

Proyecto Fin de Grado
Grado en Ingeniería de las Tecnologías Industriales

Proyecto Básico Contra Incendios Almacenamiento Intemperie

Autor:

Francisco Alonso Flores

Tutor:

Rafael Valenzuela García

Profesor asociado

Dpto. de Ingeniería de Construcción y Proyectos de Ingeniería
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla
Sevilla, 2020

Índice

Agradecimientos	ix
Resumen	xi
Abstract	xiii
Índice	xv
Índice de Tablas	xviii
Índice de Figuras	xx
Notación	xxiii
1 Introducción	1
2 Contexto	3
2.1. <i>¿Qué es la biomasa?</i>	3
2.2. <i>Evolución del consumo energético</i>	5
2.3. <i>Características de los incendios</i>	7
2.3.1 Definición de la Normativa	10
2.3.2 Tipos de incendios	10
2.3.3 Agentes extintores	11
3 Memoria	13
3.1. <i>Objeto</i>	13
3.2. <i>Alcance</i>	13
3.3. <i>Normativa</i>	14
3.4. <i>Situación actual</i>	15
3.4.1 Biomasa recibida en planta	15
3.4.2 Características de la instalación	16
3.4.3 Ubicación y datos de la planta	16
3.4.4 Instalación actual	17
3.4.5 Viales	18
3.4.6 Personal que trabaja en la planta	18
3.4.7 Carga y descarga del producto	19
3.5. <i>Condiciones meteorológicas</i>	19
3.5.1 Características generales	19
3.5.2 Datos climatológicos normales	19
3.5.3 Datos climatológicos extremos	21
3.5.4 Otros datos	22
3.6. <i>Situación proyectada futura</i>	22
3.6.1 Caracterización de los establecimientos industriales en relación con la seguridad contra	

incendios	22
3.6.2 Requisitos constructivos de los establecimientos industriales según su configuración, ubicación y nivel de riesgo intrínseco	24
3.6.3 Requisitos de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales	25
ANEXO A: Cálculos	33
A.1 Pilas	33
A.2 Carga de fuego ponderada y corregida	37
A.3 Grupo de presión necesario y caudal suministrado	38
A.4 Volumen del depósito	43
A.5 BIES	43
ANEXO B: Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares	45
B.1 Extintores	45
B.1.1 Extintor 9kg Polvo ABC Eficacia 34A 233B C	45
B.2 Hidrantes	46
B.2.1 Hidrante de columna seca IVANCA 4" RECTO	46
B.3 Monitores	47
B.3.1 Monitor de palanca de gran alcance MTMGMP 3.0"	47
B.3.2 Acoplamiento de hidrante a monitor ACOMONI	48
B.4 Válvulas	49
B.4.1 Válvula de mariposa GISA-800-W	49
B.4.2 Válvula de sectorización para arqueta o aérea NRS FLANGED GATE VALVE MOD. Z85X	49
B.4.3 Válvula de sectorización enterrada o aérea para accionamiento mediante poste TYPE FLANGED END GATE VALVE GISA-101-FF (Z45X)	50
B.4.4 Poste indicador y de accionamiento para válvula enterrada IND.VERT. GISA-730-V	51
B.5 Cámaras termográficas	52
B.5.1 Cámara térmica FLIR A310 f	52
B.5.2 Unidad de giro de alta precisión PT-2020	53
B.5.3 Cabezal orientable VPT-501 RAL 7035	54
B.5.4 Servidor NPort 5100 Series	55
B.5.5 Dispositivo Vision Dual	56
B.5.6 Conmutador industrial DH-PFS3106-4P-60	57
B.6 Tuberías	58
B.6.1 Tubos para redes contra incendios SDR 11 [27]	58
ANEXO C: Estudio Básico de Seguridad y Salud	59
C.1 Memoria	59
C.1.1 Objeto de estudio	59
C.1.2 Características de la obra	60
C.1.3 Fases de ejecución de la obra	62
C.2 Pliego de condiciones	71
C.2.1 Pliego de condiciones	71
C.2.2 Obligaciones de las partes implicadas	75
C.2.3 Parte de accidentes y deficiencias	76
C.2.4 Normas para la certificación de elementos de seguridad	77
C.3 Planos y detalles	77
C.4 Mediciones y presupuesto	77
ANEXO D: Planos y Cronograma	78
D.1 Plano 01: Emplazamiento y localización	79
D.2 Plano 02: Situación actual	80
D.3 Plano 03: Distribución de las pilas de biomasa	81
D.4 Plano 04: Red de agua y acometidas	82
D.5 Plano 05: Hidrantes y arquetas	83

<i>D.6 Plano 06: Radio de acción de los hidrantes y monitores</i>	84
<i>D.7 Plano 07: Cámaras termográficas</i>	85
<i>D.8 Plano 08: Elementos de protección contra incendios</i>	86
<i>D.9 Plano 09: Red de protección contra incendios completa</i>	87
<i>D.10 Plano 10: Caso más desfavorable I</i>	88
<i>D.11 Plano 11: Caso más desfavorable II</i>	89
<i>D.12 Cronograma</i>	90
ANEXO E: Mediciones y Presupuesto	92
Referencias	94

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Víctimas mortales por incendios en España	8
Tabla 2. Clasificación de la normativa según su origen	10
Tabla 3. Nivel de riesgo intrínseco [15]	23
Tabla 4. Caudal y autonomía necesarios	25
Tabla 5. Salidas y autonomía de la red de hidrantes	26
Tabla 6. Eficacia mínima y área máxima protegida por los extintores	29
Tabla 7. Coeficientes de peligrosidad por combustibilidad	37
Tabla 8. Tipo de singularidades en tuberías	39
Tabla 9. Coeficientes de Manning para tuberías de polietileno de alta densidad	41
Tabla 10. Características del monitor IVANCA 4"	46
Tabla 11. Características de la obra	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1. Biomasa agroforestal excedentaria en España [8]	4
Figura 2-2. Evolución del consumo energético mundial desde el año 1800 [10]	5
Figura 2-3. Evolución del consumo energético mundial desde el año 1965 [11]	6
Figura 2-4. Evolución del consumo de biomasa mundial por regiones [11]	6
Figura 2-5. Potencia energética instaladas de biomasa en España y nº de registros	7
Figura 2-6. Número de intervenciones por incendios en España	8
Figura 2-7. Incendios ocurridos en España en 2018 según su origen	9
Figura 2-8. Indemnizaciones pagadas en España según su origen	9
Figura 3-1. Dimensiones del complejo industrial de biomasa (Huelva) [21]	17
Figura 3-2. Zona de almacenamiento de biomasa (en rojo) [21]	17
Figura 3-3. Representación de los viales	18
Figura 3-4. Temperatura media en Huelva	20
Figura 3-5. Precipitación media en Huelva	20
Figura 3-6. Humedad relativa media en Huelva	21
Figura 3-7. Velocidad media del viento en Huelva	21
Figura 3-8. Establecimiento industrial Tipo E	23
Figura 3-9. Distribución de las pilas de biomasa en el establecimiento	24
Figura 3-10. Red de distribución de agua	27
Figura 3-11. Red de distribución de aguas (anillo)	27
Figura 3-12. Distribución de los hidrantes y las válvulas sectorizadas	28
Figura 3-13. Radio de acción de hidrantes y monitores	28
Figura A-0-1. Superficie disponible para el apilamiento de biomasa	34
Figura A-0-2. Forma de las pilas de biomasa	35
Figura A-0-3. Distribución de las pilas	36
Figura A-0-4. Detalle de las pilas de biomasa	36
Figura A-0-5. Diámetros del polietileno de alta densidad	40
Figura A-0-6. Recorrido hasta el hidrante más desfavorable	41

Figura A-0-7. Recorrido hasta el monitor más desfavorable	42
Figura B-0-1. Extintor 9kg Polvo ABC Eficacia 34A 233B C	46
Figura B-0-2. Hidrante de columna seca IVANCA 4” RECTO	47
Figura B-0-3. Monitor de palanca de gran alcance MTMGMP 3.0”	48
Figura B-0-4. Acoplamiento de hidrante a monitor ACOMONI	48
Figura B-0-5. Válvula de mariposa GISA-800-W	49
Figura B-0-6. Válvula de sectorización para arqueta o aérea	50
Figura B-0-7. Válvula de sectorización enterrada o aérea para accionamiento mediante poste	51
Figura B-0-8. Poste indicador y de accionamiento para válvula enterrada	51
Figura B-0-9. Cámara térmica FLIR A310 f	53
Figura B-0-10. Unidad de giro de alta precision PT-2020	54
Figura B-0-11. Cabezal orientable VPT-501 RAL 7035	55
Figura B-0-12. Servidor NPort 5100 Series	56
Figura B-0-13. Dispositivo Vision Dual	56
Figura B-0-14. Comutador industrial DH-PFS3106-4P-60	57

Notación

AEMET	Agencia Espacial de Meteorología
AESPI	Asociación Española de Sociedades de Protección Contra Incendios
APTB	Asociación Profesional de Técnicos de Bomberos
Art	Artículo
AVEBIOM	Asociación Española de Valorización Energética de la Biomasa
BIE	Boca de incendio equipada
BOE	Boletín Oficial del Estado
Ciemat	Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas
cm	Centímetros
CO ₂	Dióxido de carbono
DN	Diámetro nominal
FM	Factory Mutual
g	Gramo
Gw	Gigavatio
Gwt	Gigavatio térmico
h	Hora
hPa	Hectopascales
INE	Instituto Nacional de Estadística
J	Julio
kcal	Kilocaloría
kg	Kilogramo
km	Kilómetro
kW	Kilovatio
l	Litro
m	Metro
mca	Metro de columna de agua
min	Minuto
MJ	Megajulio
mm	Milímetro

MPa	Megapascal
Mw	Megawatio
nº	Número
Pa	Pascal
PCI	Poder Calorífico Inferior
PPA	Power Purchase Agreement
RAE	Real Academia de la Lengua Española
RD	Real Decreto
REE	Red Eléctrica Española
RSCIEI	Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales
s	Segundo
s.	Siglo
t	Tonelada
UNE	Asociación Española de Normalización
Unespa	Asociación Empresarial del Seguro
W	Vatio
°C	Grado centígrado
“	Pulgada

1 INTRODUCCIÓN

Las instalaciones de protección contra incendios son un elemento indispensable a la hora de realizar cualquier tipo de actividad industrial, ya que se encarga de la protección, tanto de bienes como de personas, frente a un incendio.

Según la Asociación Profesional de Técnicos de Bomberos (APTB) y la Fundación Mapfre, durante los años 2010 y 2018, sólo en España, se han producido 1482 víctimas mortales provocadas por incendios [1], y un coste económico valorado en un millón y medio de euros diarios desembolsados por los seguros [2]. Con estos datos, este tipo de instalaciones cobran especial importancia, especialmente cuando se realizan actividades industriales, porque las dimensiones de la catástrofe pueden ser aún mayores.

Cuando se diseña una instalación contra incendios se tienen en cuenta dos factores: la prevención y la extinción. Ambos tienen una gran importancia, ya que cada uno de los factores actúan en un momento determinado. La función de la prevención es evitar la generación de un fuego, mientras que, la extinción, se encarga de los medios que se dedican a apagar un incendio que se encuentre activo.

El motivo que ha llevado a la realización de este trabajo es el diseño de una instalación contra incendios de una planta industrial que almacena biomasa a intemperie para su posterior uso en la generación de una energía renovable.

Aunque la biomasa es un producto que se ha usado desde la Antigüedad para producir energía, es recientemente, debido al cambio climático y la aparición de nuevos mecanismos de financiación para proyectos energéticos, como contratos a largo plazo de compra de energías (Power Purchase Agreement, PPA)¹, cuando se ha comenzado a generar de manera industrializada [3].

Según datos ofrecidos por Red Eléctrica Española (REE), a comienzos de 2020 existen en total 110 Gigawatios (GW) de potencia instalada nacional, de los cuales 55,024 GW son producidas por energías renovables (lo que supone el 50% de la potencia instalada total) y 0,85 GW pertenecen a las instalaciones de biomasa (menos del 1%) [4].

Con estos datos se tiene una dimensión del auge de las fuentes de energía renovables en nuestro país y,

¹ Un PPA (Power Purchase Agreement) es un acuerdo de compra-venta de energía limpia a largo plazo desde un activo concreto y a un precio prefijado entre un desarrollador renovable y un consumidor o entre un desarrollador y un comercializador que revenderá la energía. Es un compromiso que permite al desarrollador renovable tomar una decisión de inversión bajo criterios de rentabilidad vs. riesgo y/o conseguir la financiación necesaria para ejecutar el proyecto.

especialmente, de las instalaciones que trabajan con biomasa, que en el año 2010 contaban con apenas 0,033 GW de potencia instalada, suponiendo un aumento importante de su capacidad de generación de energía, en un mercado que sigue creciendo cada año.

Durante el desarrollo de este documento se detallan las soluciones adoptadas para proteger la zona donde se encuentra la biomasa almacenada, de una manera óptima y garantizando las condiciones de salud y seguridad de todo el personal que trabaje en la misma.

2 CONTEXTO

El objetivo de este apartado es poner en situación, de manera general, los diferentes elementos que tienen mayor importancia en la elaboración de la instalación de protección contra incendios que se quiere llevar a cabo.

Los dos principales factores que influyen en la realización del proyecto son: la biomasa, de la cual se explica cuál ha sido su evolución histórica y el porqué ha cobrado tanta importancia en los últimos años; y, los incendios, de los cuales se comentan los distintos tipos, su clasificación y sus características.

2.1. ¿Qué es la biomasa?

La Real Academia de la Lengua Española [5] define biomasa como:

1. Materia total de los seres que viven en un lugar determinado, expresada en peso por unidad de área o de volumen.
2. Materia orgánica originada en un proceso biológico, espontáneo o provocado, utilizable como fuente de energía.

En la actualidad se puede definir la biomasa como “la materia orgánica de origen vegetal o animal, incluyendo los residuos y desechos orgánicos, susceptible de ser aprovechada energéticamente” [6].

Quedan fuera de este concepto los combustibles fósiles y las materias orgánicas derivadas de éstos (los plásticos y la mayoría de los productos sintéticos), ya que, aunque tuvieron un origen biológico, su formación tuvo lugar en tiempos remotos y no se consideran energías renovables. La biomasa en cambio, sí se considera renovable, de origen solar, a través de la fotosíntesis de los vegetales.

La biomasa se ha usado con mucha frecuencia desde la Antigüedad, pero con la aparición de los combustibles fósiles, como el carbón, el petróleo y el gas natural, a finales del siglo XVIII, esta fuente de energía renovable dejó de ser rentable económicamente y su uso pasó a ser casi insignificante en comparación con el uso de estos combustibles fósiles, que su principal ventaja era el gran poder energético [7].

La situación ha cambiado drásticamente debido a diversos factores y ahora su uso vuelve a tomar importancia en el panorama nacional e internacional. Alguna de las circunstancias que la han llevado otra vez a ser una fuente de energía competitiva es el encarecimiento del petróleo y el nuevo marco económico, que se vuelve muy favorable debido a las medidas que se están tomando para reducir el cambio climático a nivel mundial.

A día de hoy, la biomasa es una fuente de energía renovable de referencia con respecto a otros tipos de fuentes renovables, debido a que presenta un balance económico positivo en España, gracias a los beneficios generados

por la producción de energía. Una de las principales causas de este fenómeno se debe a que tiene un funcionamiento constante a lo largo del tiempo sin depender de factores variables, como el sol, el viento o el agua, haciéndola más estable y la única gestionable. Además, nuestro país, un gran productor agrícola, tiene un importante excedente de residuos orgánicos procedente de esta actividad, lo que facilita la generación de energía a través de este producto, contribuyendo también a la limpieza de los montes y a la prevención de incendios debido a la quema de rastrojos [8].

Según datos del sector, la biomasa agroforestal excedentaria en España se representa de la siguiente forma:

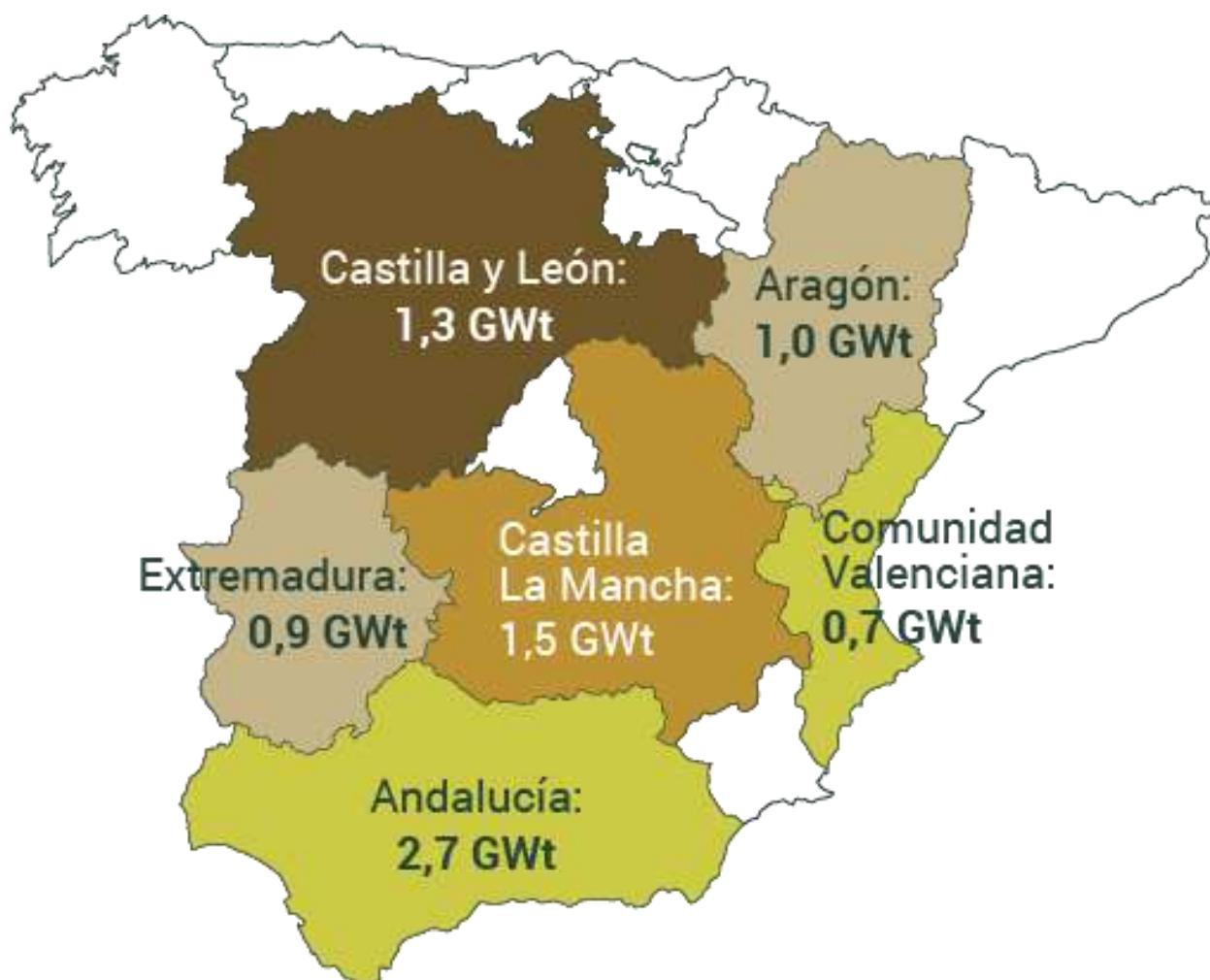


Figura 2-1. Biomasa agroforestal excedentaria en España [8]

Los datos ponen de manifiesto el gran potencial de diversas comunidades autónomas. Destaca en este sentido Andalucía, que puede alcanzar una capacidad de generación de energía de 2,7 GW térmicos, lo cual supondría la generación de 0,8 GW eléctricos.

También hay que señalar las grandes posibilidades de las comunidades de Castilla-La Mancha y Castilla-León con un potencial de 1,5 GWT y 1,3 GWT, respectivamente.

La Comunidad de Aragón podría instalar 1 GW de capacidad y Extremadura alcanzaría un potencia de generación de energía de 0,9 GW. La Comunidad de Valencia puede aspirar a instalar una capacidad de 0,7 GW [8].

2.2. Evolución del consumo energético

En el panorama internacional se observa un aumento considerable del consumo mundial de energía desde finales del siglo XVIII, en parte, generado por el aumento exponencial de la población y la nueva dimensión que adquiere la industria a partir de la Revolución Industrial.

Antes de que se produjera ese cambio, la energía que se usaba era la biomasa. No por ello existía un desarrollo sostenible, ya que la desforestación era un problema real en Europa al comienzo del siglo XVIII, antes de la aparición del carbón.

El primer combustible fósil que se comienza a utilizar de manera masiva es el carbón. Posteriormente, aparecen el gas natural y el petróleo, cuyo uso empieza a cobrar importancia a partir de la segunda mitad del siglo XX.

La última energía no renovable que entra con fuerza en el marco internacional es la nuclear [9].

La evolución del consumo energético, a lo largo de la historia reciente, se puede observar en el siguiente gráfico proporcionado por un artículo de Hannah Ritchie y Max Roser en “Energy Production & Changing Energy Sources” de la Universidad de Oxford [10]:

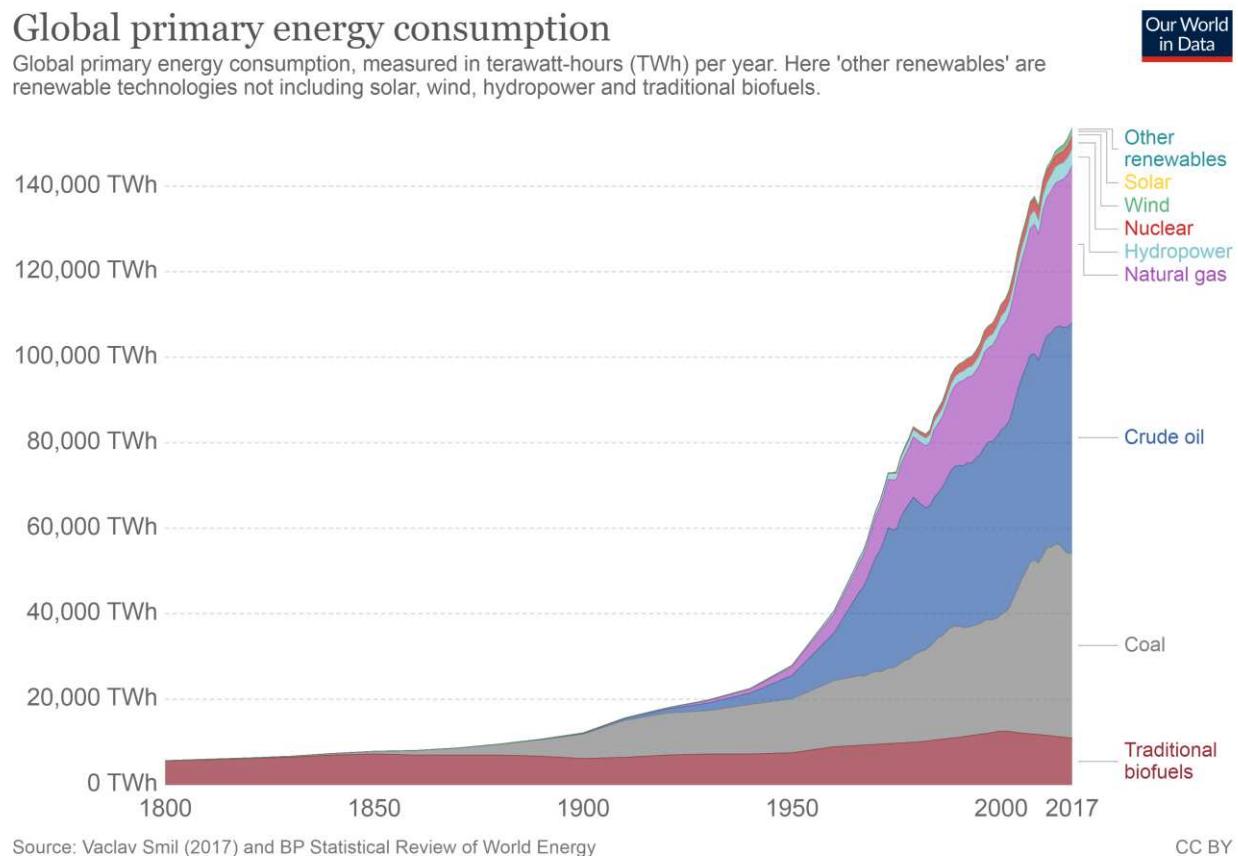


Figura 2-2. Evolución del consumo energético mundial desde el año 1800 [10]

Ya en el siglo XXI, y con el conocimiento del cambio climático y el encarecimiento de los combustibles fósiles debido a la reducción en los últimos años de las reservas, las energías renovables adquieren un papel importante, aunque aún hoy día, en el año 2020, sigue siendo insignificante en comparación con las no renovables [11]:

Global renewable energy consumption, World

Renewable energy consumption measured in terawatt-hours (TWh) per year. Traditional biofuels refer to the consumption of fuelwood, forestry products, animal and agricultural wastes.

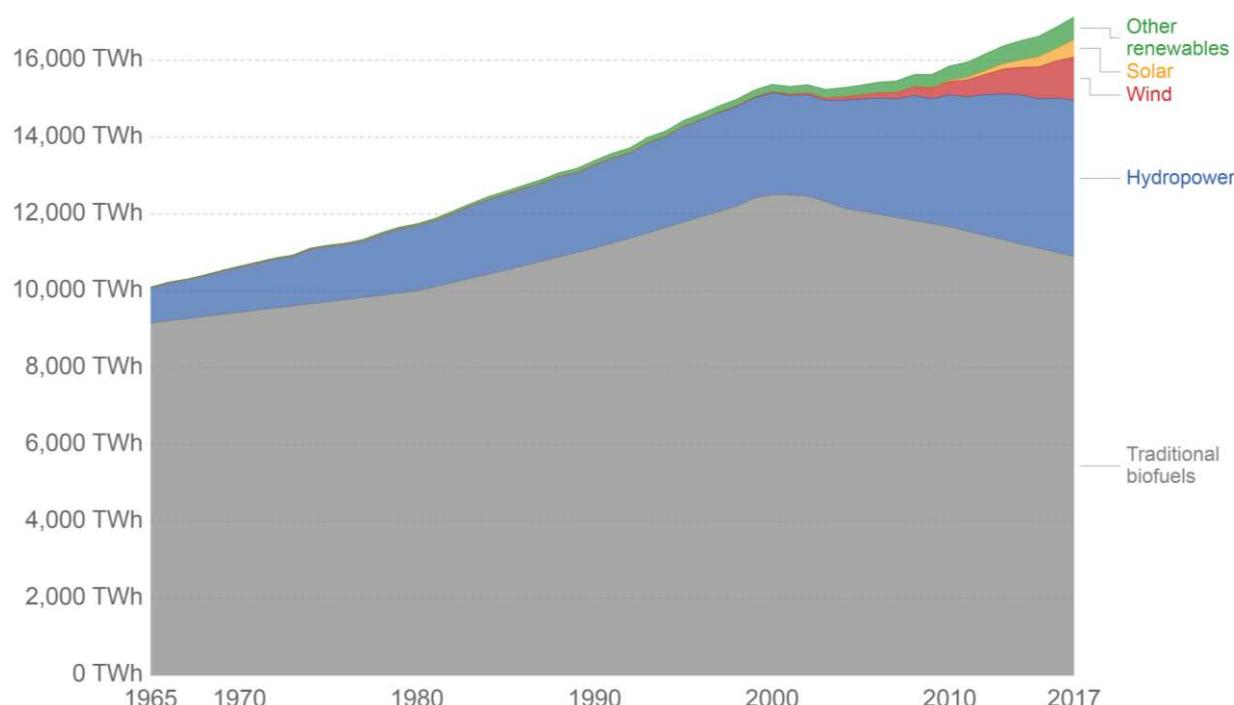


Figura 2-3. Evolución del consumo energético mundial desde el año 1965 [11]

Del mismo modo que el resto de las energías renovables, la biomasa adquiere un crecimiento exponencial desde comienzos del siglo XX, siendo Estados Unidos la región que demanda una mayor cantidad de esta energía.

Biofuel production by region

Biofuel production is measured in terawatt-hours (TWh) per year, and includes both bioethanol and biodiesel.

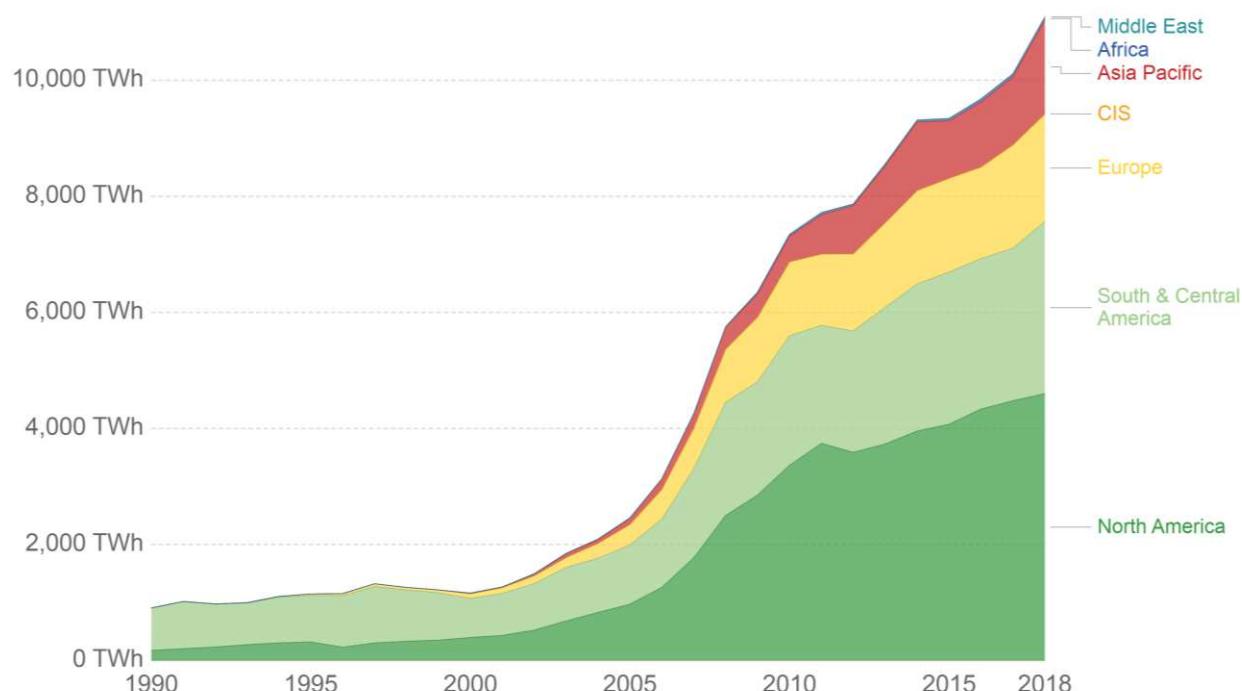


Figura 2-4. Evolución del consumo de biomasa mundial por regiones [11]

Los parámetros del consumo energético a nivel nacional son parecidos a la situación internacional, destacando un aumento de las energías renovables en las últimas décadas (principalmente solar y eólica) y una disminución considerable de las fuentes convencionales.

En cuanto a la biomasa, es un mercado que en nuestro país está en continuo crecimiento porque reúne una serie de circunstancias idóneas para el desarrollo de este tipo de energías. Bajo las estimaciones que ofrece la Asociación Española de Valorización Energética de la Biomasa (AVEBIOM) se aprecia que el número de registros, y como consecuencia la potencia, crecen exponencialmente. Los datos serían de más de 0,86 GW de potencia energética instaladas en instalaciones de biomasa en España estimado para el año 2020 [12].

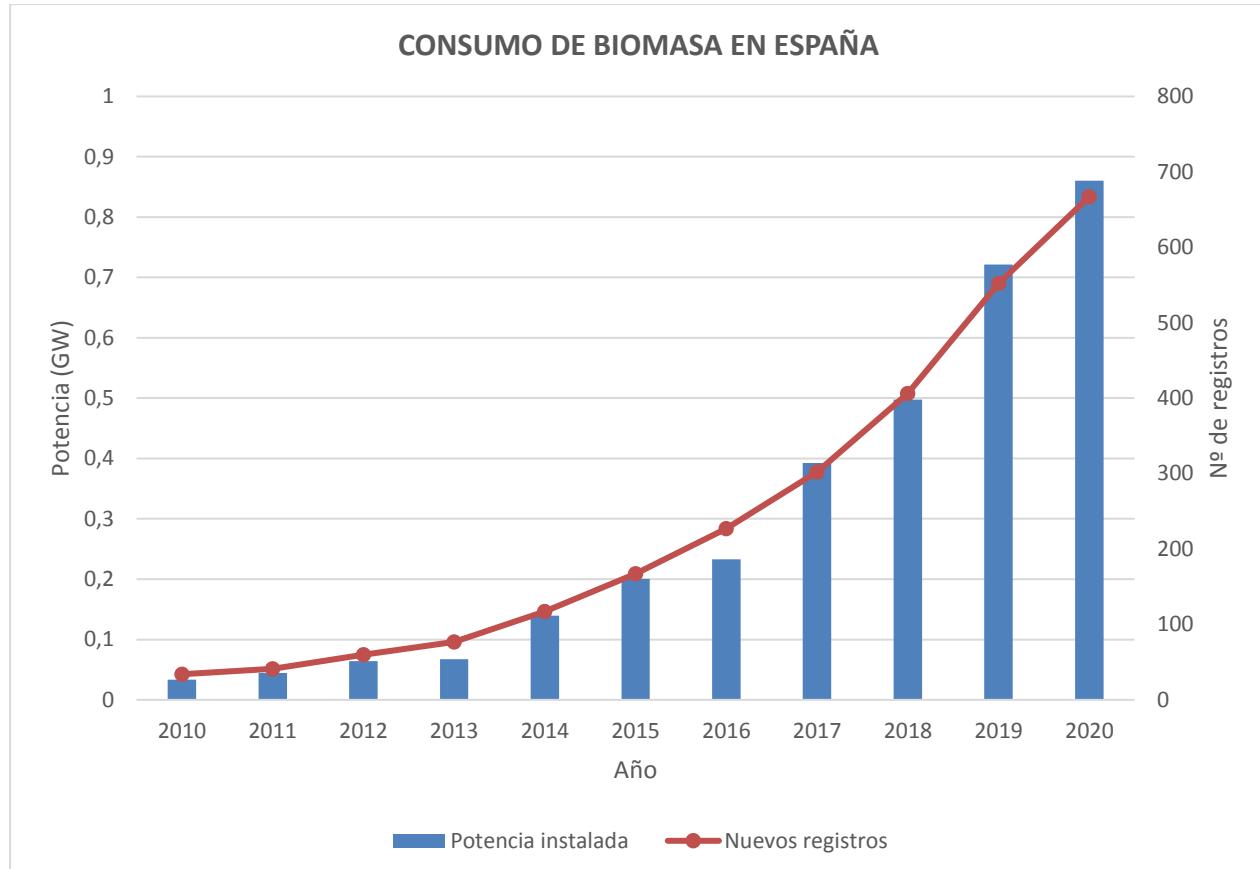


Figura 2-5. Potencia energética instaladas de biomasa en España y nº de registros

2.3. Características de los incendios

Lo primero que hay que diferenciar son los términos de fuego e incendio. La Real Academia de la Lengua Española (RAE) define cada palabra de la siguiente manera [5]:

- Fuego: fenómeno caracterizado por la emisión de calor y de luz, generalmente con llama.
- Incendio: fuego grande que destruye lo que no debería quemarse.

Por lo general, se puede definir el fuego como el elemento controlable y beneficioso, que aporta luz y calor, y que ayuda al hombre en diferentes ámbitos a su confort, mientras que un incendio, como bien indica la definición, es un fuego incontrolado que arrasa y afecta algo que no debería quemarse.

Los beneficios del fuego a lo largo de la Historia y en la actualidad son innumerables, pero hay que tener en cuenta los datos respecto a los costes que suponen la aparición de incendios.

En el informe de “Víctimas de incendios en España en 2018” elaborado por la Fundación Mapfre y la Asociación Profesional de Técnicos de Bomberos (APTB), se pone de manifiesto la magnitud que alcanzan los incendios en nuestro país con los siguientes datos sobre las intervenciones realizadas por los bomberos entre los años 2010 y 2018 [1]:

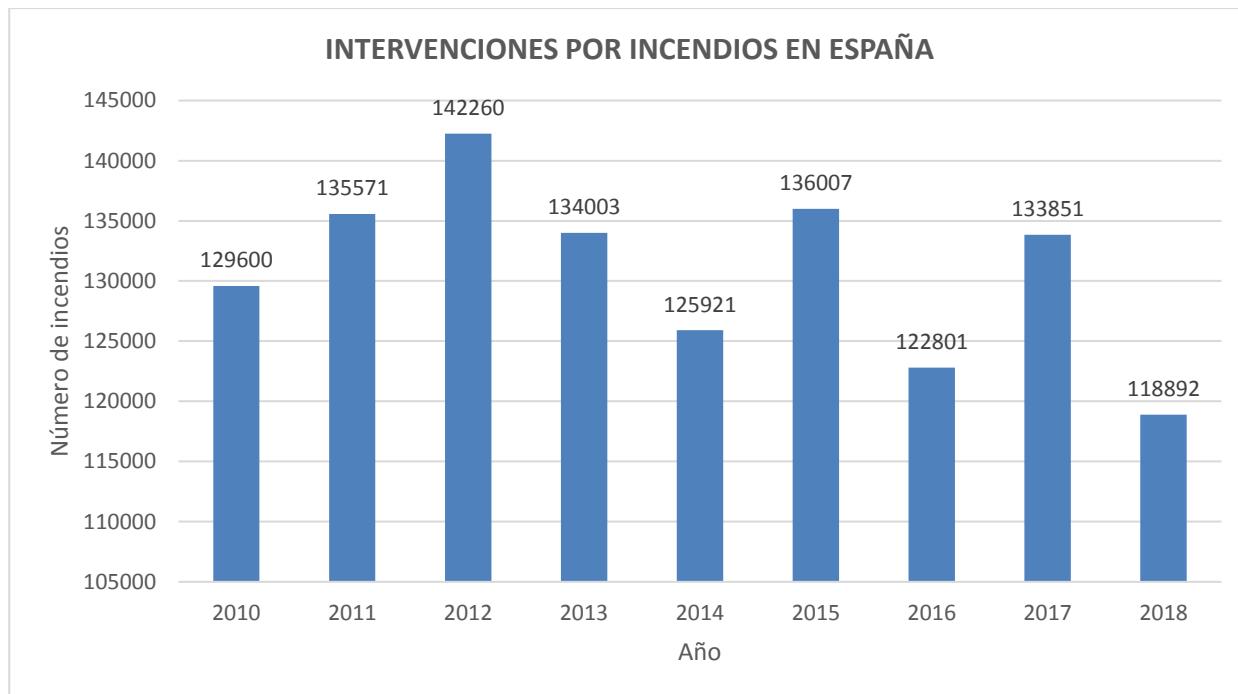


Figura 2-6. Número de intervenciones por incendios en España

Según el Instituto Nacional de Estadística (INE), la cifra de víctimas mortales producidas por incendios ascienden 1482 personas desde el año 2010 hasta el año 2018 (ultimo del que se tienen registros), como se muestra en la siguiente tabla [1]:

Víctimas mortales por incendios	
Año	Nº víctimas
2010	192
2011	173
2012	170
2013	132
2014	162
2015	143
2016	175
2017	212
2018	123
TOTAL	1482

Tabla 1. Víctimas mortales por incendios en España

La Asociación Empresarial del Seguro (Unespa), a través de la iniciativa ‘Estamos seguros’, ha presentado un informe sobre los daños y costes que causaron los incendios en España durante el año 2018, tanto en viviendas, como en comercios e industrias.

El trabajo reúne información de 103.000 percances ocurridos en 2018. Un 71,4% de los incidentes analizados se produjo en viviendas. El resto se repartió entre comunidades de propietarios (11,4%), comercios (8,5%) e industrias (7,2%) [2].

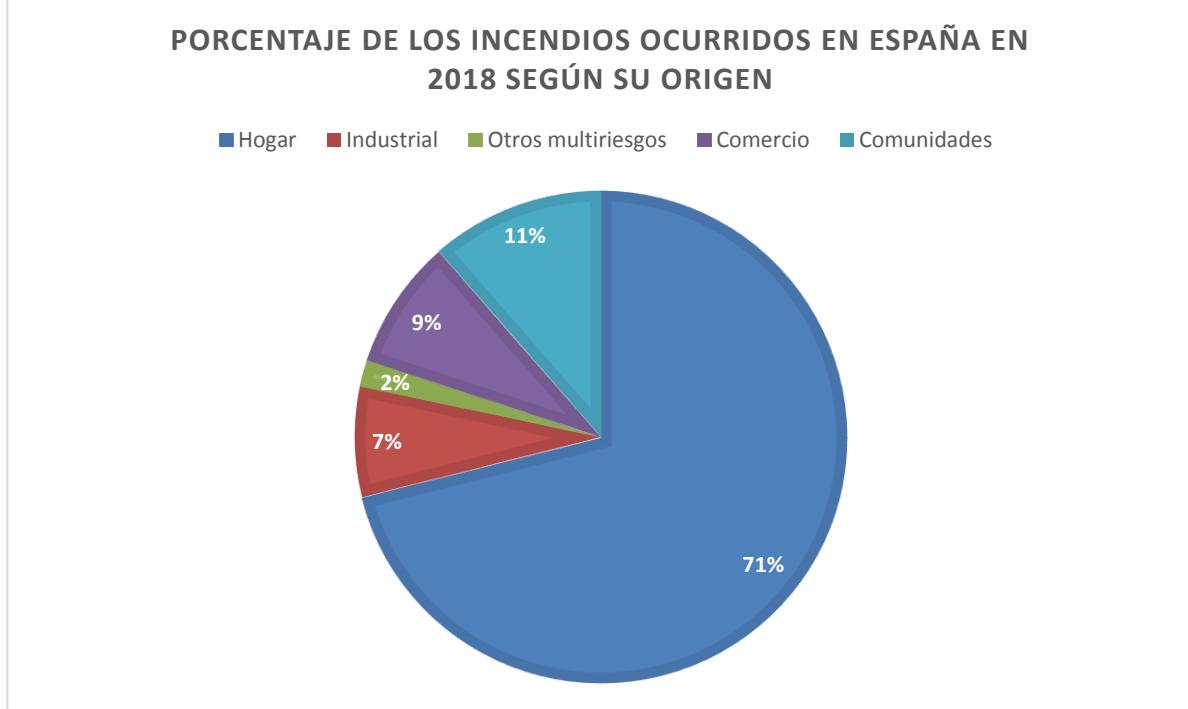


Figura 2-7. Incendios ocurridos en España en 2018 según su origen

Desde la perspectiva de los costes, se percibe cómo los fuegos más virulentos se dan en las fábricas. No en vano, estas generaron un 25,6% de las indemnizaciones pagadas. Es decir, tres veces más que su peso relativo en el número de incidentes. Mientras que las indemnizaciones pagadas por incidentes de origen doméstico ascendieron al 51% [2].

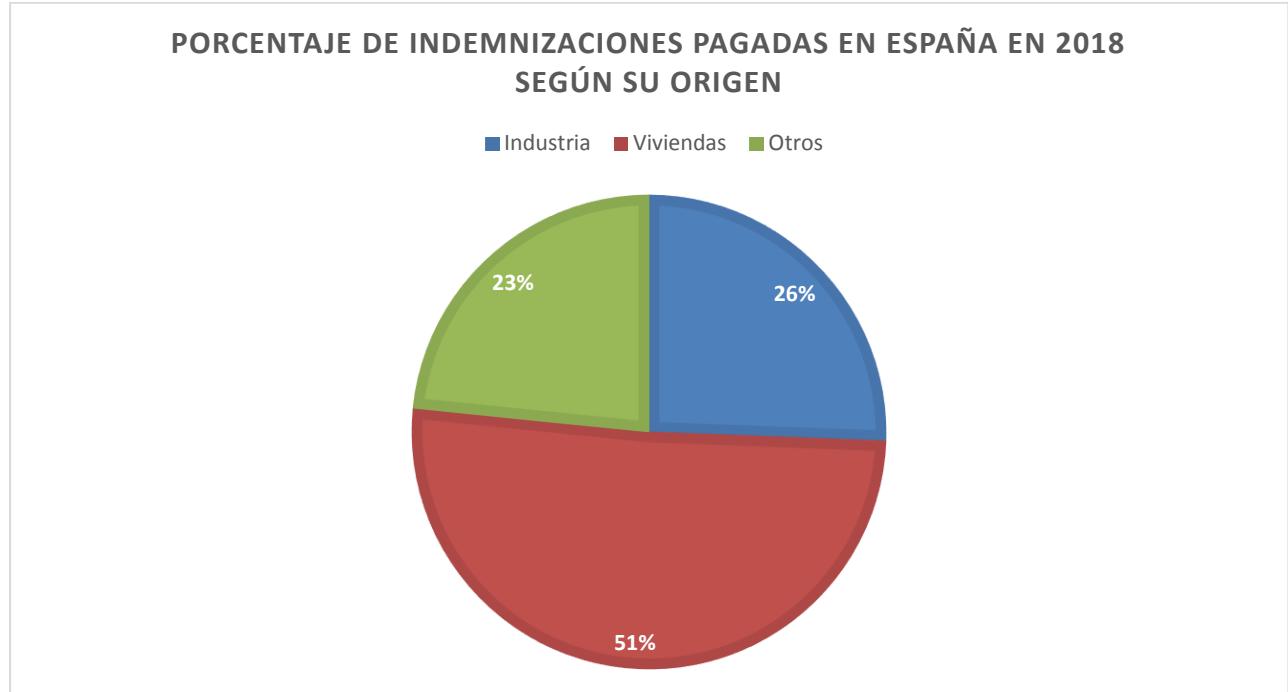


Figura 2-8. Indemnizaciones pagadas en España según su origen

Esto supuso en 2018 un coste anual para las aseguradoras de 525 millones de euros. Todo ello sin contar los costes que le supone al Estado los incendios forestales [2].

Con estas estadísticas se observa la dimensión, en recursos y vidas humanas, que provocan los incendios, y de ahí, la importancia que tienen las instalaciones de protección contra incendios y los equipos de extinción de incendios.

Aunque se destina muchos esfuerzos para la prevención y extinción, la seguridad total no existe porque tendría un coste infinito, pero sí que se puede conseguir minimizar lo máximo posible los daños que se puedan ocasionar.

2.3.1 Definición de la Normativa

En relación a las normativas de protección contra incendios, siempre será obligatorio el cumplimiento de las normas promulgadas por la Administración en el ámbito de su competencia.

No son de obligado cumplimiento los textos emanados de los Órganos de Normalización (excepto cuando son específicamente recogidos en algún texto de la Administración), ni los textos que tengan su origen en agrupaciones o entidades de carácter público o privado.

En la siguiente tabla se recogen la normativa según su origen:

CLASIFICACIÓN DE LA NORMATIVA SEGÚN SU ORIGEN				
	Origen de los textos	Tipos de textos	Ámbito de aplicación	Obligatoriedad de cumplimiento
Administración pública	Comunidad Europea	Disposiciones Administrativas	Comunidad Europea	SI
	Del Estado Central	Disposiciones Administrativas	Territorio del Estado	SI
	Territorial	Entes autonómicos	Disposiciones Administrativas	Comunidad autonómica
		Diputaciones	Ordenanzas	Provincia
	Ayuntamientos	Ordenanzas	Municipio	SI
Órgano Normalizador del Estado		Normas nacionales	Territorio del Estado	NO
Entidades de carácter público o privado		Reglas Código de práctica	El propio de la entidad	NO

Tabla 2. Clasificación de la normativa según su origen

2.3.2 Tipos de incendios

Los fuegos se pueden clasificar en diferentes tipos que, según la Asociación Española de Normalización (UNE), en la norma UNE-EN 1994, pueden ser los siguientes [13]:

- Según la naturaleza del combustible.
- Por la forma del foco.
- Por la superficie afectada.

- Por la situación o forma de manifestarse.

1) Según la naturaleza del combustible

- Clase A: Sólidos. Incendios que implican sólidos inflamables que normalmente forman brasas, generalmente de naturaleza orgánica como la madera, tejidos, goma, papel y algunos tipos de plástico.
- Clase B: Líquidos. Incendios que implican líquidos inflamables como el petróleo, la gasolina, aceites, pintura, alcohol o sólidos licuables como la parafina, el asfalto, algunas ceras y plásticos.
- Clase C: Gases. Incendios que implican gases inflamables, como el metano o gas natural, el hidrógeno, el propano o el butano.
- Clase D: Metales. Incendios que implican metales combustibles como el sodio, el magnesio, el potasio o muchos otros cuando estén reducidos a virutas muy finas (como el aluminio).
- Clase F: Aceites y grasas de cocina. Incendios derivados de la utilización de estas materias en aparatos de cocina. Esta clase se creó en 2005 al observar que estos líquidos no se comportaban igual que el resto y no se podían usar los mismos agentes extintores como el CO₂ o el polvo ABC.

2) Por la forma del foco

- Foco plano: Cuando el incendio se manifiesta sobre el plano horizontal con predominio dimensional sobre el vértice y la disposición del producto que arde no queda oculta a la observación directa del incendio desde cualquier punto.
- Foco vertical: Cuando el incendio se manifiesta en varios planos horizontales o inclinados y verticales, o cuando varias zonas en combustión quedan ocultas a la observación.
- Foco alimentado: Cuando el incendio plano o vertical es mantenido por la aportación de combustibles procedentes de depósitos no afectados, aljibes, pozos, tuberías, etc. (escapes de gas).

3) Por la superficie afectada

Esta clasificación se utiliza principalmente en incendios forestales.

4) Por la situación o forma de manifestarse

- En función de la velocidad de reacción
 - Combustión lenta o muy lenta: Oxidación
 - Combustión simple, normal o rápida: Incendios
 - Combustión instantánea o muy rápida: Explosiones
- En función de la propagación de oxígeno
 - Combustión con llamas
 - Combustión sin llamas

2.3.3 Agentes extintores

Los agentes extintores que se utilizan con mayor frecuencia son los siguientes:

- Agua: Es el agente extintor más antiguo y económico, utilizado para extinguir el fuego por enfriamiento. Es idóneo para fuegos de clase A, pero hay que extremar las precauciones al utilizarlos en fuegos de tipo líquido porque se puede llegar a extender el fuego; y en fuegos con componente eléctrico, porque el agua transmite la electricidad.
- CO₂ o nieve carbónica: Este agente acaba con el fuego por sofocación y favorece el enfriamiento de los

materiales en combustión, ya que sale a muy baja temperatura del contenedor. Es eficaz para fuegos producidos por líquidos inflamables, pero su mayor aplicación la tiene en los fuegos eléctricos por no ser conductor y no dejar residuos. El único problema es que es tóxico en altas proporciones.

- Polvo seco: Generalmente es un compuesto químico a base de bicarbonato de sosa y un agente hidrófugo. Actúa por sofocación y paralización de la reacción en cadena. Forma una pantalla entre el oxígeno del aire y el líquido combustible, impidiendo que alimente el fuego.
- Espuma física: Se trata de una masa de burbujas que se aplica sobre el fuego en forma de manta, apagándolo por sofocación. Eficaz para combatir incendios de clase "A" y "B", cuando los combustibles líquidos no sean solubles en agua.
- Sustitutos de los compuestos halogenados: Debido al daño producido a la capa de ozono, los compuestos halogenados ya no se usan como agentes extintores. En su lugar han surgido algunos sustitutos con la misma función. Se emplean para extinguir fuegos de clase "A", "B" y "C" impidiendo la reacción en cadena.

3 MEMORIA

En esta sección se encuentran todas las propuestas y soluciones que se van a aplicar, según el reglamento, y todas las instalaciones que se van a desarrollar. Todo ello irá complementado con los anexos de cálculo y planos, que se incluyen al final del documento.

3.1. Objeto

El objeto del Proyecto es el diseño de una instalación de protección contra incendios de un establecimiento industrial. La planta está dedicada a la producción de energía renovable a partir de biomasa.

Para el estudio de dicha instalación se tienen en cuenta las características, tanto de la planta como de los alrededores, ya que son datos fundamentales a la hora de dimensionar y llevar a cabo la ejecución de la obra.

Los distintos requisitos y restricciones para definir las instalaciones se basan, principalmente, en el Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales (RSCIEI). Hay que tener en cuenta que el Proyecto que se quiere realizar es una ampliación de las instalaciones que actualmente existen. Dichas instalaciones son insuficientes debido al proceso de ampliación de la planta industrial que se quiere llevar a cabo.

Aplicando las medidas impuestas por la normativa, existen una serie de instalaciones que no son operativas en la planta industrial debido a las actividades que allí se realizan. Para estos casos, el RSCIEI permite que, una vez analizadas las soluciones que la normativa plantea y ante las dificultades de adecuar las mismas a la actividad de la planta, se propondrán alternativas que sustituyan y/o complementen esas instalaciones para aportar una mayor seguridad y operatividad al establecimiento industrial.

3.2. Alcance

En el alcance del Proyecto se van a definir las diferentes fases de la que va a constar este trabajo con el fin de llegar al objetivo del Proyecto, que es el diseño de una instalación de protección contra incendios.

Se realizará un seguimiento de todas las normativas vigentes en el momento de la redacción del documento en relación con la protección contra incendios y cualquier normativa que pueda afectar en algún momento de la realización del Proyecto.

Como ya existe una parte de la instalación de protección contra incendios hecha, es necesario saber cuáles son las características y funciones que desempeñan en la actualidad, y cuáles son las exigencias futuras que tiene

que cubrir el nuevo diseño. En este aspecto, cobra importancia el conocimiento de los actuales métodos de protección contra incendios para poder ampliarlos y mejorarlos conforme a la normativa vigente.

Por último, y como parte más importante del Proyecto, se desarrolla una situación proyectada futura, donde se detalla todo el diseño y las instalaciones que se necesitan, así como las alternativas que se adoptan para complementar y mejorar las condiciones que impone la normativa. En esta última parte, se elabora el diseño completo, que irá acompañado de cálculos, planos y pliego de condiciones, y un último apartado donde se realiza el presupuesto total del Proyecto.

3.3. Normativa

Con respecto a las instalaciones de protección contra incendios, se consideran las siguientes normativas:

Reglamento de instalaciones de protección contra incendios

REAL DECRETO 513/2017, de 22 de mayo, del Ministerio de Economía, Industria y Competitividad

B.O.E.: 12-JUNIO-2017 [14]

Corrección de errores: 23-SEPTIEMBRE-2017

Reglamento de Seguridad contra Incendios en los establecimientos industriales.

REAL DECRETO 2267/2004, de 3 Diciembre, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio

B.O.E.: 17-DICIEMBRE-2004 [15]

Corrección errores: 05-MARZO-2005

MODIFICADO POR:

Art 10º de la modificación de diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial, para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre

REAL DECRETO 560/2010, de 7 de mayo, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio

B.O.E.: 22-MAYO-2010

Clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego

REAL DECRETO 842/2013, de 31 de octubre, del Ministerio de la Presidencia

B.O.E.: 23-NOVIEMBRE-2013 [16]

Con respecto a la seguridad y salud en las obras de construcción, se consideran las siguientes normativas:

Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción

REAL DECRETO 1627/1997, de 24 de octubre, del Ministerio de la Presidencia

B.O.E.: 25-OCTUBRE-1997 [17]

MODIFICADO POR:

Modificación del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre.

REAL DECRETO 337/2010, de 19 de marzo, del Ministerio de Trabajo e Inmigración

B.O.E.: 23-MARZO-2010

Prevención de Riesgos Laborales

LEY 31/1995, de 8 de noviembre, de la Jefatura del Estado

B.O.E.: 10-NOVIEMBRE-1995 [18]

MODIFICADO POR:

Art. 8 y Disposición adicional tercera de la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de

diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio

LEY 25/2009, de 22 de diciembre, de Jefatura del Estado

B.O.E.: 23-DICIEMBRE-2009

Reglamento de los Servicios de Prevención

REAL DECRETO 39/1997, de 17 de enero, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales

B.O.E.: 31-ENERO-1997 [19]

MODIFICADO POR:**Modificación del Reglamento de los Servicios de Prevención**

REAL DECRETO 598/2015, de 3 de julio, del Ministerio de la Presidencia

B.O.E.: 04-JULIO-2015

3.4. Situación actual

3.4.1 Biomasa recibida en planta

3.4.1.1 Características

La planta podrá recibir biomasa muy variada, principalmente residuos forestales, agrícolas y agroindustriales, donde la cantidad principal será leñosa, es decir, biomasa de árboles, matorrales y arbustos según se define en la norma UNE-EN ISO 17225-1:2014 [20].

La biomasa leñosa se recibirá predominantemente en formato triturado, aunque también se puede recibir en formato voluminoso como pretriturado, tocones cizallados, cepas de vid, madera o fardos cilíndricos de residuos forestales en cantidad tal que pueda ser procesada en la instalación.

La biomasa herbácea, es decir, biomasa proveniente de plantas que tienen un tallo no leñoso y que se marchitan al final de la estación de crecimiento, se recibirá básicamente empacada (en pacas o balas).

También se podrá recibir biomasa con formato granular como el orujillo, con ramas y hojas como las podas de frutales u olivar, o de tipo pelusa como los residuos del desmotado de algodón.

No se realizarán trabajos de pretriturado, triturado ni clasificación en el almacén intemperie.

3.4.1.2 Cantidades

Con objeto de poder cumplir con el requisito contractual de la biomasa para alimentación de caldera, la planta recibirá la biomasa adecuada para poder prepararla con los equipos disponibles en la instalación.

La caldera se alimentará con un mínimo del 70% en peso de madera leñosa. El combustible de la caldera podrá tener por tanto hasta un 30% en peso de otro tipo de biomasa, de la cual la herbácea no será más de la mitad, es decir, un 15% en peso del total.

Teniendo en cuenta lo anterior, la biomasa se podrá preparar de forma variada, pero limitándose a los siguientes escenarios extremos:

- Sólo madera leñosa (100 % en peso)
- Madera leñosa (85 % en peso) y herbácea (15 % en peso)
- Madera leñosa (70 % en peso) y orujillo (30 % en peso)
- Madera leñosa (70 % en peso), herbácea (15 % en peso) y orujillo (15 % en peso).

La tendencia general es que aumente la biomasa agrícola frente a la biomasa forestal por ser mayor su disponibilidad y por tener un menor precio de coste. Por tanto, la caldera deberá adecuarse para recibir hasta un 80% de biomasa agrícola, teniendo una distribución de futuro de la siguiente manera:

- Madera leñosa (40 % en peso), herbácea (45 % en peso) y orujillo (15 % en peso).

3.4.1.3 Parámetros que debe cumplir la biomasa

- $10\% \text{ en peso} < \text{Humedad} < 50\% \text{ en peso}$

Para procesarse biomasa con humedad superior al 45%, que es el valor contractual máximo de alimentación a caldera, la planta deberá disponer de biomasa con menor humedad en cantidad suficiente que permita realizar mezclas con humedad dentro del marco contractual de caldera.

- $150 \text{ kg/m}^3 < \text{Densidad aparente de la madera triturada} < 350 \text{ kg/m}^3$

La madera triturada recibida a través de los fosos de recepción, tendrá como mínimo un 50 % en peso con granulometría P100 según se define en la norma UNE-EN 14961- 1:2011.

Los sobretamaños tendrán unas dimensiones máximas de 500mm de longitud y 80cm² de sección. Para procesar biomasa con granulometría superior a la definida anteriormente, la planta deberá disponer de biomasa con menor granulometría y del tipo adecuado, en cantidad suficiente que permita realizar mezclas con un mínimo del 50% de granulometría P100.

La madera triturada que se reciba fuera de especificación, se considerará formato voluminoso y no se podrá recibir directamente en los fosos de recepción. Deberá procesarse previamente con la trituradora móvil de la planta.

- Poder calorífico inferior > 8 MJ/kg
- Nitrógeno < 1 % en peso (base seca)
- Cloro < 0,6 % en peso (base seca)
- Azufre < 0,35 % en peso (base seca)
- Sodio + Potasio < 1,85 % en peso (base seca)
- Cenizas e inertes < 17 % en peso (base seca)
- Contenido en volátiles > 70 % en peso (base seca)

3.4.2 Características de la instalación

Se contará con tres plantas de generación de electricidad con biomasa con una capacidad total de 137 MW que producirán más de 800 millones de kWh anuales.

La planta hasta el año 2019, 91MW, consumía unas 500.000 toneladas de biomasa al año para producir 180 toneladas/hora de vapor a 100 bares de presión y 500°C de temperatura, y que es la energía térmica que permite a la turbina producir más de 400 millones de kWh/año.

La planta tiene un rendimiento del 30% y la biomasa empleada un poder calorífico medio inferior (PCI) de 2500 kcal/kg.

3.4.3 Ubicación y datos de la planta

La planta industrial se encuentra en Huelva. El complejo industrial ocupa la superficie que se observa en la imagen:



Figura 3-1. Dimensiones del complejo industrial de biomasa (Huelva) [21]

Siendo solo una parte del complejo la que se va a dedicar al almacenamiento de biomasa, y por tanto, la superficie que es de interés para la realización de las instalaciones de protección contra incendios es la que se muestra en la siguiente imagen:

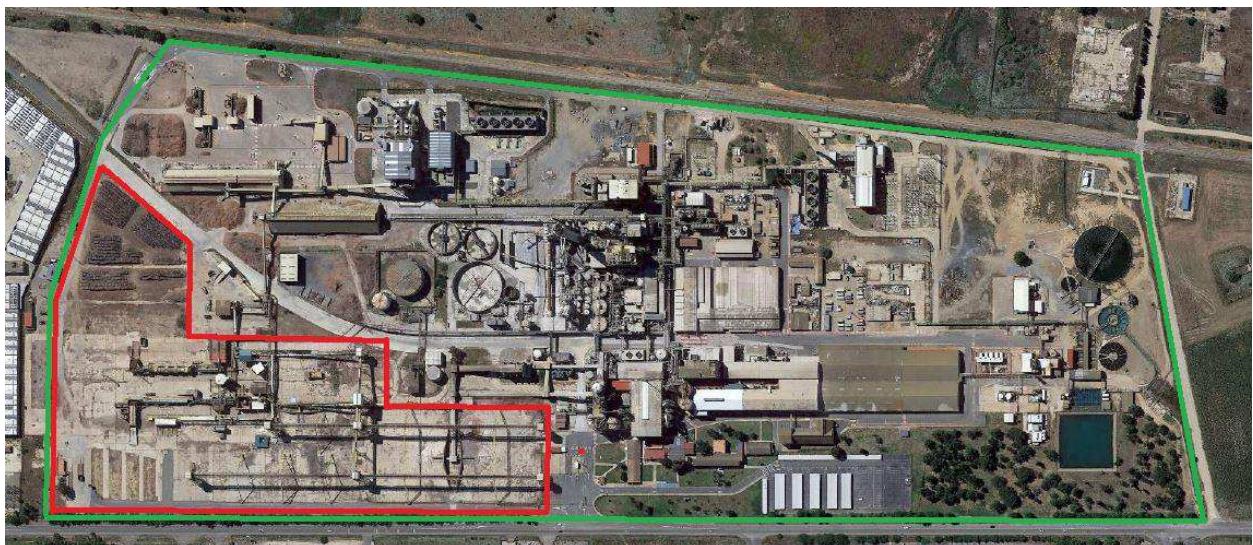


Figura 3-2. Zona de almacenamiento de biomasa (en rojo) [21]

En total, el área de incendios que se quiere cubrir tienen unas dimensiones de 67.094 m² y estará formada por viales y calles longitudinales y transversales, delimitando entre ellas las zonas de acopio de biomasa.

3.4.4 Instalación actual

Actualmente, la instalación de protección contra incendios de la planta solo cuenta con un anillo de distribución de agua para todo el complejo completo. No existe ningún elemento en la superficie de almacenamiento. Hay que dimensionar tanto la red de hidrantes y/o bocas de incendios equipadas y el resto de elementos que precisa el establecimiento para garantizar la seguridad frente a incendios.

El establecimiento en su conjunto cuenta con un grupo de abastecimiento de agua compuesto por una bomba eléctrica, una diesel y una Jockey, que suministran un caudal de 454 m³/h a una presión de 10 bar. El volumen del depósito de la planta es de 1515 m³.

3.4.5 Viales

El apartado de viales es necesario para saber cuál es la superficie total disponible para el almacenamiento de las pilas de biomasa. Una vez se tenga conocimiento de la distribución y el tamaño de todos los viales, se podrá proceder al cálculo de la cantidad de material que se puede almacenar en la planta.

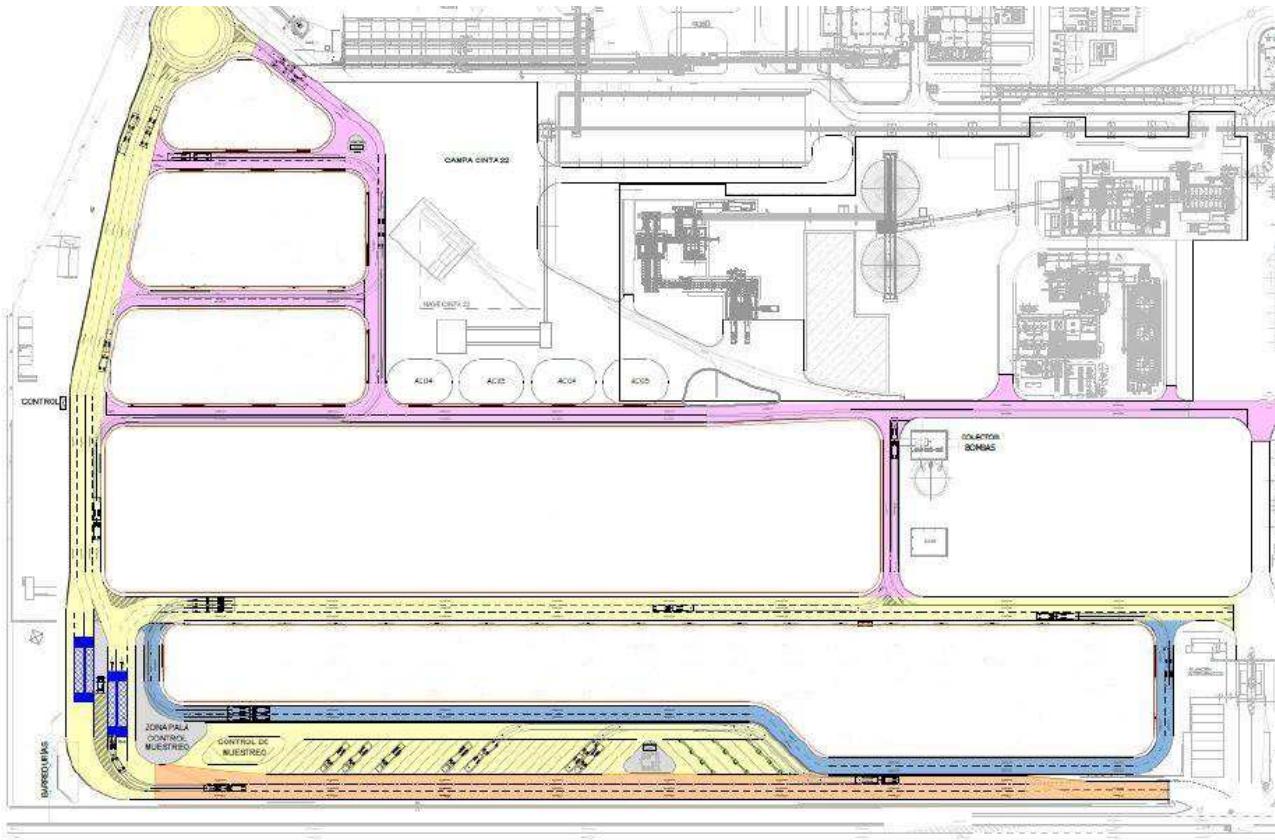


Figura 3-3. Representación de los viales

Algunas de las características de los viales son las siguientes:

- Ubicación de parking para capacidad de treinta camiones, con disposición pre y post pesaje, pudiendo ser utilizados ambos según necesidad.
- Los encuentros entre viales y las campas de almacenamiento se diseñarán para salvar los desniveles mediante planos inclinados de acuerdo, en ningún caso con bordillo o elementos que corten la continuidad entre el vial y la campa y que puedan provocar embolsamientos de aguas pluviales.
- En el perímetro de las parcelas de acopio de biomasa se dejará una franja de 1 m de anchura, delimitada con pintura, por la que discurrirán con carácter general las instalaciones y que servirá de zona de circulación para tráfico peatonal.

La distribución de los viales y del parking para camiones se observa en la Figura 3-3. Las zonas en blanco que están delimitadas por los viales son las superficies disponibles para el almacenamiento. En total, se estima las zonas no destinadas al almacenamiento (parking, viales, edificios...) en unos 7000m². Superficie que hay que restar al área total del establecimiento industrial.

3.4.6 Personal que trabaja en la planta

Los operarios que trabajan en la zona de almacenamiento de la planta industrial durante un turno son los siguientes:

- 1 operario en control de almacén
- 2 operarios en la báscula
- 1 jefe de almacén
- 3 operarios de almacén
- 3 palistas
- 3 operarios de prevención de riesgos laborales

En total, durante un turno, trabajan un mínimo de 13 personas. Ese número se puede ver incrementado por el tránsito de camiones que descargan el producto.

3.4.7 Carga y descarga del producto

El proceso de carga y descarga del producto comienza en el departamento de Aprovisionamientos, donde se emite un albarán con las características del camión y la mercancía que transporta para poder realizar el ingreso a la planta el día indicado por el departamento.

Una vez se identifica al vehículo en la entrada, se procede a pesarlo en la báscula y se le indica el lugar exacto donde tiene que colocar la mercancía. Una vez depositado el material, se dirige a una báscula que se encuentra en la salida, para volver a pesarlo, y con este hecho queda concluida la actividad del camión dentro de la planta de almacenaje.

El material que ha depositado el camión en la zona indicada es recogido por las palas cargadoras para organizarlo, de la manera exigida, en cada pila.

El tráfico de camiones diario es de una media de 200 camiones, pudiéndose alcanzar una cifra de hasta 250 camiones en un mismo día.

3.5. Condiciones meteorológicas

El Proyecto que se quiere realizar se encuentra en la provincial de Huelva (España), por lo que se muestran los datos climáticos y geográficos más relevantes que puedan afectar a la instalación contra incendios que se quiere implantar.

En los siguientes apartados se van a analizar las características de la zona y las temperaturas, precipitaciones, viento y humedad de la provincia de Huelva con los datos climatológicos normales recogidos por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) en la estación de Huelva, Ronda Este, entre los años 1984 y 2010 [22].

También se analizarán los datos climatológicos extremos producidos en la zona entre los años 1920 y 1984, que son los únicos que ofrecen la AEMET [23].

3.5.1 Características generales

Altitud: 19 metros.

Presión barométrica: 1008,4 hPa

Geografía: límita con el Océano Atlántico

3.5.2 Datos climatológicos normales

Las **temperaturas** que se recogen en la siguiente gráfica corresponden a la temperatura media, máxima y mínima de cada mes, según datos registrados durante más de 25 años. En relación a la protección contra incendios, hay que tener especial atención a los meses de verano porque es donde se producen las máximas temperaturas [22].

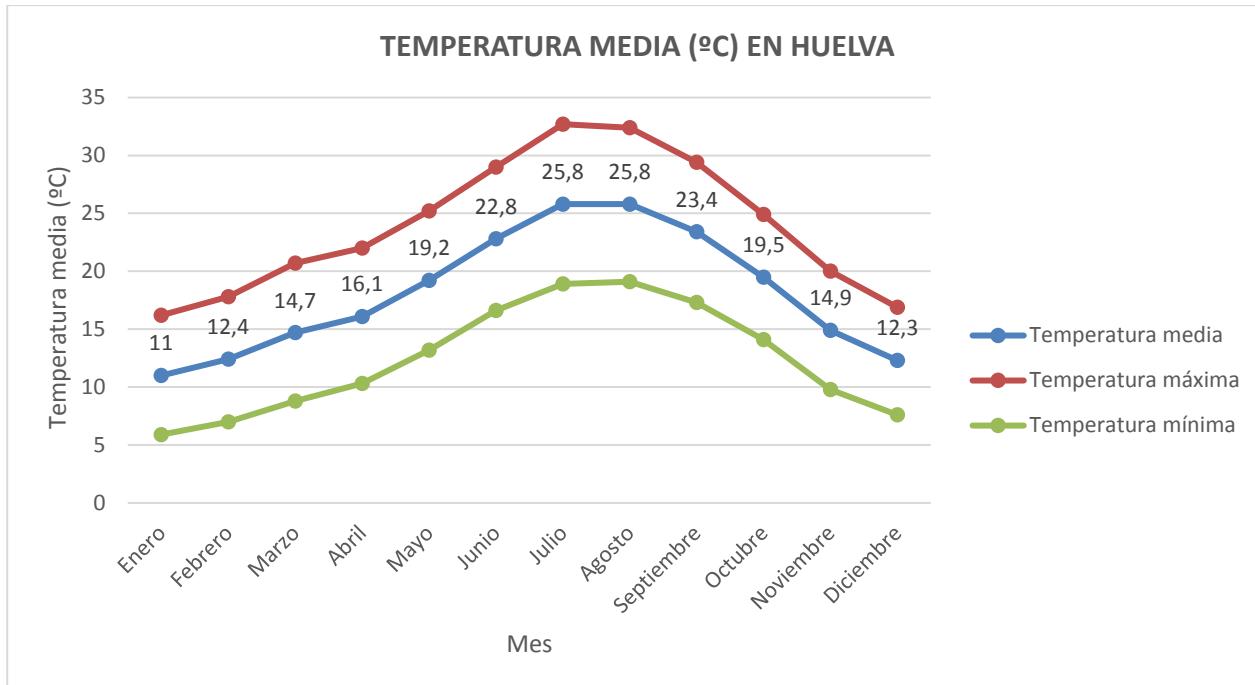


Figura 3-4. Temperatura media en Huelva

Las **precipitaciones** se recogen en la tabla que se muestra a continuación. En ella se indican las precipitaciones medias de cada mes y el número de días de cada mes donde la precipitación fue igual o superior a 1 l/m². Como en el caso del análisis de las temperaturas, hay que tener especial atención en los meses de verano porque es donde se produce una disminución importante de este fenómeno [22].

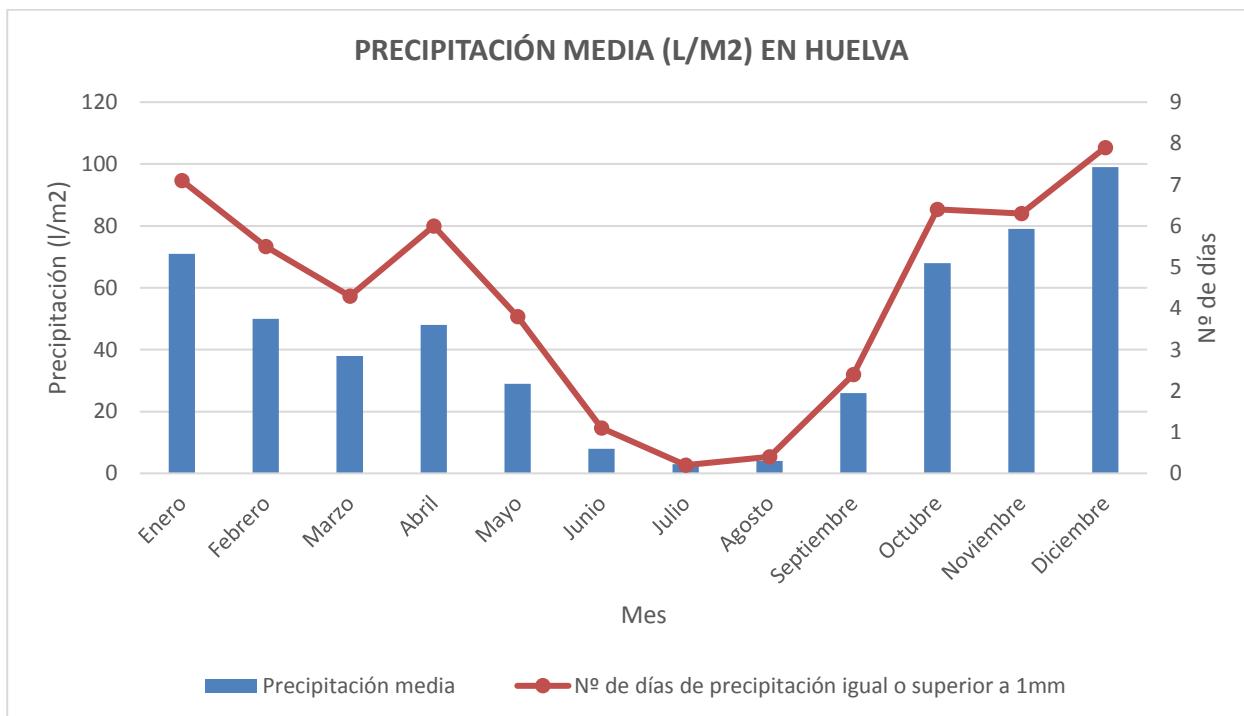


Figura 3-5. Precipitación media en Huelva

La **humedad** relativa media se mantiene en unos valores entre el 50 y el 80% durante todo el año, siendo menor en los meses de verano [22].

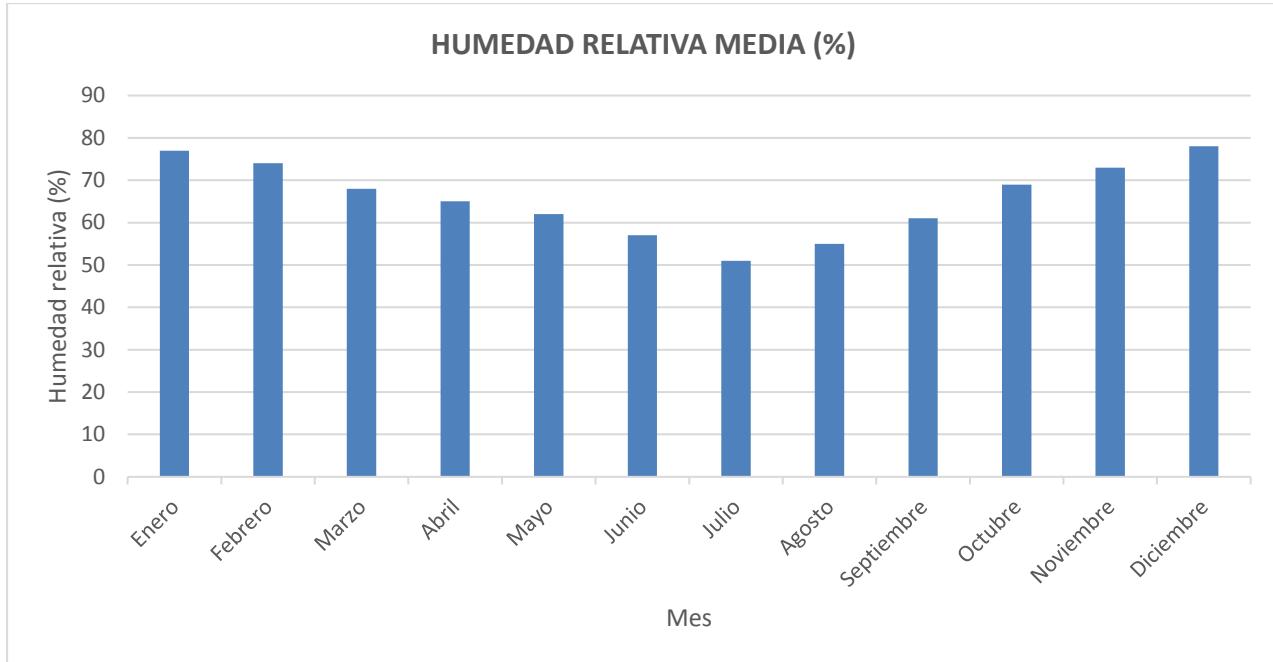


Figura 3-6. Humedad relativa media en Huelva

El **viento** no alcanza valores medios muy altos, por lo que no supone un riesgo elevado [22].

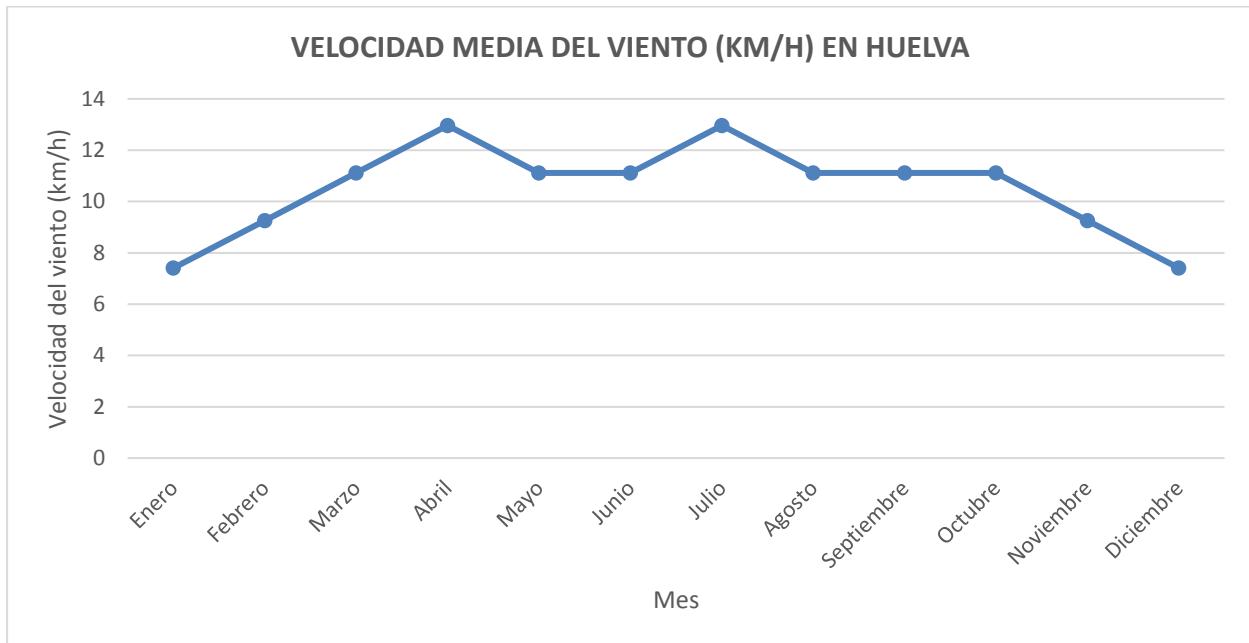


Figura 3-7. Velocidad media del viento en Huelva

3.5.3 Datos climatológicos extremos

Los datos recogidos por la AEMET son los registrados entre los años 1920 y 1984, pero pueden dar una buena aproximación de cuáles han sido los valores extremos que han sucedido en la historia reciente de la provincia de Huelva [23].

Máximo número de días de lluvia en el mes: 23 (enero 1970)

Máximo número de días de nieve en el mes: 2 (octubre 1969)

Máximo número de días de tormenta en el mes: 9 (noviembre 1983)

Precipitación máxima en un día (l/m²): 92.0 (19 octubre 1940)

Precipitación mensual más alta (l/m²): 336.0 (noviembre 1983)

Precipitación mensual más baja (l/m²): 0.0 (septiembre 1974)

Racha máxima de viento (km/h): 122 (19 diciembre 1973 11:45)

Temperatura máxima absoluta (°C): 43.0 (19 agosto 1982)

Temperatura media de las máximas más alta (°C): 35.7 (agosto 1949)

Temperatura media de las mínimas más baja (°C): 1.5 (febrero 1938)

Temperatura media más alta (°C): 28.4 (agosto 1949)

Temperatura media más baja (°C): 7.4 (febrero 1956)

Temperatura mínima absoluta (°C): -5.8 (17 febrero 1938)

3.5.4 Otros datos

La **nieve** es escasa en la provincia, por lo que no es un factor a tener en cuenta. La última nevada se registró en el año 1954 y, en total, solo hubo tres durante todo el siglo XX. El período de retorno medio es de 50 años [24].

El riesgo de **seísmo** en Huelva no es especialmente alto, pero sí hay que tener en cuenta que se pueden producir tsunamis. El último terremoto con un valor mayor de 6 en la escala Richter data del año 1989. El peor acontecimiento tuvo lugar con el tsunami de Lisboa de 1755 [25].

Tanto el número de días con riesgo de **heladas** y **tormentas** es muy bajo en esta zona, teniendo valores nulos en verano y siendo ligeramente superior a cero en los meses de invierno.

3.6. Situación proyectada futura

La situación que se quiere estudiar en este apartado es la descripción y justificación de las instalaciones contra incendios que son necesarias para garantizar la seguridad frente al fuego en el almacenamiento de biomasa a intemperie en el establecimiento indicado.

El área estudiada tiene una superficie de 67094m² y es donde se almacena la biomasa al aire libre, material cuyas características se desarrollan en los anteriores apartados. Tanto el personal como las actividades que se realizan, así como los viales y la situación climatológica, ya están definidas.

A partir de este momento se procede al cumplimiento de lo dispuesto en el Real Decreto 2267/2004, del 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales (en adelante RSCIEI) [15].

3.6.1 Caracterización de los establecimientos industriales en relación con la seguridad contra incendios

Se define el establecimiento en este anexo, y a lo largo de todo el documento, como un espacio industrial destinado al almacenamiento de biomasa a intemperie de diferentes tipos y características, ya definidas previamente.

Los establecimientos industriales se caracterizan por su configuración y ubicación con relación a su entorno y por su nivel de riesgo intrínseco.

3.6.1.1 Configuración y ubicación con relación a su entorno

La actividad que se desarrolla se produce en un espacio abierto, y, como el almacenamiento no se produce en ningún tipo de edificación, es decir, no tiene cerramientos laterales, se considera el establecimiento como de TIPO E (el menos restrictivo según el reglamento).

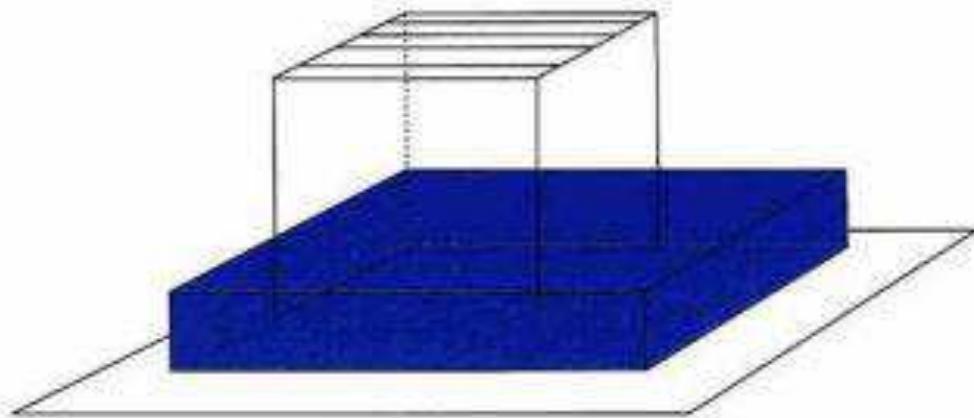


Figura 3-8. Establecimiento industrial Tipo E

Para la configuración de TIPO E se considera que la superficie total que ocupa el establecimiento constituye un área de incendios abierta, definida solamente por su perímetro.

3.6.1.2 Nivel de riesgo intrínseco

Para el cálculo del nivel de riesgo intrínseco es necesario determinar previamente la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del área de incendios, cuya expresión para actividades de almacenamiento es la siguiente:

$$Q_s = \frac{\sum_{i=1}^i q_{vi} C_i h_i s_i}{A} R_a$$

La densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, tiene un valor de $10682,86 \frac{MJ}{m^2}$, por tanto, según el reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales, el nivel de riesgo intrínseco del área de incendios que se está analizando es ALTO 7. Dicho valor se obtiene de la siguiente tabla del RSCIEI:

Nivel de riesgo intrínseco		Densidad de la carga de fuego ponderada y corregida	
		Mcal/m ²	MJ/m ²
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 3. Nivel de riesgo intrínseco [15]

3.6.2 Requisitos constructivos de los establecimientos industriales según su configuración, ubicación y nivel de riesgo intrínseco

La única condición, en cuanto a la ubicación se refiere, que deben cumplir los establecimientos industriales de tipo E, es que no pueden estar a menos de 25 metros de una masa forestal cuando su riesgo intrínseco sea alto. El área de incendio cumple el riesgo alto, pero no hay ninguna masa forestal cercana, por lo que no tiene ningún tipo de limitación en la ubicación.

Al ser un área de incendios, no necesita ninguna sectorización independientemente del área que ocupe la misma. Sin embargo, sí existen una serie de restricciones en el almacenamiento de materiales combustibles, como es el caso de la biomasa. Los requisitos son los siguientes:

- Superficie máxima de cada pila: $500m^2$
- Volumen máximo de cada pila: $3500m^3$
- Altura máxima de cada pila: 15m
- Longitud máxima de cada pila:
 - Si el pasillo entre pilas es $\geq 2,5m$: 45m
 - Si el pasillo entre pilas es $\geq 1,5m$: 20m

Además de las restricciones ya citadas, consecuencia del almacenamiento de materiales, deberá de cumplir los requisitos impuestos por el reglamento para la evacuación y señalización de las zonas de incendios:

- Anchura de la franja perimetral: la altura de la pila y como mínimo 5m
- Anchura para caminos de acceso de emergencia: 4,5m
- Separación máxima entre caminos de emergencia: 65m
- Anchura mínima de pasillos entre pilas: 1,5m

Con estas condiciones se realiza la siguiente distribución (explicada con detalle en el Anexo de Cálculos):

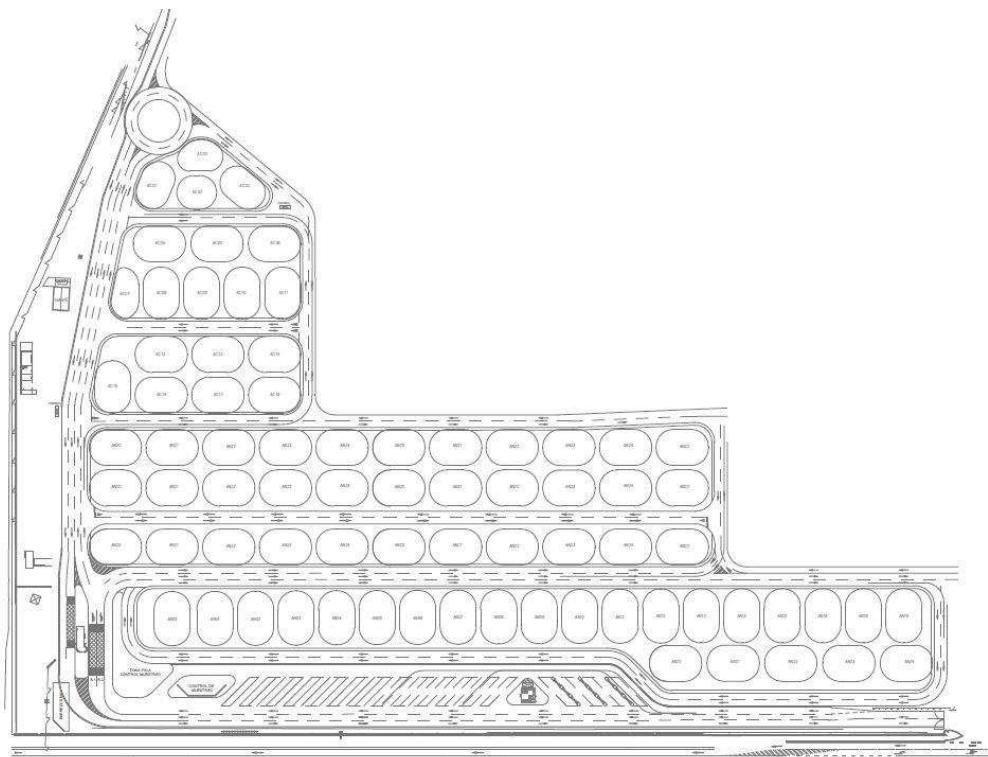


Figura 3-9. Distribución de las pilas de biomasa en el establecimiento

Comuesto por 78 pilas de biomasa, de $500m^2$ de superficie y 4,5m de altura, que hacen un total de $1413,72m^3$ de material en cada pila, repartidas en las 5 zonas disponibles para ello.

3.6.3 Requisitos de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales

3.6.3.1 Sistemas automáticos de detección de incendios

No es obligatorio la instalación de sistemas automáticos de incendios para el tipo de área de incendios que se quiere proteger. Aún así, como mejora, se dotará la zona con cámaras termográficas que se distribuirán de manera que cubran toda la superficie donde se almacena el material.

3.6.3.2 Sistemas manuales de alarma de incendios

La zona de almacenamiento de biomasa es un establecimiento TIPO E, por lo que no existen elementos verticales, tales como muros o cerramientos, donde se puedan instalar los sistemas manuales.

Además, dado el tipo de actividad realizada en la planta, que consistirá en el movimiento de camiones destinados a carga y descarga de biomasa, y en los trabajos de apilamiento, clasificación y trituración que se realizarán mediante maquinaria pesada, no resulta efectiva la instalación de este sistema de protección contra incendios.

La carencia de este tipo de sistemas se complementa con la instalación de cámaras termográficas distribuidas en la superficie dedicada al almacenamiento.

3.6.3.3 Monitores

La instalación de monitores no es exigida por la normativa, pero se incluirán en la instalación de hidrantes como mejora en la protección contra incendios de la planta.

Cada uno de estos monitores irán incluidos mediante un acoplador a cada uno de los hidrantes y tienen la función de ampliar el radio de acción de los hidrantes y, de esta manera, conseguir una mayor eficacia a la hora de extinguir algún posible foco de incendios.

Tanto la presión como el caudal requeridos por estos elementos son mayores que para hidrantes, por tanto, es de uso exclusivo para bomberos.

3.6.3.4 Hidrantes

La normativa exige la instalación de un sistema de hidrantes exteriores porque el área de incendios tiene una superficie mayor a 15.000m² (concretamente 67.095m²) y tiene un nivel de riesgo intrínseco alto.

La instalación de hidrantes debe cumplir las siguientes características, según el RSCIEI:

- La zona protegida por cada uno de ellos es la cubierta por un radio de 40 metros, 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 100mm
- La distancia entre el emplazamiento de cada hidrante y el límite exterior del edificio o zonas protegidas, medida perpendicularmente a la fachada, debe ser al menos de 5 metros
- Según la tabla adjunta, el caudal necesario es de 3000 l/min y una autonomía de 90 minutos (por ser un establecimiento de tipo E y tener un riesgo intrínseco alto)

CONFIGURACIÓN ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL	NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO					
	BAJO		MEDIO		ALTO	
TIPO	CAUDAL (L/MIN)	AUTON. (MIN)	CAUDAL (L/MIN)	AUTON. (MIN)	CAUDAL (L/MIN)	AUTON. (MIN)
A	500	30	1000	60	---	
B	500	30	1000	60	1000	90
C	500	30	1500	60	2000	90
D y E	1000	30	2000	60	3000	90

Tabla 4. Caudal y autonomía necesarios

- Cuando en un establecimiento industrial, constituido por configuraciones de tipo C, D o E, existan almacenamientos de productos combustibles en el exterior, los caudales indicados en la tabla se incrementarán en 500 l/min
- La presión mínima en las bocas de salida de los hidrantes será de 5 bar cuando se estén descargando los caudales indicados

Otras consideraciones a tener en cuenta, según la Asociación de Investigación para la Seguridad de Vidas y Bienes [26], son las siguientes:

- Como se indica en la siguiente tabla, el número de salidas actuando a la misma vez, para riesgo alto y superficie mayor de 500 metros, es de 7

Superficie de incendios [m ²]	RIESGO BAJO		RIESGO MEDIO		RIESGO ALTO	
	Nº DE SALIDAS DE 70 mm	AUTON. (MIN)	Nº DE SALIDAS DE 70 mm	AUTON. (MIN)	Nº DE SALIDAS DE 70 mm	AUTON. (MIN)
300	---	---	2	90	2	90
1000	1	60	2	90	2	90
2000	1	60	2	90	4	90
3000	2	60	3	90	4	90
5000	2	60	4	90	6	90
>5000	3	60	5	90	7	90

Tabla 5. Salidas y autonomía de la red de hidrantes

- La red se dispondrá en anillo, salvo imposibilidad manifiesta, con válvulas de seccionamiento que aseguren al menos el servicio de tres hidrantes en el caso de averías parciales.
- En una instalación de hidrantes deberán disponerse, como mínimo, tantos Equipos Auxiliares Complementarios como salidas de 70 mm de utilización simultánea se establecen, en este caso 7.

Consideraciones:

- Para mejorar la efectividad de los hidrantes, y de esa manera aumentar el radio de la zona protegida por cada hidrante, se instalan monitores. La inclusión de los monitores hace que el radio de alcance de los hidrantes pase de 40 a 50 metros, pudiéndose llegar hasta los 60 metros
- El caudal total es de 3500 l/min (3000 l/min por el tipo de establecimiento + 500 l/min por ser de almacenamiento la actividad del establecimiento)
- Se colocará una válvula sectorizada cada 4 hidrantes
- Existen dos acometidas a la red de abastecimiento de agua

Las dos redes de distribución de agua se dispondrá de la siguiente manera, teniendo dos acometidas de abastecimiento de agua, una en cada extremo de la red:

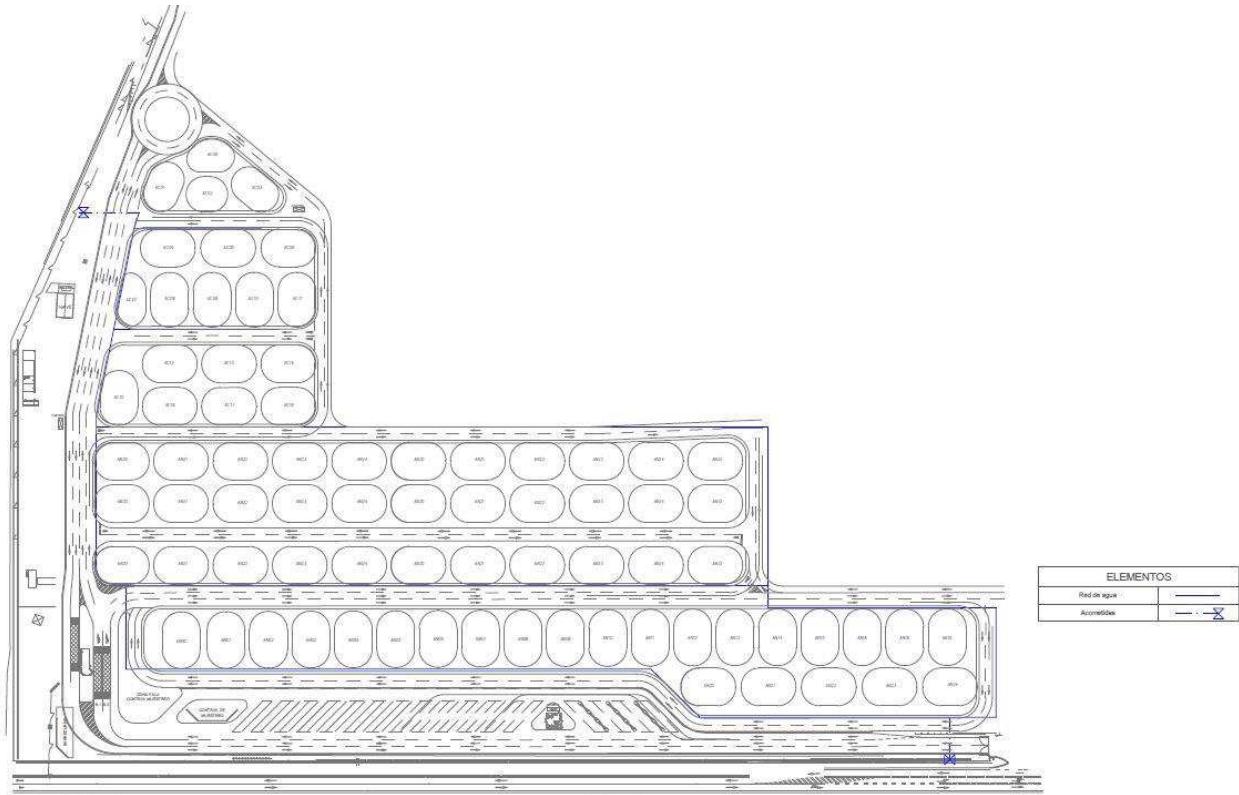


Figura 3-10. Red de distribución de agua

Como se observa, la red de distribución de aguas está situada debajo de los viales. Para facilitar la comprensión de la distribución de los elementos, las siguientes imágenes contienen sólo el anillo de la red de distribución de agua. Los planos completos se encuentran en el apartado de Planos de la Memoria.

Por tanto, la red de abastecimiento de agua tendría la siguiente forma:

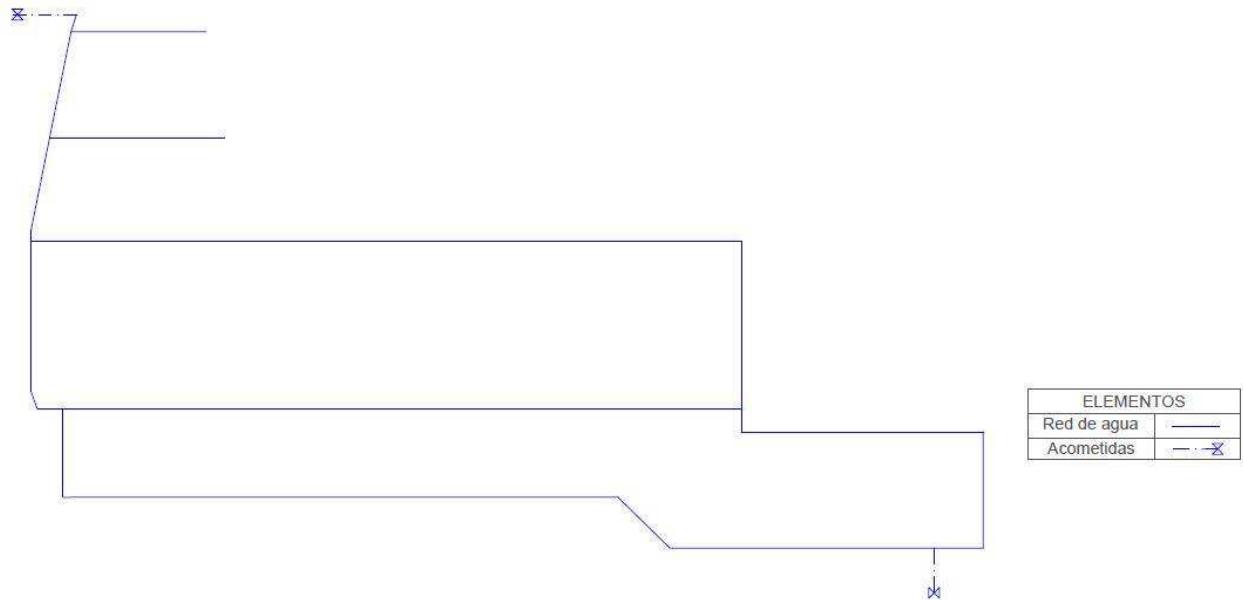


Figura 3-11. Red de distribución de aguas (anillo)

Con estos requisitos, se instalarán los hidrantes de manera que cubran toda la superficie del establecimiento industrial. La instalación contará con un total de 24 hidrantes de columna seca de 4" y 10 válvulas sectorizadas, que se distribuyen de la siguiente manera:

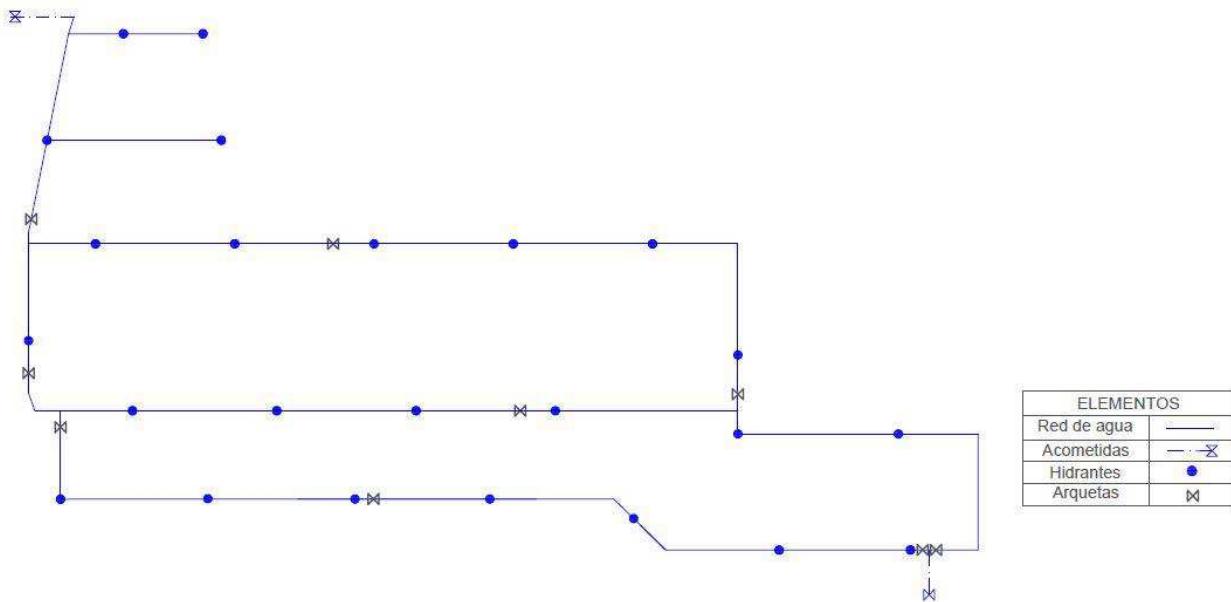


Figura 3-12. Distribución de los hidrantes y las válvulas sectorizadas

Además, cada uno de los hidrantes irá acompañado de un monitor con dos bocas de 70mm y una de 100mm.

Con la colocación de los monitores se consigue que el radio de alcance pase de los 40 a los 50 metros, reduciendo así el número de hidrantes necesarios para cubrir la misma superficie y complementando la instalación debido a la ausencia de otras instalaciones que son de poca utilidad en este caso. Por tanto, el radio de acción de los hidrantes con el monitor acoplado queda de la siguiente forma:

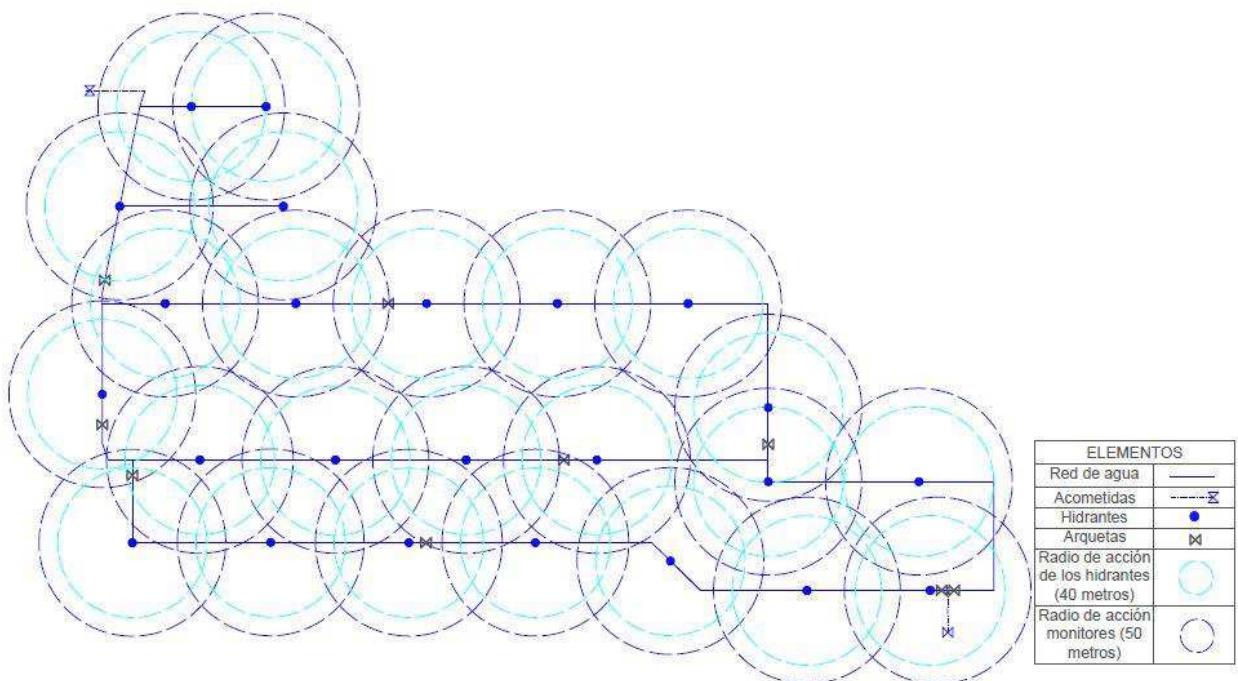


Figura 3-13. Radio de acción de hidrantes y monitores

En este sistema, la instalación tiene un caudal de 3500 l/min, una autonomía de 90 minutos y una presión mínima de 5 bares en hidrantes y 7 bares en monitores. El grado de simultaneidad, en el caso más desfavorable, puede llegar a ser hasta de 7 elementos conectados.

Con el gran alcance de estos monitores se consigue que la extinción se pueda realizar desde lugares de fácil acceso, mejorando la seguridad del personal en el control del incendio.

3.6.3.5 Sistema de abastecimiento de agua contra incendios

El sistema de abastecimiento de agua es necesario porque, aunque no se contará con la instalación de bocas de incendio equipadas ni con sistemas de rociadores automáticos, es necesario suministrar agua a la instalación de hidrantes.

Según los cálculos realizados en el anexo, la instalación debería tener, como mínimo, las siguientes características:

- Volumen del depósito: 360 m³
- Grupo de presión: 7,513 bar
- Caudal que suministra: 240 m³/h

Como el proyecto de acopio de biomasa se trata de solo una parte del establecimiento industrial, estas condiciones deben de ser suministradas por el sistema de bombas y de almacenamiento de agua que tiene la planta industrial en su conjunto.

El grupo de presión contra incendios del establecimiento está compuesto por una bomba eléctrica, una bomba diesel y una electrobomba “jockey”, que deben suministrar a toda la instalación un caudal de 454 m³/h y una presión de 10 bar. El volumen del depósito es de 1515m³.

Tanto el grupo de presión como el volumen del depósito instalados cumplen, con un margen de error considerable, las condiciones mínimas de seguridad que se necesitan en la zona de almacenamiento de biomasa.

3.6.3.6 Extintores

La instalación de extintores es obligatorios para cualquier área o sector de incendios según el RSCIEI. En este caso, el combustible que se tiene es biomasa, es decir, se puede considerar como combustible de clase A.

Como el área total es superior a 300m² y el nivel de riesgo intrínseco es alto, la eficacia mínima de cada extintor portátil debe ser 34A.

GRADO DE RIESGO INTRÍNSECO DEL SECTOR DE INCENDIOS	EFICACIA MÍNIMA DEL EXTINTOR	ÁREA MÁXIMA PROTEGIDA DEL SECTOR DE INCENDIO
BAJO	21A	Hasta 600m ² (un extintor más por cada 200m ² , o fracción, en exceso)
MEDIO	21A	Hasta 400m ² (un extintor más por cada 200m ² , o fracción, en exceso)
ALTO	34A	Hasta 300m ² (un extintor más por cada 200m ² , o fracción, en exceso)

Tabla 6. Eficacia mínima y área máxima protegida por los extintores

Uno de los requisitos que debe cumplir, al ser un área de incendios, es que el recorrido máximo hasta un extintor no puede superar los 25 metros. Según la normativa, hace falta un extintor cada 300m², esto quiere decir que como la superficie total del área de incendios es de 67094m², harían falta 223 extintores distribuidos por la zona.

Existen una serie de condicionantes que hacen que instalar tal número de extintores sea ineficaz:

- Los pasillos o sendas entre pilas no son lugar de presencia del personal
- El personal en la planta no es muy numeroso (una media de 13 personas en planta)

- Zona de difícil acceso
- La ubicación de alguno de los extintores podría suponer un obstáculo a la operación de la planta

Debido a estos condicionantes, se propone colocar 2 extintores portátiles de 9 kg de polvo ABC eficacia 34A 233B C junto a cada hidrante para una primera intervención mientras se da aviso a la brigada de incendios.

Por tanto, se instalarán 48 extintores, uno a cada lado de cada hidrante.

Además se proponen otras medidas como restringir la presencia de personal sin vehículo, que todos los vehículos lleven la dotación reglamentaria de extintores de polvo ABC, y mejoras para intentar complementar la falta de extintores que exige la normativa, como son las cámaras termográficas y los monitores instalados en cada hidrante.

3.6.3.7 Sistemas de boca de incendio equipadas (BIE)

Según el reglamento, al tratarse de un establecimiento con una configuración tipo E, tener un nivel de riesgo intrínseco alto y una superficie ocupada de más de 5000m², es necesario la instalación de un sistema de bocas de incendio equipadas.

Si bien su implementación es obligatoria, a lo largo de este documento se exponen una serie de razones para sustituir este sistema de extinción de incendios por otros de prevención y extinción que sustituyan o incluso mejoren la labor de las bocas de incendios.

Las medidas que se adoptan se deben a varias razones:

- El radio de acción de las bocas de incendio es muy pequeño (25 metros) en comparación con el radio de acción de hidrantes (40 metros) y monitores (50 metros)
- El número de bocas de incendio necesarias para cumplir con la normativa sería muy elevado y de poca utilidad
- Es una zona de difícil acceso, con poco personal y de elevado riesgo intrínseco como para que las bocas de incendios tengan un papel importante a la hora de extinguir un incendio

Por ello, se opta por sustituir este sistema por:

- La inclusión de monitores en la totalidad de los hidrantes instalados
- Cámaras termográficas
- Armario de dotación reglamentaria

En el Anexo de Cálculos se realiza una instalación de BIEs, donde se cumple con la normativa, para este establecimiento industrial.

3.6.3.8 Sistemas de alumbrado de emergencia

La ocupación de la planta es mayor a 10 personas, por tanto, según la normativa el recinto debe contar con un sistema de alumbrado de emergencia.

3.6.3.9 Cámaras termográficas

Las cámaras termográficas son elementos que, aunque no lo exija la normativa, se introducen como mejora para la prevención de incendios. Se instalarán de manera que cubran toda la superficie donde se almacena el material.

Se dispondrán 4 cámaras termográficas en la planta que irán conectadas a un sistema de comunicación y alarmas. Estas herramientas ayudan a ver a través del humo y a controlar la expansión del fuego, permitiendo visualizar con rapidez su plan de ataque y localizar puntos calientes.

3.6.3.10 Armarios de dotación

Como dotación complementaria a la instalación exigida por la legislación actual, se instalarán armarios de dotación, uno por cada hidrante con monitor y equipado por tres mangueras de 15 metros:

- 1 Bifurcación 45x45 s/tapas c/racores.
- 1 Racor r/exterior 70 mm.
- 2 Manguera SATUR 45 mm y 15 m racorada.
- 1 Manguera SATUR 70 mm y 15 m racorada.
- 1 Lanza 70 mm.
- 2 Lanzas 45 mm.
- 1 Reducción 70/45.

En total se colocarán 24 armarios de dotación complementaria.

3.6.3.11 Señalización

Aunque no sería necesaria la colocación de señalización, ya que las vías de salida son fácilmente localizables desde cualquier punto del establecimiento, como mejora se añadirán las señalizaciones de los elementos según reglamentación indicando la ubicación de cada hidrante, armario de dotación, extintor y válvula de sectorización. Las características de dichas indicaciones serán conforme a los requisitos del Real Decreto 485/1997 sobre señalización de Seguridad y Salud en el trabajo.

El acceso a las sendas entre pilas para personal a pie está prohibido salvo para los empleados de logística que controlan el apilamiento de la biomasa.

3.6.3.12 Vehículos

Los vehículos que operan en la planta son, tanto los camiones de 20 toneladas que se encargan de la carga y descarga del material, como las palas cargadoras y maquinaria que se encuentran permanentemente en la instalación y hacen labores de movimiento de material y limpieza.

Todos los vehículos están dotados de extintores ABC 34 A 144B.

3.6.3.13 Sistemas que no requieren su instalación

- Sistemas de columna seca
- Sistemas de rociadores automáticos de agua
- Sistemas de agua pulverizada
- Sistemas de espuma física
- Sistemas de extinción por polvo
- Sistemas de extinción por agentes extintores gaseosos
- Sistema de comunicación de alarmas

ANEXO A: CÁLCULOS

A.1 Pilas

El número y el tamaño de las pilas de biomasa que se distribuirán en la planta industrial dependen tanto de la normativa del RSCIEI como de las condiciones iniciales del Proyecto: superficie total disponible y volumen de materia que se quiere almacenar.

- Normativa. Requisitos constructivos de los establecimientos industriales

Superficie máxima de cada pila: 500m²

Volumen máximo de cada pila: 3500m³

Altura máxima de cada pila: 15m

Longitud máxima de cada pila:

- Si el pasillo entre pilas es $\geq 2,5\text{m}$: 45m
- Si el pasillo entre pilas es $\geq 1,5\text{m}$: 20m

Además de las restricciones ya citadas, como consecuencia del almacenamiento de materiales, deberá cumplir los requisitos impuestos por el reglamento para la evacuación y señalización de las zonas de incendios:

- Anchura de la franja perimetral: la altura de la pila y como mínimo 5m
- Anchura para caminos de acceso de emergencia: 4,5m
- Separación máxima entre caminos de emergencia: 65m
- Anchura mínima de pasillos entre pilas: 1,5m

- Superficie total disponible

El área total de la zona de almacenamiento de biomasa es de 67094m² (línea roja en la imagen). A esta superficie hay que descontarle los viales y zonas que no se destinarán al almacenamiento. Por tanto, se puede dividir en 5 zonas (línea azul en la imagen) que se distribuyen de la siguiente manera:

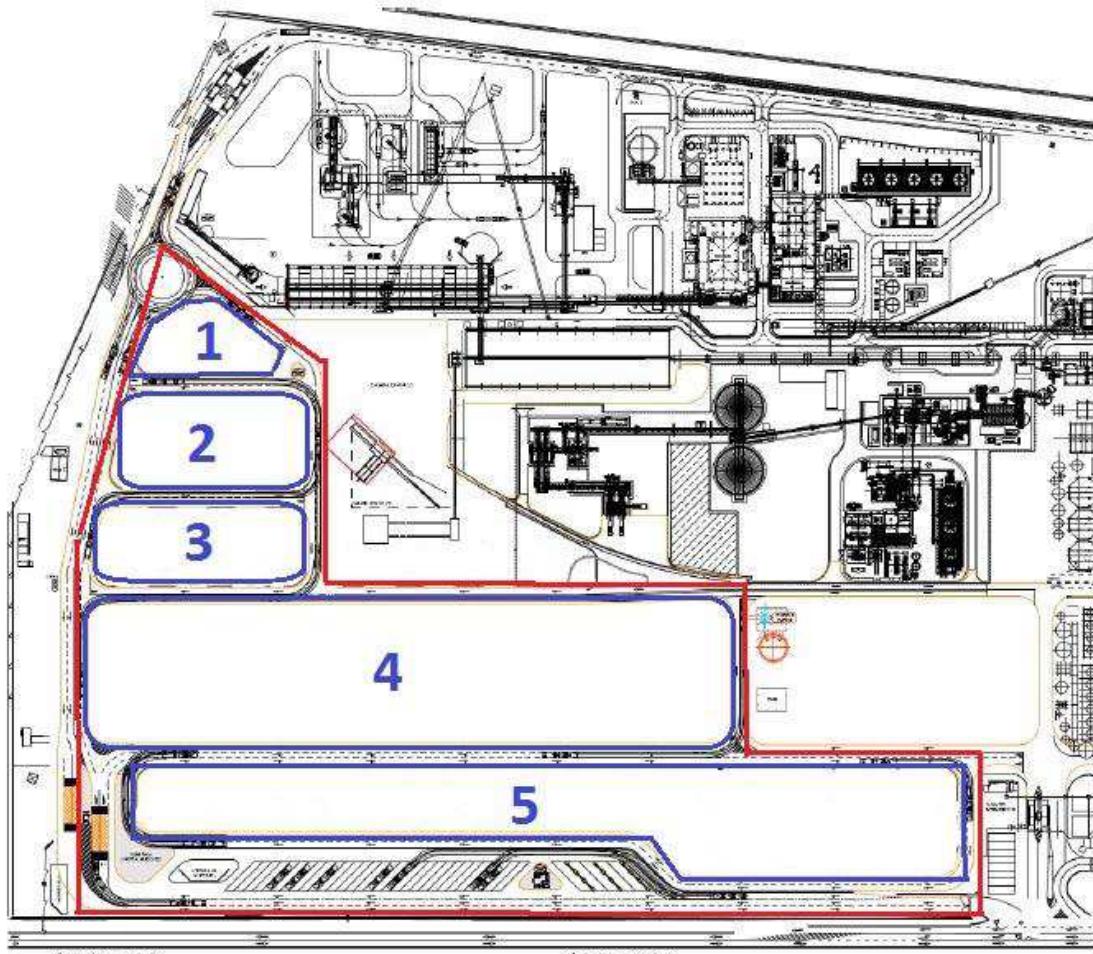


Figura A-0-1. Superficie disponible para el apilamiento de biomasa

Las dimensiones de cada una de las 5 divisiones son las siguientes:

- Zona 1: 3.200m^2
- Zona 2: $95 \times 52 = 4.940\text{m}^2$
- Zona 3: $105 \times 43,5 = 4.567,5\text{m}^2$
- Zona 4: $348 \times 80 = 27.840\text{m}^2$
- Zona 5: $442 \times 34 + 180 \times 25 = 19.528\text{m}^2$

El conjunto de las zonas hacen un total de $60.075,5\text{m}^2$ de superficie disponible para el apilamiento de biomasa. El resto hasta llegar a los 67.094m^2 corresponden a viales y otras zonas que no se usarán para el almacenamiento.

- Volumen de materia que se quiere almacenar

Las instalaciones de protección contra incendios se van a diseñar considerando que el almacenamiento se encuentra al máximo de su capacidad y teniendo en cuenta las restricciones de la normativa.

Como se contempla en el capítulo 3.5.2. de la memoria, el consumo de biomasa es el siguiente:

- Consumo medio anual: 1.555.200 T/año
- Consumo medio mensual: 129.699 T/mes
- Consumo medio diario: 4.320 T/día
- Consumo medio a la hora: 180 T/hora

- Solución adoptada. Características de cada pila

Las dimensiones de cada pila serán de 20 metros de ancho y 30 de largo, a los cuales se le resta cada una de las esquinas, ya que tendrán forma redondeada. El recorte se estima en $25m^2$ por esquina, es decir, $100m^2$ del total de la superficie rectangular. Por tanto, se obtiene la siguiente superficie por pila:

$$\text{Superficie por pila} = 30\text{m ancho} * 20\text{m largo} - 100\text{m}^2 \text{esquinas} = 500\text{m}^2$$

Superficie: 500m^2 (máxima permitida por la normativa).

La altura máxima de cada pila se estima en 4,5 metros, que es la altura que puede llegar a alcanzar la maquinaria encargada del almacenamiento de biomasa (muy inferior a los 15 metros permitidos).

Para el cálculo del volumen se considera cada pila como la mitad de un elipsoide con las siguientes medidas:

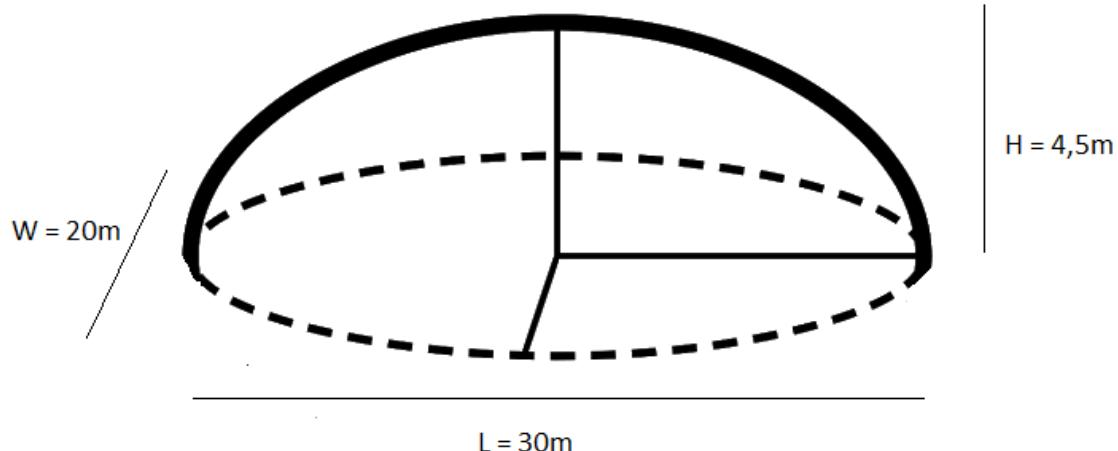


Figura A-0-2. Forma de las pilas de biomasa

$$V = \frac{1}{2} \left(\frac{4}{3} \pi H \frac{W}{2} \frac{L}{2} \right) = \frac{1}{2} \left(\frac{4}{3} \pi 4,5m \frac{20m}{2} \frac{30m}{2} \right) = 1413,72m^3$$

El volumen también cumple con el máximo permitido ($V_{\max} = 3500\text{m}^3$).

Los pasillos entre pilas serán de 2,5m (cumpliendo, además, con la longitud máxima de 45m por pila de la normativa).

Las restricciones de los viales para emergencias se cumplen, tal y como se expone en el apartado 3.5.5 de la memoria.

- Distribución de las pilas

En total se van a distribuir 78 pilas con las mismas dimensiones pero distinta posición.

La capacidad máxima del almacenamiento es de:

$$\text{Capacidad} = N^{\circ} \text{ de pilas} * \text{Volumen de una pila} = 78 * 1413,72m^3 = 110.270,16m^3$$

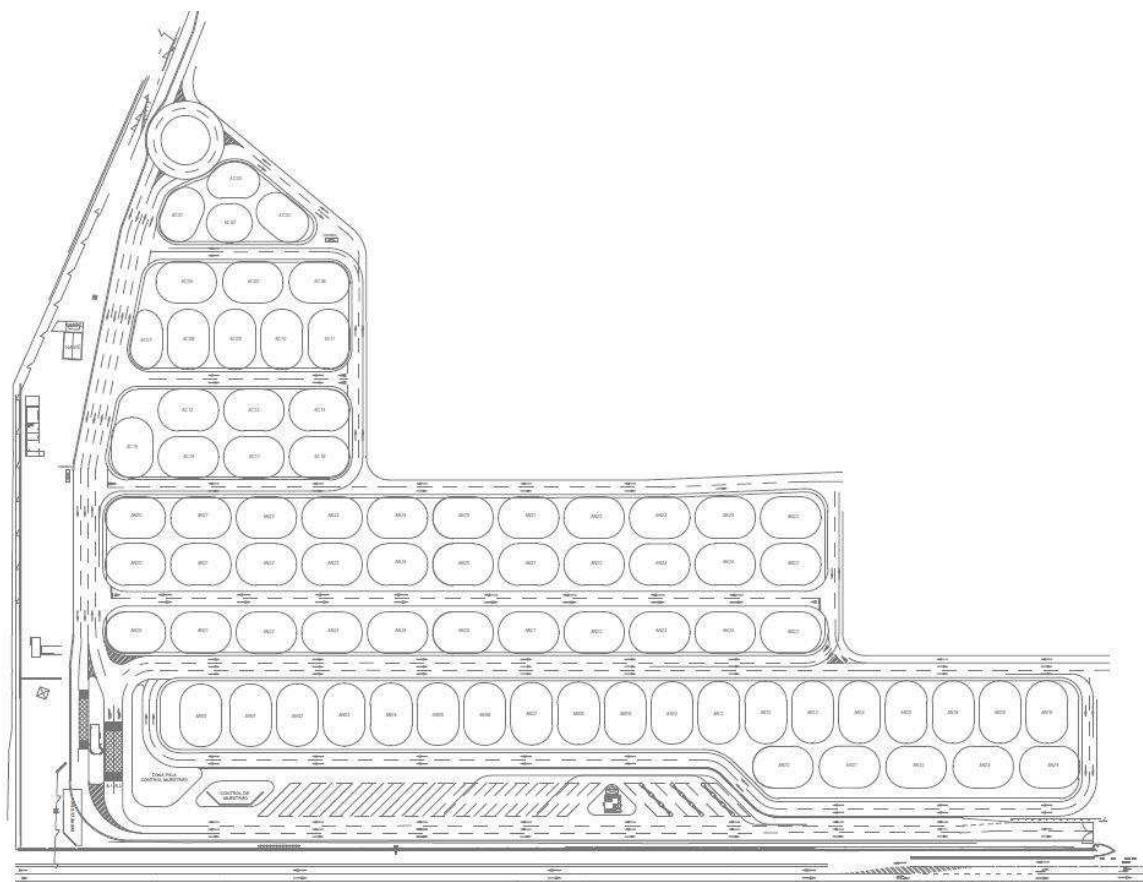


Figura A-0-3. Distribución de las pilas

En la siguiente imagen se observa en detalle las medidas (en metros) de las pilas y la separación entre las mismas.

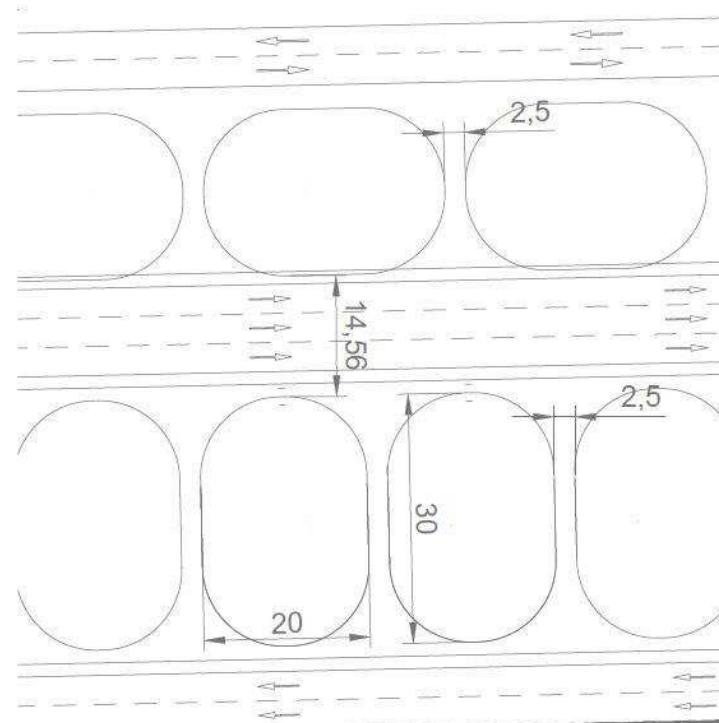


Figura A-0-4. Detalle de las pilas de biomasa

A.2 Carga de fuego ponderada y corregida

Para el cálculo del nivel de riesgo intrínseco es necesario determinar previamente la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del área de incendios, cuya expresión para actividades de almacenamiento es la siguiente [referencia]:

$$Q_s = \frac{\sum_{i=1}^i q_{vi} C_i h_i s_i}{A} R_a$$

donde:

Q_s = densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector o área de incendios [MJ/m²]

q_{vi} = carga de fuego aportada por cada m³ del área de incendio [MJ/m³]

C_i = coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad de cada uno de los combustibles que existen en el área de incendios

R_a = coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el área de incendio

A = superficie ocupada del área de incendio [m²]

h_i = altura de almacenamiento de cada uno de los combustibles [m]

s_i = superficie ocupada en planta por cada zona con diferente tipo de almacenamiento existente en el área de incendio [m²]

- De acuerdo con la Tabla 1.1 del anexo I del RSCIEI [15], para el cálculo del coeficiente que pondera el grado de peligrosidad, C , se considera un valor de 1,30. Se trata de sólidos que tienen un grado de peligrosidad medio, ya que comienzan su ignición a una temperatura comprendida entre 100°C y 200°C y son sólidos que emiten gases inflamables.

VALORES DEL COEFICIENTE DE PELIGROSIDAD POR COMBUSTIBILIDAD, C_i		
ALTA	MEDIA	BAJA
Líquidos clasificados como clase A en la ITC-APQ1	Líquidos clasificados como subclase B2 en la ITC, MIE-APQ1	Líquidos clasificados como clase D en la ITC MIE-APQ1
Líquidos clasificados como clase B1, en la ITC MIE-APQ1	Líquidos clasificados como clase C en la ITC MIE-APQ1	Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura superior a 200°C
Sólidos capaces de iniciar su combustión a una temperatura inferior a 100°C	Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura comprendida entre 100°C y 200°C	
Productos que pueden formar mezclas explosivas con el aire a temperatura ambiente	Sólidos que emiten gases inflamables	
Productos que pueden iniciar combustión espontánea en el aire a temperatura ambiente		
$C_i = 1,60$	$C_i = 1,30$	$C_i = 1,00$

Tabla 7. Coeficientes de peligrosidad por combustibilidad

- El área total, A, del área de incendios es de 67094m².
- El volumen correspondiente al almacenamiento del producto, es decir, el valor de su superficie, s, por su altura, h, está compuesto por las diferentes pilas de biomasa:
 - N° de pilas = 78
 - s = 500m²
 - h = 4,5m
 - V_{pila} = 1413,72m³
 - V_{total} = 110.270,16m³
- Tanto la carga de fuego, q_{vi}, como el coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad, R_a, se obtienen de la Tabla 1.2 del anexo I del RSCIEI [15], según el proceso industrial que se desarrolla en el área de incendios, en este caso, almacenamiento de biomasa. Como más del 70% de la biomasa almacenada es leña, se consideran los siguientes parámetros:
 - q_{vi} = 2500 MJ/m³
 - R_a = 2

Por tanto, el cálculo resulta de la siguiente manera:

$$Q_s = \frac{\sum_{i=1}^i q_{vi} C_i V_{total}}{A} R_a = \frac{2500 \frac{MJ}{m^3} * 1,30 * 110.270,16m^3}{67094m^2} * 2 = 10.682,86 \frac{MJ}{m^2}$$

A.3 Grupo de presión necesario y caudal suministrado

Para calcular el grupo de presión necesario, se calcularán las dos situaciones más desfavorables, en la que se cierra una de las redes de distribución (existen dos) y tenga que funcionar la instalación con el máximo caudal establecido por la normativa, llegando a los hidrantes que están más alejados de la red de distribución.

$$h_{total} = h_f + h_v + P_{elemento}$$

Para el cálculo de las pérdidas de presión se utiliza la fórmula de Manning para tuberías:

$$h_f = \frac{4^{(\frac{10}{3})} * n^2}{\pi^2 * D^{(\frac{16}{3})}} * L * Q^2$$

donde:

h_f = pérdida de carga debido a la fricción [mca]

n = coeficiente que depende de la rugosidad de la pared

D = diámetro de la tubería [m]

L = longitud de la tubería [m]

Q = caudal circulante [m³/s]

Para el cálculo de las pérdidas de carga localizadas se utiliza la siguiente fórmula:

$$h_v = K * \left(\frac{v^2}{2 * g} \right)$$

donde:

h_v = pérdida de carga localizada [mca]

K = coeficiente adimensional determinado en forma empírica para cada tipo de punto singular

v = velocidad media del agua [m/s]

g = aceleración de la gravedad [m/s²]

TIPO DE SINGULARIDAD	K
Válvula de compuerta totalmente abierta	0,2
Válvula de compuerta mitad abierta	5,6
Curva de 90º	1
Curva de 45º	0,4
Válvula de pie	2,5
Emboque (entrada en una tubería)	0,5
Salida de una tubería	1
Ensanchamiento brusco	$(1-(D_1/D_2)^2)^2$
Reducción brusca de sección (Contracción)	$0,5*(1-(D_1/D_2)^2)^2$

Tabla 8. Tipo de singularidades en tuberías

Lo primero que hay que seleccionar es el tipo de tuberías que se van a utilizar en la instalación. Se pueden elegir entre varios tipos y, a continuación, se enumeran una serie de ventajas y desventajas de cada uno de ellos:

- Fundición: Tienen la ventaja de la resistencia a la corrosión, poco envejecimiento, resistencia con un revestimiento interior adecuado, resistencia al choque térmico, débil propagación del ruido por su masa y resistencia al fuego. Como inconveniente tiene la rugosidad interior y su fragilidad.
- PVC: Entre sus ventajas se encuentran la facilidad de transporte y la puesta en obra o el buen acabado interno. Destaca la escasa resistencia a la intemperie y al paso del agua a más de 60°C.
- Polietileno: Tiene características similares al PVC y, además, es resistente a la luz solar y al calor. Entre sus inconvenientes destacan la vulnerabilidad frente al oxígeno, por lo que no es recomendable exponerlo prolongadamente a la intemperie. Existen dos variantes del polietileno:
 - Baja densidad: Mucho más flexible
 - Alta densidad: Alta calidad y economía del material
- Acero: Tienen la ventaja de la facilidad de trabajo y buenas características mecánicas, soldable y de coste aceptable. Tiene el inconveniente de la facilidad de corrosión con el peligro de destrucción del material. También existen varias variantes:
 - Al carbono: Mayor dureza y flexibilidad
 - Inoxidable: Resistencia a la oxidación

Por sus características, se seleccionan tuberías de polietileno de alta densidad. Para elegir el modelo, se busca que la velocidad del fluido no sea mayor a 1 m/s.

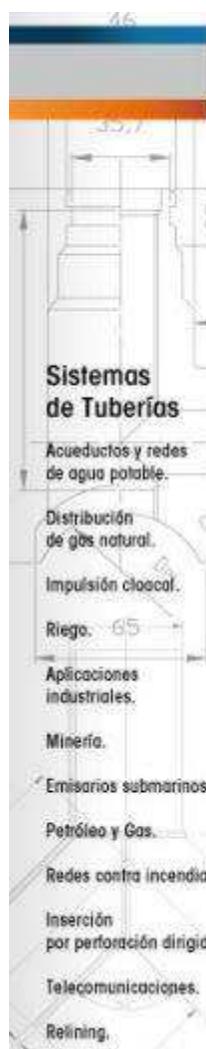
El caudal que necesita la instalación en el caso más desfavorable es de 3500 l/min.

$$Q = 3500 \frac{l}{min} = 0,0583 \frac{m^3}{s}$$

Por tanto, el diámetro de la tubería debe ser mayor a:

$$v = \frac{Q}{\pi \frac{D^2}{4}} \quad \rightarrow \quad D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}} = D = \sqrt{\frac{4 * 0,0583}{\pi * 1}} = 0,272m$$

En la siguiente tabla se muestran los diámetros nominales del Polietileno de Alta Densidad clasificación PE 4710. Las Normas de Fabricación son ASTM (American Society for Testing and Materials Standards) y FM (Factory Mutual) [27].



Tubería RCI

Tubos para REDES CONTRA INCENDIO

Tubo	SDR 11			SDR 9.00		
	PR [psi]	LÍNEA PLASTICAS	LÍNEA PLASTICAS 150	LÍNEA PLASTICAS	LÍNEA PLASTICAS 200	LÍNEA PLASTICAS
DN [mm]	Dext. [mm] Medio	e [mm] Mínimo	Kg/m	e [mm] Mínimo	Kg/m	Medio
75	75.25	6.80	1.48	8.40	1.78	
90	90.3	8.20	2.14	10.10	2.57	
110	110.35	10.00	3.17	12.30	3.81	
125	125.4	11.40	4.12	14.00	4.93	
140	140.45	12.70	5.13	15.70	6.18	
160	160.5	14.60	6.73	17.90	8.04	
180	180.55	16.40	8.51	20.10	10.18	
200	200.6	18.20	10.49	22.40	12.59	
225	225.7	20.50	13.28	25.20	15.93	
250	250.75	22.70	16.35	27.90	19.58	
280	280.85	25.40	20.48	31.30	24.61	
315	315.95	28.60	25.92	35.20	31.13	
355	355.1	32.20	32.91	39.70	39.54	
400	401.2	36.30	41.78	44.70	50.16	
450	451.35	40.90	52.90	50.30	63.50	
500	501.5	45.40	65.28	55.80	78.25	
560	561.7	50.80	81.78	62.50	98.18	
630	631.9	57.20	103.61	70.30	124.24	

Figura A-0-5. Diámetros del polietileno de alta densidad

Se selecciona la tubería de diámetro nominal (DN) 280mm. El tipo de tubería, entre SDR11 y SDR9, se elegirá en función de la presión que tenga la instalación cuando se calcule el caso más desfavorable.

Todos los hidrantes tienen 2 salidas de 70mm y una salida de 100mm.

Caso más desfavorable I:

Para este primer caso, se cierra una de las redes de distribución y se calcula la instalación con los hidrantes más desfavorables, de tal manera que en el hidrante más desfavorable llegue el caudal necesario con una presión mínima de 5 bar como establece la norma.

Como el caudal en el momento más desfavorable es de 3500 l/min, se realizan los cálculos con 7 salidas actuando simultáneamente con un caudal de 500 l/min cada uno.

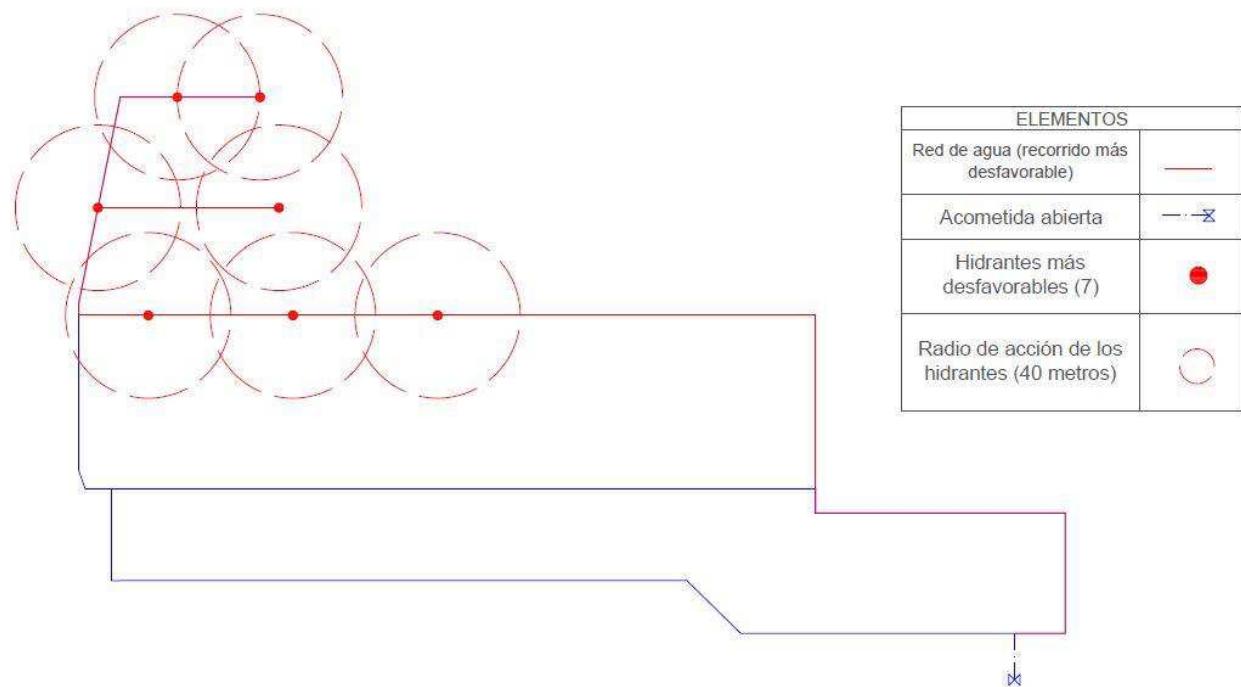


Figura A-0-6. Recorrido hasta el hidrante más desfavorable

$$h_f = \frac{4\left(\frac{10}{3}\right) * n^2}{\pi^2 * D^{\left(\frac{16}{3}\right)}} * L * Q^2$$

Polietileno de Alta Densidad	Condiciones de la conducción			
	Óptimas	Buenas	Aceptables	Malas
Coeficiente n de Manning	0,008	0,009	0,010	0,012

Tabla 9. Coeficientes de Manning para tuberías de polietileno de alta densidad

$n = 0,012$ (se dimensiona con las peores condiciones de conducción)

$D = 280\text{mm} = 0,28\text{m}$

$L = 829,65\text{m}$ (distancia desde la red de distribución al hidrante más desfavorable)

$$Q = 3500 \frac{l}{min} = 0,0583 \frac{m^3}{s}$$

$$h_f = \frac{4\left(\frac{10}{3}\right) * 0,012^2}{\pi^2 * 0,280\left(\frac{16}{3}\right)} * 829,65 * 0,0583^2 = 3,71mca = 0,36bar$$

$$h_v = K * \left(\frac{c^2}{2 * g} \right)$$

$$c = \frac{Q}{\pi \frac{D^2}{4}} = \frac{0,0583 \frac{m^3}{s}}{\pi \frac{(0,280m)^2}{4}} = 0,947 \frac{m}{s}$$

K = 8,4

- 7 curvas de 90° = 7
- 1 curva de 45° = 0,4
- 4 válvulas de compuerta totalmente abierta = 0,8

$$h_v = 8,2 * \left(\frac{0,947^2}{2 * 9,81} \right) = 0,385mca = 0,037bar$$

Por tanto el grupo de presión necesario en este primer caso es el siguiente:

$$h_{total} = h_f + h_v + P_{elemento} = 0,36bar + 0,037bar + 5bar = 5,397bar$$

Caso más desfavorable II:

Para el segundo caso se considera la instalación de hidrantes con 2 monitores actuando simultáneamente con un caudal de 2000 l/min en cada uno. Cada monitor necesita una presión de 7 bar en la salida.

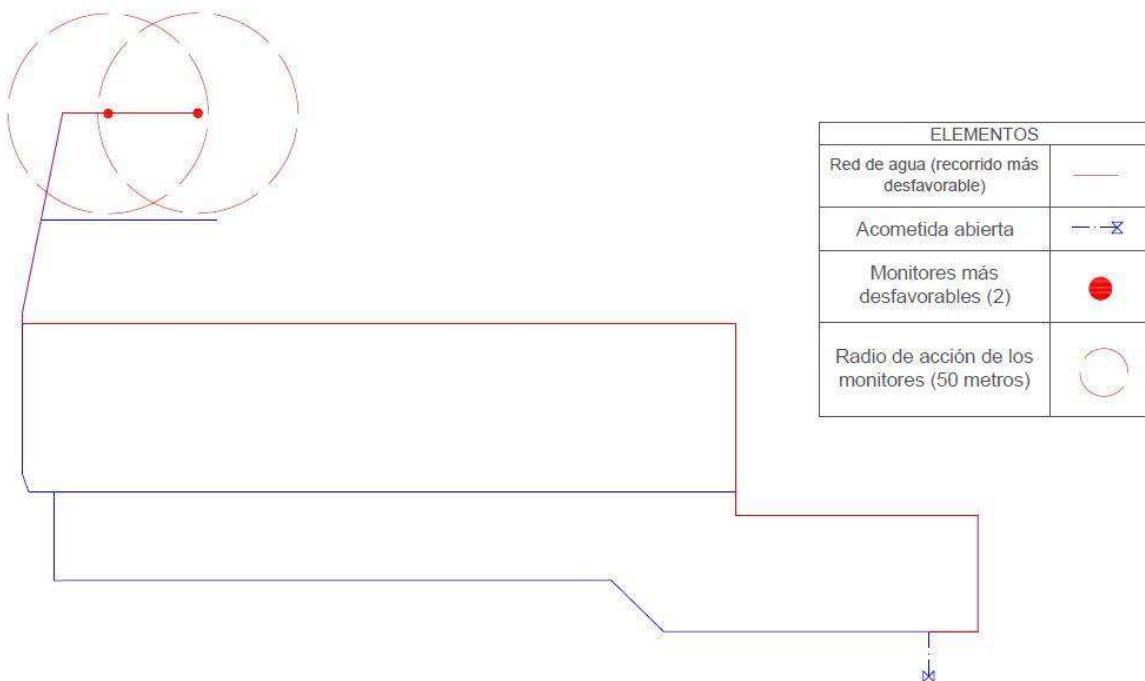


Figura A-0-7. Recorrido hasta el monitor más desfavorable

El único parámetro que cambia en esta segunda hipótesis es el caudal Q, quedando el resto igual.

$$Q = 2 * 2000 \frac{l}{min} = 0,067 \frac{m^3}{s}$$

$$h_f = \frac{4\left(\frac{10}{3}\right) * 0,012^2}{\pi^2 * 0,280\left(\frac{16}{3}\right)} * 829,65 * 0,067^2 = 4,85mca = 0,476bar$$

$$h_v = 8,4 * \left(\frac{0,947^2}{2 * 9,81} \right) = 0,383mca = 0,037bar$$

Por tanto el grupo de presión necesario en el segundo caso es:

$$h_{total} = h_f + h_v + P_{elemento} = 0,476bar + 0,037bar + 7bar = 7,513bar$$

Como el segundo caso es el más desfavorable, la instalación va a necesitar un grupo de presión de 7,513 bar como mínimo, de esa manera cubre los requisitos mínimos que obliga la norma, incluso en el peor de los casos.

El caudal suministrado debe ser, en el peor de los casos, de $0,067 \frac{m^3}{s} = 240 \frac{m^3}{h}$.

A.4 Volumen del depósito

Para el cálculo del volumen del depósito solo se tiene en cuenta la instalación de hidrantes, ya que es el único equipo de protección contra incendios instalado que precisa de agua.

$$V = Q * n * t$$

siendo:

Q = caudal necesario en cada monitor [l/min]

n = simultaneidad de hidrantes trabajando a la vez

t = tiempo de autonomía [min]

$$V = Q * n * t = 2000 \frac{l}{min} * 2 * 90min = 360.000 l = 360m^3$$

El volumen del depósito debe ser, como mínimo, de 360m³.

A.5 BIES

Por si en algún momento se quiere realizar la instalación de bocas de incendio equipadas, según el reglamento, deben tener las siguientes características (por ser de riesgo intrínseco alto):

- El diámetro nominal (DN) de cada BIE debe ser de 45mm
- Simultaneidad: 2
- Tiempo de autonomía: t = 90min
- La presión en la boquilla no puede ser inferior a 2 bar ni superior a 5 bar

El caudal mínimo necesario en cada BIE se calcula con la siguiente fórmula:

$$Q = K\sqrt{10 * P}$$

donde,

Q = caudal mínimo necesario en una BIE [l/min]

K = factor que depende del tipo de diámetro nominal de cada BIE (en este caso, $K = 85$)

P = presión máxima admisible en cada BIE (en este caso, $P = 5\text{bar} = 0,5\text{MPa}$)

$$Q = K\sqrt{10 * P} = 85\sqrt{10 * 0,5\text{MPa}} = 190,065\text{l/min}$$

Este sería el cálculo del caudal mínimo necesario para el funcionamiento de una BIE, pero como el establecimiento es de riesgo alto, se necesitan simultáneamente 3 BIEs funcionando, por lo que:

$$Q_{mín.necesaria} = 3 * Q = 3 * 190,065 \frac{\text{l}}{\text{min}} = 570,19 \text{l/min}$$

Teniendo en cuenta que el tiempo de autonomía debe ser de 90 minutos, el volumen mínimo del depósito debe ser de:

$$V = Q_{mín.necesaria} * t = 570,19 \frac{\text{l}}{\text{min}} * 90\text{min} = 51317,76 \text{l} = 51,32 \text{m}^3$$

ANEXO B: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

Todos los elementos de la instalación de protección contra incendios que a continuación se exponen se obtienen de la empresa Grupo de Incendios [28]. Los elementos de las cámaras termográficas son datos de la empresa Prosegur [29].

Todos los componentes están validados por FM Approvals que es un líder internacional en el sector de servicios de pruebas y homologaciones realizados por entidades independientes. FM Approvals se define como “una marca reconocida y respetada por los organismos reguladores y los propietarios de edificios. Nuestra homologación inspira confianza, impone respeto y ofrece a su producto un acceso al mercado mundial. Nos aseguramos de que los productos y servicios de prevención de siniestros (destinados a ser utilizados en instalaciones comerciales e industriales) cumplan con los requisitos de las normas más exigentes en materia de calidad, integridad técnica y rendimiento”. [30]

Las unidades de la instalación correspondientes a la obra civil se realizan conforme al Pliego General de Carreteras (PG3) y a la Instrucción de Hormigón Armado (EHE).

B.1 Extintores

B.1.1 Extintor 9kg Polvo ABC Eficacia 34A 233B C

- CARACTERÍSTICAS

Clase: Presión permanente

Funcionamiento: Manual

Presión de timbre: 17 Kg/cm²

Agente exterior: Polvo químico ABC

Agente impulsor: Nitrógeno (110 gr.)

Temperatura de utilización: -20°C a 60°C

Carga nominal: 9 Kg. ± 2%

Peso total cargado: 13,770 Kg



Figura B-0-1. Extintor 9kg Polvo ABC Eficacia 34A 233B C

B.2 Hidrantes

B.2.1 Hidrante de columna seca IVANCA 4" RECTO

- DESCRIPCIÓN

Hidrante con forma de columna, cuya columna se vacía automáticamente cuando se cierra la valvula principal para protegerle contra heladas, diseñado para suministrar agua para la lucha contra incendios durante todas las fases del mismo. Es capaz de suministrar gran cantidad de agua en poco tiempo. Permitiendo la conexión de mangueras y equipos de lucha contra incendios, además del llenado de las cisternas de los camiones de bomberos.

Modelo	Entrada	Nº de salidas	Factor Kv	Mínimo Kv UNE EN 14384	Presión de servicio	Presión de prueba
IVANCA 4"	Recta	1 boca 4"	180	>160	16 bar	25 bar
		1 boca 2½"	115	>80		
		1 boca 2½"	115	>80		

Tabla 10. Características del monitor IVANCA 4"

- CARACTERÍSTICAS

Hidrante tipo "C" según norma UNE-EN 14384:2006 (hidrante de columna seca, sistema de drenaje y rotura).

Válula: Tipo globo

Accionamiento: Llave de cuadrado 30x30

Nº vueltas hasta apertura total (totales): 10½ vueltas

Nº vueltas hasta inicio de flujo (muertas) 2½ vueltas

Sistema antirrotura (para protección contra daños mecánicos)

Sistema de drenaje (para evitar el riesgo de heladas)

Sistema de accionamiento con baño de aceite (para un mejor y más fácil mantenimiento, protege contra la

corrosión)

- MATERIALES

Cuerpo / Carrete / Válvula: Fabricado en fundición gris GJL-250, según Norma EN1561.

Mecanismo de accionamiento: Fabricado en latón CuZn39Pb y acero inoxidable 304.

Sistema de cierre: Fabricado en latón CuZn39Pb, acero inoxidable 304 y caucho NBR.



Figura B-0-2. Hidrante de columna seca IVANCA 4" RECTO

B.3 Monitores

B.3.1 Monitor de palanca de gran alcance MTMGMP 3.0"

- CARACTERÍSTICAS

Presión de diseño: 16 bar

Presión de trabajo máxima: 12 bar

Rotación: 360° continua

Caudal máximo: 4000 l/min

Peso: 728 kg

- MATERIALES

Cuerpo en acero inoxidable AISI 316

Rótula de acero inoxidable AISI 316, montada sobre esferas en bronce fosforoso y provista de engrasador

Brida de la base DIN o ANSI de acero al carbano

Acabado: esmalte poliuretano (RAL 3000)

Base de la brida en acero inoxidable AISI 316 (Opcional)

Base de la brida de diferentes a los estándar (Opcional)

Ángulo de elevación: +85° (Opcional)

Test hidráulico y/o de funcionamiento (Opcional)

Cono reductor incluyendo brida (DIN ó ANSI) para su instalación con válvula de mariposa (Opcional)



Figura B-0-3. Monitor de palanca de gran alcance MTMGMP 3.0”

B.3.2 Acoplamiento de hidrante a monitor ACOMONI

- DESCRIPCIÓN

El ACOMONI es un acoplamiento para poder colocar un monitor en un hidrante de columna. Tiene la entrada roscada, para roscar en el hidrante. La salida tiene una brida, en función de la brida de la válvula y del monitor que se coloque. Fabricado en Acero.

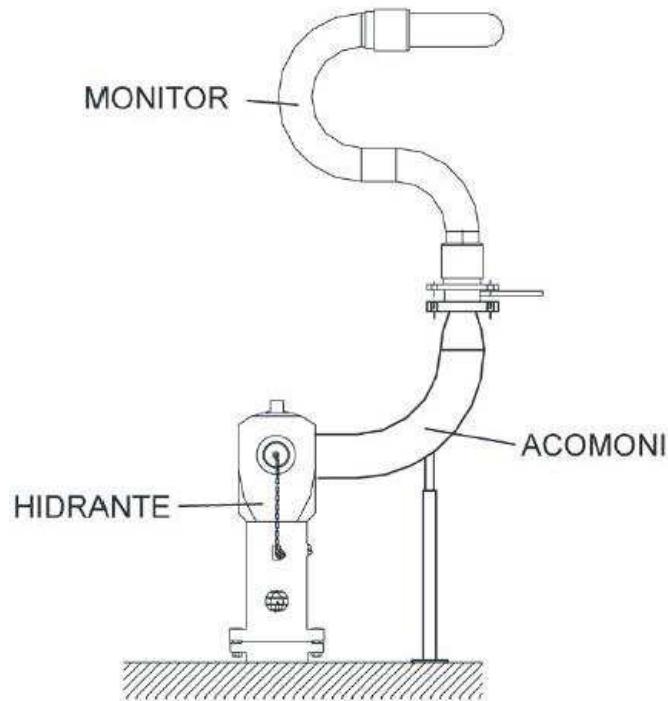


Figura B-0-4. Acoplamiento de hidrante a monitor ACOMONI

B.4 Válvulas

B.4.1 Válvula de mariposa GISA-800-W

- CARACTERÍSTICAS

Presión máxima de trabajo: 300PSI (presión de prueba máxima: 600PSI)

Temperatura máxima de trabajo: 250°F (120°C)

Aplicación: uso en interiores y exteriores

Disco de doble sello: recuberto de EPDM resistente

Interruptor de sabotaje de supervisión instalado



Figura B-0-5. Válvula de mariposa GISA-800-W

B.4.2 Válvula de sectorización para arqueta o área NRS FLANGED GATE VALVE MOD. Z85X

- DESCRIPCIÓN

La válvula Z85X es de accionamiento manual, válvula diseñada para su uso en protección contra incendios en sistemas para operación on / off solamente.

El cuerpo ligero de hierro dúctil permite tanto instalación vertical como horizontal y son equipados con un indicador visual de apertura y cierre.

Los componentes de la válvula son resistentes a la corrosión y recubiertos con una aplicación térmica unida por fusión. El mecanismo de compresión está diseñado para lograr un sellado hermético.

La válvula no debe usarse para forzar una tubería a su posición, ya que esto puede provocar daños en los componentes de la válvula.

Las válvulas de compuerta contra incendios no requieren mantenimiento regular, sin embargo, es aconsejable inspeccionar y verificar el correcto funcionamiento de la unidad anualmente o de acuerdo con la autoridad competente.

- CARACTERÍSTICAS

Máxima presión de trabajo: 16 bar

Rango de temperatura: 0 ° - 80 ° C

Revestimiento: Revestimiento epóxico unido por fusión de acuerdo con ANSI / AWWA C550

Especificación de brida: EN 1092-2 PN16 cara elevada

Estándares de diseño: EN 558-1 / Serie 14 EN 1171



Figura B-0-6. Válvula de sectorización para arqueta o aérea

B.4.3 Válvula de sectorización enterrada o aérea para accionamiento mediante poste TYPE FLANGED END GATE VALVE GISA-101-FF (Z45X)

- CARACTERÍSTICAS

Diseño estándar: AWWA C515

Presión nominal: 300PSI

Revestimiento de resina epoxi tanto dentro como fuera del cuerpo

También podría ser operado por el volante



Figura B-0-7. Válvula de sectorización enterrada o aéra para accionamiento mediante poste

B.4.4 Poste indicador y de accionamiento para válvula enterrada IND.VERT. GISA-730-V

- CARACTERÍSTICAS

Indica que la válvula está en la posición ABIERTA o APAGADA.

Proporciona un medio para operar una válvula enterrada o inaccesible.

La manija de la llave se ajusta a un soporte en forma de "U" en el cilindro y puede fijarse al cilindro con un candado (no incluido) para seguridad.

Facilidad de instalación.

El vástago telescópico se puede ajustar sin un corte de campo.

Las señales de APERTURA y APAGADO se ajustan fácilmente quitando la cabeza del poste.

Para uso con válvula de compuerta tamaño 4 "- 12".

Aprobación UL/FM



Figura B-0-8. Poste indicador y de accionamiento para válvula enterrada

B.5 Cámaras termográficas

B.5.1 Cámara térmica FLIR A310 f

- DESCRIPCIÓN

Las cámara térmica FLIR A310 f puede instalarse prácticamente en cualquier lugar para supervisar sus equipos cruciales y otros bienes valiosos. Se ha diseñado para ayudarle a proteger su planta y medir con precisión las diferencias de temperatura, y le permite ver los problemas antes de que se conviertan en costosos fallos, con lo que se evitan períodos de inactividad y se mejora la seguridad de los trabajadores.

Incluye la capacidad de transmitir vídeo por Ethernet para su visualización en directo en un ordenador, además de comunicación y alimentación por cable Ethernet. Ofrece medición de diferencias de temperaturas, áreas y puntos calientes, y emite alarmas como función de análisis, temperatura interna o entrada digital. Es un sistema extremadamente resistente que cumple con los requisitos de IP66 y protege la cámara frente al polvo y el agua.

- CARACTERÍSTICAS

Precisión: $\pm 4^{\circ}\text{C}$ ($\pm 7,2^{\circ}\text{F}$) o $\pm 4\%$ de lectura

Funciones de alarma: Seis alarmas automáticas en cualquier función de medición seleccionada, entrada digital, temperatura de la cámara, temporizador

Salida de alarma: Salida digital, registro, almacenamiento de imagen, envío de archivos (ftp), correo electrónico (SMTP), notificación

Calentador automático: Limpia el hielo de la ventana

Montaje sobre base: Por determinar

Tipo de detector: Matriz de plano focal (FPA), microbolómetro no refrigerado

Diferencia de temperatura: Delta de temperatura entre las funciones de medición o la temperatura de referencia

Campo de visión (FOV): $25^{\circ} \times 18,8^{\circ}$

Longitud focal: 18 mm (0,7")

Material de la carcasa: Aluminio

Resolución de IR: 320×240

Rango de temperatura del objeto: •De -20 a $+120^{\circ}\text{C}$ (de -4 a $+248^{\circ}\text{F}$) •De 0 a $+350^{\circ}\text{C}$ (de +32 a $+662^{\circ}\text{F}$)

Tamaño del embalaje: $534 \times 207 \times 230$ mm ($21,0 \times 8,1 \times 9,1$ ')

Tamaño (L. \times An. \times Al.): $460 \times 140 \times 159$ mm ($18,1 \times 5,5 \times 6,3$ ")

Sensibilidad térmica/NETD: $<0,05^{\circ}\text{C}$ a $+30^{\circ}\text{C}$ ($+86^{\circ}\text{F}$) / 50 mK

Peso: 5 kg

Zoom: Continuo de 1-8 \times , digital, zoom de interpolación en las imágenes

Screen EST Mode: No



Figura B-0-9. Cámara térmica FLIR A310 f

B.5.2 Unidad de giro de alta precisión PT-2020

- DESCRIPCIÓN

La unidad de giro horizontal/vertical de alta precisión PT-2020 es una unidad de tamaño mediano con una capacidad de carga de hasta 20 kg. Posee varias funciones de control avanzadas, posición absoluta con lectura de ángulo, velocidad variable, preajustes y control de lente motorizado.

La panorámica/inclinación está diseñada para una alta precisión <0,1 °, con engranajes helicoidales para autobloqueo y una amplia gama de pasos de velocidad.

Las unidades de inclinación horizontal se pueden personalizar y cablear a la medida de su aplicación.

- CARACTERÍSTICAS

Material: aluminio

Clasificación IP: IP66

Capacidad de carga: Montaje superior hasta 20 kg (soportes de montaje lateral opcionales)

Tamaño: D180 x W138 x H316

Peso: 13 kg

Ángulo de giro: de 0-340 ° con tope final (opción: 0-360 ° o rotación continua de 360 °)

Ángulo de inclinación: -60 ° a + 60 ° (opción: ángulos personalizados de hasta -90 ° a + 90 °)

Velocidad de giro: 0,01 - 20 ° / seg (64 pasos)

Velocidad de inclinación: 0,01 - 10 ° / seg (64 pasos)

Soporte de posición absoluta: Sí (comandos QUERY y SET para establecer y leer ángulos)

Autocomprobación: Sin autocomprobación por defecto. (Se puede habilitar mediante un comando)

Precisión preestablecida: <0,1 °

Repetibilidad de posición: <0,1 °

Tipo de motor: Motor paso a paso

Tipo de engranaje: Engranaje helicoidal

Tope final ajustable: No, los topes finales se configuran cuando se fabrican.

Cableado: Cableado STx o cableado personalizado (lente y control auxiliar opcional)

Interfaz: RS-485/422

Velocidad de transmisión: 2400, 4800, 9600, 19200 bps, N, 8,1

Dirección: 1-256

Rango de temperatura: -10 °C + 65 °C (opción: -25 °C + 65 °C)

Tensión de alimentación: 24 VDC



Figura B-0-10. Unidad de giro de alta precisión PT-2020

B.5.3 Cabezal orientable VPT-501 RAL 7035

- DESCRIPCIÓN

El VPT-501 es un cabezal orientable/inclinable motorizado de velocidad variable con una capacidad de carga de hasta 12kg. La robusta carcasa, la clase de protección IP65 así como los elevados pares de giro permiten emplearlo prácticamente en todas las instalaciones CCTV.

En el cabezal orientable/inclinable va instalado un receptor de señales de mando, que por medio de las activaciones correspondientes permiten girarlo, inclinarlo, mandar a distancia el zoom, el enfoque y eventualmente el iris de los objetivos motorizados.

Con el modelo VPT-501 se tiene además la posibilidad de memorizar posiciones de la cámara o efectuar un régimen de giro automático. Este régimen Autopan puede ser ilimitado, o con una limitación de una duración de 1 a 254 minutos.

El receptor de señales de mando incorporado recibe sus instrucciones a través de una línea blindada de dos hilos. Para que se active siempre el cabezal orientable/ inclinable correcto en cada caso, es preciso asignarle al VPT-501 una dirección. Este ajuste se lleva a cabo durante la instalación.

- CARACTERÍSTICAS

Carga de carga de hasta 12 kg

Velocidad: Girar – 100°/segundo; máx. inclinar – 50°/segundo máx

Tiempo hasta la velocidad máxima: 0,22 segundos

Campo de giro horizontal ±180°

Campo de giro vertical ±90°

Juego angular <0,2°

Pueden memorizarse 64 posiciones fijas

Régimen Autopan

Interfaz de mando RS-485 (multiprotocolo)

Tensión de trabajo 24VAC 50/60Hz

Clase de protección IP65

Color de la carcasa RAL7032

Funcionamiento sin necesidad de mantenimiento

Con calefacción de serie (VPT-501/HZ, código 75304 y VPT-501/HZ RAL7035, código 75309)



Figura B-0-11. Cabezal orientable VPT-501 RAL 7035

B.5.4 Servidor NPort 5100 Series

- DESCRIPCIÓN

Los servidores de dispositivos NPort® 5100 están diseñados para hacer que los dispositivos serie estén listos para la red en un instante. El pequeño tamaño de los servidores los hace ideales para conectar dispositivos como lectores de tarjetas y terminales de pago a una LAN Ethernet basada en IP. Use los servidores de dispositivos NPort 5100 para dar a su software de PC acceso directo a dispositivos en serie desde cualquier lugar de la red.

- CARACTERÍSTICAS

Carcasa de metal

Dimensiones (con orejas): 75.2 x 80 x 22 mm

Dimensiones (sin orejas): 52 x 80 x 22 mm

Peso: 340g

Instalación: Escritorio, montaje en riel DIN (con kit opcional), montaje en pared



Figura B-0-12. Servidor NPort 5100 Series

B.5.5 Dispositivo Vision Dual

- DESCRIPCIÓN

La serie Vision Dual incluye los modelos de 1100 VA a 3000 VA con tecnología sinusoidal digital.

Por la conectividad y la comunicación avanzada, la serie Vision Dual es la solución ideal para una elevada protección y una extrema versatilidad del Sistema de alimentación. Vision Dual es la mayor protección para periféricos de red, servidores convencionales o rack y sistemas backup de red. Destaca por el diseño funcional y moderno y por las prestaciones mejoradas implementadas gracias a la constante actividad de investigación tecnológica de los laboratorios Riello UPS.

El UPS permite obtener un rendimiento del 98% y, por lo tanto, un bajo consumo energético, y tiene un factor de potencia de salida de 0,9.

- CARACTERÍSTICAS

Tensión nominal: 220-230-240 Vac

Rango de tensión en el que no interviene la batería: $162 \text{ Vac} < V_{in} < 290 \text{ Vac}$

Tensión máxima admitida: 300 V

Frecuencia nominal: 50 o 60 Hz $\pm 5\text{Hz}$

Rango de frecuencia: $50 \text{ Hz} \pm 5\% / 60 \text{ Hz} \pm 5\%$

Factor de potencia: $> 0,98$

Distorsión de corriente: $\leq 7\%$



Figura B-0-13. Dispositivo Vision Dual

B.5.6 Comutador industrial DH-PFS3106-4P-60

- DESCRIPCIÓN

El DH-PFS3106-4P-60 es un comutador industrial PoE Ethernet de 4 puertos, que admite el estándar IEEE802.3 af / at. El interruptor está diseñado para ambientes de temperatura extrema y logra una protección contra rayos calificación de 3. La unidad se prueba rigurosamente usando pruebas de vida aceleradas para garantizar una alta fiabilidad y una larga vida útil.

- CARACTERÍSTICAS

Puertos Ethernet: 1 puerto 10/100/1000 Base-T; 1 puerto 1000 Base-X; y 4 puertos 10/100 Base-T (fuente de alimentación PoE)

Características de PoE: Protocolo: IEEE802.3af, IEEE802.3at

Consumo: hasta 30 W por Puerto

Presupuesto total de PoE¹: 60 W

Capacidad de conmutación: 6.8 Gbps

Velocidad de reenvío de paquetes: 3.57 Mpps

Memoria de búfer de paquetes: 1 MB

Tamaño de la mesa MAC: 8K

Control de flujo: habilitado por defecto

Requisitos de alimentación: Adaptador de alimentación de 53 V CC (incluido)

Temperatura de funcionamiento: -30 ° C a 65 ° C (-22 ° F a 149 ° F)

Modo común de protección contra rayos: 4 KV

Modo diferencial: 2 KV

Dimensiones (W x D x H): 150.0 mm x 100.0 mm x 30.0 mm

Peso: 0,48 kg



Figura B-0-14. Comutador industrial DH-PFS3106-4P-60

B.6 Tuberías

B.6.1 Tubos para redes contra incendios SDR 11 [27]

DESCRIPCIÓN

La tubería RCI es utilizada en redes enterradas destinadas a la protección contra incendios. Las normas de fabricación son ASTM (American Society for Testing and Materials Standards) y FM (Factory Mutual). El material utilizado es Polietileno de Alta Densidad clasificación PE 100 y PE 4710

La tubería RCI se caracteriza por su color negro con cuatro bandas coextruidas de color rojo, para poder ser identificada en el terreno. Se comercializa en diámetros IPS de 3" a 36" e ISO de 75 a 900 mm con presiones de operación de 150 y 200 psi.

Los tubos son provistos en tiras de 12 o 15 m de largo o bobinas de 50, 100 y 150 m de largo, dependiendo del diámetro y presión nominal de los tubos.

CARACTERÍSTICAS

Presión máxima: 150 Psi

Diámetro nominal: 280mm

Diámetro exterior medio: 280,85mm

Espesor mínimo: 25,4mm

ANEXO C: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

C.1 Memoria

C.1.1 Objeto de estudio

Este Estudio Básico de Seguridad y Salud, se redacta en cumplimiento de lo preceptuado por el Decreto nº 1627/97 de 24 de Octubre por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, y en este sentido:

- Precisa las normas de seguridad y salud aplicables a la obra
- Identifica los riesgos laborales que puedan ser evitados
- Indica las medidas técnicas necesarias para esta evicción
- Relaciona los riesgos laborales que no puedan eliminarse
- Especifica las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir estos riesgos
- Valora su eficacia
- Contiene medidas específicas relativas a los trabajos relacionados en el anexo II
- Contempla las previsiones e informaciones precisas para los trabajos de mantenimiento o reparación del inmueble.

Se redacta solamente Estudio Básico al tratarse de una obra incluida dentro de las previstas Decreto nº 1627/97, que:

- No superan un presupuesto de Ejecución por contrata superior a 450.759,08 €
- Duración estimada de las obras inferior a 30 días laborables, no empleándose en ningún momento más de 20 trabajadores simultáneamente
- Volumen total de mano de obra inferior a 500 días/hombre
- Obras distintas de las de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

No resulta necesaria la designación de Coordinador, siendo asumidas las funciones que se le atribuyen y que a

continuación se mencionan, por la Dirección Facultativa:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad
- Al tomar las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente
- Al estimar la duración requerida para la ejecución de estos distintos trabajos o fases de trabajo.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de las acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra, y en particular, en las siguientes tareas:
 - 1) Mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza
 - 2) Elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso, y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
 - 3) Manipulación de los distintos materiales y la utilización de los medios auxiliares
 - 4) Delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas.
 - 5) Recogida de los materiales peligrosos utilizados
 - 6) Almacenamiento y eliminación o evacuación de residuos y escombros
 - 7) Adaptación, en función de la evolución de la obra, del periodo de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
 - 8) Cooperación entre los contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.
 - 9) Interacciones e incompatibilidades con cualquier otro tipo de trabajo o actividad que se realice en la obra o cerca del lugar de la obra.
- Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado pro el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales prevista en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

C.1.2 Características de la obra

C.1.2.1 Descripción de la obra y situación

El presente proyecto comprende la realización de una instalación de protección contra incendios de la parte de un establecimiento industrial donde se almacena biomasa a intemperie. La superficie total que tiene que cubrir la instalación es de 67094m². El almacenamiento está compuesto por 78 pilas de biomasa que tendrán una superficie máxima de 500m², una altura máxima de 4,5m² y unas dimensiones de 30 metros de largo por 20 metros de ancho. Los pasillos entre pilas de material no pueden ser menores de 2,5m.

La instalación de protección contra incendios contará con 24 hidrantes, 24 monitores, 48 extintores y 24 armarios de dotación complementaria. La red de agua necesaria está compuesta de tuberías de Polietileno de Alta Densidad, con uniones estanqueas soldadas, y 10 válvulas sectorizadas.

El sistema de abastecimiento de agua existente en planta está compuesto de un grupo de presión, formado por una bomba eléctrica, una diesel y una Jockey, y un depósito de 1500m³ de capacidad.

C.1.2.2 Fases de ejecución de la obra

a) Demoliciones

Demolición y levantado de pavimento de hormigón para ejecución de zanja de instalaciones, incluso precorte, carga y transporte de los productos resultantes a vertedero o lugar de empleo y canon de vertido.

b) Movimiento de tierras

Desbroce y limpieza superficial de terreno sin clasificar, por medios mecánicos, con carga y transporte de los productos resultantes a vertedero o lugar de empleo y canon de vertido.

Excavación en zanja en tierras por cualquier medio, incluso entibaciones y medidas de protección necesarias, carga y transporte de los productos de la excavación a vertedero o lugar de empleo y canon de vertido.

c) Firmes

Firme de cualquier tipo, rígido (HA30) o flexible (aglomerado D20/S20). En general acabado superficial conforme al existente en la traza siempre y cuando cumpla el paquete de acabados.

d) Instalaciones

Zanja de instalaciones tipo Z15 de sección teórica 45cm base de zanja, 130cm parte superior zanja y 85cm de altura (talud 1:2) para conducción de redes urbanas, formada por 1 tubería de PEAD (PN16) homologada FM de 250 mm con uniones electrosoldadas (las piezas de transición y las uniones para conectar hidrantes y valvulas de sectorización y las conexiones con los circuitos existentes serán conforme a normativa Ence y FM), incluyendo los tubos de las instalaciones, excavación de zanja, faja de protección de tubos de relleno de arena compactada en un espesor de 35 cm para la tubería de PCI y relleno de zahorra en tongadas de 20 cm compactado al 98% proctor modificado hasta base del paquete de firme, incluida cinta de señalización, excavación, retirada y transporte a vertedero de los productos sobrantes de la excavación y canon de vertido, p.p. de protección en cruce bajo vial, totalmente acabada según detalles gráficos. Medida la longitud teórica ejecutada.

Suministro e instalación de hidrantes, monitores, extintores, armarios de dotación, acoplamientos de hidrante a monitor y válvulas sectorizadas.

C.1.2.3 Presupuesto, plazo de ejecución y mano de obra

Contrata del proyecto	
PEM de las medidas de seguridad y salud	Aproximadamente el 1,5% del PEM de la obra
Plazo de ejecución de los trabajos	30 días laborables
Volumen total de mano de obra (días/hombre)	< 500 días/hombre
Personal Máximo Previsto.	< 20 trabajadores

Tabla 11. Características de la obra

C.1.3 Fases de ejecución de la obra

1) Movimiento de tierras

RIESGOS:

- Caídas a distinto o mismo nivel de personas u objetos.
- Referentes a maquinaria y vehículos: vuelcos, choques, golpes y caídas en el ascenso o descenso de los mismos.
- Atrapamientos y atropellos de personas con la maquinaria.
- Desplomes de las paredes o taludes de la excavación y edificios colindantes.
- Fallo de las entibaciones.
- Proyección de tierra y piedras.
- Pisadas sobre materiales punzantes.
- Golpes, atrapamientos y aplastamientos.
- Afecciones cutáneas
- Proyección de partículas en los ojos.
- Exposición a ruido y vibraciones
- Emisión de polvo: Inhalación o molestias en los ojos.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos eléctricos.
- Inundaciones o filtraciones de agua.
- Incendios y explosiones.

MEDIDAS PREVENTIVAS y PROTECCIONES COLECTIVAS:

- Durante la ejecución de esta fase los RECURSOS PREVENTIVOS tendrán presencia permanente en obra ya que concurren alguno de los supuestos por los que el Real Decreto 604/2006 exige su presencia.
- Se procederá a la localización de conducciones de gas, agua y electricidad, previo al inicio del movimiento de tierras. El corte de suministro o desvío de las conducciones se pondrá en conocimiento de la empresa propietaria de la misma.
- Se realizará un estudio geotécnico que indique las características y resistencia del terreno, así como la profundidad del nivel freático.
- Se señalizará la zona y cerrará el ámbito de actuación mediante vallas de 2 m de altura como mínimo y una distancia mínima de 1,5m al borde superior del talud de la excavación.
- Se señalará el acceso de la maquinaria y del personal a la obra, siendo estos diferenciados.
- Se señalizarán las zonas de circulación en obra para vehículos y personas y las zonas de acopio de materiales.
- Se dispondrán rampas de acceso para camiones y vehículos cuyas pendientes no serán superiores al 8% en tramos rectos y 12% en tramos curvos.
- El acceso del personal al fondo de la excavación se realizará mediante escaleras de mano o rampas provistos de barandillas normalizadas. Queda prohibido servirse del propio entramado, entibado o encofrado para el descenso o ascenso de los trabajadores.
- Se realizará un estudio previo del suelo para comprobar su estabilidad y calcular el talud necesario dependiendo del terreno.
- Los bordes superiores del talud, dependiendo de las características del terreno y profundidad de la excavación, se indicará la mínima distancia de acercamiento al mismo para personas y vehículos.

- Se evitarán los acopios pesados a distancias menores a 2m del borde del talud de la excavación.
- Se dispondrán barandillas protectoras de 90cm de altura, con barra intermedia y rodapiés en el perímetro de la excavación, en el borde superior del talud y a 0,6m del mismo.
- Los bordes de huecos, escaleras y pasarelas estarán provistos de barandillas normalizadas.
- Los operarios no deberán permanecer en planos inclinados con fuertes pendientes.
- Los operarios no deberán permanecer en el radio de acción de máquinas o vehículos en movimientos.
- Los operarios no deberán permanecer debajo de cargas suspendidas.
- El ascenso o descenso de cargas se realizará lentamente, evitando movimientos bruscos que provoquen su caída.
- Las cargas no serán superiores a las indicadas.
- La maquinaria a utilizar en la excavación cumplirá con las especificaciones contempladas en este documento dentro del apartado de maquinaria.
- La maquinaria dispondrá de un sistema óptico-acústico para señalizar la maniobra.
- Las herramientas eléctricas cumplirán con las especificaciones contempladas en este documento dentro del apartado de herramientas eléctricas.
- Evitar la acumulación de polvo, gases nocivos o falta de oxígeno.
- La iluminación en la zona de trabajo será siempre suficiente.
- Se dispondrá de extintores en obra.
- Se dispondrá de una bomba de achique cuando haya previsión de fuertes lluvias o inundaciones.
- En caso de haber llovido, se respetarán especialmente las medidas de prevención debido al aumento de la peligrosidad de desplomes.

EQUIPOS de PROTECCIÓN INDIVIDUAL:

- Casco de seguridad
- Calzado con suela antideslizante.
- Calzado con puntera reforzada.
- Botas de goma o PVC.
- Protectores auditivos.
- Guantes de cuero.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Ropa de trabajo impermeable.
- Ropa de trabajo reflectante.
- Cinturón de seguridad y puntos de amarre.

2) Red de abastecimiento de agua

RIESGOS:

- Inundaciones o filtraciones de agua.
- Referentes a maquinaria y vehículos: vuelcos, choques, golpes y caídas en el ascenso o descenso de los mismos.
- Atrapamientos y atropellos de personas con la maquinaria.
- Proyección de tierra, piedras, gotas de hormigón.

- Caídas a distinto nivel de personas u objetos.
- Caídas a mismo nivel de personas u objetos.
- Atrapamientos por desplomes de tierras de las paredes o taludes de excavación y edificios colindantes. la
- Fallo de las entibaciones.
- Vuelco del material de acopio.
- Proyección de partículas en los ojos.
- Golpes y cortes con herramientas u otros materiales.
- Pisadas sobre materiales punzantes.
- Sobreesfuerzos.
- Infecciones.
- Exposición a ruido
- Emisión de polvo: Inhalación o molestias en los ojos.
- Contactos eléctricos.
- Exposición a vibraciones

MEDIDAS PREVENTIVAS y PROTECCIONES COLECTIVAS:

- Iluminación suficiente en la zona de trabajo.
- Durante la ejecución de esta fase los RECURSOS PREVENTIVOS tendrán presencia permanente en obra ya que concurren alguno de los supuestos por los que el Real Decreto 604/2006 exige su presencia.
- Se cuidará la influencia de la red de saneamiento sobre otras conducciones (gas, electricidad...), el andamiaje y medios auxiliares.
- Se realizarán entibaciones cuando exista peligro de desprendimiento de tierras.
- Se utilizarán escaleras normalizadas sujetas firmemente para ascender y descender a la excavación de zanjas o pozos.
- Ningún operario permanecerá solo en el interior de una zanja mayor de 1,50 m. sin que nadie en el exterior de la excavación vigile permanentemente su presencia.
- El vertido del hormigón se realizará por tongadas desde una altura adecuada para que no se desprenda los laterales de la excavación..
- El acopio de los tubos se realizará a distancia suficiente de la zona de excavación de zanjas y pozos observando que no se compromete la estabilidad de los mismos.
- Las tuberías se acopiarán sobre superficies horizontales impidiendo el contacto directo de las mismas con el terreno mediante la colocación de cuñas y topes que además evitarán el deslizamiento de los tubos.
- Esta prohibido el uso de llamas para la detección de gas.
- Prohibido fumar en interior de pozos y galerías.
- Las herramientas eléctricas cumplirán con las especificaciones contempladas en este documento dentro del apartado de herramientas eléctricas.

EQUIPOS de PROTECCIÓN INDIVIDUAL:

- Casco de seguridad homologado.
- Calzado con puntera reforzada.

- Botas de goma o PVC.
- Guantes de cuero.
- Guantes de goma o PVC.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Ropa de trabajo ajustada e impermeable.
- Cinturón de seguridad con dispositivo anticaída.
- Polainas y manguitos de soldador.

3) Instalaciones

RIESGOS:

- Caídas a mismo nivel de personas u objetos.
- Caídas a distinto nivel de personas u objetos.
- Intoxicación por vapores procedentes de la soldadura.
- Cortes, golpes y pinchazos con herramientas o materiales.
- Atrapamientos y aplastamientos.
- Sobreesfuerzos.
- Pisadas sobre materiales punzantes.
- Proyección de partículas en los ojos.
- Exposición a ruido y vibraciones
- Contactos eléctricos.
- Incendios y explosiones.
- Inundaciones o filtraciones de agua.
- En trabajos de soldadura, quemaduras y lesiones oculares por proyecciones de metal, quemaduras con la llama del soplete.
- Cefáleas y conjuntivitis agudas a causa de las radiaciones de la soldadura.

MEDIDAS PREVENTIVAS y PROTECCIONES COLECTIVAS:

- En los trabajos de soldadura se atenderá a lo dispuesto en el apartado correspondiente de este mismo documento.
- Se utilizarán lámparas portátiles con portalámparas estanco con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla con gancho de cuelgue, manguera antihumedad y clavija de conexión normalizada estanca de seguridad y alimentado a 24 voltios.
- Durante la ejecución de esta fase los RECURSOS PREVENTIVOS tendrán presencia permanente en obra ya que concurren alguno de los supuestos por los que el Real Decreto 604/2006 exige su presencia.
- La zona de actuación deberá permanecer ordenada, libre de obstáculos y limpia de residuos.
- El material de la instalación se acopiará en los lugares señalados en los planos.
- Las herramientas eléctricas cumplirán con las especificaciones contempladas en este documento dentro del apartado de herramientas eléctricas.

EQUIPOS de PROTECCIÓN INDIVIDUAL:

- Guantes aislantes.

- Ropa de trabajo adecuada.
- Fajas antilumbago.
- Cinturón de seguridad anticaída.
- Casco de seguridad homologado.

4) Maquinaria

4.1) Empuje y carga

RIESGOS:

- Caída de personas a distinto nivel al ascender o descender de la máquina.
- Vuelcos, deslizamientos... de la maquinaria.
- Atrapamientos de personas por desplome de taludes o vuelco de maquinaria por pendiente excesiva.
- Choques contra objetos u otras máquinas.
- Atropellos de personas con la maquinaria.
- Proyección de tierra y piedras.
- Polvo, ruido y vibraciones.
- Contactos con infraestructura urbana: red de saneamiento, suministro de agua, conductos de gas o electricidad.
- Quemaduras.

MEDIDAS PREVENTIVAS y PROTECCIONES COLECTIVAS:

- Durante la utilización de maquinaria de empuje y carga, los RECURSOS PREVENTIVOS tendrán presencia permanente en obra ya que concurren alguno de los supuestos por los que el Real Decreto 604/2006 exige su presencia.
- El personal que utilice la maquinaria dispondrá de la formación adecuada.
- La zona de actuación deberá permanecer ordenada, libre de obstáculos, limpia de residuos y suficientemente iluminada y no se permitirá el paso de peatones u operarios.
- Se trazarán y señalizarán los caminos de paso de la maquinaria que permanecerán en correctas condiciones, evitando la formación de baches, blandones y zonas de barro excesivo.
- El ascenso y descenso del operador a la máquina se realizará en posición frontal, haciendo uso de los peldaños y asideros, evitando saltar al suelo, y con el motor apagado.
- La cabina deberá permanecer limpia de trapos sucios y combustible.
- Los terrenos secos serán regados para disminuir la concentración de polvo originado por la maquinaria.
- Se colocarán "topes de final de recorrido" a 2 m. de los bordes de excavación, para evitar una aproximación excesiva a los mismos.
- No se acopiarán pilas de tierra a distancias inferiores a 2 m. del borde de la excavación.
- Se colocarán tacos de inmovilización en las ruedas, antes de soltar los frenos cuando la máquina se encuentre en posición de parada.
- Se circulará a una velocidad máxima de 20 Km/h dentro del recinto de la obra.
- Se cuidará especialmente de no sobrepasar la carga máxima indicada por el fabricante.
- Se impedirá la entrada de gases en la cabina del conductor, mediante la inspección periódica de los puntos de escape del motor.

- Se mantendrá una distancia superior a 3 m. de líneas eléctricas inferiores a 66.000 V. y a 5 m. de líneas superiores a 66.000 V.
- Las operaciones de mantenimiento se realizarán con el motor apagado.
- El cambio de aceite se realizará en frío.
- En maquinaria de neumáticos, la presión de estos será la indicada por el fabricante y se revisará semanalmente.
- No se abrirá la tapa del radiador cuando se produzca un calentamiento excesivos del motor, ya que los vapores provocarían quemaduras graves.
- Apagar el motor y sacar la llave para realizar operaciones en el sistema eléctrico.
- Se utilizarán guantes de goma o PVC para la manipulación del electrolito de la batería.
- Se utilizarán guantes y gafas antiproyección para la manipulación del líquido anticorrosión.
- Se comprobará el funcionamiento de los frenos si se ha trabajado en terrenos inundados.
- Se realizará comprobación diaria del funcionamiento del motor, frenos, niveles de aceite, luces y dispositivos acústicos.
- No se trabajará con vientos fuertes o condiciones climatológicas adversas.
- Dispondrán de cabinas de seguridad antivuelco (ROPS) y antiimpacto (FOPS).
- Antes de empezar a trabajar: Ajustar el asiento, comprobación del funcionamiento de los mandos y puesta en marcha de los apoyos hidráulicos de inmovilización.
- Dispondrán de botiquín de primeros auxilios y extintor timbrado revisado al día.
- Tendrán luces, bocina de retroceso y de limitador de velocidad.
- No se trabajará sobre terrenos con inclinación superior al 50 %.
- El valor de exposición diaria normalizado a vibraciones mecánicas de cuerpo entero para un período de referencia de ocho horas para operadores de maquinaria pesada no superará 0,5 m/s², siendo el valor límite de 1,15 m/s².

EQUIPOS de PROTECCIÓN INDIVIDUAL:

- Calzado de seguridad adecuados para la conducción.
- Calzado con suela aislante.
- Guantes aislantes de vibraciones.
- Guantes de cuero.
- Guantes de goma o PVC.
- Ropa de trabajo reflectante.
- Protectores auditivos.
- Mascarillas antipolvo.
- Cinturón de seguridad del vehículo.
- Cinturón abdominal antivibratorio.

MEDIDAS PREVENTIVAS y PROTECCIONES COLECTIVAS (Bulldozer):

- En pendiente no se realizarán cambios de marcha.
- Se subirán las pendientes marcha atrás.
- El bulldozer será de cadenas en trabajos de ripado o desgarre, en desbroces, terrenos rocosos y derribo de

árboles.

MEDIDAS PREVENTIVAS y PROTECCIONES COLECTIVAS (Pala Cargadora):

- Para realizar las tareas de mantenimiento, se apoyará la cuchara en el suelo, se parará el motor, freno de mano y bloqueo de máquina.
- Queda prohibido el uso de la cuchara como medio de transporte de personas o grúa.
- La extracción de tierras se efectuará en posición frontal a la pendiente.
- El transporte de tierras se realizará con la cuchara en la posición más baja posible, para garantizar la estabilidad de la pala.
- No se sobrecargará la cuchara por encima del borde de la misma.

MEDIDAS PREVENTIVAS y PROTECCIONES COLECTIVAS (Retroexcavadora):

- Para realizar las tareas de mantenimiento, se apoyará la cuchara en el suelo, se parará el motor, freno de mano y bloqueo de máquina.
- Queda prohibido el uso de la cuchara como medio de transporte de personas o grúa.
- Señalar con cal o yeso la zona de alcance máximo de la cuchara, para impedir la realización de tareas o permanencia dentro de la misma.
- Los desplazamientos de la retro se realizarán con la cuchara apoyada sobre la máquina en el sentido de la marcha. Excepto el descenso de pendientes, que se realizará con la cuchara apoyada en la parte trasera de la máquina.
- Los cambios de posición de la cuchara en superficies inclinadas, se realizarán por la zona de mayor altura.
- Estará prohibido realizar trabajos en el interior de zanjas, cuando estas se encuentren dentro del radio de acción de la máquina.

4.2) Transporte

RIESGOS:

- Caída de personas a distinto nivel al ascender o descender de la máquina.
- Vuelcos, deslizamientos... de la maquinaria.
- Choques contra objetos u otras máquinas.
- Atropellos de personas con la maquinaria.
- Atrapamientos.
- Proyección de tierra y piedras.
- Polvo, ruido y vibraciones.
- Contactos con infraestructura urbana: red de saneamiento, suministro de agua, conductos de gas o electricidad.
- Quemaduras.

MEDIDAS PREVENTIVAS y PROTECCIONES COLECTIVAS:

- Durante la utilización de maquinaria de transporte, los RECURSOS PREVENTIVOS tendrán presencia permanente en obra ya que concurren alguno de los supuestos por los que el Real Decreto 604/2006 exige su presencia.
- Incluso para circulación por el interior de la obra, los conductores dispondrán del correspondiente permiso y

la formación específica adecuada.

- La zona de actuación deberá permanecer ordenada, libre de obstáculos, limpia de residuos y suficientemente iluminada y no se permitirá el paso de peatones u operarios.
- Se trazarán y señalizarán los caminos de paso de vehículos que permanecerán en correctas condiciones, evitando la formación de baches, blandones y zonas de barro excesivo.
- El ascenso y descenso del conductor al vehículo se realizará en posición frontal, haciendo uso de los peldaños y asideros, evitando saltar al suelo, y con el motor apagado.
- La cabina deberá permanecer limpia de trapos sucios y combustible.
- Los terrenos secos serán regados para disminuir la concentración de polvo originado por los vehículos
- Se circulará a una velocidad máxima de 20 Km/h dentro del recinto de la obra.
- Se cuidará especialmente de no sobrepasar la carga máxima indicada por el fabricante.
- Las operaciones de mantenimiento se realizarán con el motor apagado.
- El cambio de aceite se realizará en frío.
- Los neumáticos tendrán la presión indicada por el fabricante y se revisará semanalmente.
- No se abrirá la tapa del radiador cuando se produzca un calentamiento excesivo del motor, ya que los vapores provocarían quemaduras graves.
- Se comprobará el funcionamiento de los frenos si se ha trabajado en terrenos inundados.
- Se realizará comprobación diaria del funcionamiento del motor, frenos, niveles de aceite, luces y dispositivos acústicos.
- Dispondrán de botiquín de primeros auxilios y extintor timbrado y revisado.
- Los vehículos dispondrán de bocina de retroceso.
- El valor de exposición diaria normalizado a vibraciones mecánicas de cuerpo entero para un período de referencia de ocho horas para operadores de maquinaria pesada no superará 0,5 m/s², siendo el valor límite de 1,15 m/s².

EQUIPOS de PROTECCIÓN INDIVIDUAL:

- Casco de seguridad
- Calzado de seguridad adecuados para la conducción.
- Botas impermeables.
- Botas de goma o PVC.
- Guantes aislantes de vibraciones.
- Guantes de cuero.
- Guantes de goma o PVC.
- Ropa de trabajo impermeable.
- Ropa de trabajo reflectante.
- Gafas de protección.
- Protectores auditivos.
- Cinturón abdominal antivibratorio.

MEDIDAS PREVENTIVAS y PROTECCIONES COLECTIVAS (Camión Basculante):

- Comprobar que el freno de mano está en posición de frenado antes de la puesta en marcha del motor, al abandonar el vehículo y durante las operaciones de carga-descarga.
- En algunos casos será preciso regar la carga para disminuir la formación de polvo.
- No se circulará con la caja izada después de la descarga ante la posible presencia de líneas eléctricas aéreas.

MEDIDAS PREVENTIVAS y PROTECCIONES COLECTIVAS (Camión Transporte):

- Las maniobras del camión serán dirigidas por un señalista de tráfico.
- Las cargas se repartirán uniformemente en la caja; En caso de materiales sueltos, serán cubiertos mediante una lona y formarán una pendiente máxima del 5 %.
- Prohibido el transporte de personas fuera de la cabina.
- Se colocará el freno en posición de frenado y calzos de inmovilización debajo de las ruedas en caso de estar situado en pendientes antes de proceder a las operaciones de carga y descarga.
- Para la realización de la carga y descarga, el conductor permanecerá fuera de la cabina.
- La carga y descarga se realizará evitando operaciones bruscas, que provoquen la pérdida de estabilidad de la carga.
- Se utilizarán escaleras metálicas con ganchos de inmovilización y seguridad para ascender o descender a la caja. Evitando subir trepando sobre la caja o bajar saltando directamente al suelo.

5) Herramientas manuales y ligeras

RIESGOS:

- Caída de objetos a distinto nivel.
- Golpes, cortes y atrapamientos.
- Proyección de partículas
- Ruido y polvo.
- Vibraciones.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos eléctricos.
- Quemaduras.

MEDIDAS PREVENTIVAS y PROTECCIONES COLECTIVAS:

- La zona de actuación deberá permanecer ordenada, libre de obstáculos y limpia de residuos.
- La alimentación de las herramientas que no dispongan de doble aislamiento y se ubiquen en ambientes húmedos, se realizará conectándola a transformadores a 24 v..
- Las herramientas se transportarán en el interior de una batea colgada del gancho de la grúa.
- El uso de las herramientas estará restringido solo a personas autorizadas.
- Se emplearán herramientas adecuadas para cada trabajo.
- No retirar las protecciones de las partes móviles de la herramienta diseñadas por el fabricante.
- Prohibido dejarlas abandonadas por el suelo.
- Evitar el uso de cadenas, pulseras o similares para trabajar con herramientas.
- Cuando se averíe la herramienta, se colocará la señal "No conectar, máquina averiada" y será retirada por la

misma persona que la instaló.

- Las herramientas eléctricas dispondrán de doble aislamiento o estarán conectadas a tierra.
- Las transmisiones se protegerán con un bastidor soporte de un cerramiento con malla metálica.
- En las herramientas de corte se protegerá el disco con una carcasa antiproyección.
- Las conexiones eléctricas a través de clemas se protegerán con carcasa anticontactos eléctricos.
- Las herramientas se mantendrán en buenas condiciones
- Mangos sin grietas, limpios de residuos y aislantes para los trabajos eléctricos.
- Dispondrán de toma de tierra, excepto las herramientas portátiles con doble aislamiento.
- Las clavijas y los cables eléctricos estarán en perfecto estado y serán adecuados.
- La instalación dispondrá de interruptor diferencial de 0,03 A. de sensibilidad.
- Las herramientas eléctricas no se podrán usar con manos o pies mojados.
- Estarán apagadas mientras no se estén utilizando.
- En los casos en se superen los valores de exposición al ruido indicados en el artículo 5.1 del Real Decreto 286/2006 de protección de los trabajadores frente al ruido, se establecerán las acciones correctivas oportunas como el empleo de protectores auditivos.

EQUIPOS de PROTECCIÓN INDIVIDUAL:

- Casco de seguridad de polietileno.
- Calzado con suela antideslizante.
- Calzado de seguridad con suela aislante y anticlavos.
- Guantes de cuero u otros resistentes a la abrasión, desgarros, cortes...
- Guantes dieléctricos.
- Ropa de trabajo ajustada, especialmente en puños y bastas.
- Faja de protección dorsolumbar.
- Gafas de protección del polvo.
- Gafas de seguridad antiimpactos.
- Mascarilla de filtro mecánico recambiable.
- Protectores auditivos.
- Cinturón portaherramientas.

C.2 Pliego de condiciones

C.2.1 Pliego de condiciones

C.2.1.1 Normativa legal de aplicación

La obra objeto del presente estudio de Seguridad, estará regulado a lo largo de su ejecución por los textos que a continuación se citan, siendo de obligado cumplimiento para las partes implicadas.

RD 1627/1977 de 24 de octubre (BOE: 25/10/97).

Disposiciones mínimas de Seguridad y de Salud en las obras de construcción

Ley 31/1995 de 8 de noviembre (BOE: 10/11/95).

Prevención de riesgos laborales.

RD 39/1997 de 17 de enero (BOE: 31/01/97).

Reglamento de los Servicios de Prevención.

RD 485/1997 de 14 de abril (BOE: 23/04/97).

Disposiciones mínimas en materia de señalización, de seguridad y salud en el trabajo.

RD 486/1997 de 14 de abril (BOE: 23/04/97).

Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

En el capítulo 1º incluye las obras de construcción.

Modifica y deroga algunos capítulos de la Ordenanza de Seguridad e Higiene en el trabajo (Orden 09/03/1971).

RD 487/1997 de 14 de abril (BOE: 23/04/97).

Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entraña riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.

RD 773/1997 de 30 de mayo (BOE: 12/06/97).

Disposiciones mínimas de seguridad y salud, relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

RD 1215/1997 de 18 de julio (BOE: 07/08/97).

Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

Modifica y deroga algunos capítulos de la Ordenanza de Seguridad e Higiene en el trabajo (Orden 09/03/1971).

Orden de 20 de mayo de 1952. (BOE: 15/06/52).

Reglamento de Seguridad e Higiene del trabajo en la Industria de la Construcción.

Modificaciones: Orden de 10 de diciembre de 1953 (BOE: 22/12/53).

Orden de 23 de septiembre de 1966 (BOE: 01/10/66).

Artículos de 100 a 105 derogados por Orden de 20 de enero de 1956.

Orden de 31 de enero de 1940. Andamios: Capítulo VII, artículos 66 a 74 (BOE: 03/02/40).

Reglamento general sobre Seguridad e Higiene.

Orden de 28 de agosto de 1970. Artículos 1 a 4, 183 a 291 y Anexos I y II (BOE: 05/09/70).

Ordenanza del trabajo para las industrias de la Construcción, vidrio y cerámica.

Corrección de errores: BOE 17/10/70.

Orden de 20 de septiembre de 1986. (BOE: 13/10/86).

Modelo de libro de incidencias correspondiente a las obras en que sea obligatorio el estudio de Seguridad e Higiene.

Corrección de errores: BOE: 31/10/86.

Orden de 16 de diciembre de 1987. (BOE: 29/12/87).

Nuevos modelos para la notificación de accidentes de trabajo e instrucciones para su cumplimiento y tramitación.

Orden de 31 de agosto de 1987. (BOE 18/09/87).

Señalización, balizamiento, limpieza y terminación de obras fijas en vías fuera de poblado.

Orden de 23 de mayo de 1977. (BOE 14/06/77).

Reglamento de aparatos elevadores para obras.

Modificación: Orden de 7 de marzo de 1981 (BOE: 14/03/81).

Orden de 28 de junio de 1988. (BOE: 07/07/88).

Instrucción Técnica Complementaria MIE-AEM 2 del Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención referente a grúas-torre desmontables para obras.

Modificación: Orden de 16 de abril de 1990 (BOE: 24/04/90).

Orden de 31 de octubre de 1984. (BOE: 07/11/84).

Reglamento sobre seguridad de los trabajos con riesgo de amianto.

Orden de 7 de enero de 1987. (BOE: 15/01/87).

Normas complementarias del Reglamento sobre seguridad de los trabajos con riesgo de amianto.

RD 1316/1989 de 27 de octubre. (BOE: 02/11/89).

Protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.

RD 1495/1986 de 26 de mayo (BOE: 21/07/86).

Reglamento de seguridad en las máquinas.

RD 1435/1992 de 27 de noviembre (BOE: 11/12/92), reformado por RD 56/1995 de 20 de enero (BOE: 08/02/95).

Disposiciones de aplicación de la Directiva 89/392/CEE relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre máquinas.

Orden de 9 de marzo de 1971. (BOE: 16 y 17/03/71).

Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo.

Corrección de errores: BOE: 06/04/71.

Modificación: BOE: 02/11/89.

Derogados algunos capítulos por la Ley 31/1995, RD 485/1997, RD 486/1997, RD 664/1997, RD 665/1997, RD 773/1997 y RD 1215/1997.

PARTE II

Art. 19. Escaleras de mano.

Art. 21. Aberturas de pisos.

Art. 22.- Aberturas en las paredes.

Art. 23. Barandillas y plintos.

Art. 25 a 28.- Iluminación.

Art. 31.- Ruidos, vibraciones y trepidaciones.

Art. 36. Comedores.

Art. 38 a 43. Instalaciones Sanitarias y de Higiene.

Art. 51. Protecciones contra contactos en las instalaciones y equipos eléctricos.

Art. 58. Motores Eléctricos.

Art. 59.- Conductores eléctricos.

Art. 60.- Interruptores y cortocircuitos de baja tensión.

Art. 70. Protección personal contra la electricidad.

Art. 82.- Medio de Prevención y extinción de incendios.

Art. 83 a 93.- Motores, transmisiones y máquinas.

Art. 94 a 96.- Herramientas portátiles.

Art. 100 a 107.- Elevación y transporte.

Art. 124. Tractores y otros medios de transportes automotores.

Art. 145 a 151. Protecciones personales.

Resoluciones aprobatorias de Normas Técnicas Reglamentarias para distintos medios de protección personal de trabajadores.

MT1.- Cascos de seguridad no metálicos BOE 30.12.74

MT2.- Protecciones auditivas. BOE 1.9.75

MT4.- Guantes aislantes de la electricidad. BOE 3.9.75

MT5.- Calzado de seguridad contra riesgos mecánicos.

MT7.- Adaptadores faciales. BOE 2.9.77

MT13.- Cinturones de sujeción. BOE 2.9.77

MT16.- Gafas de montura universal para protección contra impactos. BOE 17.8.78.

MT17.- Oculares de protección contra impactos. BOE 7.2.79

MT21.- Cinturones de suspensión. BOE 16.3.81

MT22.- Cinturones de caída. BOE 17.3.81

MT25.- Plantillas de protección frente a riesgos de perforación. BOE 13.10.81

MT26.- Aislamiento de seguridad de las herramientas manuales en trabajos eléctricos de baja tensión. BOE 10.10.81

MT27.- Bota impermeable al agua y a la humedad. BOE 22.12.81.

C.2.1.2 Normativa de ámbito local (Ordenanzas municipales)

Convenio Colectivo del grupo de Construcción y Obras Públicas de Cantabria.

Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión BOE 9.10.73 e instrucciones complementarias.

Estatuto de los Trabajadores. BOE 14.3.80.

Reglamento de los servicios médicos de empresa. BOE 27.11.59.

Reglamento de Aparatos elevadores para obras. BOE 14.6.77.

Real Decreto 1627 /1997 de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

Reglamento de Régimen interno de la Empresa Constructora si correspondiera.

C.2.2 Obligaciones de las partes implicadas

La propiedad viene obligada a incluir el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud como documento integrante del Proyecto de Obra procediendo a su visado en el Colegio Profesional correspondiente.

El contratista viene obligado a la redacción de un Plan de Seguridad y Salud de la obra que desarrolle las disposiciones de este Estudio.

El abono de las partidas presupuestarias en este Estudio Básico de Seguridad y Salud y concretadas en el Plan de Seguridad y Salud de la obra, lo realizará la propiedad de la misma al contratista, previa certificación de la Dirección Facultativa, expedida conjuntamente con las correspondientes a las demás unidades de obra realizadas.

La Empresa Constructora viene obligada a cumplir las directrices del Estudio de Seguridad, a través del Plan de Seguridad y Salud, coherente con el anterior y con los sistemas de ejecución que la misma vaya a emplear. El Plan de Seguridad y Salud, contará con la aprobación de la Dirección Facultativa y será previo al comienzo de la obra.

Los medios de protección personal, estarán homologados por organismo competente. Caso de no existir éstos en el mercado se emplearán los más adecuados bajo el visto bueno de la Dirección Facultativa.

Por último la Empresa Constructora cumplirá las estipulaciones preventivas del Estudio y el Plan de Seguridad, respondiendo solidariamente de los daños que se deriven de la infracción del mismo por su parte o de los posibles subcontratistas y empleados.

La Dirección facultativa considerará el Estudio de Seguridad como parte integrante del Proyecto de ejecución de la obra, correspondiéndola el control de supervisión de la ejecución del Plan de Seguridad y autorizando previamente cualquier modificación de éste, dejando constancia escrita en el Libro de Incidencias.

Periódicamente, según lo pactado, se realizarán las pertinentes certificaciones del Estudio de Seguridad, poniendo en conocimiento de la Propiedad y de los organismos competentes, el incumplimiento, por parte de la Empresa Constructora, de las medidas de Seguridad contenidas en el Estudio de Seguridad.

C.2.3 Parte de accidentes y deficiencias

Respetándose cualquier modelo normalizado que pudiera ser de uso normal en la práctica del contratista, los partes de accidente y deficiencias observadas recogerán como mínimo los siguientes datos con una tabulación ordenada haciéndose constar la diligencia de su cumplimiento en el Libro de Incidencias.

a) Parte de accidente

Identificación de la obra.

Día, mes y año en que se ha producido el accidente.

Hora del accidente.

Nombre del accidentado.

Categoría profesional y oficio del accidentado

Lugar (tajo) en el que se produjo el accidente.

Causa del accidente.

Importancia aparente del accidente.

Possible especificación sobre fallos humanos.

Lugar, persona y forma de producirse la primera cura.(médico, practicante, socorrista, personal de obra)

Lugar de traslado para hospitalización.

Testigos del accidente (Verificación nominal y versiones de los mismos).

Como complemento de este parte se emitirá un informe que contendrá:

- Cómo se hubiera podido evitar.
- Ordenes inmediatas para ejecutar.

b) Parte de deficiencias.

Identificación de la obra.

Fecha en que se ha producido la observación.

Lugar (tajo) en el que se ha hecho la observación.

Informe sobre la deficiencia observada.

Estudio de mejora de la deficiencia en cuestión.

c) Seguros de responsabilidad civil y todo riesgo de construcción y montaje

Será preceptivo en la obra que los técnicos responsables dispongan de cobertura en materia de responsabilidad civil profesional; asimismo el contratista debe disponer de cobertura de responsabilidad civil en el ejercicio de su actividad industrial, cubriendo el riesgo inherente a su actividad como constructor por los daños a terceras personas de los que pueda resultar responsabilidad civil extracontractual a su cargo, por hecho nacidos de culpa o negligencia, imputables al mismo o a las personas de las que debe responder; se entiende que esta

responsabilidad civil debe quedar ampliada al campo de la responsabilidad civil patronal.

El contratista viene obligado a la contratación de un seguro en la modalidad de todo riesgo a la construcción durante el plano de ejecución de la obra con ampliación a un periodo de mantenimiento de un año, contando a partir de la fecha de terminación definitiva de la obra.

C.2.4 Normas para la certificación de elementos de seguridad

Una vez al mes la constructora extenderá la valoración de las partidas que, en materia de Seguridad se hubiesen realizado en la obra; la valoración se hará conforme a este Estudio y de acuerdo con los precios contratados por la Propiedad. Esta valoración será visada y aprobada por la Dirección Facultativa y sin este requisito no podrá ser abonada por la Propiedad.

El abono de las certificaciones expuestas en el párrafo anterior se hará conforme se estipule en el contrato de obra.

Se tendrán en cuenta a la hora de redactar el presupuesto de este Estudio, sólo las partidas que intervienen como medidas de Seguridad e higiene, haciendo omisión de medios auxiliares, sin los cuales la obra no se podrá realizar.

En caso de ejecutar en obra unidades no previstas en el presente Estudio se definirán total y correctamente las mismas y se les adjudicará el precio correspondiente procediéndose para su abono, tal y como se indica en los apartados anteriores.

En caso de plantearse una revisión de precios, el Contratista comunicará proposición a la Propiedad por escrito, habiendo obtenido la aprobación de la Dirección Facultativa.

C.3 Planos y detalles

Los planos se incluirán en el Plan de Seguridad y Salud de la constructora que deberá aprobar el Coordinador de Seguridad y Salud.

C.4 Mediciones y presupuesto

El presupuesto destinado al apartado de Seguridad y Salud corresponde, aproximadamente, al 1,5% del presupuesto total del Proyecto y es incluido, junto a las mediciones, en el Plan de Seguridad y Salud de la constructora que deberá aprobar el Coordinador de Seguridad y Salud.

ANEXO D: PLANOS Y CRONOGRAMA

D.1 Plano 01: Emplazamiento y localización

D.2 Plano 02: Situación actual

D.3 Plano 03: Distribución de las pilas de biomasa

D.4 Plano 04: Red de agua y acometidas

D.5 Plano 05: Hidrantes y arquetas

D.6 Plano 06: Radio de acción de los hidrantes y monitores

D.7 Plano 07: Cámaras termográficas

D.8 Plano 08: Elementos de protección contra incendios

D.9 Plano 09: Red de protección contra incendios completa

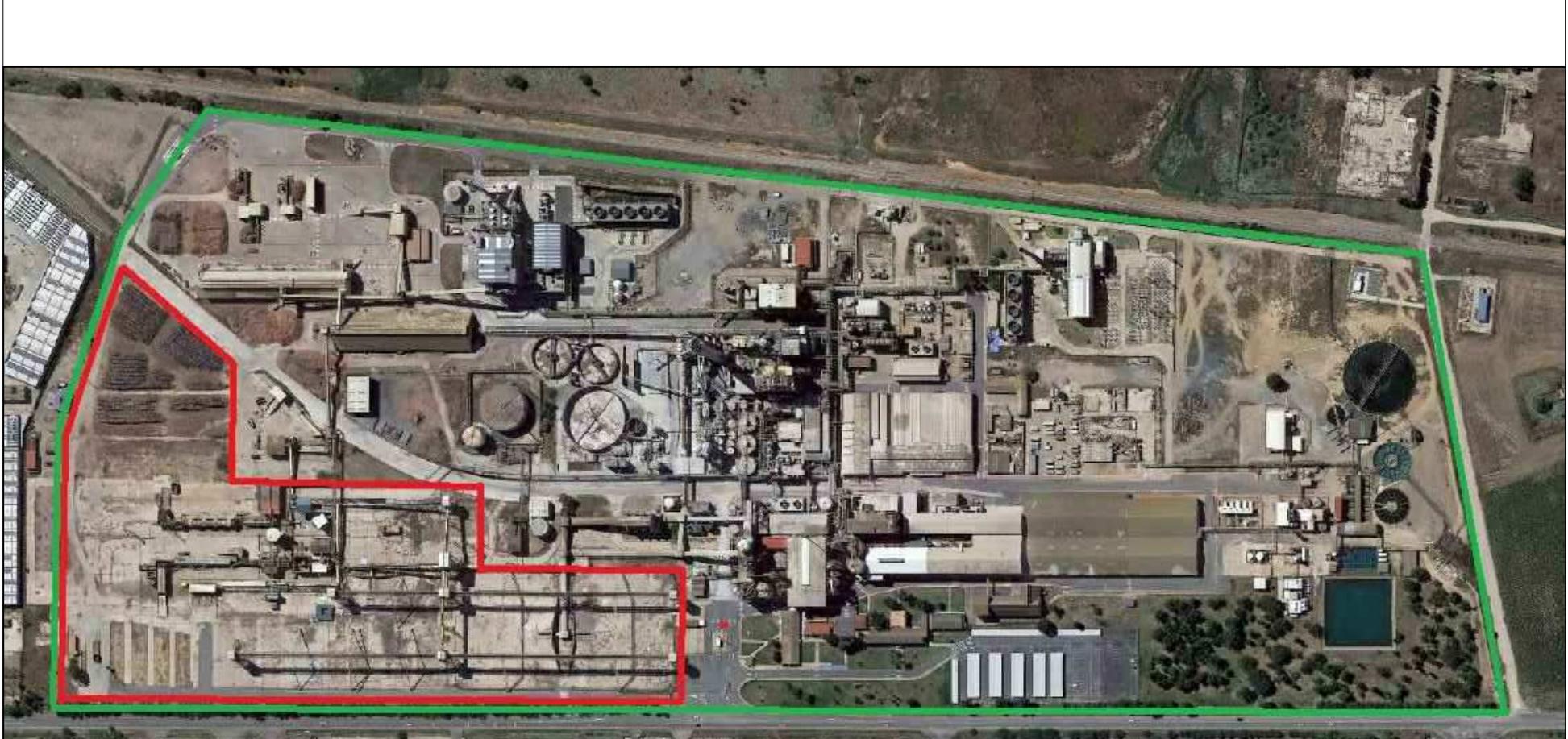
D.10 Plano 10: Caso más desfavorable I

D.11 Plano 11: Caso más desfavorable II

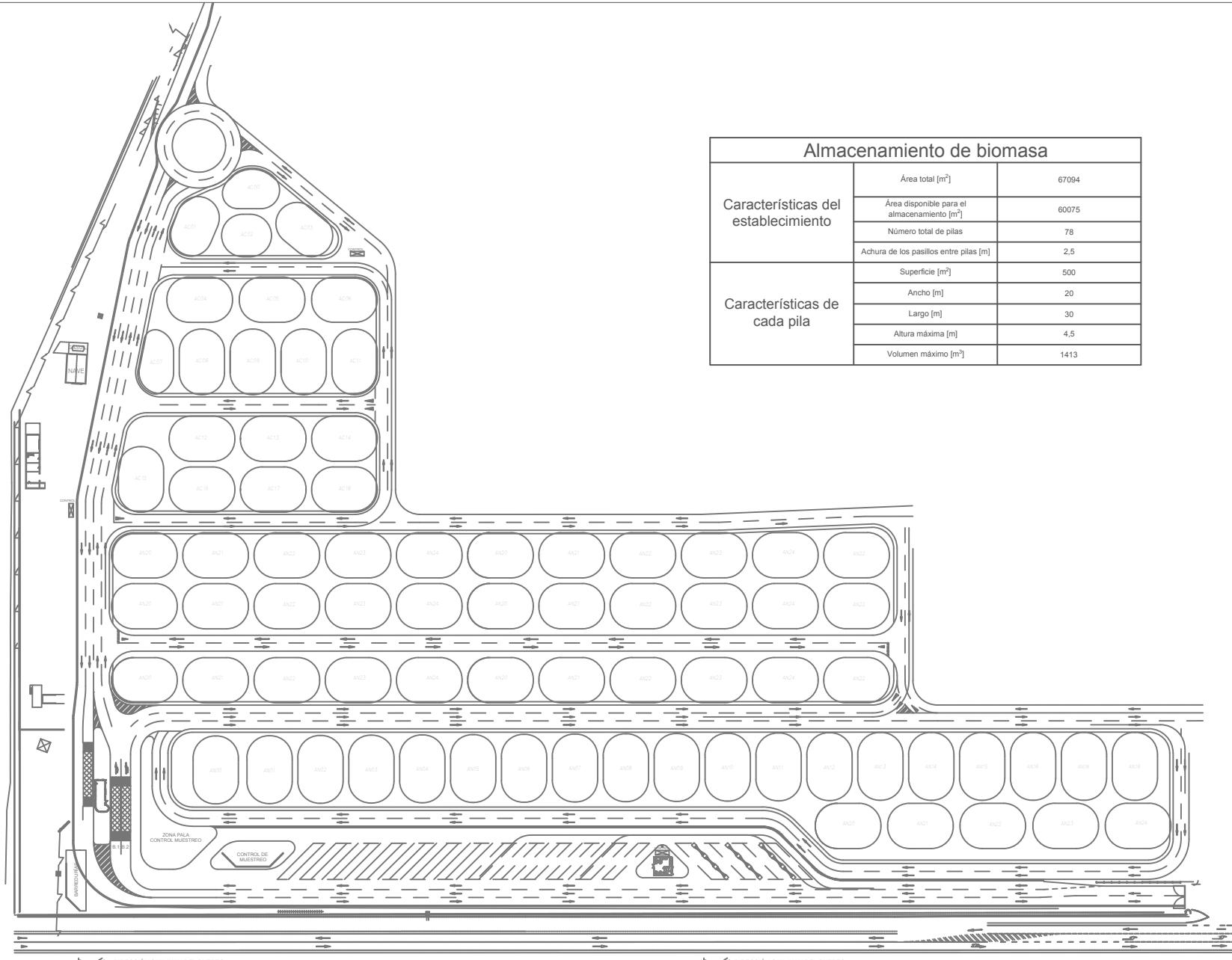
D.12 Cronograma



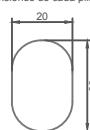
			PROYECTO BÁSICO CONTRA INCENDIOS ALMACENAMIENTO INTEMPERIE	
	Alumno	Francisco Alonso Flores	EMPLAZAMIENTO Y LOCALIZACIÓN PROVINCIA DE HUELVA	Nº de plano
	Trabajo de Fin de Grado			01
		Escala	1:250000	
			Fecha	Julio 2020 (RV00)

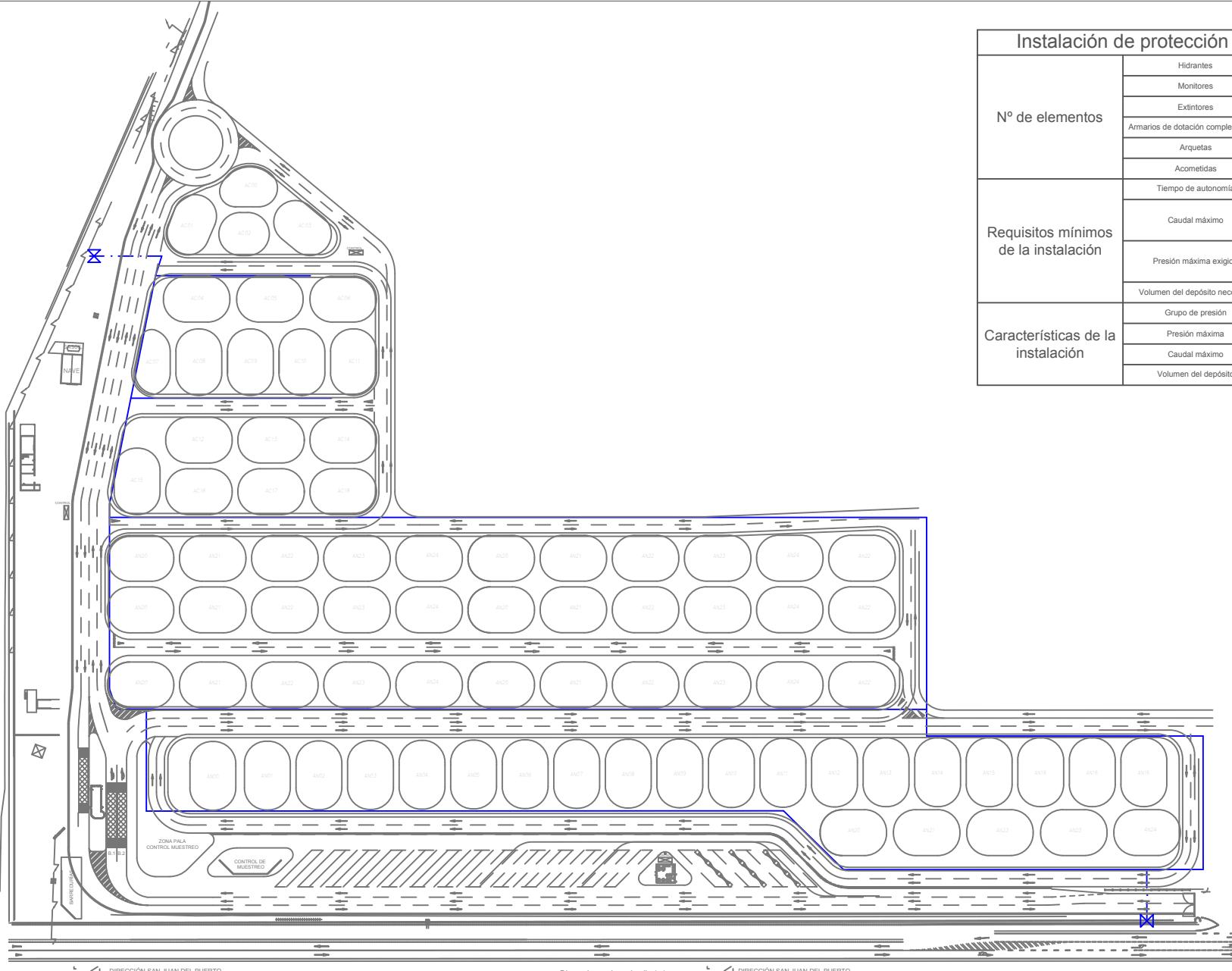


Leyenda	
Establecimiento industrial	—
Zona de almacenamiento de biomasa	—



Dimensions of each pile (m)

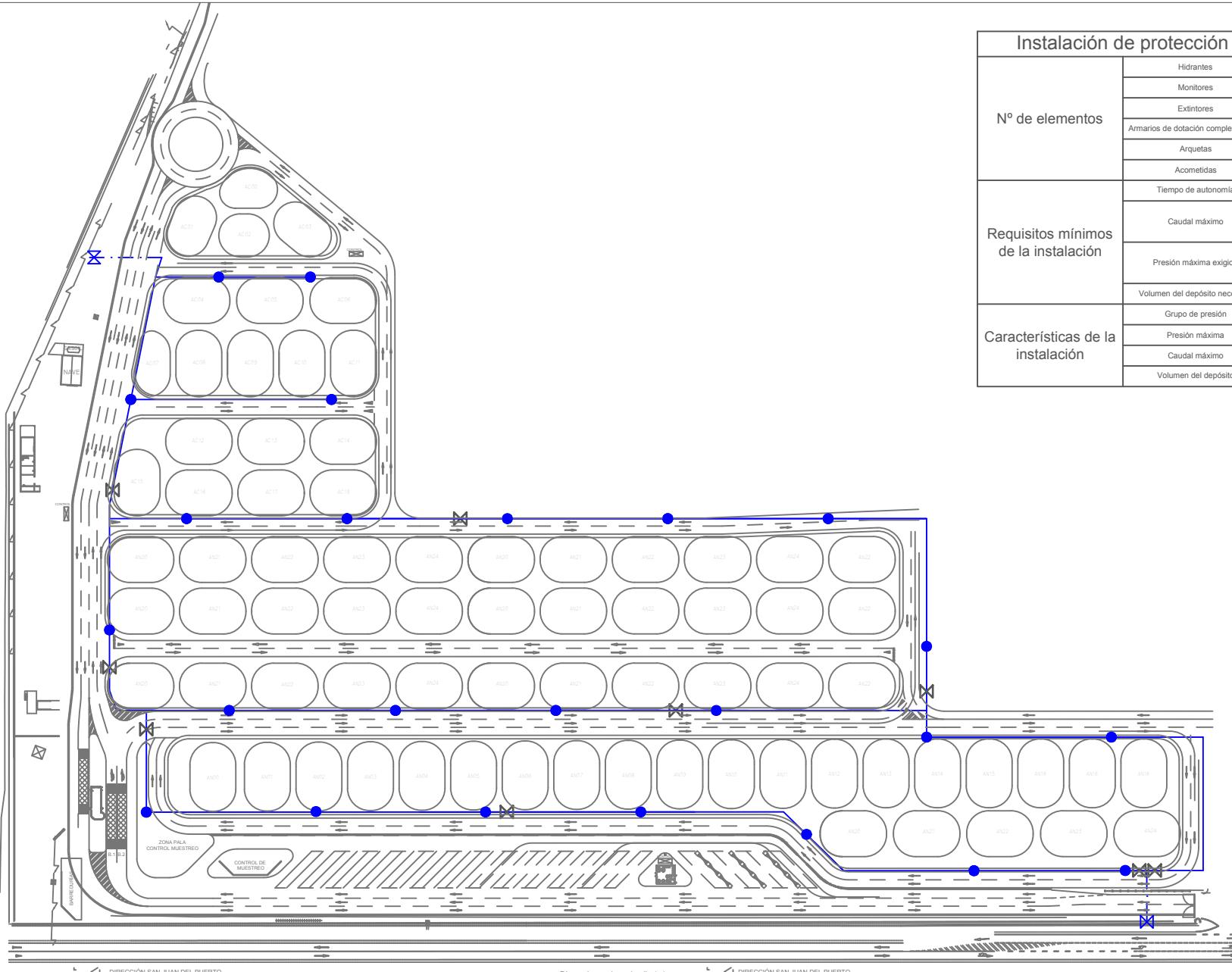




Instalación de protección contra incendios		
Nº de elementos	Hidrantes	24
	Monitores	24
	Extintores	48
	Armarios de dotación complementaria	24
	Arquetas	10
	Acometidas	2
Requisitos mínimos de la instalación	Tiempo de autonomía	90 minutos
	Caudal máximo	210 m³/h (hidrantes) 240 m³/h (monitores)
	Presión máxima exigida	5,397 bar (hidrantes) 7,513 bar (monitores)
	Volumen del depósito necesario	360 m³
Características de la instalación	Grupo de presión	Bombas Eléctrica + Diesel + Jockey
	Presión máxima	10 bar
	Caudal máximo	454 m³/h
	Volumen del depósito	1515 m³

ELEMENTOS	
Red de agua	_____
Acometidas	_____

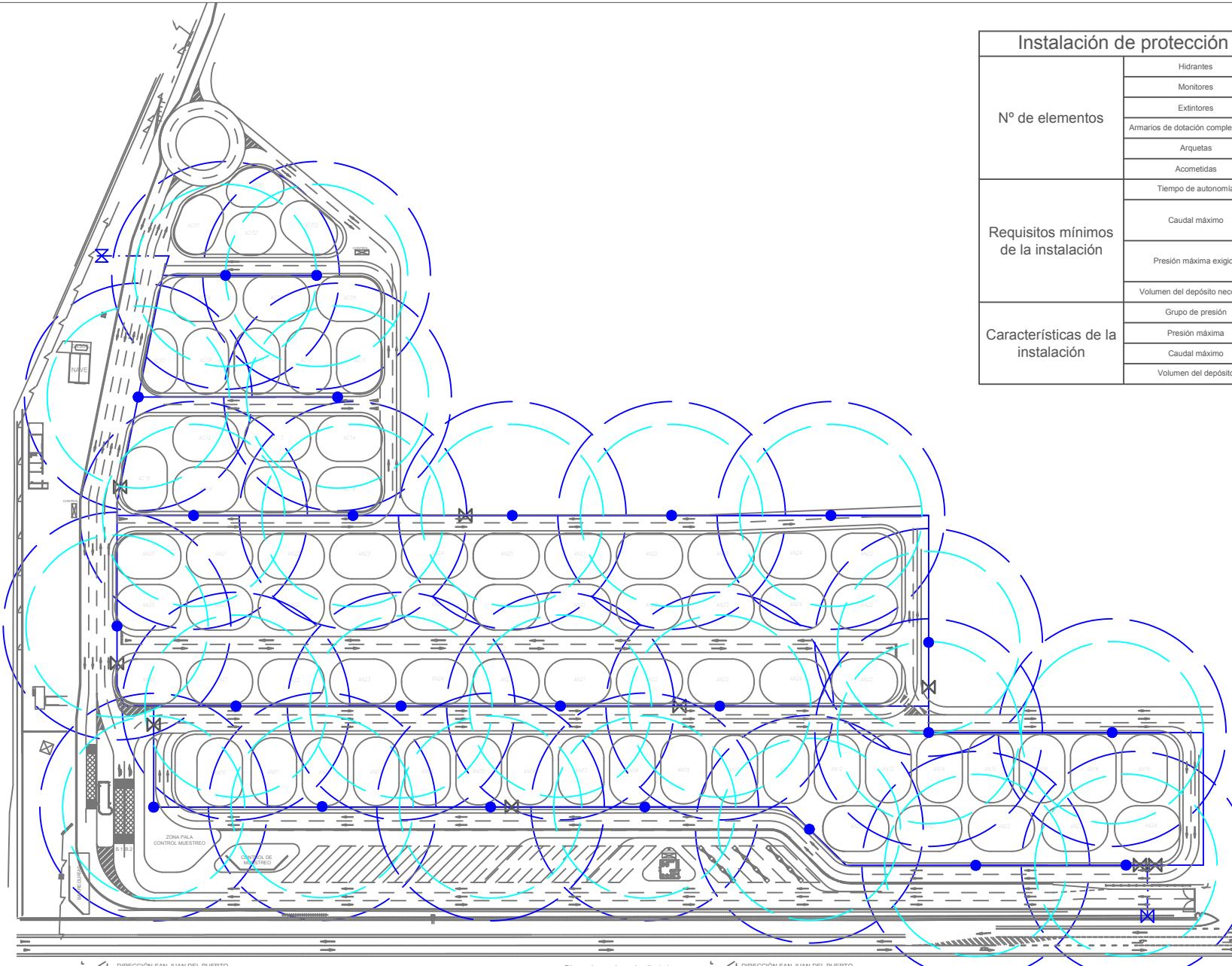
PROYECTO BÁSICO CONTRA INCENDIOS ALMACENAMIENTO INTEMPERIE			
Alumno	Francisco Alonso Flores	Nº de plano	04
		REDES ENTERRADAS RED DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS PLANTA GENERAL RED DE AGUA Y ACOMETIDAS	Escala 1:2500
		Trabajo de Fin de Grado	Fecha Julio 2020 (RV00)



Instalación de protección contra incendios		
Nº de elementos	Hidrantes	24
	Monitores	24
	Extintores	48
	Armarios de dotación complementaria	24
	Arquetas	10
	Acometidas	2
Requisitos mínimos de la instalación	Tiempo de autonomía	90 minutos
	Caudal máximo	210 m³/h (hidrantes) 240 m³/h (monitores)
	Presión máxima exigida	5,397 bar (hidrantes) 7,513 bar (monitores)
	Volumen del depósito necesario	360 m³
Características de la instalación	Grupo de presión	Bombas Eléctrica + Diesel + Jockey
	Presión máxima	10 bar
	Caudal máximo	454 m³/h
	Volumen del depósito	1515 m³

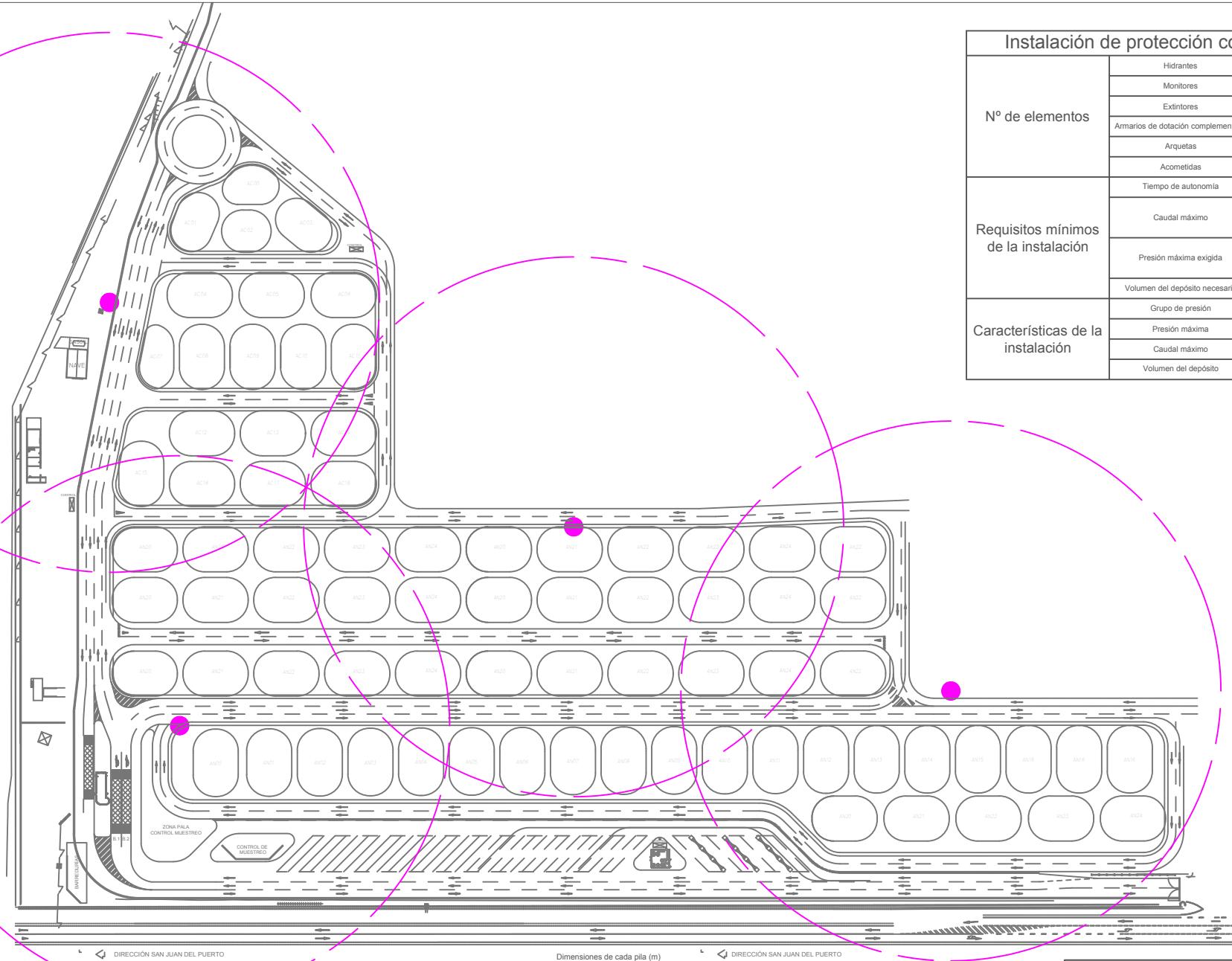
ELEMENTOS	
Red de agua	—
Acometidas	— X
Hidrantes	● —
Arquetas	X —

PROYECTO BÁSICO CONTRA INCENDIOS ALMACENAMIENTO INTEMPERIE			
Alumno	Francisco Alonso Flores	Nº de plano	05
RED DE PROTECCION CONTRA INCENDIOS PLANTA GENERAL HIDRANTES Y ARQUETAS		Escala	1:2500
Trabajo de Fin de Grado		Fecha	Julio 2020 (RV00)



Instalación de protección contra incendios		
Nº de elementos	Hidrantes	24
	Monitores	24
	Extintores	48
	Armarios de dotación complementaria	24
	Arquetas	10
	Acometidas	2
Requisitos mínimos de la instalación	Tiempo de autonomía	90 minutos
	Caudal máximo	210 m³/h (hidrantes) 240 m³/h (monitores)
	Presión máxima exigida	5,397 bar (hidrantes) 7,513 bar (monitores)
	Volumen del depósito necesario	360 m³
Características de la instalación	Grupo de presión	Bombas Eléctrica + Diesel + Jockey
	Presión máxima	10 bar
	Caudal máximo	454 m³/h
	Volumen del depósito	1515 m³

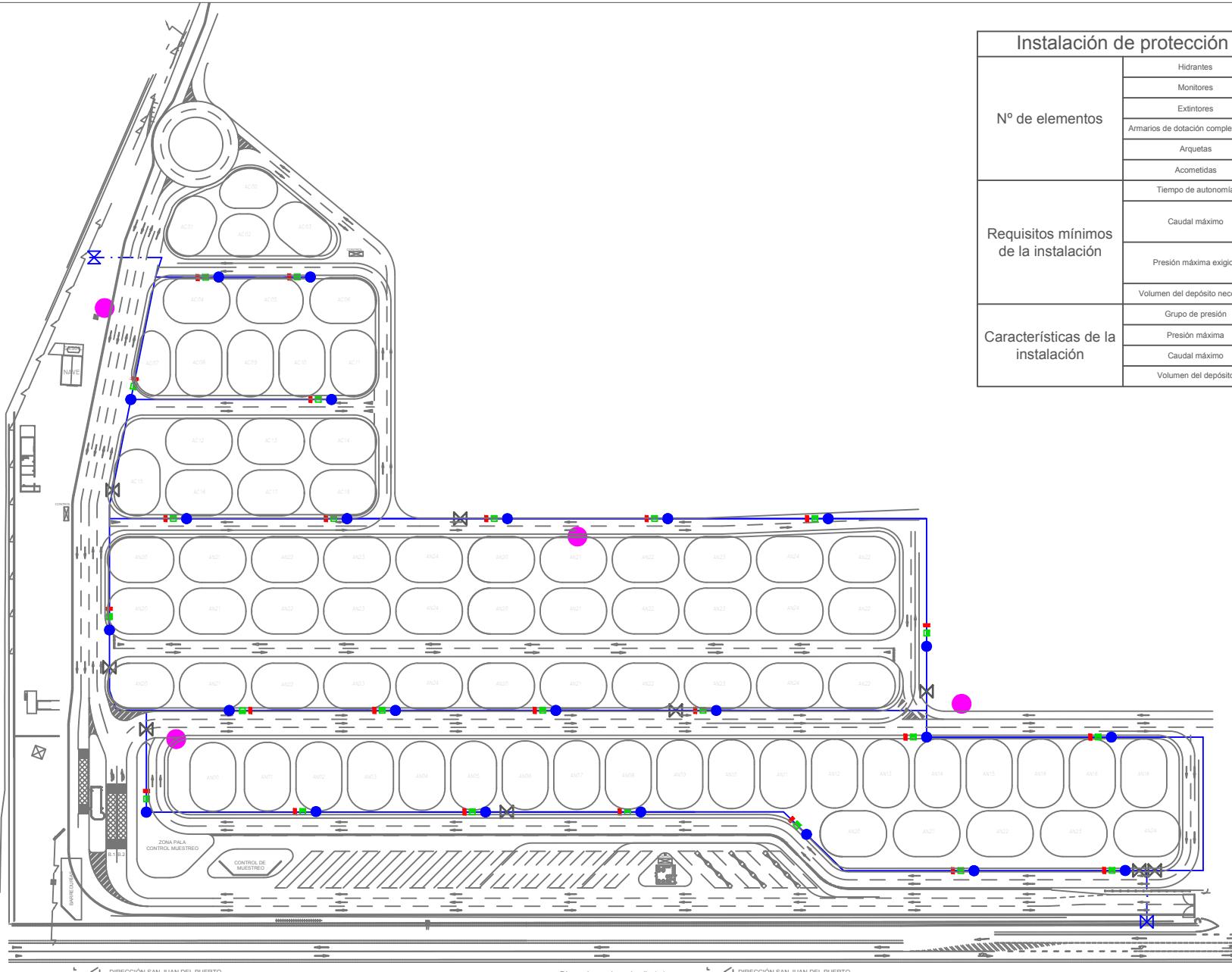
PROYECTO BÁSICO CONTRA INCENDIOS ALMACENAMIENTO INTEMPERIE			
Alumno	Francisco Alonso Flores	Nº de plano	06
		REDES ENTERRADAS RED DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS PLANTA GENERAL RADIO DE ACCIÓN DE HIDRANTES Y MONITORES	1:2500
		Trabajo de Fin de Grado	Fecha Julio 2020 (RV00)



Instalación de protección contra incendios		
Nº de elementos	Hidrantes	24
	Monitores	24
	Extintores	48
	Armarios de dotación complementaria	24
	Arquetas	10
	Acometidas	2
Requisitos mínimos de la instalación	Tiempo de autonomía	90 minutos
	Caudal máximo	210 m³/h (hidrantes) 240 m³/h (monitores)
	Presión máxima exigida	5,397 bar (hidrantes) 7,513 bar (monitores)
	Volumen del depósito necesario	360 m³
	Grupo de presión	Bombas Eléctrica + Diesel + Jockey
	Presión máxima	10 bar
Características de la instalación	Caudal máximo	454 m³/h
	Volumen del depósito	1515 m³

ELEMENTOS	
Red de agua	●
Radio de acción (120 metros)	○

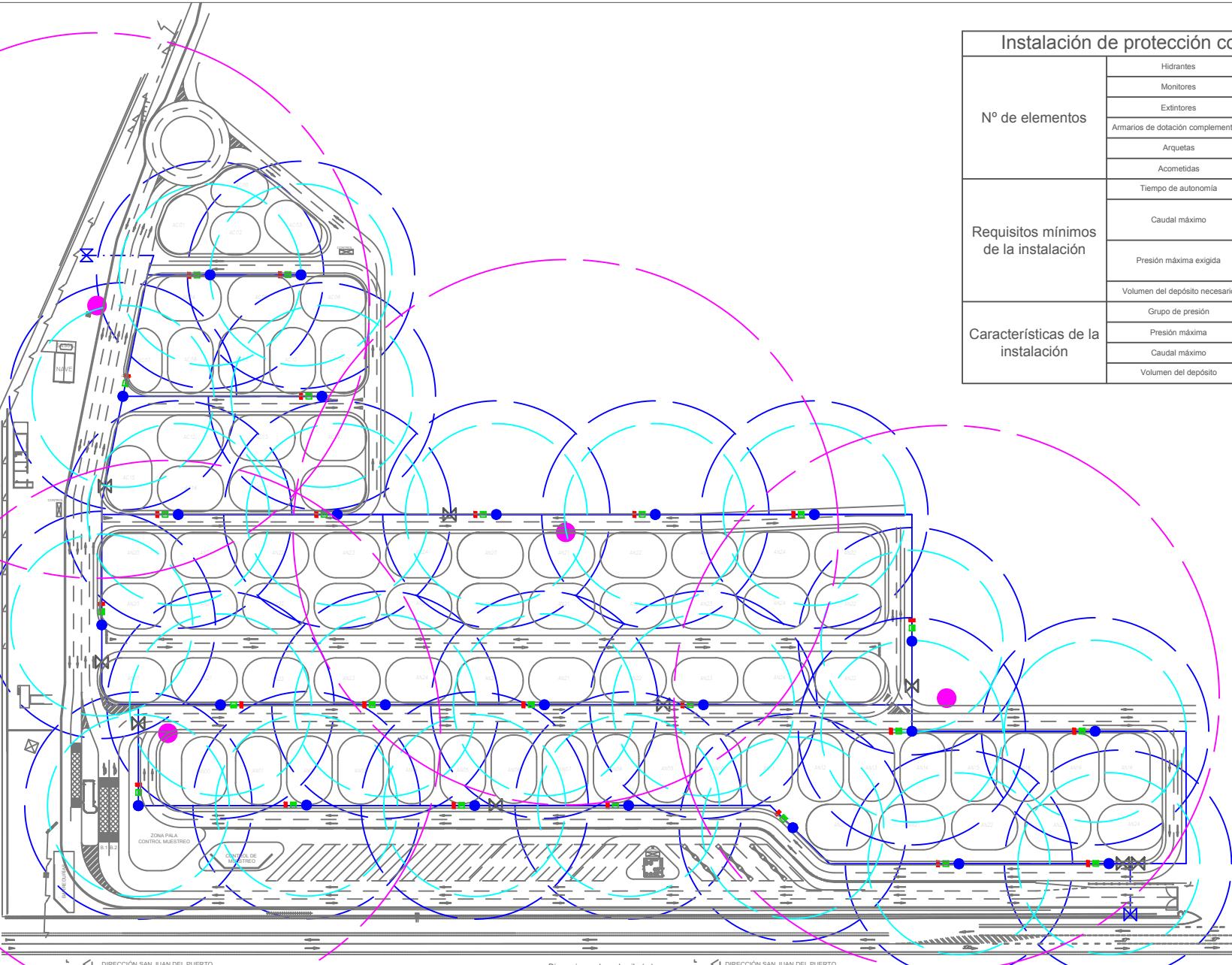
PROYECTO BÁSICO CONTRA INCENDIOS ALMACENAMIENTO INTEMPERIE			
Alumno	Francisco Alonso Flores	Nº de plano	07
RED DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS PLANTA GENERAL CÁMARA TERMOGRÁFICAS		Escala	1:2500
Trabajo de Fin de Grado		Fecha	Julio 2020 (RV00)



Instalación de protección contra incendios		
Nº de elementos	Hidrantes	24
	Monitores	24
	Extintores	48
	Armarios de dotación complementaria	24
	Arquetas	10
	Acometidas	2
Requisitos mínimos de la instalación	Tiempo de autonomía	90 minutos
	Caudal máximo	210 m³/h (hidrantes) 240 m³/h (monitores)
	Presión máxima exigida	5,397 bar (hidrantes) 7,513 bar (monitores)
	Volumen del depósito necesario	360 m³
Características de la instalación	Grupo de presión	Bombas Eléctrica + Diesel + Jockey
	Presión máxima	10 bar
	Caudal máximo	454 m³/h
	Volumen del depósito	1515 m³

ELEMENTOS	
Red de agua	—
Acometidas	- - - X
Hidrantes	●
Arquetas	X
Extintores	■
Armarios de dotación complementaria	■ ■
Cámaras termográficas	● ●

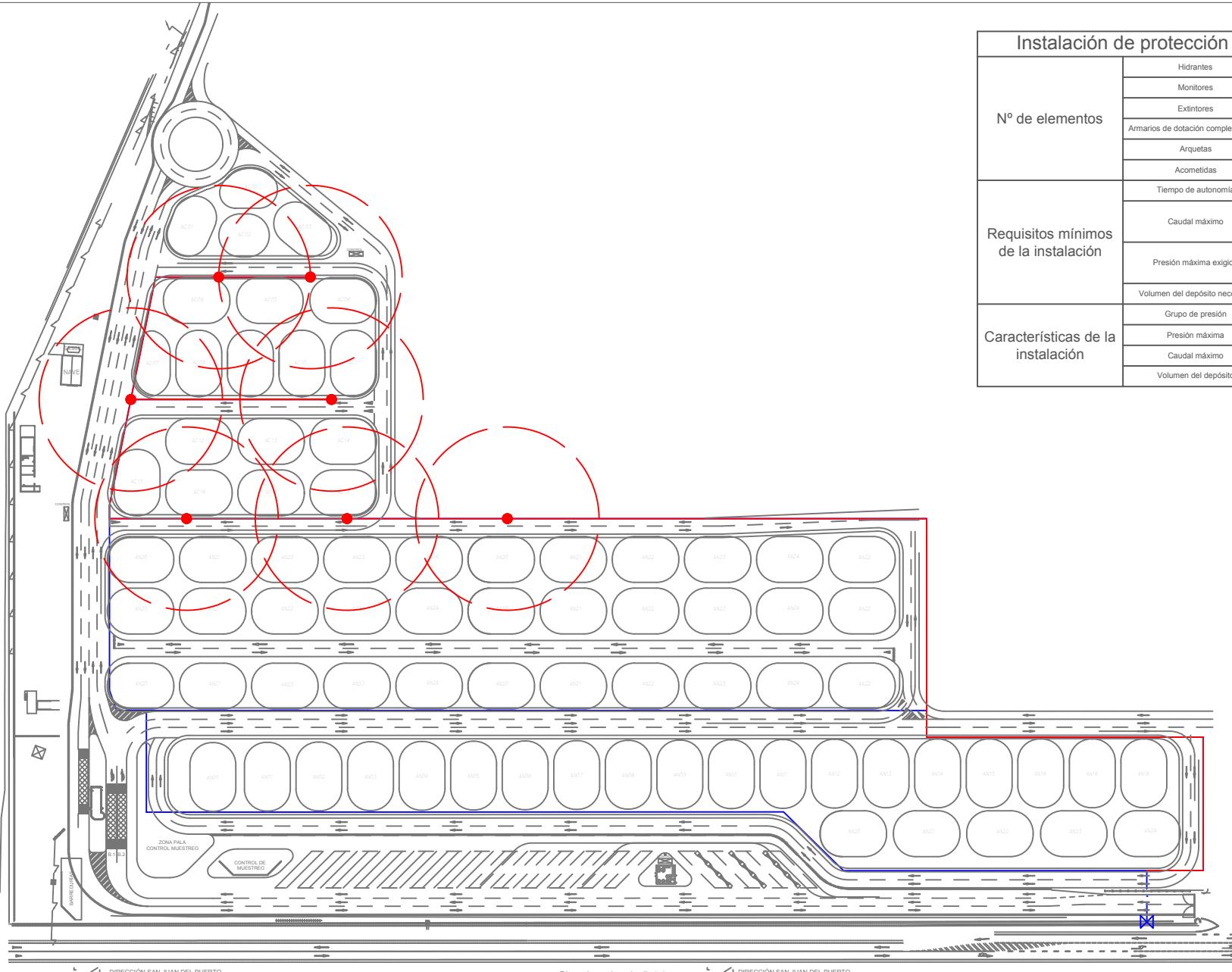
PROYECTO BÁSICO CONTRA INCENDIOS ALMACENAMIENTO INTEMPERIE		
Alumno	Francisco Alonso Flores	Nº de plano 08
		RED DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS PLANTA GENERAL ELEMENTOS
		Escala 1:2500
		Fecha Julio 2020 (RV00)
Trabajo de Fin de Grado		



Instalación de protección contra incendios		
Nº de elementos	Hidrantes	24
	Monitores	24
	Extintores	48
	Armarios de dotación complementaria	24
	Arquetas	10
	Acometidas	2
Requisitos mínimos de la instalación	Tiempo de autonomía	90 minutos
	Caudal máximo	210 m³/h (hidrantes) 240 m³/h (monitores)
	Presión máxima exigida	5,397 bar (hidrantes) 7,513 bar (monitores)
	Volumen del depósito necesario	360 m³
Características de la instalación	Grupo de presión	Bombas Eléctrica + Diesel + Jockey
	Presión máxima	10 bar
	Caudal máximo	454 m³/h
	Volumen del depósito	1515 m³

ELEMENTOS	
Red de agua	—
Acometidas	-x-
Hidrantes	●
Arquetas	☒
Radio de acción de los hidrantes (40 metros)	○
Radio de acción de los monitores (50 metros)	○
Extintores	■
Armarios de dotación complementaria	■
Cámaras termográficas	●
Radio de acción de las cámaras termográficas (120 metros)	○

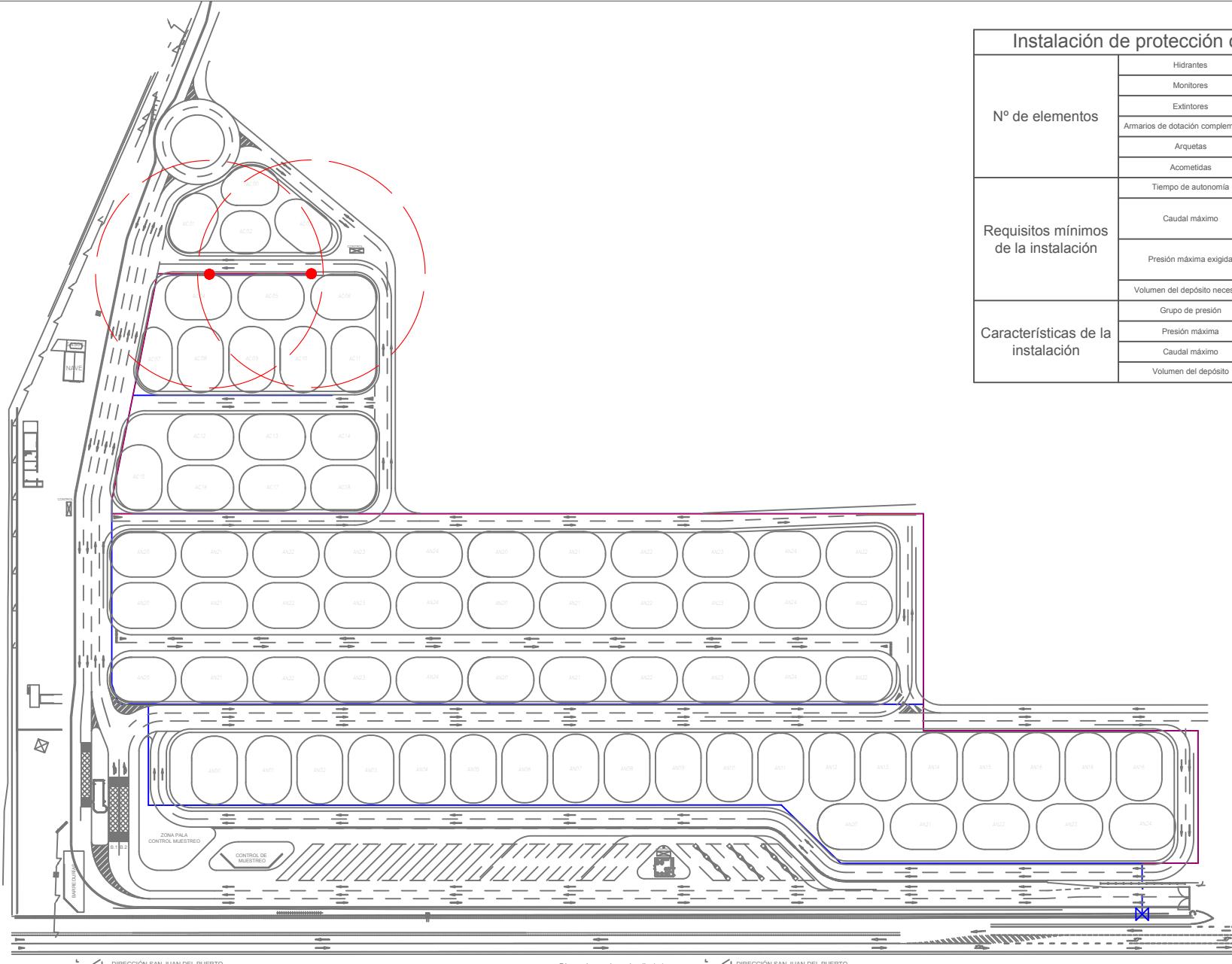
PROYECTO BÁSICO CONTRA INCENDIOS ALMACENAMIENTO INTEMPERIE		
Alumno	Francisco Alonso Flores	Nº de plano 09
		RED DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS PLANTA GENERAL
		Escala 1:2500
		Fecha Julio 2020 (RV00)
Trabajo de Fin de Grado		



Instalación de protección contra incendios		
Nº de elementos	Hidrantes	24
	Monitores	24
	Extintores	48
	Armarios de dotación complementaria	24
	Arquetas	10
	Acometidas	2
Requisitos mínimos de la instalación	Tiempo de autonomía	90 minutos
	Caudal máximo	210 m³/h (hidrantes) 240 m³/h (monitores)
	Presión máxima exigida	5,397 bar (hidrantes) 7,513 bar (monitores)
	Volumen del depósito necesario	360 m³
Características de la instalación	Grupo de presión	Bombas Eléctrica + Diesel + Jockey
	Presión máxima	10 bar
	Caudal máximo	454 m³/h
	Volumen del depósito	1515 m³

ELEMENTOS	
Red de agua (recorrido más desfavorable)	—
Acometida abierta	- - - X
Hidrantes más desfavorables (7)	●
Radio de acción de los hidrantes (40 metros)	○

PROYECTO BÁSICO CONTRA INCENDIOS ALMACENAMIENTO INTEMPERIE	
Alumno	Francisco Alonso Flores
CASO MÁS DESFAVORABLE II RED DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS PLANTA GENERAL HIDRANTES	Nº de plano 10 Escala 1:2500 Fecha Julio 2020 (RV00)
Trabajo de Fin de Grado	

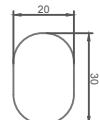


Instalación de protección contra incendios		
Nº de elementos	Hidrantes	24
	Monitores	24
	Extintores	48
	Armarios de dotación complementaria	24
	Arquetas	10
	Acometidas	2
	Tiempo de autonomía	
Requisitos mínimos de la instalación	90 minutos	
	Caudal máximo	210 m ³ /h (hidrantes)
		240 m ³ /h (monitores)
	Presión máxima exigida	5,397 bar (hidrantes)
		7,513 bar (monitores)
	Volumen del depósito necesario	360 m ³
	Grupo de presión	
Características de la instalación	Bombas Eléctrica + Diesel + Jockey	
	Presión máxima	10 bar
	Caudal máximo	454 m ³ /h
	Volumen del depósito	1515 m ³

ELEMENTOS

Red de agua (recorrido más desfavorable)	
Acometida abierta	
Monitores más desfavorables (2)	
Radio de acción de los monitores (50 metros)	

Dimensiones de cada pila (m)



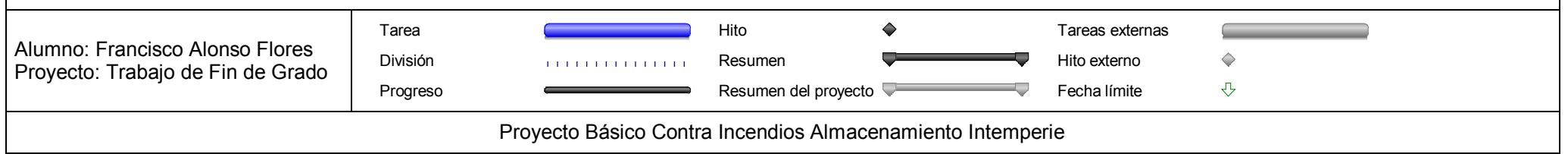
DIRECCIÓN SAN JUAN DEL PUERTO

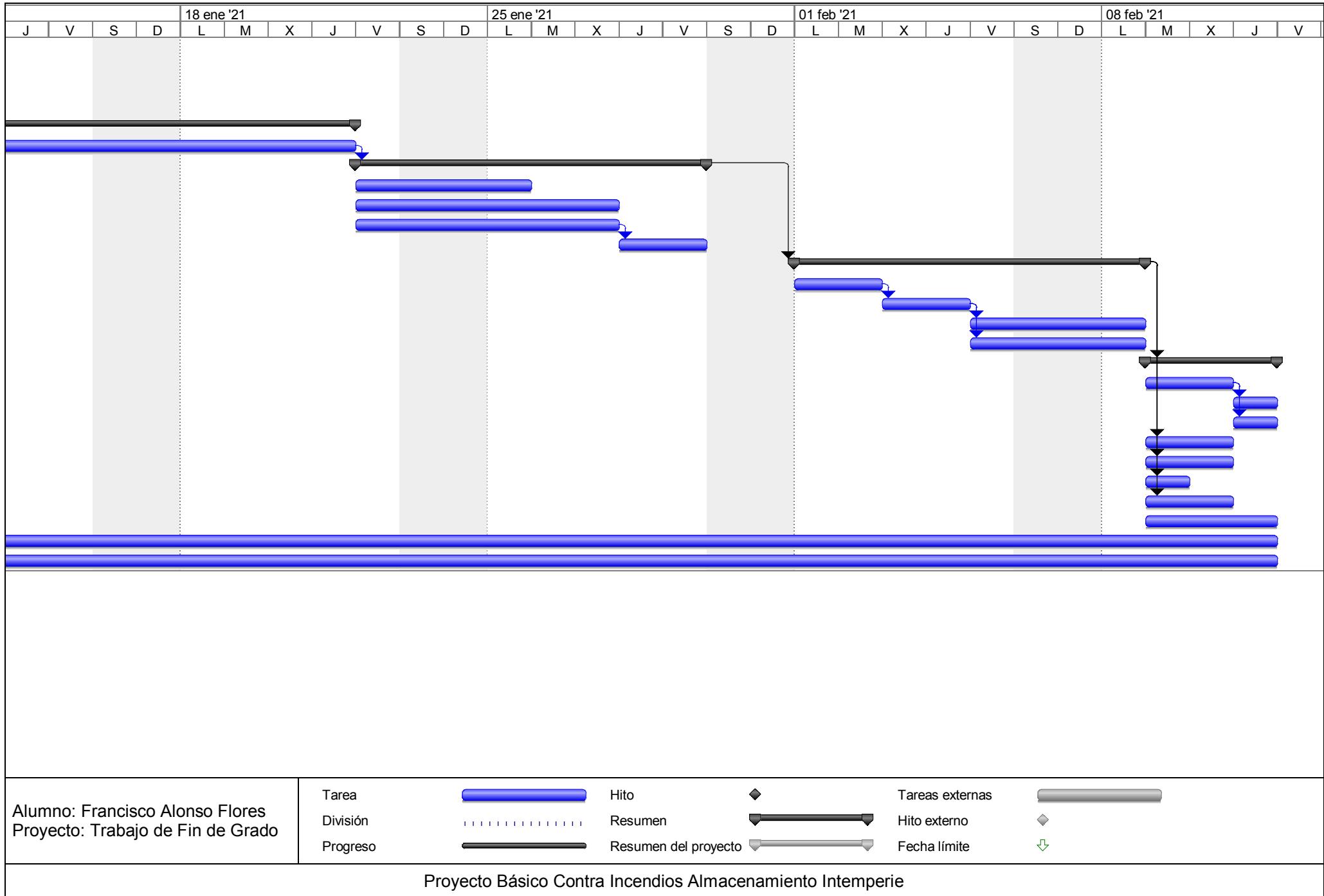


PROYECTO BÁSICO CONTRA INCENDIOS
ALMACENAMIENTO INTEMPERIE

Alumno	Francisco Alonso Flores	CASO MÁS DESFAVORABLE II RED DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS PLANTA GENERAL MONITORES	Nº de plano	11	
Trabajo de Fin de Grado			Escala	1:2500	
			Fecha	Julio 2020 (RV00)	

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	04 ene '21												11 ene '21											
						J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J									
1	Replanteo	2 días	vie 01/01/21	lun 04/01/21																									
2	Demoliciones de firme existente	5 días	mar 05/01/21	lun 11/01/21	1																								
3	Desbroce y limpieza superficial	5 días	mar 05/01/21	lun 11/01/21	1																								
4	Carga y transporte a vertedero	5 días	mar 05/01/21	lun 11/01/21																									
5	Movimientos de tierra	8 días	mar 12/01/21	jue 21/01/21	3																								
6	Excavación en zanjas	8 días	mar 12/01/21	jue 21/01/21																									
7	Redes de agua	6 días	vie 22/01/21	vie 29/01/21	6																								
8	Arquetas	2 días	vie 22/01/21	lun 25/01/21																									
9	Tuberías	4 días	vie 22/01/21	mié 27/01/21																									
10	Electrosoldadura	4 días	vie 22/01/21	mié 27/01/21																									
11	Pruebas hidráulicas	2 días	jue 28/01/21	vie 29/01/21	10																								
12	Firmes	6 días	lun 01/02/21	lun 08/02/21	7																								
13	Cama de arena	2 días	lun 01/02/21	mar 02/02/21																									
14	Macizos de hormigón armado	2 días	mié 03/02/21	jue 04/02/21	13																								
15	Relleno	2 días	vie 05/02/21	lun 08/02/21	14																								
16	Reposición del firme	2 días	vie 05/02/21	lun 08/02/21	14																								
17	Instalaciones	3 días	mar 09/02/21	jue 11/02/21	12																								
18	Instalación hidrantes	2 días	mar 09/02/21	mié 10/02/21																									
19	Instalación acoplamiento monitores	1 día	jue 11/02/21	jue 11/02/21	18																								
20	Instalación monitores	1 día	jue 11/02/21	jue 11/02/21	18																								
21	Instalación válvula sectorizada	2 días	mar 09/02/21	mié 10/02/21	12																								
22	Instalación armarios de dotación	2 días	mar 09/02/21	mié 10/02/21	12																								
23	Instalación Extintores	1 día	mar 09/02/21	mar 09/02/21	12																								
24	Instalación cámaras termográficas	2 días	mar 09/02/21	mié 10/02/21	12																								
25	Señalización	3 días	mar 09/02/21	jue 11/02/21																									
26	Plan de Seguridad y Salud	30 días	vie 01/01/21	jue 11/02/21																									
27	Plan de Calidad	30 días	vie 01/01/21	jue 11/02/21																									





ANEXO E: MEDICIONES Y PRESUPUESTO

<i>Capítulo</i>	<i>Uds</i>	<i>Descripción</i>	<i>Longitud</i>	<i>Anchura</i>	<i>Altura</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Importe</i>
1		DEMOLICIONES DE FIRME EXISTENTE						
1.01	m ²	Demolición y levantado de pavimento de hormigón de hasta 30 cm. de espesor para ejecución de zanja de instalaciones, incluso precorte, carga y transporte de los productos resultantes a vertedero o lugar de empleo y canon de vertido. Medida la superficie teórica ejecutada.	1.850 m	1 m		1.850 m ²	10 €/m ²	18.500 €
		Total capítulo 1						18.500 €
2		MOVIMIENTOS DE TIERRA						
2.01	m ³	Excavación en zanja en tierras por cualquier medio, incluso entibaciones y medidas de protección necesarias, carga y transporte de los productos de la excavación a vertedero o lugar de empleo y canon de vertido. Medido el volumen teórico ejecutado.	1.850 m	1 m	0,3 m	555 m ³	8 €/m ³	4.440 €
		Total capítulo 2						4.440 €
3		FIRMES						
3.01	m ²	Firme de cualquier tipo rígido (HA30) o flexible (aglomerado D20/S20). En general acabado superficial conforme al existente en la traza.	1.850 m	1 m		1.850 m ²	25 €/m ²	46.250 €
		Total capítulo 3						46.250 €

4		INSTALACIONES					
4.01	m	Zanja de instalaciones para conducción de redes urbanas. Se incluye la compactación del fondo de la zanja, la cama de 10cm de arena limpia-cernida, la instalación de tubería, el relleno con suelo seleccionado procedente de cantera según PG3, la protección en el cruce de calzadas con HM 20 de 20cm de espesor. Los dados de HM20 para anclaje de codos, tes, válvulas, columnas de hidrantes, etc. La red está formada por 1 tubería de PEAD (PN16) homologada FM de 250 mm con uniones electrosoldadas (las piezas de transición y las uniones para conectar hidrantes y válvulas de sectorización y las conexiones con los circuitos existentes serán conforme a normativa FM), incluyendo los tubos de PVC de las instalaciones, excavación de zanja, faja de protección de tubos de relleno de arena compactada para la tubería de PCI y relleno de zahorra. Medida la longitud teórica ejecutada.	1.850 m		1.850 m	170 €/ml	314.500€
4.02	ud	Suministro e instalación de monitor de gran alcance con cuerpo de acero de control por palanca y rotación posible de 360º modelo MTGMP 4.0"			24	350 €/ud	8.400 €
4.03	ud	Suministro e instalación de acoplamiento de hidrante para monitor, tipo ACOMONI, de diámetro acorde a unión hidrante-monitor			24	150 €/ud	3.600 €
4.04	ud	Suministro e instalación de hidrante tipo "C" según norma UNE-EN 14384:2006 (hidrante de columna seca, sistema de drenaje y rotura) para incendios, de cuerpo de bronce, equipado con dos tomas D=2 ½" mm. y una toma D=4", tipo modelo IVANCA4R. Medida la unidad ejecutada.			24	600 €/ud	14.400 €
4.05	ud	Suministro e instalación de válvula de sectorización homologada FM incluyendo excavación, relleno, y poste indicador de ubicación.			10	1.200€/ud	12.000€
4.06	ud	Suministro e instalación de armarios de dotación contra incendios provistos de: <ul style="list-style-type: none"> - 1 Bifurcación 45x45 s/tapas c/racores. - 1 Racor r/exterior 70 mm. - 2 Manguera SATUR 45 mm y 15 m racorada. - 1 Manguera SATUR 70 mm y 15 m racorada. - 1 Lanza 70 mm. • 2 Lanzas 45 mm. - 1 Reducción 70/45. 			24	450 €/ud	10.800 €
4.07	ud	Suministro e instalación de extintores de 9 Kg de Polvo ABC eficacia 34A 233B C			48	60 €/ud	2.880 €

4.08	ud	Suministro e instalación de cámaras de termografía, incluyendo soporte y ajuste				4	2.000€/ud	8.000 €
		Total capítulo 4						374.580€

TOTAL PRESUPUESTO PCI	443.770 €
------------------------------	------------------

El presupuesto asciende a la cantidad de CUATROCIENTOS CUARENTA Y TRES MIL SETECIENTOS SETENTA EUROS.

REFERENCIAS

- [1] Asociación Profesional de Técnicos de Bomberos, «Estudio de víctimas de incendios en España en 2018,» Fundación Mapfre, Madrid, 2019.
- [2] Unespa, «Estamos seguros,» Unión Española de Entidades Aseguradoras y Reaseguradoras (Unespa), 25 Febrero 2020. [En línea]. Available: <https://www.estamos-seguros.es/incendios-en-espana-en-2018-en-cifras/>. [Último acceso: Marzo 2020].
- [3] Iberdrola, «Iberdrola.com,» [En línea]. Available: <https://www.iberdrola.com/sala-comunicacion/top-stories/contrato-ppa-energia>. [Último acceso: 11 Abril 2020].
- [4] Red Eléctrica de España, «Series estadísticas del sistema eléctrico español,» España, 2020.
- [5] Real Academia de la Lengua Española, Diccionario de la Lengua Española, 21 ed., Madrid: ESPASA, 1992.
- [6] S. G. Garrido, Centrales termoeléctricas de biomasa, Madrid: Renovetec, 2012.
- [7] U. S. Energy Information Administration, "Energy sources have changed throughout the history of the United States," *Today in energy*, vol. July 2013, no. 3, 2013.
- [8] Ence Energía & Celulosa, «Ence Energía & Celulosa,» [En línea]. Available: <https://ence.es/energia-renovable/>. [Último acceso: Enero 2020].
- [9] P. G. Bejerano, «Blogbigthink.com,» Movistar, 28 Julio 2013. [En línea]. Available: <https://blogthinkbig.com/consumo-de-energia-siglo-xviii>. [Último acceso: Enero 2020].
- [10] H. Ritchie and M. Roser, "Our World in Data," University of Oxford, Julio 2018. [Online]. Available: <https://ourworldindata.org/energy#citation>. [Accessed Febrero 2020].
- [11] H. Ritchie and M. Roser, "Our World in Data," Oxford University, Julio 2018. [Online]. Available: <https://ourworldindata.org/renewable-energy#citation>. [Accessed Febrero 2020].
- [12] AVEBIOM, «observatoriobiomasa.es,» Asociación Española de Valorización Energética de la Biomasa, [En línea]. Available: <https://observatoriobiomasa.es/graficas>. [Último acceso: 20 marzo 2020].
- [13] Tecnifuegos-AESPI, *UNE-ISO 23932*, España: Asociación Española de Normalización, 2017.

- [14] Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, *Reglamento de instalaciones de protección contra incendios. Real Decreto 513/2017*, España: Boletín Oficial del Estado. 12 de junio de 2017.
- [15] Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, *Reglamento de Seguridad contra Incendios en los establecimientos industriales. Real Decreto 2267/2004*, España: Boletín Oficial del Estado. 17 de diciembre de 2004.
- [16] Ministerio de la Presidencia, *Clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego. Real Decreto 842/2013*, España: Boletín Oficial del Estado. 23 de noviembre de 2013.
- [17] Ministerio de la Presidencia, *Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción. Real Decreto 1627/1997*, España: Boletín Oficial del Estado. 25 de octubre de 1997.
- [18] Jefatura del Estado, *Prevención de Riesgos Laborales. Ley 31/1995*, España: Boletín Oficial del Estado. 10 de noviembre de 1995.
- [19] Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, *Reglamento de los Servicios de Prevención. Real Decreto 39/1997*, España: Boletín Oficial del Estado. 31 de enero de 1997.
- [20] Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas, *UNE-EN ISO 17225-1:2014*, España: Asociación Española de Normalización, 2014.
- [21] Google, «Google Maps,» [En línea].
- [22] Agencia Estatal de Meteorología, «Valores climatológicos normales. Huelva, Ronda Este,» España, 2011.
- [23] Agencia Estatal de Meteorología, «Valores climatológicos extremos. Huelva, Ronda Este,» España, 2011.
- [24] E. Sugrañes, «Seis décadas de la gran nevada,» *Huelva Información*, 2 Febrero 2014.
- [25] E. Morán, «El mayor peligro sísmico para Huelva es el maremoto,» *Huelva Información*, 12 Marzo 2011.
- [26] Asociación de Investigación para la Seguridad de Vidas y Bienes, «Regla Técnica para instalaciones de columnas hidrantes al exterior de los edificios,» Cepreven, Madrid, 2004.
- [27] General Plastics, «General Plastics,» [En línea]. Available: <https://www.generalplastics.com.ar/tuberiaRCI.html>. [Último acceso: Junio 2020].
- [28] Grupo de Incendios, «Grupo de Incendios. Fire Fighting Equipments,» [En línea]. Available: <https://grupodeincendios.com/>. [Último acceso: Junio 2020].
- [29] Prosegur, «Prosegur. Seguridad de confianza,» [En línea]. Available: <https://www.prosegur.es/>. [Último acceso: Junio 2020].
- [30] FM APPROVED, «FM Approved,» [En línea]. Available: <https://www.fmapprovals.com/>. [Último acceso: 03 Junio 2020].