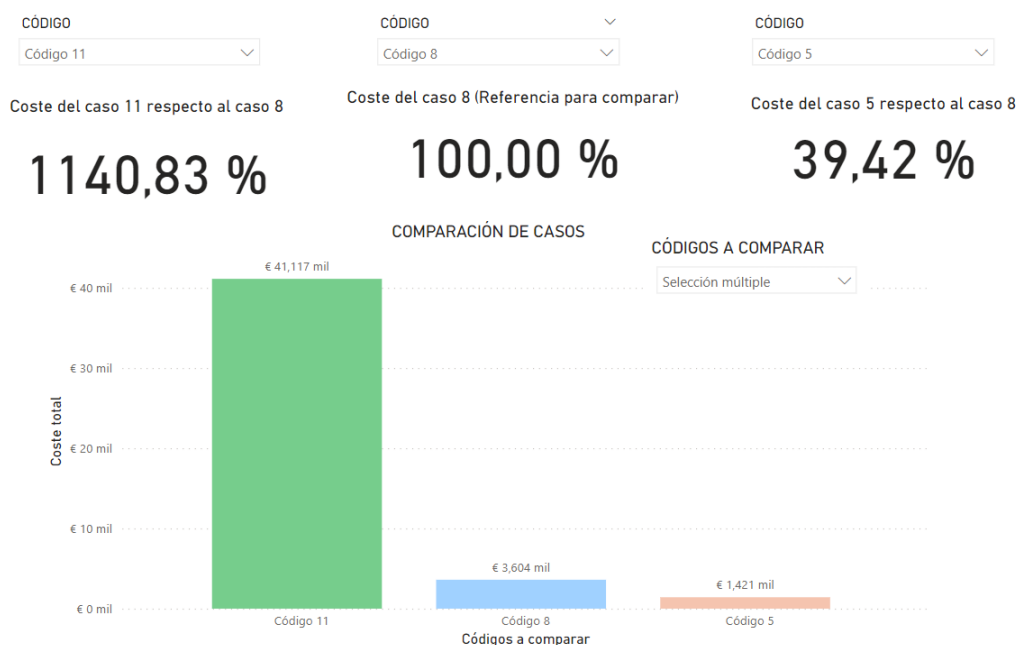


Ilustración 59. Comparación de los casos 5, 8 y 11.

- Comparación entre los casos 6, 9b y 12b.

Estos tres casos tienen en común ser edificios protegidos para nivel de riesgo intrínseco Medio y tener configuración tipo C. Su diferencia radica en el tamaño de la nave. Se comentan a continuación las diferencias principales:

-El coste del diseño de un **edificio tipo C con riesgo medio de 8.500 m<sup>2</sup>** supone un **sobrecoste del 68,66% respecto al coste que tendría si fuera de 5.000 m<sup>2</sup>**.

-El coste del diseño de un **edificio tipo C con riesgo medio de 2.000 m<sup>2</sup>** supone un **ahorro del 64,55% respecto al coste que tendría si fuera de 5.000 m<sup>2</sup>**.

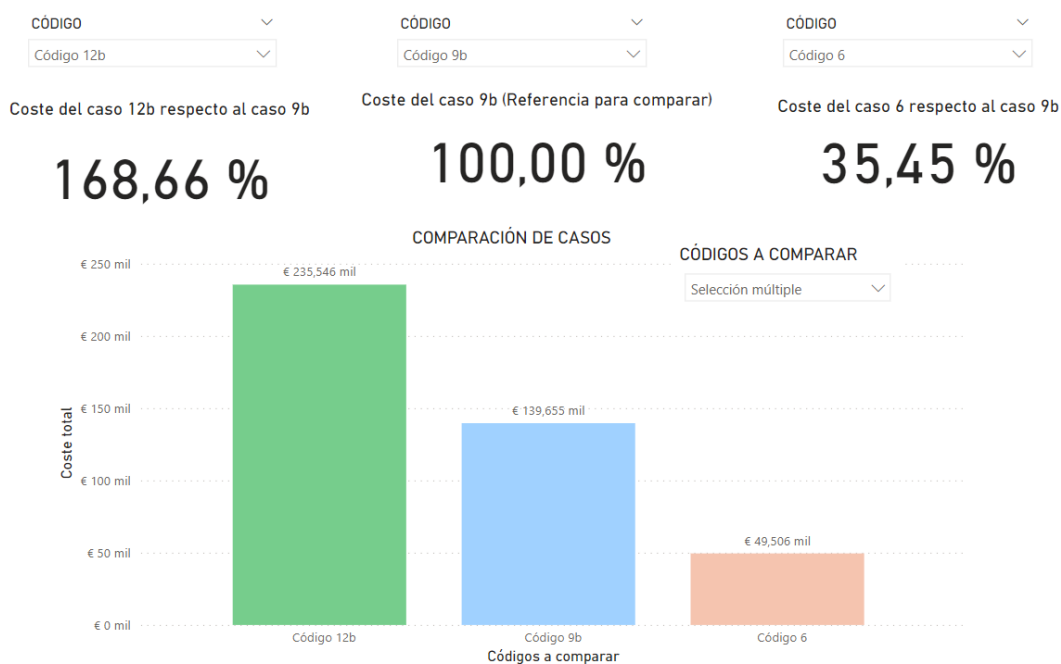


Ilustración 60. Comparación de los casos 6, 9b y 12b.

- Comparación entre los casos 7, 10b y 13b.

Estos tres casos tienen en común ser edificios protegidos para nivel de riesgo intrínseco Alto y tener configuración tipo C. Su diferencia radica en el tamaño de la nave. Se comentan a continuación las diferencias principales:

-El coste del diseño de un **edificio tipo C con riesgo alto de 8.500 m<sup>2</sup>** supone un **sobrecoste del 68,95% respecto al coste que tendría si fuera de 5.000 m<sup>2</sup>**.

-El coste del diseño de un **edificio tipo C con riesgo alto de 2.000 m<sup>2</sup>** supone un **ahorro del 59,46% respecto al coste que tendría si fuera de 5.000 m<sup>2</sup>**.

Diseño de una instalación de Protección Contra Incendios (PCI) y propuesta de guía para la especificación de la PCI de edificaciones industriales sin uso predefinido.

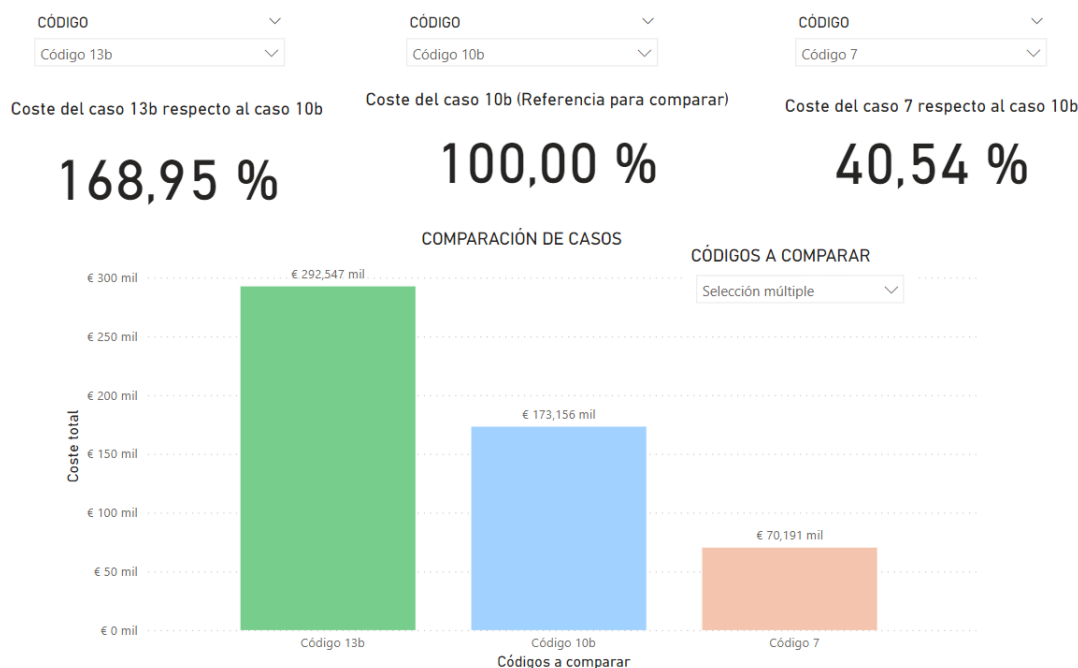


Ilustración 61. Comparación de los casos 7, 10b y 13b.

EDIFICIOS TIPO C	2.000 m2	5.000 m2	8.500 m2
Riesgo bajo tipo 2	39,42%	100%	1140,83%
Riesgo medio tipo 5	35,45%	100%	168,66%
Riesgo alto tipo 8	40,54%	100%	168,95%

Tabla 75. Diferencias porcentuales de costes en función de la superficie del edificio.

Se destaca que en riesgo bajo el tamaño de nave juega un papel mucho más significativo en cuanto a repercusión en los costes que en riesgo medio o alto.

Con estos datos y la herramienta que se comenta en el siguiente apartado los promotores podrán seleccionar la combinación de configuración, nivel de riesgo y superficie más ventajosa para ellos apoyándose en las diferencias porcentuales aportadas y también en la estimación de presupuesto en C++ que se explica en el apartado 7.2.

### 7.2 CÁLCULO AUTOMÁTICO DEL PEM EN LA HERRAMIENTA INFORMÁTICA DESARROLLADA EN C++.

Se ha programado en esta herramienta informática desarrollada la posibilidad de calcular el PEM de la PCI de cualquier tipo de combinación de configuración, nivel de riesgo y superficie en el edificio. De esta forma, se pueden calcular los presupuestos de edificios industriales cualesquiera sean sus características y no solamente de los 19 casos expuestos en este TFG.

Para mostrar su funcionamiento se aportan las ilustraciones 62, 63 y 64 donde se ha presupuestado el caso 12b. (Los datos introducidos son idénticos que los que se introdujeron en las ilustraciones del apartado 4.1 de este TFG excepto que se indica que se va a aplicar la nota4 por ser el presupuesto para el caso 12b y no para el caso 12). Esta herramienta calcula de forma automática el número aproximado de BIEs y extintores necesarios en el edificio según sean sus características.

Diseño de una instalación de Protección Contra Incendios (PCI) y propuesta de guía para la especificación de la PCI de edificaciones industriales sin uso predefinido.

RSCIEI-RD 2267/2004
LOS REQUISITOS CONSTRUCTIVOS SON: 1-MAX SUP. CONST. DE CADA SECTOR DE INCENDIO. Introduce un 1 si va a aplicar la nota 4 de la tabla 2.1 del RD 2267/2004: 1 La máxima sup. construida por sector es de: 8500.00 m2

Ilustración 62. Aplicación de la nota 4 en la herramienta informática desarrollada.

9-SIST. DE ABASTECIMIENTO DE AGUA CONTRA INCENDIOS Se instala para abastecer los sistemas de BIEs, Hidrantes Exteriores o Rociadores Automaticos. Si quiere PRESUPUESTAR la BOMBA introduce su potencia en m3/h, en caso contrario introduce un 0: 120 Si quiere PRESUPUESTAR el DEPOSITO introduce su capacidad en m3, en caso contrario introduce un 0: 105 Si quiere PRESUPUESTAR los MUROS de SECTORIZACION introduce su longitud en m, en caso contrario introduce un 0: 0 Presione una tecla para continuar . . .
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Ilustración 63. Presupuestación de bomba y deposito en la herramienta informática desarrollada.

RSCIEI-RD 2267/2004
Para el Presupuesto, es necesario calcular las BIEs y Extintores para aplicar el ratio de euros/ud -BIEs necesarias: 9 y -Extintores necesarios: 50 -Resto de medidas de PCI usan ratios en euros/m2
EL RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE PCI ES:
1-SIST. AUTOMATICO DE DETECCION: 44745.70 2-SIST. MANUAL DE DETECCION: 1999.20 3-RED EXTERIOR DE HIDRANTES (Hidrantes+Tuberias): 30980.80 3.1-Hidrantes: 2754.85 3.2-Tuberias de hidrantes: 28225.95 4-EXTINTORES: 1729.29 5-RED DE BIEs (BIEs+Tuberias): 14009.95 5.1-BIEs: 3628.40 5.2-Tuberias de BIEs: 10381.54 6-SIST. ROCIADORES AUTOMATICOS (Rociadores+Tuberias): 139623.55 6.1-Rociadores: 39982.30 6.2-Tuberias de rociadores: 99641.25 7-GRUPO DE BOMBEO: 24298.00 8-DEPOSITO: 12399.45 9-MUROS DE SECTORIZACIONES: 0.00 10-SENYALIZACIONES: 1016.60 11-VARIOS: 1405.05  ---->TOTAL SIN IVA: 272207.56<---- Presione una tecla para continuar . . .

Ilustración 64. PEM de las medidas de PCI en la herramienta informática desarrollada.

Para comprobar la potencia de esta herramienta se deben comparar las ilustraciones 64 y 65.

Se calcula la diferencia entre el PEM obtenido utilizando la herramienta informática desarrollada, que contiene los ratios del capítulo 6, y el PEM obtenido en Arquímedes alimentado del generador de precios de la construcción de CYPE.

$$Diferencia(\%) = \left( \frac{Presupuesto_{Arquimedes}}{Presupuesto_{ratios}} - 1 \right) * 100 = \left( \frac{275.925,05}{272.207,56} - 1 \right) * 100 = 1,366\%$$

## Diseño de una instalación de Protección Contra Incendios (PCI) y propuesta de guía para la especificación de la PCI de edificaciones industriales sin uso predefinido.

Por tanto, al obtener una diferencia tan solo un 1,366% entre ambos presupuestos, se puede concluir que los ratios calculados son muy precisos y que por tanto los presupuestos obtenidos en el capítulo 6 y todos aquellos que se obtengan a partir de la aplicación diseñada en C++ están muy próximos a los costes que se darán en la realidad.

Proyecto: Presupuesto para PCI en el caso con código 12b.

Capítulo	Importe
Capítulo 1 DETECCIÓN AUTOMÁTICA DE INCENDIOS	38.475,06
Capítulo 2 DETECCIÓN MANUAL DE INCENDIOS	2.689,50
Capítulo 3 RED EXTERIOR DE HIDRANTES	33.136,16
Capítulo 3.1 Hidrantes	2.917,14
Capítulo 3.2 Tuberías hidrantes	30.219,02
Capítulo 4 EXTINTORES PORTÁTILES	1.928,31
Capítulo 5 RED DE BIES	17.121,03
Capítulo 5.1 BIEs	3.567,87
Capítulo 5.2 Tuberías BIEs	13.553,16
Capítulo 6 SISTEMA DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS	142.084,11
Capítulo 6.1 Rociadores	34.438,38
Capítulo 6.2 Tuberías de rociadores.	107.645,73
Capítulo 7 EQUIPO DE BOMBEO	25.000,00
Capítulo 8 DEPOSITO CONTRA INCENDIOS	12.000,00
Capítulo 10 SEÑALIZACIÓN	1.280,88
Capítulo 11 VARIOS	2.210,00
Presupuesto de ejecución material	275.925,05
13% de gastos generales	35.870,26
6% de beneficio industrial	16.555,50
Suma	328.350,81
21% IVA	68.953,67
Presupuesto de ejecución por contrata	397.304,48

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de TRESCIENTOS NOVENTA Y SIETE MIL TRESCIENTOS CUATRO EUROS CON CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS.

Valencia, Julio 2023  
Ingeniero en Tecnologías Industriales

Carlos Sánchez Vidal

*Ilustración 65. Resumen del presupuesto total elaborado con Arquímedes.*

Nota: En el presupuesto de Arquímedes se incluye el porcentaje de gastos general, el beneficio industrial y el IVA para obtener el presupuesto de ejecución por contrata que será el importe total para abonar.

### 7.3 PROPUESTA DE GUÍA PARA LA ESPECIFICACIÓN DE LA PCI.

Con esta potencial información expuesta en los tres últimos capítulos de este TFG, se propone a las empresas promotoras un método para tomar la decisión sobre qué combinación de características debe tener el futuro edificio. El método consiste en lo siguiente:



1-En primer lugar, estudiar las diferencias porcentuales expuestas en el apartado 7.1 para tener una primera visión de las diferencias que podrán existir entre, por ejemplo, seleccionar una nave de mayor o menor tamaño dado un nivel de riesgo, seleccionar un nivel de riesgo intrínseco más alto o bajo dado una superficie de edificio, etc.

2-Una vez se han estudiado estas diferencias y junto con las condiciones impuestas por la promotora, introducir en la aplicación informática desarrollada cuantos casos como se considere necesario. Entendiendo como caso cada combinación de configuración en relación a su entorno, nivel de riesgo intrínseco y superficie de edificio. Obtener las medidas de PCI y el PEM de cada caso (Como ya se ha comentado, los casos podrán tener características cualesquiera, el programa sirve para cualquier caso.

3-Comparar los PEM y datos obtenidos descartando aquellos casos que aun cumpliendo la normativa no sean viables (Por ejemplo, el caso 2 de este trabajo). Descartar también aquellos casos que presenten características muy similares a otros de los que componen el estudio pero que sean más costosos (Por ejemplo, en este TFG el caso 9b es más rentable económicamente que el 9, el caso 11 lo es más que el 11b etc.)

3-Realizar un análisis entre los casos resultantes para seleccionar aquellos que vayan a ser candidatos finales para ser llevados a cabo y de estos, realizar un diseño completo de la instalación como se explicó en el capítulo 5.

4-Seleccionar la alternativa final que sea más ventajosa combinando un coste económico razonable, un nivel de protección adecuado y la adecuación para los interés de los futuros clientes de la promotora.

5-Elaboración del presupuesto final en alguna aplicación adecuada como Arquímedes o encargo de este a una empresa especialista si no se dispone de los medios adecuados.

Diseño de una instalación de Protección Contra Incendios (PCI) y propuesta de guía para la especificación de la PCI de edificaciones industriales sin uso predefinido.

---

---

## *PRESUPUESTO*

---

## **PRESUPUESTO DEL CASO CON CÓDIGO 12b.**

En este capítulo se detallará el presupuesto de PCI del caso con código 12b, el cual se diseñó completamente en el capítulo 5 de este documento. Se incluye no solamente el PEM sino también el PEC que será el presupuesto total de la instalación de PCI.

El presupuesto de PCI es un documento fundamental en las empresas promotoras pues el coste total es muchas veces el parámetro más importante a la hora de tomar las decisiones sobre qué tipo de proyecto se llevará adelante. En este apartado mostrará la estructura de un presupuesto real de PCI y de paso servirá para comprobar que los ratios obtenidos en el capítulo 6 (Obtenidos a partir de presupuestos de proyectos reales) son correctos.

Para la realización de este capítulo ha sido fundamental el estudio de la estructura de los presupuestos de los 6 proyectos comentados en el capítulo 6 y también el uso de la aplicación Arquímedes (Estudiada durante el grado por parte del alumno) y del generador de precios de la construcción de CYPE, este último se ha utilizado por pertenecer a CYPE la misma empresa que desarrolla la aplicación Arquímedes.

Se exponen a continuación algunos apuntes sobre el presupuesto:

- Los diámetros de las tuberías de los rociadores y los hidrantes han sido indicados en el capítulo 5.
- Los diámetros de las tuberías de las BIEs no ha sido necesario diseñarlos pues como indica el RSCIEI no tienen repercusión en el abastecimiento de la instalación cuando hay también rociadores e hidrantes. Sin embargo, siguiendo la pauta de los presupuestos de los 6 proyectos estudiados se ha determinado que los diámetros de tubería son de 50 mm para toda la instalación excepto en los tramos que alimentan directamente a las BIEs en la nave (8 tramos de 9m cada uno. Ver plano 13) que son de 40 mm.
- Para los presupuestos de PCI es habitual presupuestar más rociadores de los estrictamente necesarios con el objetivo de tener rociadores de repuesto ante algún defecto o rotura de montaje. Por ello, a pesar de que en la nave 12b hay 816 rociadores se presupuestan 836.
- En los rociadores los tramos de tuberías de 125 mm no han sido presupuestados como acero galvanizado por no estar este precio disponible en el generador de precios de la construcción.
- En hidrantes el material de la tubería enterrada es PE y no acero galvanizado porque no hay precio de este último en el generador de precios de la construcción.
- En rociadores se presupuesta un puesto de control de flujo en cada punto de diseño.

Presupuesto parcial nº 1 DETECCIÓN AUTOMÁTICA DE INCENDIOS

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
1.1	Ud	<p>Detector óptico de humos y térmico analógico direccionable con aislador de cortocircuito, de ABS color blanco, formado por un elemento sensible a los humos claros y a el incremento lento de la temperatura para una temperatura máxima de alarma de 58°C, para alimentación de 12 a 24 Vcc, con led de activación e indicador de alarma y salida para piloto de señalización remota, para instalación con canalización de protección de cableado fija en superficie. Incluso zócalo suplementario, base universal y elementos de fijación.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio no incluye la canalización de protección de cableado.</p> <p>Incluye: Replanteo. Fijación del zócalo suplementario. Fijación de la base. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>			
		Total Ud .....	117,00	80,65	9.436,05
1.2	M	<p>Cableado formado por cable bipolar SO2Z1-K (AS+), reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 2x2,5 mm<sup>2</sup> de sección, con aislamiento de compuesto polímero a base de elastómero vulcanizado libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (S), pantalla de cinta de aluminio y poliéster (O2) con conductor de drenaje de cobre estañado y cubierta externa de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 300/500 V. Incluso cuantos accesorios sean necesarios para su correcta instalación.</p> <p>Incluye: Tendido de cables.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>			
		Total m .....	1.099,79	4,62	5.081,03
1.3	M	<p>Canalización de protección de cableado, formada por tubo de PVC rígido, blindado, roscable, de color gris, de 40 mm de diámetro nominal, con IP549. Instalación en superficie. Incluso abrazaderas, elementos de sujeción y accesorios (curvas, manguitos, tes, codos y curvas flexibles).</p> <p>Incluye: Replanteo y trazado de la línea. Colocación y fijación de tubos.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>			
		Total m .....	1.099,79	15,87	17.453,67
1.4	Ud	<p>Fuente de alimentación estabilizada, con salida de 24 Vcc y 2,5 A, compuesta por caja metálica y módulo de alimentación, rectificador de corriente y cargador de batería, con grado de protección IP30. Incluso baterías.</p> <p>Incluye: Replanteo. Fijación al paramento. Colocación de las baterías. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>			
		Total Ud .....	2,00	197,12	394,24
1.5	Ud	<p>Central de detección automática de incendios, analógica, multiprocesada, de 4 lazos de detección, ampliable hasta 8 lazos, de 128 direcciones de capacidad máxima por lazo, con caja metálica y tapa de ABS, con módulo de alimentación, rectificador de corriente y cargador de batería, módulo de control con display retroiluminado, leds indicadores de alarma y avería, teclado de membrana de acceso a menú de control y programación, registro histórico de las últimas 1000 incidencias, hasta 4 zonas totalmente programables e interfaz USB para la comunicación de datos, la programación y el mantenimiento remoto, con 2 módulos de supervisión de sirena, 2 módulos de maniobra direccionables y módulo de comunicación.</p> <p>Incluye: Replanteo. Fijación al paramento. Colocación de las baterías. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>			
		Total Ud .....	1,00	4.894,01	4.894,01

**Presupuesto parcial nº 1 DETECCIÓN AUTOMÁTICA DE INCENDIOS**

<b>Nº</b>	<b>Ud</b>	<b>Descripción</b>	<b>Medición</b>	<b>Precio</b>	<b>Importe</b>
1.6	Ud	Sirena electrónica, de color rojo, con señal óptica y acústica, alimentación a 24 Vcc, potencia sonora de 100 dB a 1 m y consumo de 68 mA. Instalación en paramento interior. Incluso elementos de fijación. Incluye: Replanteo. Fijación al paramento. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
		Total Ud .....:	2,00	144,24	288,48
1.7	Ud	Central de detección automática de incendios, convencional, modular, de 4 zonas de detección, ampliable hasta 16 zonas, con caja y tapa metálica, con módulo de alimentación, rectificador de corriente y cargador de batería, módulo de control con display LCD retroiluminado, led indicador de alarma y avería, y teclado de acceso a menú de control y programación, con grado de protección IP32, con 2 módulos de supervisión de sirena y 2 módulos de maniobra. Incluso baterías. Incluye: Replanteo. Fijación al paramento. Colocación de las baterías. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
		Total Ud .....:	1,00	927,58	927,58
<b>Total presupuesto parcial nº 1 DETECCIÓN AUTOMATICA DE INCENDIOS :</b>					<b>38.475,06</b>

**Presupuesto parcial nº 2 DETECCIÓN MANUAL DE INCENDIOS**

<b>Nº</b>	<b>Ud</b>	<b>Descripción</b>	<b>Medición</b>	<b>Precio</b>	<b>Importe</b>
2.1	Ud	<p>Pulsador de alarma convencional de rearme manual, de ABS color rojo, protección IP41, con led indicador de alarma color rojo y llave de rearme. Incluso elementos de fijación.                      Incluye: Replanteo. Fijación al paramento. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.                      Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.                      Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>			
		Total Ud .....	12,00	33,57	402,84
2.2	M	<p>Cableado formado por cable bipolar SO2Z1-K (AS+), reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 2x1,5 mm<sup>2</sup> de sección, con aislamiento de compuesto polímero a base de elastómero vulcanizado libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (S), pantalla de cinta de aluminio y poliéster (O2) con conductor de drenaje de cobre estañado y cubierta externa de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 300/500 V. Incluso cuantos accesorios sean necesarios para su correcta instalación.                      Incluye: Tendido de cables.                      Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.                      Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>			
		Total m .....	543,15	4,21	2.286,66
<b>Total presupuesto parcial nº 2 DETECCIÓN MANUAL DE INCENDIOS :</b>					<b>2.689,50</b>

**Presupuesto parcial nº 3 RED EXTERIOR DE HIDRANTES**

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>3.1.- Hidrantes</b>					
3.1.1	Ud	Hidrante bajo nivel de tierra, de 4" DN 100 mm de diámetro, con una salida de 4" DN 100 mm, racor y arqueta. Incluso elementos de fijación. Incluye: Replanteo. Fijación del conjunto al fondo de la arqueta. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
		Total Ud .....	6,00	486,19	2.917,14
		<b>Total subcapítulo 3.1.- Hidrantes:</b>			<b>2.917,14</b>
<b>3.2.- Tuberías hidrantes</b>					
3.2.1	Ud	Acometida para abastecimiento de agua contra incendios de 5 m de longitud, que une la red general de distribución de agua potable o la red general de distribución de agua contra incendios de la empresa suministradora con la instalación de protección contra incendios, formada por tubería de polietileno de alta densidad, de 110 mm de diámetro colocada sobre lecho de arena de 15 cm de espesor, en el fondo de la zanja previamente excavada, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería. Incluso armario homologado por la Compañía Suministradora para su colocación en la fachada, collarín de toma de fundición, machón rosca, piezas especiales y tapón roscado. Criterio de valoración económica: El precio no incluye el levantado del firme existente, la excavación, el relleno principal ni la reposición posterior del firme. Incluye: Replanteo del recorrido de la acometida. Presentación en seco de los tubos. Vertido de la arena en el fondo de la zanja. Colocación de tubos. Ejecución del relleno envolvente. Colocación del armario en la fachada. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
		Total Ud .....	1,00	703,90	703,90
3.2.2	M	Red enterrada de distribución de agua para abastecimiento de los equipos de extinción de incendios, formada por tubería de polietileno (PE), de 125 mm de diámetro, unión electrosoldable, colocada sobre lecho de arena de 10 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 30 cm por encima de la generatriz superior, que arranca desde la fuente de abastecimiento de agua hasta cada equipo de extinción de incendios. Incluso, accesorios y piezas especiales. Criterio de valoración económica: El precio no incluye la excavación ni el relleno principal. Incluye: Replanteo del recorrido de la tubería y de la situación de los elementos de sujeción. Presentación de tubos. Vertido de la arena en el fondo de la zanja. Ejecución del relleno envolvente. Colocación de tubos. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.			
		Total m .....	458,61	41,97	19.247,86
3.2.3	Ud	Válvula de compuerta de husillo estacionario con indicador de posición y cierre elástico, unión con ranuras, de 10" de diámetro, PN=16 bar, formada por cuerpo, disco en cuña y volante de fundición dúctil y husillo de acero inoxidable. Incluye: Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
		Total Ud .....	6,00	1.711,21	10.267,26
		<b>Total subcapítulo 3.2.- Tuberías hidrantes:</b>			<b>30.219,02</b>
		<b>Total presupuesto parcial nº 3 RED EXTERIOR DE HIDRANTES :</b>			<b>33.136,16</b>

**Presupuesto parcial nº 4 EXTINTORES PORTÁTILES**

<b>Nº</b>	<b>Ud</b>	<b>Descripción</b>	<b>Medición</b>	<b>Precio</b>	<b>Importe</b>
4.1	Ud	Extintor portátil de polvo químico ABC polivalente antibrasa, con presión incorporada, de eficacia 21A-144B-C, con 6 kg de agente extintor, con manómetro y manguera con boquilla difusora. Incluso soporte y accesorios de montaje. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación del soporte. Colocación del extintor. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente colocadas según especificaciones de Proyecto.			
		Total Ud .....:	51,00	37,81	1.928,31
<b>Total presupuesto parcial nº 4 EXTINTORES PORTÁTILES :</b>					<b>1.928,31</b>



Presupuesto parcial nº 5 RED DE BIES

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>5.1.- BIEs</b>					
5.1.1	Ud	<p>Boca de incendio equipada (BIE) de 45 mm (1 1/2") y de 575x505x152 mm, compuesta de: armario de acero inoxidable de 1,2 mm de espesor, y puerta semiciega con ventana de metacrilato de acero inoxidable de 1,2 mm de espesor; devanadera metálica giratoria abatible 180° permitiendo la extracción de la manguera en cualquier dirección, pintada en rojo epoxi, con alimentación axial; manguera plana de 20 m de longitud; lanza de tres efectos (cierre, pulverización y chorro compacto) construida en plástico ABS y válvula de cierre de asiento de 45 mm (1 1/2"), de latón, con manómetro 0-16 bar. Instalación en superficie. Incluso, accesorios y elementos de fijación.</p> <p>Incluye: Replanteo. Colocación del armario. Conexionado.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>			
		Total Ud .....	9,00	396,43	3.567,87
		<b>Total subcapítulo 5.1.- BIEs:</b>			<b>3.567,87</b>
<b>5.2.- Tuberías BIEs</b>					
5.2.1	M	<p>Red aérea de distribución de agua para abastecimiento de los equipos de extinción de incendios, formada por tubería prefabricada de acero negro con soldadura longitudinal, de 1 1/2" DN 40 mm de diámetro, pintada con resina de epoxi/poliéster color rojo RAL 3000, unión ranurada, sin calorifugar, que arranca desde la fuente de abastecimiento de agua hasta cada equipo de extinción de incendios. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.</p> <p>Incluye: Replanteo del recorrido de la tubería y de la situación de los elementos de sujeción. Presentación de tubos. Fijación del material auxiliar para montaje y sujeción a la obra. Colocación de tubos. Realización de pruebas de servicio.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>			
		Total m .....	72,00	23,39	1.684,08
5.2.2	M	<p>Red aérea de distribución de agua para abastecimiento de los equipos de extinción de incendios, formada por tubería prefabricada de acero negro con soldadura longitudinal, de 2" DN 50 mm de diámetro, pintada con resina de epoxi/poliéster color rojo RAL 3000, unión ranurada, sin calorifugar, que arranca desde la fuente de abastecimiento de agua hasta cada equipo de extinción de incendios. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.</p> <p>Incluye: Replanteo del recorrido de la tubería y de la situación de los elementos de sujeción. Presentación de tubos. Fijación del material auxiliar para montaje y sujeción a la obra. Colocación de tubos. Realización de pruebas de servicio.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>			
		Total m .....	431,76	27,49	11.869,08
		<b>Total subcapítulo 5.2.- Tuberías BIEs:</b>			<b>13.553,16</b>
		<b>Total presupuesto parcial nº 5 RED DE BIES :</b>			<b>17.121,03</b>

Presupuesto parcial nº 6 SISTEMA DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>6.1.- Rociadores</b>					
6.1.1	Ud	Válvula de esfera de polipropileno copolímero random (PP-R), de 40 mm de diámetro, de color rojo, formada por cuerpo de polipropileno copolímero random (PP-R), bola de latón niquelado y mando de palanca de acero con revestimiento anticorrosión. Incluye: Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
		Total Ud .....	1,00	77,30	77,30
6.1.2	Ud	Puesto de control de rociadores, de 6" DN 150 mm de diámetro, unión ranura y ranura, formado por válvula de retención y alarma de hierro fundido, trim de acero galvanizado y cámara de retardo de fundición, para sistema de tubería mojada. Instalación en posición vertical. Incluso alarma hidráulica con motor de agua y gong, accesorios y piezas especiales para conexión a la red de distribución de agua. Incluye: Replanteo. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
		Total Ud .....	1,00	2.941,88	2.941,88
6.1.3	Ud	Detector de flujo tipo paleta con retardo de hasta 90 segundos y dos contactos NA/NC, de 2 1/2" DN 65 mm de diámetro, para una presión máxima de trabajo de 31 bar. Incluso tubo protector y cables eléctricos. Incluye: Replanteo del recorrido de la tubería y de la situación del detector. Colocación y fijación de tubos. Colocación del elemento. Tendido de cables. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
		Total Ud .....	24,00	179,14	4.299,36
6.1.4	Ud	Rociador automático montante para nivel intermedio, respuesta rápida con ampolla fusible de vidrio frágil de 3 mm de diámetro y disolución alcohólica de color rojo, rotura a 68°C, de 1/2" DN 15 mm de diámetro de rosca, coeficiente de descarga K de 80 (métrico), presión de trabajo 12 bar, acabado lacado color bronce. Incluso accesorios y piezas especiales para conexión a la red de distribución de agua. Incluye: Replanteo. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
		Total Ud .....	836,00	32,44	27.119,84
		<b>Total subcapítulo 6.1.- Rociadores:</b>			<b>34.438,38</b>
<b>6.2.- Tuberías de rociadores.</b>					
6.2.1	M	Red aérea de distribución de agua para abastecimiento de los equipos de extinción de incendios, formada por tubería de acero galvanizado con soldadura longitudinal, de 1" DN 25 mm de diámetro, unión roscada, sin calorifugar, que arranca desde la fuente de abastecimiento de agua hasta cada equipo de extinción de incendios. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales, mano de wash-primer + catalizador de al menos 50 micras de espesor, y dos manos de esmalte rojo de al menos 40 micras de espesor cada una. Incluye: Replanteo del recorrido de la tubería y de la situación de los elementos de sujeción. Presentación de tubos. Fijación del material auxiliar para montaje y sujeción a la obra. Raspado y limpieza. Aplicación de wash-primer + catalizador y esmalte. Colocación de tubos. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.			
		Total m .....	1.656,00	24,05	39.826,80

Presupuesto parcial nº 6 SISTEMA DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
6.2.2	M	<p>Red aérea de distribución de agua para abastecimiento de los equipos de extinción de incendios, formada por tubería de acero galvanizado con soldadura longitudinal, de 1 1/4" DN 32 mm de diámetro, unión roscada, sin calorifugar, que arranca desde la fuente de abastecimiento de agua hasta cada equipo de extinción de incendios. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales, mano de wash-primer + catalizador de al menos 50 micras de espesor, y dos manos de esmalte rojo de al menos 40 micras de espesor cada una.</p> <p>Incluye: Replanteo del recorrido de la tubería y de la situación de los elementos de sujeción. Presentación de tubos. Fijación del material auxiliar para montaje y sujeción a la obra. Raspado y limpieza. Aplicación de wash-primer + catalizador y esmalte. Colocación de tubos. Realización de pruebas de servicio.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>			
		Total m .....	432,00	28,71	12.402,72
6.2.3	M	<p>Red aérea de distribución de agua para abastecimiento de los equipos de extinción de incendios, formada por tubería de acero negro estirado sin soldadura, de 5" DN 125 mm de diámetro, unión ranurada, sin calorifugar, que arranca desde la fuente de abastecimiento de agua hasta cada equipo de extinción de incendios. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales, mano de imprimación antioxidante de al menos 50 micras de espesor, y dos manos de esmalte rojo de al menos 40 micras de espesor cada una.</p> <p>Incluye: Replanteo del recorrido de la tubería y de la situación de los elementos de sujeción. Presentación de tubos. Fijación del material auxiliar para montaje y sujeción a la obra. Raspado y limpieza de óxidos. Aplicación de imprimación antioxidante y esmalte. Colocación de tubos. Realización de pruebas de servicio.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>			
		Total m .....	446,80	103,60	46.288,48
6.2.4	M	<p>Red aérea de distribución de agua para abastecimiento de los equipos de extinción de incendios, formada por tubería de acero galvanizado con soldadura longitudinal, de 2 1/2" DN 65 mm de diámetro, unión roscada, sin calorifugar, que arranca desde la fuente de abastecimiento de agua hasta cada equipo de extinción de incendios. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales, mano de wash-primer + catalizador de al menos 50 micras de espesor, y dos manos de esmalte rojo de al menos 40 micras de espesor cada una.</p> <p>Incluye: Replanteo del recorrido de la tubería y de la situación de los elementos de sujeción. Presentación de tubos. Fijación del material auxiliar para montaje y sujeción a la obra. Raspado y limpieza. Aplicación de wash-primer + catalizador y esmalte. Colocación de tubos. Realización de pruebas de servicio.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>			
		Total m .....	129,60	48,57	6.294,67
6.2.5	M	<p>Red aérea de distribución de agua para abastecimiento de los equipos de extinción de incendios, formada por tubería de acero galvanizado con soldadura longitudinal, de 1 1/2" DN 40 mm de diámetro, unión roscada, sin calorifugar, que arranca desde la fuente de abastecimiento de agua hasta cada equipo de extinción de incendios. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales, mano de wash-primer + catalizador de al menos 50 micras de espesor, y dos manos de esmalte rojo de al menos 40 micras de espesor cada una.</p> <p>Incluye: Replanteo del recorrido de la tubería y de la situación de los elementos de sujeción. Presentación de tubos. Fijación del material auxiliar para montaje y sujeción a la obra. Raspado y limpieza. Aplicación de wash-primer + catalizador y esmalte. Colocación de tubos. Realización de pruebas de servicio.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>			
		Total m .....	86,40	32,79	2.833,06
		<i>Total subcapítulo 6.2.- Tuberías de rociadores.:</i>			<b>107.645,73</b>
		<b>Total presupuesto parcial nº 6 SISTEMA DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS :</b>			<b>142.084,11</b>

**Presupuesto parcial nº 7 EQUIPO DE BOMBEO**

<b>Nº</b>	<b>Ud</b>	<b>Descripción</b>	<b>Medición</b>	<b>Precio</b>	<b>Importe</b>
7.1	Ud	Grupo de bombeo UEC JDD 120 60, modelo VERTI 259TP. Potencia 120 m3/h y Presion 60 mca .Esta compuesto por dos bombas principales diesel y una bomba jockey mantenedora de presión.			
			<b>Total Ud .....:</b>	<b>1,00</b>	<b>25.000,00</b>
			<b>Total presupuesto parcial nº 7 EQUIPO DE BOMBEO :</b>		<b>25.000,00</b>

**Presupuesto parcial nº 8 DEPOSITO CONTRA INCENDIOS**

<b>Nº</b>	<b>Ud</b>	<b>Descripción</b>	<b>Medición</b>	<b>Precio</b>	<b>Importe</b>
8.1	Ud	Deposito de agua contra incendios atmosférico tipo A con capacidad de 105 m3			
		<b>Total Ud .....:</b>	<b>1,00</b>	<b>12.000,00</b>	<b>12.000,00</b>
<b>Total presupuesto parcial nº 8 DEPOSITO CONTRA INCENDIOS :</b>					<b>12.000,00</b>

**Presupuesto parcial nº 10 SEÑALIZACIÓN**

<b>Nº</b>	<b>Ud</b>	<b>Descripción</b>	<b>Medición</b>	<b>Precio</b>	<b>Importe</b>	
10.1	Ud	Placa de señalización de equipos contra incendios, de PVC fotoluminiscente, con categoría de fotoluminiscencia A según UNE 23035-4, de 297x297 mm. Incluso elementos de fijación. Incluye: Replanteo. Fijación al paramento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.				
			<b>Total Ud .....:</b>	<b>72,00</b>	<b>17,79</b>	<b>1.280,88</b>
			<b>Total presupuesto parcial nº 10 SEÑALIZACIÓN :</b>			<b>1.280,88</b>

**Presupuesto parcial nº 11 VARIOS**

<b>Nº</b>	<b>Ud</b>	<b>Descripción</b>	<b>Medición</b>	<b>Precio</b>	<b>Importe</b>		
11.1	M <sup>2</sup>	Repercusión por m <sup>2</sup> de superficie rehabilitada de obra, de la reposición de la instalación de protección contra incendios formada por: equipos de detección y alarma, alumbrado de emergencia, equipos de extinción, ventilación, mecanismos y accesorios existente, en edificio de otros usos, con un grado de complejidad medio. Criterio de valoración económica: El precio incluye la reposición de elementos y accesorios afectados por la intervención. Incluye: Trabajos de reposición. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Superficie construida, medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.					
			Total m <sup>2</sup> .....:	8.500,00	0,26	2.210,00	
						<b>Total presupuesto parcial nº 11 VARIOS :</b>	<b>2.210,00</b>

<b>Capítulo</b>	<b>Importe</b>
Capítulo 1 DETECCIÓN AUTOMÁTICA DE INCENDIOS	38.475,06
Capítulo 2 DETECCIÓN MANUAL DE INCENDIOS	2.689,50
Capítulo 3 RED EXTERIOR DE HIDRANTES	33.136,16
Capítulo 3.1 Hidrantes	2.917,14
Capítulo 3.2 Tuberías hidrantes	30.219,02
Capítulo 4 EXTINTORES PORTÁTILES	1.928,31
Capítulo 5 RED DE BIES	17.121,03
Capítulo 5.1 BIEs	3.567,87
Capítulo 5.2 Tuberías BIEs	13.553,16
Capítulo 6 SISTEMA DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS	142.084,11
Capítulo 6.1 Rociadores	34.438,38
Capítulo 6.2 Tuberías de rociadores.	107.645,73
Capítulo 7 EQUIPO DE BOMBEO	25.000,00
Capítulo 8 DEPOSITO CONTRA INCENDIOS	12.000,00
Capítulo 10 SEÑALIZACIÓN	1.280,88
Capítulo 11 VARIOS	2.210,00
<b>Presupuesto de ejecución material</b>	<b>275.925,05</b>
13% de gastos generales	35.870,26
6% de beneficio industrial	16.555,50
<b>Suma</b>	<b>328.350,81</b>
21% IVA	68.953,67
<b>Presupuesto de ejecución por contrata</b>	<b>397.304,48</b>

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de TRESCIENTOS NOVENTA Y SIETE MIL TRESCIENTOS CUATRO EUROS CON CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS.

Valencia, Julio 2023  
Ingeniero en Tecnologías Industriales

Carlos Sánchez Vidal



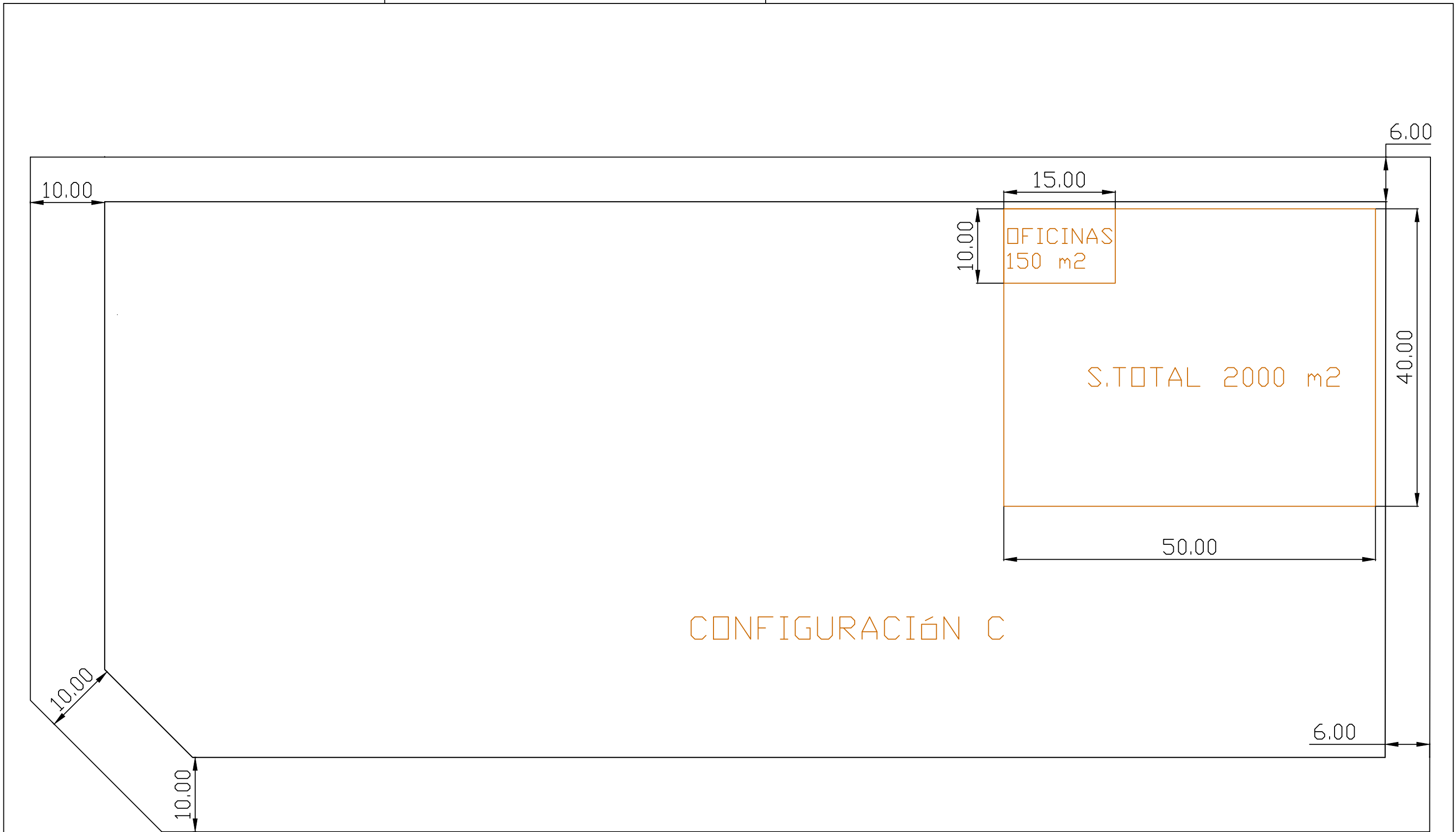
---

## *PLANOS*

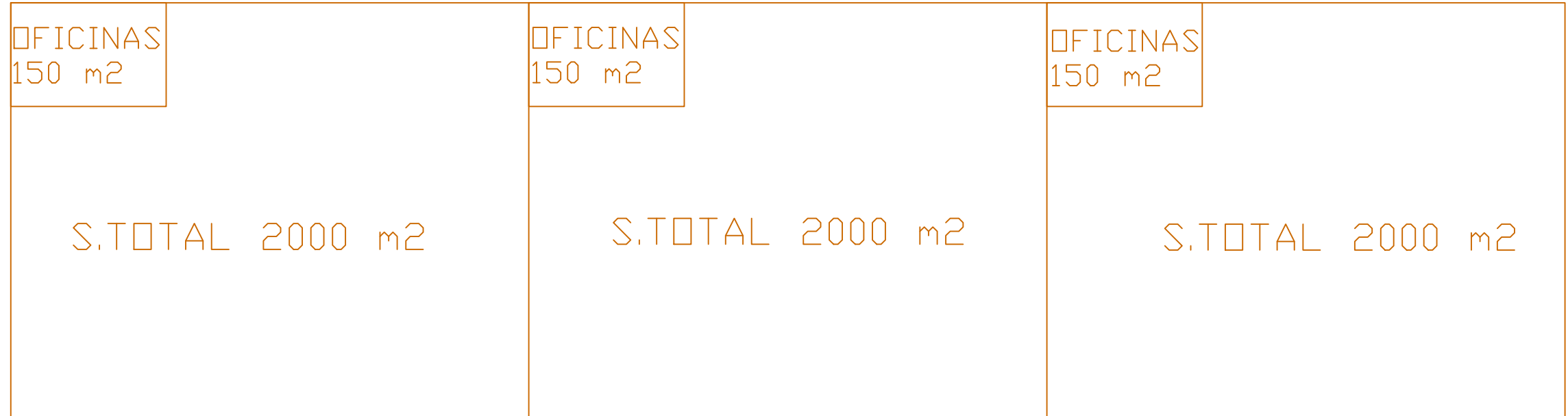
---

## ÍNDICE DE LOS PLANOS

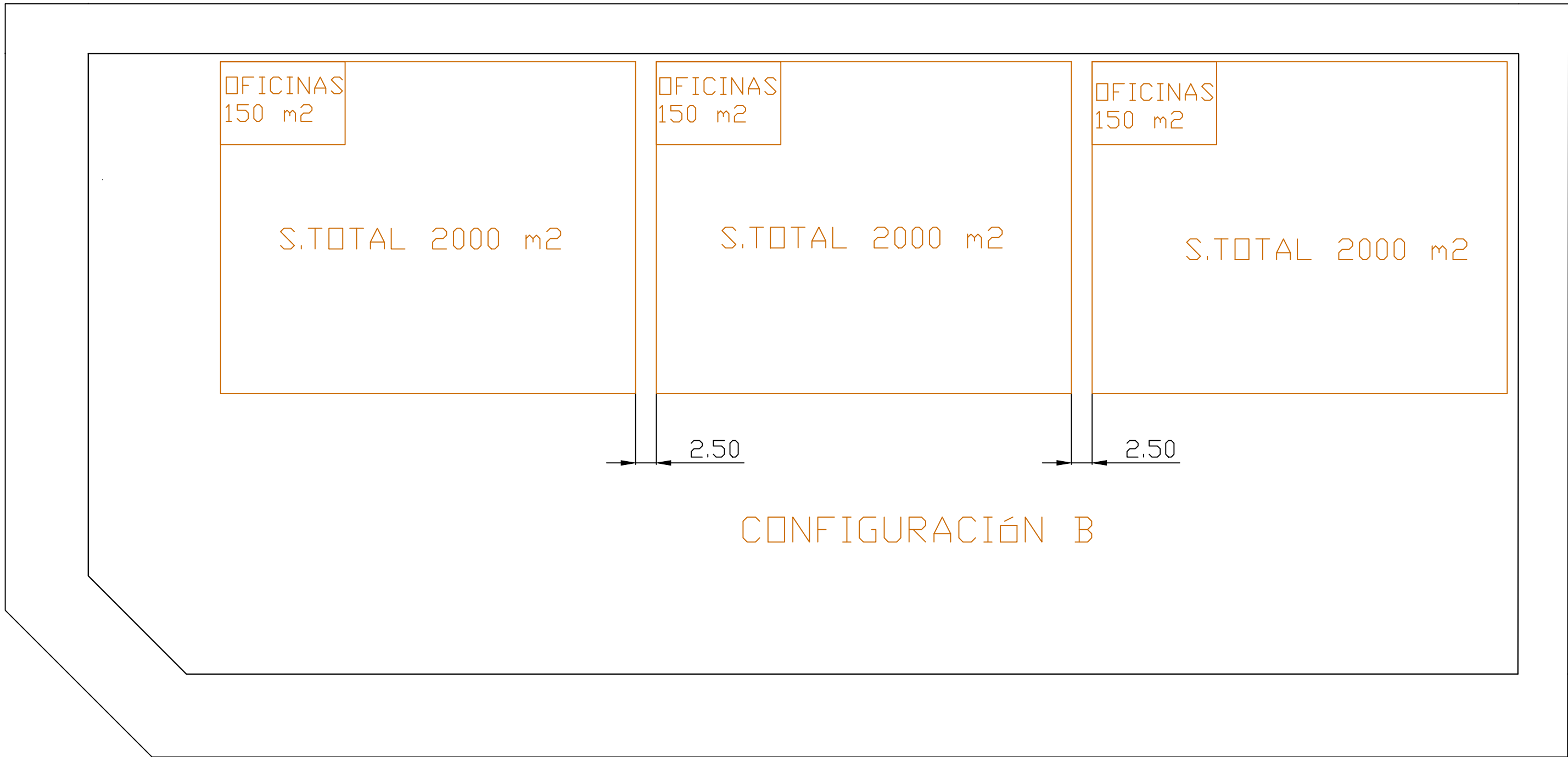
1. EDIFICIO MODELO 1. TIPO C
2. EDIFICIO MODELO 1. TIPO A
3. EDIFICIO MODELO 1. TIPO B
4. EDIFICIO MODELO 2. TIPO C
5. EDIFICIO MODELO 3. TIPO C
6. DISTRIBUCIÓN DE LOS ROCIADORES EN EL CASO 12b.
7. TUBERÍAS DE LOS ROCIADORES Y PUNTOS DE DISEÑO EN EL CASO 12b.
8. DIÁMETROS DE RAMALES Y COLECTORES PRECALCULADOS EN EL CASO 12b.
9. DIÁMETROS DE COLECTORES POR CÁLCULO HIDRÁULICO EN EL CASO 12b.
10. RED EXTERIOR DE HIDRANTES EN EL CASO 12b.
11. SISTEMA DE DETECCIÓN AUTOMÁTICA DE INCENDIOS EN EL CASO 12b.
12. SISTEMA DE DETECCIÓN MANUAL DE INCENDIOS EN EL CASO 12b.
13. RED DE BIEs EN EL CASO 12b.

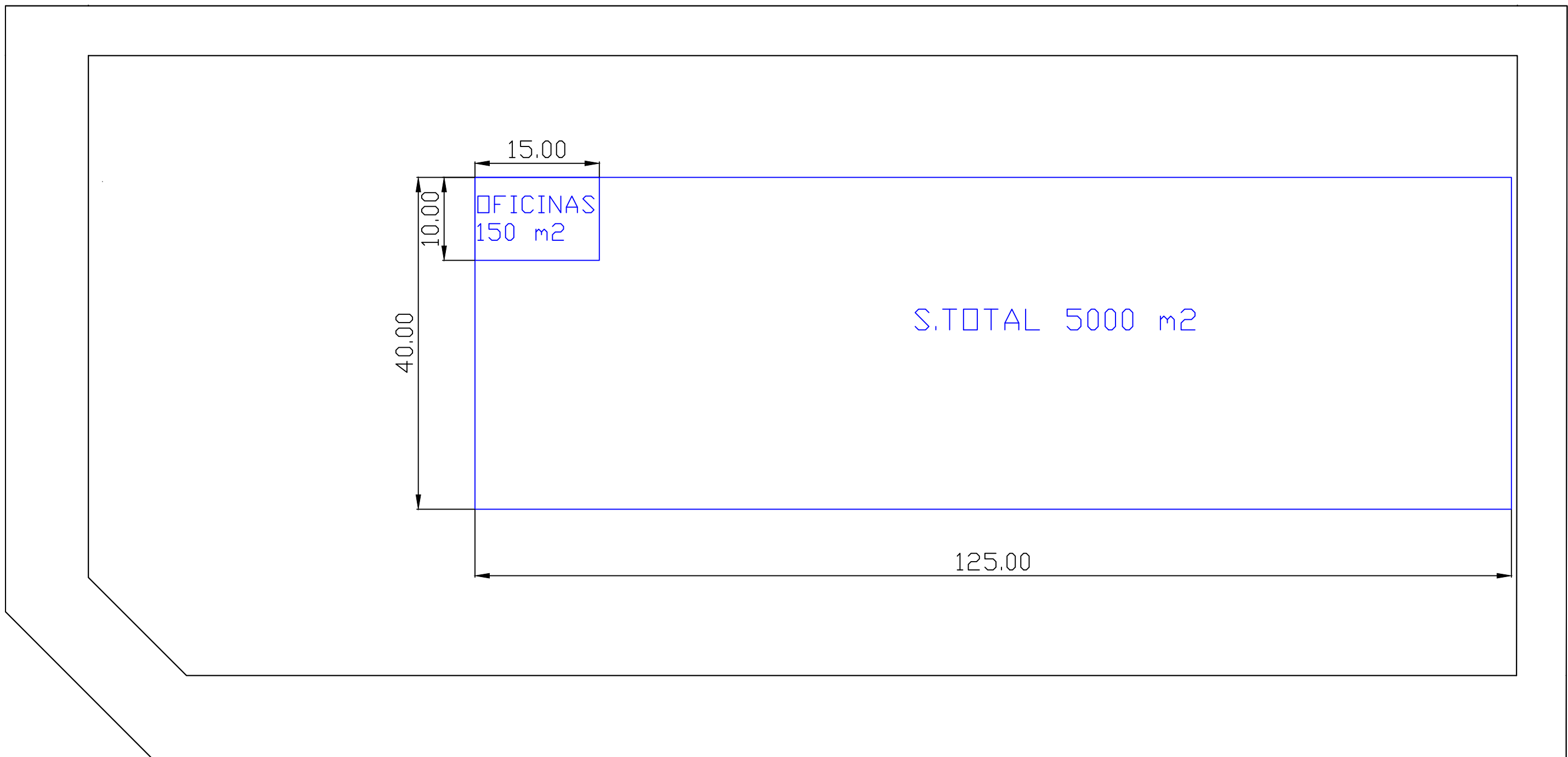


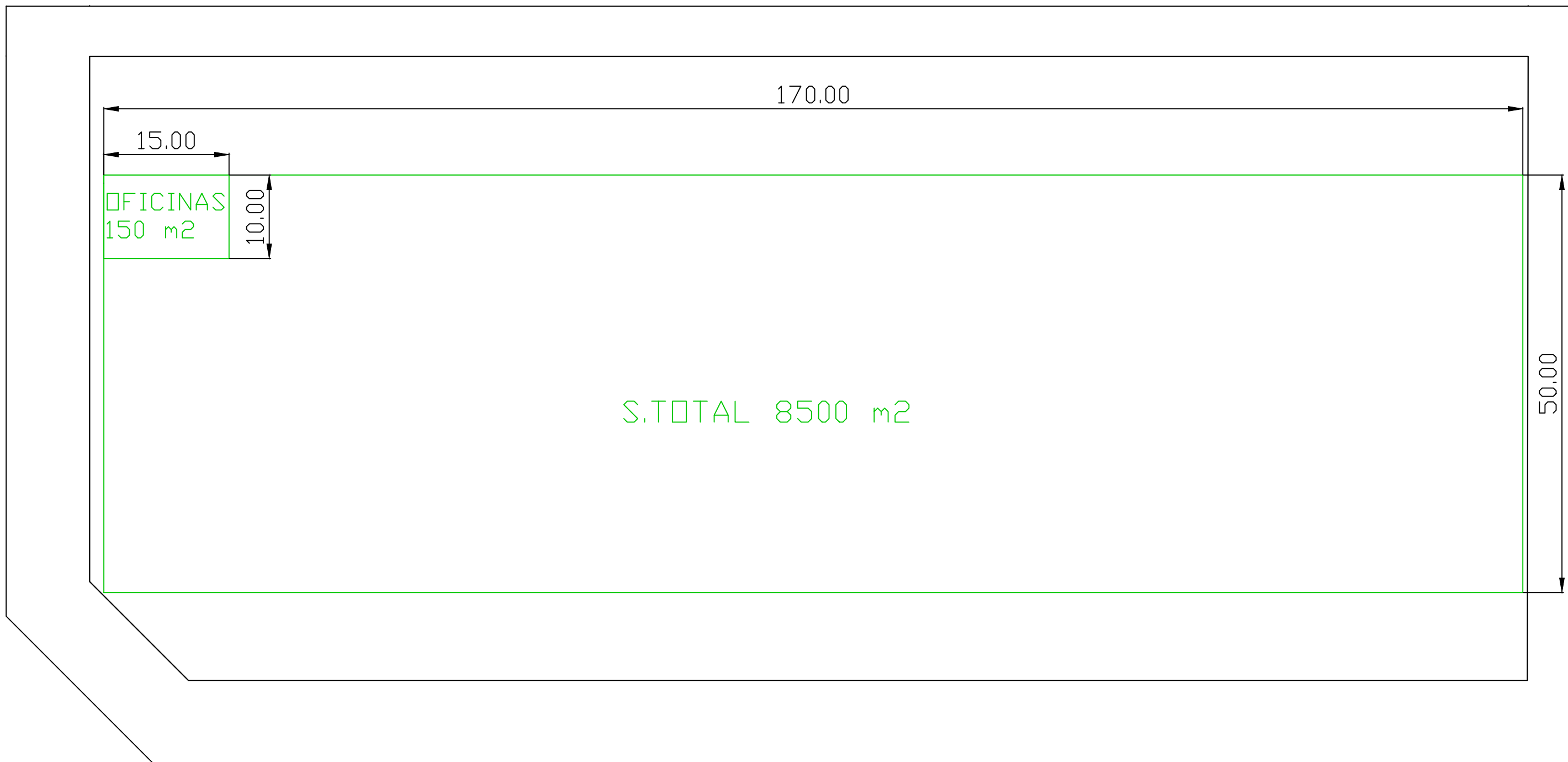
CONFIGURACIÓN C

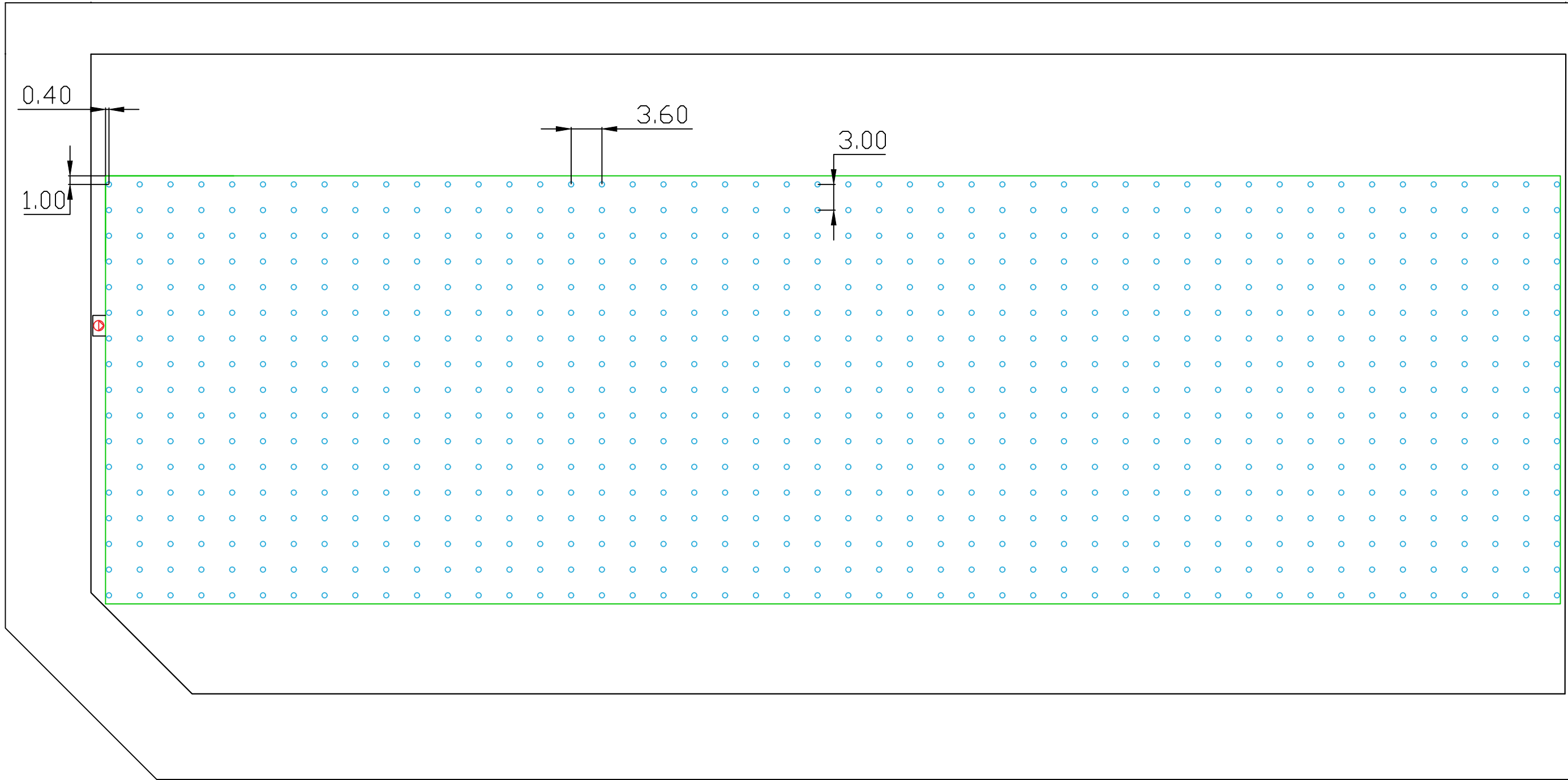




CONFIGURACIÓN A



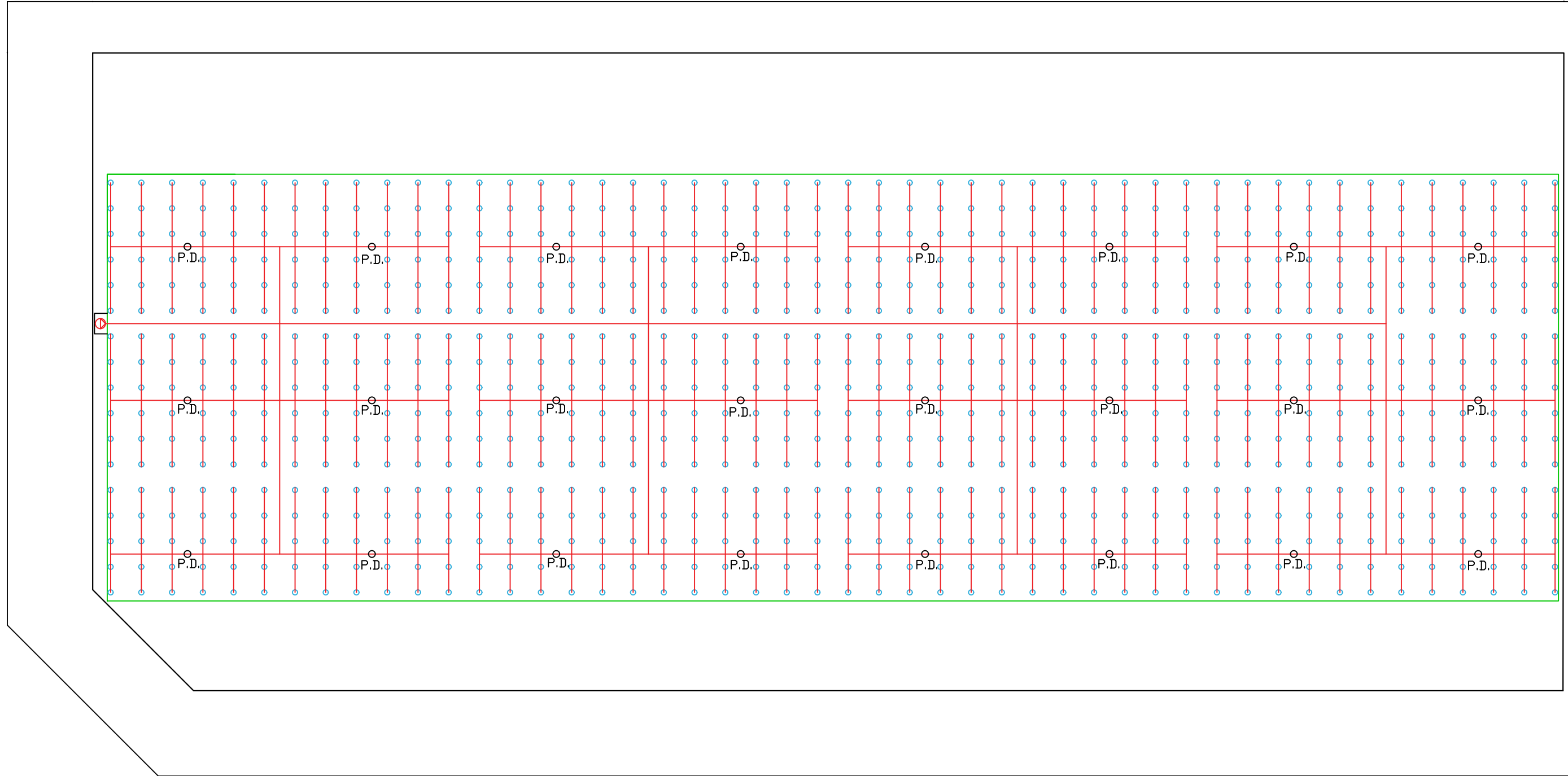




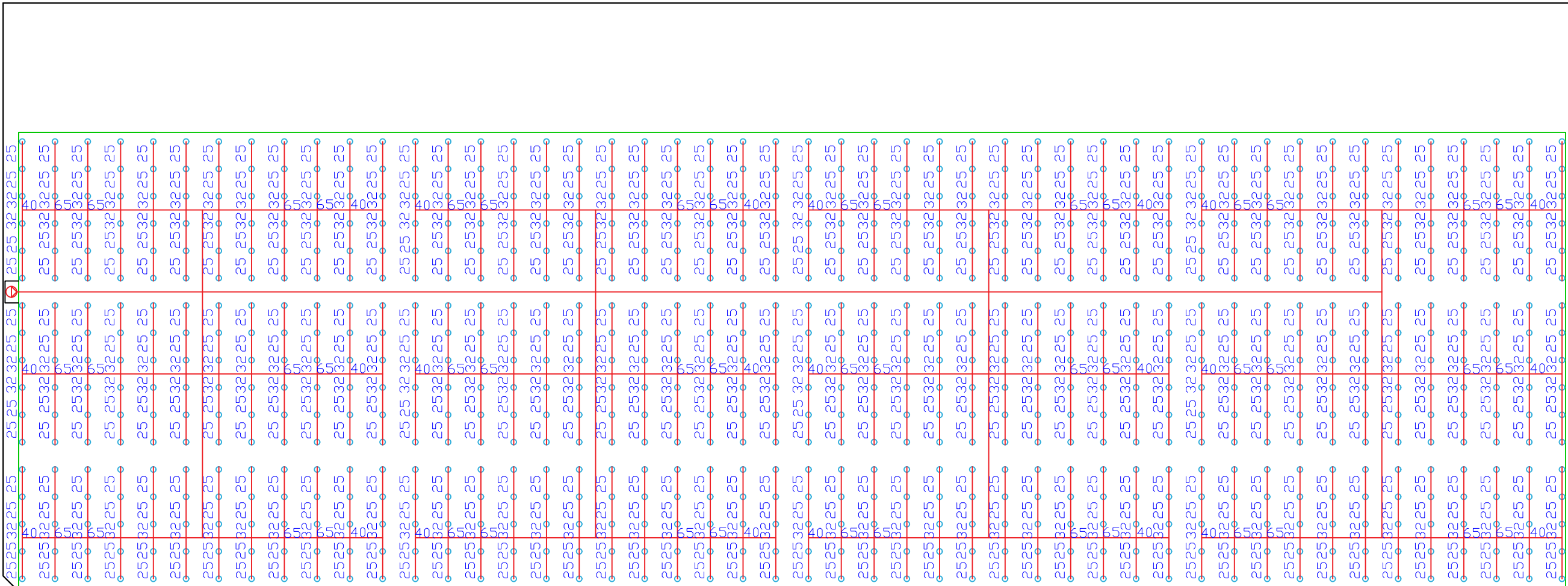




LEYENDA		ROCIADOR AUTOMÁTICO
		BOMBA

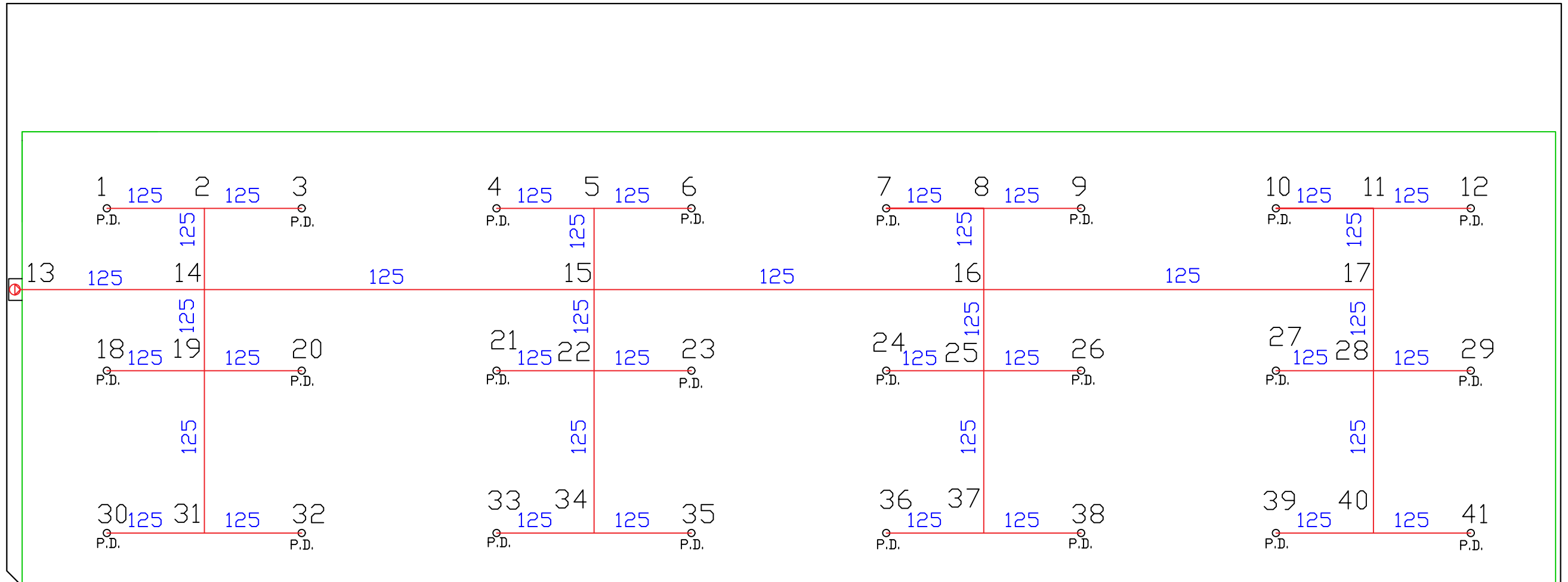


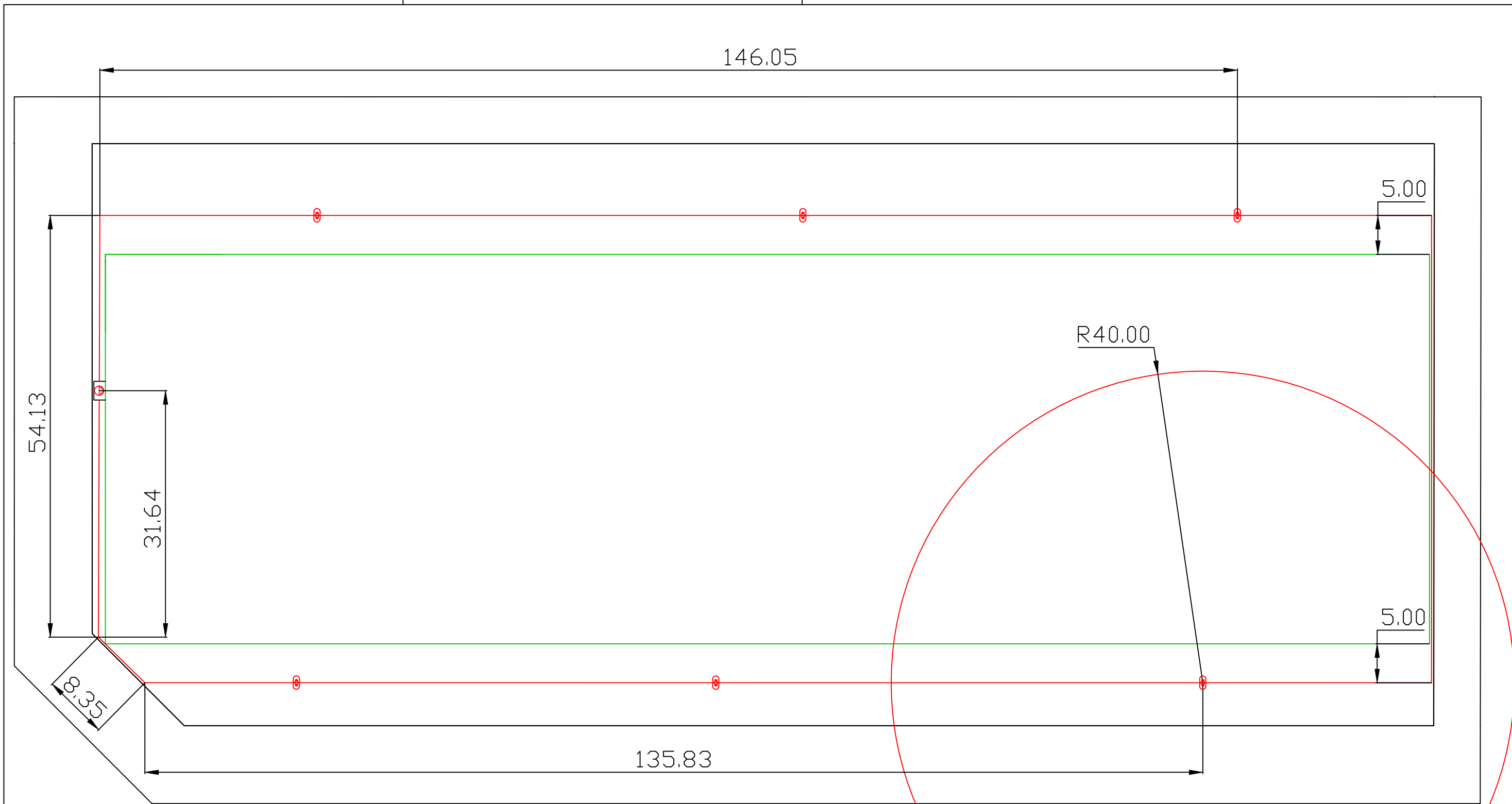


LEYENDA		ROCIADOR AUTOMÁTICO
		BOMBA

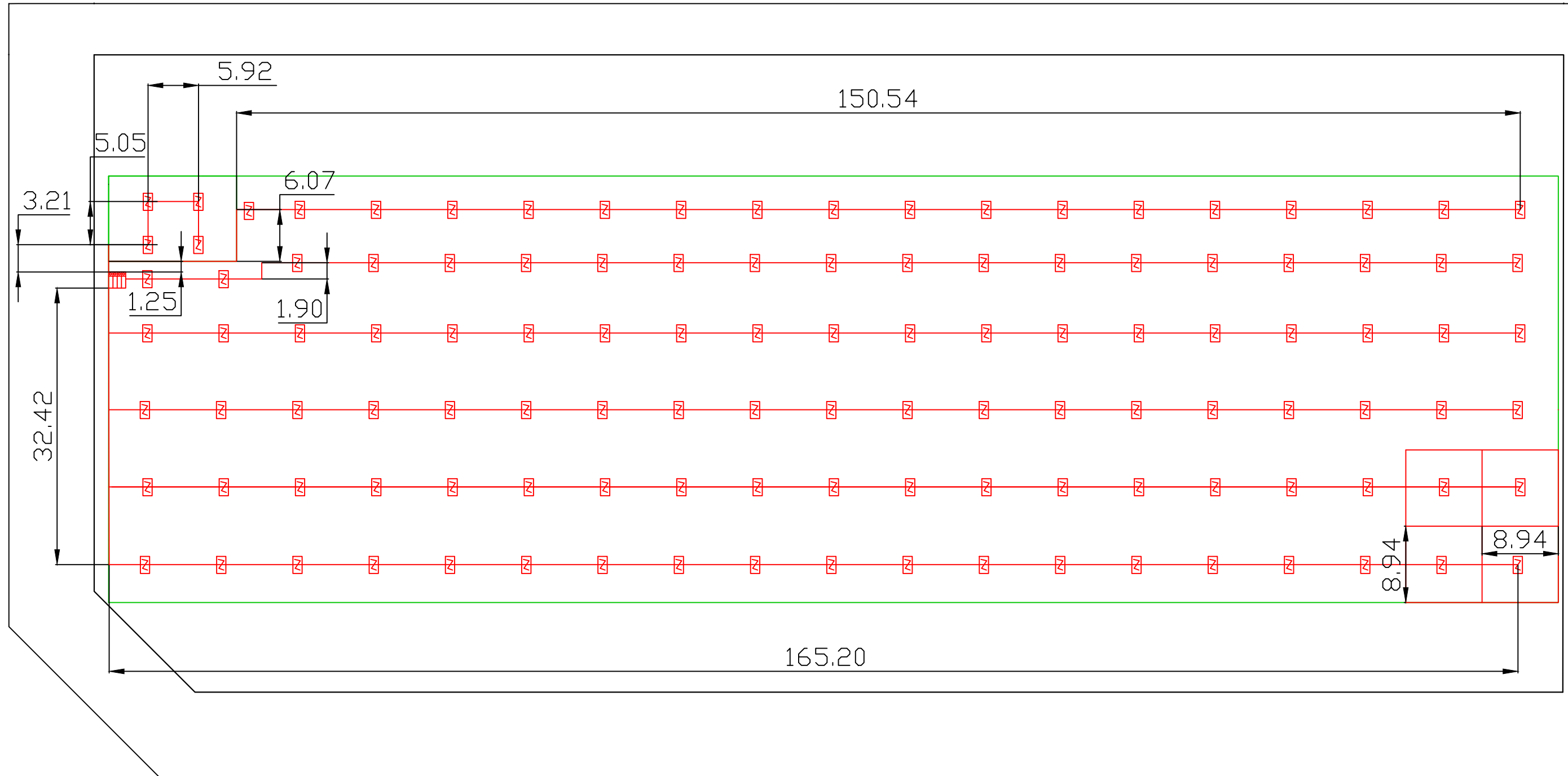


LEYENDA		ROCIADOR AUTOMÁTICO
		BOMBA

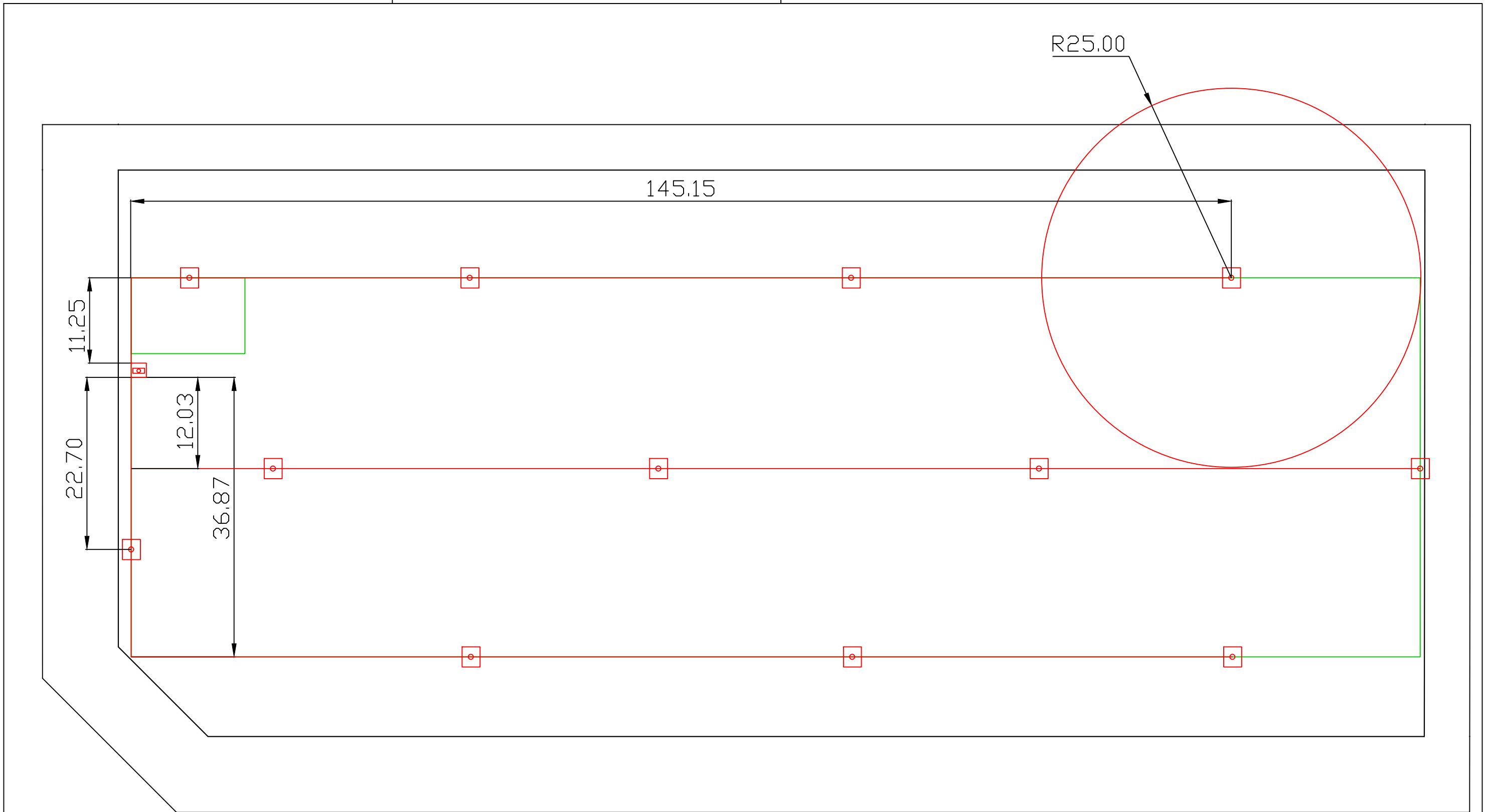






LEYENDA		HIDRANTE ENTERRADO
		BOMBA



LEYENDA		CENTRAL DE DETECCIÓN ANALÓGICA
		DETECTOR AUTOMÁTICO



LEYENDA		CENTRAL DE DETECCIÓN CONVENCIONAL
		PULSADOR MANUAL CONVENCIONAL

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA

Proyecto: DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS (PCI) Y PROPUESTA DE GUÍA PARA LA ESPECIFICACIÓN DE LA PCI EN EDIFICACIONES INDUSTRIALES SIN USO PREDEFINIDO.

Plano: Sistema de detección manual de incendios en el caso 12b.

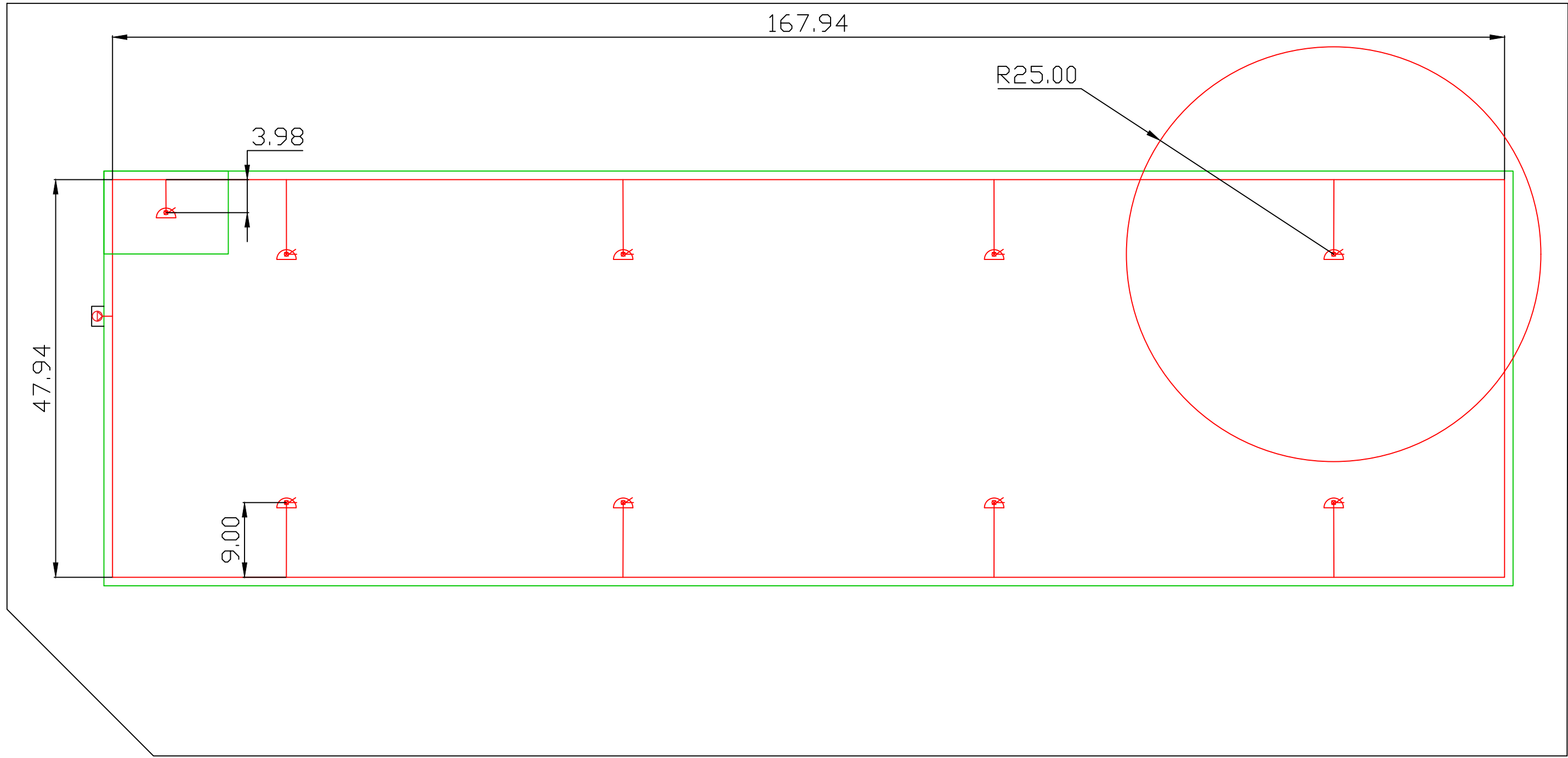
Autor: Carlos Sánchez Vidal

Fecha: Julio 2023

Escala: 1:500

Nº Plano:

12



LEYENDA		BIE
		BOMBA

---

*BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS*

---



# **BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS.**

## **1. BIBLIOGRAFÍA LIBROS.**

- (s. f.). *Regla técnica para las instalaciones de rociadores automáticos de agua* (1990.<sup>a</sup> ed.). Cepreven.
- (s. f.). *Regla técnica para las instalaciones de detección automática de incendios* (1990.<sup>a</sup> ed.). Cepreven.
- (s. f.). *Regla técnica para el abastecimiento de agua contra incendios* (1990.<sup>a</sup> ed.). Cepreven.
- (s. f.). *Ordenanza Municipal de Prevención de Incendios* (1990.<sup>a</sup> ed.). **AYUNTAMIENTO DE VALENCIA.**

## **2. NORMATIVA Y LEGISLACIÓN.**

- *Reglamento de Seguridad Contra Incendios en Edificios Industriales (RSCIEI)* (RD 2267/2004). (s. f.). <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2004-21216>
- *Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios (RIPCI)* (RD 513/2017). (s. f.). [https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2017-6606](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2017-6606)
- *Norma UNE-EN 12845:2016. Sistemas fijos de lucha contra incendios. Sistemas de rociadores automáticos. Diseño, instalación y mantenimiento.* (s. f.).
- *Norma UNE 23500. Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios.* (s. f.).
- *Norma UNE 23007-14. Sistemas de detección y alarma de incendio.* (s. f.).
- *2ª MODIFICACIÓN PUNTUAL DE LA ORDENACIÓN PORMENORIZADA DEL PLAN PARCIAL DEL SECTOR PARC EMPRESARIAL SAGUNT 1.* (s. f.).  
[https://parcsagunt.com/ca/documentacio.html?file=files/cto\\_layout/descargas/COMERCIALIZACION/Normas%20Urban%C3%ADsticas%20%28NNUU%29.pdf](https://parcsagunt.com/ca/documentacio.html?file=files/cto_layout/descargas/COMERCIALIZACION/Normas%20Urban%C3%ADsticas%20%28NNUU%29.pdf)

- *Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio (DB-SI)*. (s. f.).  
<https://www.codigotecnico.org/DocumentosCTE/SeguridadEnCasoDeIncendio.html>
- *NORMA UNE 23585:2017. Seguridad contra incendios. Sistemas de control de humos y calor. Requisitos y métodos de cálculo y diseño para proyectar un sistema de control de temperatura y de evacuación de humos (SCTEH) en caso de incendio estacionario*. (s. f.).

### 3. REFERENCIAS A PAGINAS WEB.

- *Sistemas de detección automática de incendios – Soler Prevención y Seguridad, S.A.* (2014, 16 octubre). <https://www.solerprevencion.com/noticias/sistemas-de-proteccion-contra-incendios/deteccion-automatica-incendios/>
- *Detectores térmicos contra Incendios Barcelona - Mantenencias*. (2021, 21 mayo).  
Mantenencias. <https://www.mantenencias.com/detectores-termicos/>
- Carlisa. (2023). Sistemas manuales de alarma de incendio - Carlisa ®. *Extintores Carlisa*.  
<https://extintorescarlisa.es/sistemas-manuales-de-alarma-de-incendio/>
- Serior. (2023, 11 enero). *Sirena Interior Y Exterior De Incendios SIRAYL | Seguridad Ríos y Ortiz S.L.* Seguridad Ríos y Ortiz S.L. <https://serior.com/producto/sirena-interior-y-exterior-de-incendios-sirayl/>
- Tankeros. (2021, 14 septiembre). *Tankeros | Tanques y Depósitos de Agua: Grandes Proyectos*. <https://tankeros.com/>
- *UNE 23500, sistemas de abastecimiento de agua contra incendios*. (2023, 5 julio). UNE 2023. <https://revista.une.org/9/sistemas-de-abastecimiento-de-agua-contra-incendios.html>
- *tipos-de-hidrantes – Soler Prevención y Seguridad, S.A.* (s. f.).  
<https://www.solerprevencion.com/noticias/conoce-el-hidrante/attachment/tipos-de-hidrantes/>
- *Extintor de 4 kg de polvo ABC. - PROEXTINTOR*. (s. f.). PROEXTINTOR.  
<https://proextintor.es/producto/extintor-4-kg-polvo-abc/>
- *Extintores Carlisa S.L. Ontinyent - Anuario Guía*. (s. f.). Anuario Guía.  
<https://www.anuarioguia.com/empresa/Extintores-Carlisa-S.L.>

- *La columna seca sistema de PCI vital para salvar vidas | Clúster de Seguretat Contra Incendis.* (s. f.). <https://clusterincendis.com/es/la-columna-seca/>
- *Community for Businesses in Latin America and the Caribbean | ConnectAmericas.* (s. f.). <https://connectamericas.com/es/company/siscoinh>
- Sergio. (2019, 27 junio). *Rociadores automáticos - Blog de Tusocal.* Blog de Tusocal. <https://www.tusocal.com/blog/rociadores-automaticos/>
- Galán, A. (s. f.). *Rociadores II. Tipos de Rociadores – El blog de la seguridad contra incendios.* <https://elblogdelaseguridadcontraincendios.es/rociadores-ii-tipos-de-rociadores/>
- M.C., U.C., & M.G. (2021, 12 abril). Un incendio en una fábrica de pinturas calcina cuatro naves y puso en riesgo el polígono de O Ceao. *La Voz de Galicia.* <https://www.lavozdeg Galicia.es/noticia/lugo/lugo/2021/04/11/incendio-afecta-tres-naves-poligono-ceao-lugo-sigue-avanzando/00031618121833779246294.htm>
- Cottés Group. (2023). Abastecimiento de agua contra incendios: normativa y características esenciales. *Cottés Group.* <https://www.cottesgroup.com/blog/abastecimiento-de-agua-contra-incendios-normativa-y-caracteristicas-esenciales>
- COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE MADRID [COIIM]. (s. f.). *Las normas de Protección contra incendios no se aplicaron correctamente.* coiim.es. <https://portal.coiim.es/actualidad/noticias/las-normas-de-proteccion-contra-incendios-no-se-aplicaron-correctamente/>
- Ser, C. (2021, 24 diciembre). Así contó la SER el incendio del edificio Windsor hace 15 años. *cadena SER.* [https://cadenaser.com/emisora/2020/02/12/radio\\_madrid/1581501759\\_573727.html](https://cadenaser.com/emisora/2020/02/12/radio_madrid/1581501759_573727.html)
- *Generador de precios CYPE.* (s. f.). [generadordeprecios.info](http://www.generadordeprecios.info/). [http://www.generadordeprecios.info/?CYPE:wservigen\\_esp#gsc.tab=0](http://www.generadordeprecios.info/?CYPE:wservigen_esp#gsc.tab=0)
- PYD ELECTROBOMBAS. (s. f.). *Catálogo grupos contra incendios.* [proindecsa.com](http://www.proindecsa.com). <http://www.proindecsa.com/wp-content/uploads/2019/10/Anexo-catalogo-grupos-contra-incendios.pdf>