

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA



DEFINICIÓN E IMPLANTACIÓN DE PROCESOS  
DE TRABAJO PARA LA PREVENCIÓN DE  
RIESGOS Y ACCIDENTES EN LA FÁBRICA DE  
ALUMINIO DE ALUDIUM (ALICANTE)

TRABAJO FIN DE GRADO  
Septiembre 2021

AUTOR: Irene Grimaldos López  
DIRECTOR/ES: David Clar García  
Jose Antonio Baeza Díaz

## ÍNDICE

1. MEMORIA DESCRIPTIVA JUSTIFICATIVA .....	5
1.1. PREÁMBULO.....	5
1.2.GENERALIDADES .....	5
1.3.PROBLEMÁTICA EXISTENTE.....	6
Explosiones físicas de vapor.....	7
Ensayos Asociación del Aluminio.....	10
Aleantes .....	13
Reacciones químicas.....	13
Generalidades del proceso de fusión.....	14
1.4.DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO DEL PROYECTO.....	17
Programas de prevención de riesgos laborales, los llamados BIG .....	17
1.5.SOLUCIONES ADOPTADAS .....	21
Procedimiento de recepción, inspección y almacenamiento de chatarra almacenajechatarra .....	21
Procedimiento de prevención de riesgos de explosión en operaciones de fusión y colada.....	22
Procedimiento de equipos de protección individual (EPIS´s) en fundición.....	33
Procedimiento de emergencias específicas del taller de fundición.....	35
2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS .....	38
2.1. APLICACIÓN DEL REGLAMENTO DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS EN LAS INSTALACIONES INDUSTRIALES .....	38
Actividad principal .....	38
Caracterización del establecimiento industrial: Configuración y relación con elentorno.....	40
Caracterización de los establecimientos industriales por su nivel de riesgo intrínseco.....	40
Requisitos constructivos del establecimiento industrial conforme al reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales o código técnico de laedificación.....	44
Requisitos de las instalaciones de protección contraincendios de los establecimientos industriales .....	48
2.2. REGLAMENTO DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS EN LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES APLICADO A LA NAVE DE FUNDICIÓN .....	61
Cálculo del nivel de riesgo intrínseco.....	62
Nivel de riesgo intrínseco del edificio en su conjunto .....	64
Inspecciones periódicas .....	64
Ubicaciones no permitidas de sectores de incendio con actividad industrial .....	64
Cumplimiento de condiciones mínimas de sectorización .....	65
Tabla de estabilidad/resistencia al fuego de elementos constructivos portantes, estructura de la cubierta, cerramiento y puertas de paso.....	66
Necesidad y características de la instalación contra incendios.....	66
2.3. CÁLCULO DEL RIESGO DE PROBABILIDAD Y CONSECUENCIA.....	67
Riesgo probabilidad y consecuencias .....	67
Niveles .....	68

2.4. EVALUACIÓN DE RIESGOS .....	72
3. PLIEGO DE CONDICIONES .....	94
3.1. CONTROL DE CALIDAD .....	94
3.2. CAMPO DE APLICACIÓN .....	96
3.3. EJECUCIÓN DEL TRABAJO .....	97
3.4. INSTALACIÓN .....	102
3.5. ORGANIZACIÓN DE COMPROBACIÓN DE ESPECIFICACIONES .....	108
3.6. MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN .....	112
3.7. EQUIPOS.....	121
3.8. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES. INSTALADORES AUTORIZADOS .....	126
3.9. MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES POR MANTENEDORES .....	131
AUTORIZADOS .....	131
4. PRESUPUESTO.....	132
MATERIALES:.....	132
MANO DE OBRA:.....	133
BASE IMPONIBLE: .....	133
5. PLANOS.....	133
5.1. PLANO Nº1 EMPLAZAMIENTO SEGÚN CARTOGRAFÍA DE ALICANTE.....	133
5.2. PLANO Nº2 PLANTA GENERAL, DEPENDENCIAS, ZONAS Y EDIFICACIONES CON SUPERFICIES.....	133
5.3. PLANO Nº3 GENERAL DE MAQUINARIA E INSTALACIONES DE RIESGO .....	133
5.4. PLANO Nº4 EXTINTORES PORTATILES Y EPI'S .....	133
5.5. PLANO Nº5 HIDRANTE MANGUERA CONECTADA A LA RED DE AGUA POTABLE .....	133
5.6. PLANO Nº6 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA.....	133
5.7. PLANO Nº7 NAVE FUNDICIÓN.....	133



## 1. MEMORIA DESCRIPTIVA JUSTIFICATIVA

### 1.1. PREÁMBULO

Un buen entorno laboral es primordial para la seguridad y bienestar del trabajador, en concreto en una fundición, siendo uno de los ambientes más peligrosos, debido a las altas temperaturas alcanzadas por los hornos y la polución que se da en la atmósfera. Por ello se debe realizar una buena política de Prevención de Riesgos Laborales que garantice la seguridad de todas aquellas personas que se encuentren en una fundición.

Este proyecto documentará las medidas tomadas para el Plan de Prevención de Riesgos Laborales que justifiquen la seguridad industrial en una planta de transformación de aluminio.

### 1.2. GENERALIDADES

Aludium se encuentra a 3 km al sur de la ciudad de Alicante, a 5 km del aeropuerto internacional, y comunicada con la red de autopistas a través de la A-7 (autopista del Mediterráneo). Situada en una parcela vallada de 320.000 m<sup>2</sup>, cuenta con 83.000 m<sup>2</sup> edificados.

La fábrica cuenta con una plantilla de aproximadamente 320 personas incluyendo directivos, técnicos, empleados de planta y Centro de investigación (CINDAL). Su capacidad de producción es de 65.000 T/año.



La planta cuenta con un moderno equipo que le permite fabricar una atractiva mezcla de productos especiales, laminados en banda, con distintas aplicaciones: strips, construcción, litho, productos para cosmética, iluminación, para el automóvil, aislamientos y también en chapa para la fabricación de closures (tapones), etc. Todos ellos de alto valor añadido.

La actividad desde sus inicios en los años 50 ha tenido distintas titularidades entre ellas:

- 1955 ALIBÉRICO, S.A. (Aluminio Ibérico, S.A.)
- 1961 ALCAN-ALIBÉRICO, S.A. (Aluminium Company of Canadá)
- 1969 ENDASA S.A. (Empresa Nacional del Aluminio, S.A.)
- 1985 INESPAL S.A. (Industria Española del Aluminio, S.A.)
- INESPAL LAMINACIÓN
- ALCOA TRANSFORMACIÓN
- 1998 ALCOA INESPAL SA
- ALCOA TRANSFORMACIÓN DE PRODUCTOS SLU
- 2015 ALUDIUM TRANSFORMACIÓN DE PRODUCTOS S.L.

La Fábrica de aluminio de Alicante tiene por objeto conseguir la excelencia en todas sus actividades mediante la mejora continua, por esta razón desde 1994 la fábrica está certificada conforme a las exigencias de las Normas Españolas UNE-EN ISO 9001:1998, desde el 2004 conforme a la norma UNE-EN ISO 14001:2004 y desde el 2011 conforme a la norma UNE EN ISO/TS 16949:2009. El sistema de gestión para la Salud y Seguridad Laboral está basado en los requisitos recogidos en la norma OHSAS 18001:2007.

### 1.3. PROBLEMÁTICA EXISTENTE

Las fundiciones tienen un alto riesgo de explosión. En los últimos años han disminuido los accidentes situándose en torno a los 170 anuales en todo el mundo aquellos países que se lleva un registro.

En el caso de Aludium, se trata de una fundición de chatarra limpia complementada con lingotes de aluminio puro, en función del producto final que se quiera conseguir se combinara la chatarra y los lingotes con un aleante. Los aleantes con los que se trabaja en la planta de fundición son: el hierro, silicio, magnesio, manganeso, cobre y zinc formando aleaciones del tipo 8011 y 3105.

- Series 8xxx: higiénica, no tóxica, inodora e insípida, resiste a la corrosión, conductor y capacidad de soldadura, se caracteriza por su dureza y rigidez. En concreto la 8011 con un contenido de hierro (Fe) y silicio (Si) además del aluminio, su componente principal, suelen ser adecuadas para láminas de aluminio finas entre 0,2-0,006mm, su mayor producción suele ir para papel de aluminio, envases semirrígidos y closures.

- Series 3xxx: resistencia moderada contra agentes atmosféricos y químicos, ofreciendo buenas propiedades mecánicas. La 3105 siendo su elemento aleante principal el manganeso (Mn), sus aplicaciones más comunes son la industria automotriz, sistemas de aire acondicionado y ventilación, recubrimientos residenciales, carpintería y paneles, intercambiadores de calor, utensilios de cocina, techos, tuberías.

En cuanto a las explosiones, se denomina explosión de metal fundido cuando el material sólido de carga o el metal fundido sale de su espacio designado, o se dispersa por el aire como resultado del vapor atrapado o por consecuencia a una reacción química.

El tamaño de las explosiones varía, por lo que se clasifican en tres tipos: fuerza 1, fuerza 2 y fuerza 3.



Guidelines	Force 1	Force 2	Force 3
Property Damage	None	Minor	Considerable
Light	Minimal	Flash	Intense
Sound	Short cracking	Loud Report	Painful
Vibration	Short and sharp	Brief rolling	Massive structural
Metal Dispersion	<15 feet	>15 to 50 feet	>50 feet

Desafortunadamente no siempre se puede predecir cuándo se producirá una explosión o su gravedad, pero siempre se puede prevenir.

Las causas de las explosiones son:

1. Agua atrapada bajo el aluminio fundido (Explosión de vapor)
2. Reacciones químicas
3. Productos químicos (Nitrato de amonio (fertilizante))
4. Líquidos volátiles (Gasolina / mechero de butano)
5. Explosivos (Munición viva)

### Explosiones físicas de vapor

El líquido caliente atrapa al líquido frío este se evapora y se expande con rapidez, por lo que la formación de vapor adicional incrementa la presión en el interior de la masa del líquido frío mientras que el calentamiento reduce la resistencia de la masa sólida del metal

y es cuando la presión de vapor interna excede de la resistencia y explota violentamente lanzando aluminio fundido al aire. Ocurre especialmente con líquidos de bajo punto de ebullición como el  $H_2O$ . Una unidad cuando es cubierta por un fluido a mucha más temperatura se magnifica y equivale a 1700 su volumen. Ejemplo de la expansión de volumen:

Ejemplo de lo que ocurre cuando cae una gota de  $H_2O$  en un líquido más caliente: la bola negra sería la gota de  $H_2O$ , mientras que el balón de fútbol sería la reacción que se produce cuando la gota de  $H_2O$  se ve envuelta en aluminio caliente y aumenta su volumen a 1700 unidades. Esto hace que explote disparando aluminio fundido por los aires.



Resultados a pequeña escala sin llegar a explotar pero dañando el producto final:

680kg de lingote primario



Para que se produzca una explosión de agua en aluminio fundido se debe partir de estas condiciones:

- Agua
- Aluminio fundido
- Una superficie dura o un espacio confinado o agua sumergida en aluminio fundido

En el momento en el que se dan estas circunstancias existe un riesgo. Dependiendo de la situación podría ser un riesgo bajo, se daría cuando el agua consigue llegar sin evaporarse a la parte superior del metal fundido y se derramaría metal fundido con agua. O un riesgo alto que se daría cuando el agua se inyecta en el metal líquido y queda atrapada produciendo una expansión de volumen que derivará en una explosión.

La presencia de agua en el aluminio líquido se puede deber al uso de útiles con restos de agua, chatarra húmeda, grietas en los lingotes. Los contaminantes que pueden llevar la chatarra son nitrato amónico, sulfato amónico y fosfato amónico. Estos contaminantes son comunes si son transportados por camión o ferrocarril, los contenedores de chatarra también pueden contener contaminantes del estilo de lubricantes, UBCs (unidades botes de bebida), aerosoles o basura. Aún así, se requiere por seguridad alguna limpieza preliminar.



Ejemplo de muestras de agua en la parte final del lingote, el lingote cayó debajo del molde con el agua aún puesta y el agua expulsó el metal líquido.

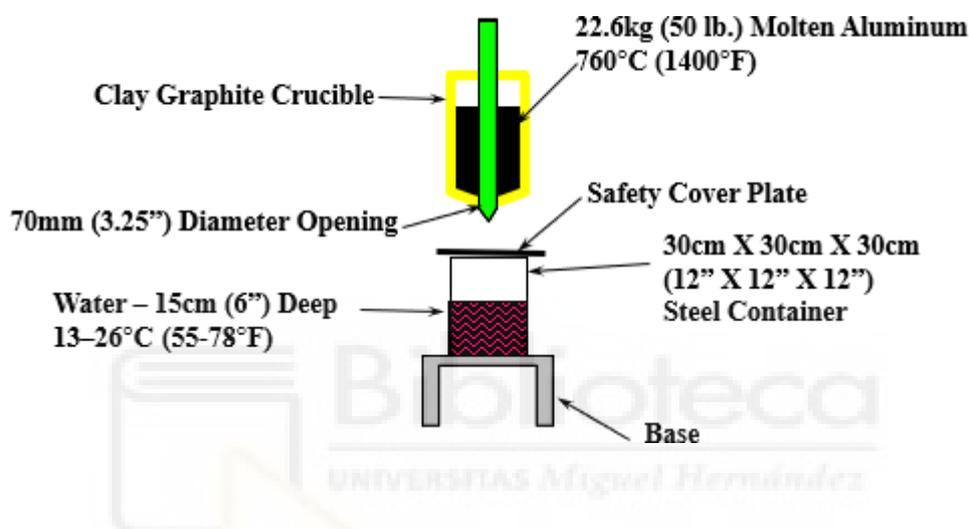
Las herramientas que se utilizan para eliminar la escoria o la espuma de los procesos de filtrado y desgasificación pueden explotar cuando se sumergen en el metal. Esto se agrava si se utiliza cloro en el proceso ya que el cloro reacciona para crear una sal como el  $MgCl_2$  (cloruro de magnesio) y estas sales extraen rápidamente la humedad del aire, por lo que una herramienta que se haya utilizado recientemente puede tener humedad en cuanto se enfríe. Lo mismo ocurre con un rotor usado que se vuelve a colocar en el metal de una caja desgasificado

Por lo que siempre como medida de seguridad se hará un precalentamiento, tanto a útiles como lingote primario o lingote refundido de chatarra.

El procedimiento del precalentamiento es el siguiente:

1. Calentar el metal a 205° como mínimo durante 4 horas. Si no se puede precalentar:
2. Enfriar el horno con chatarra pesada.

### Ensayos Asociación del Aluminio



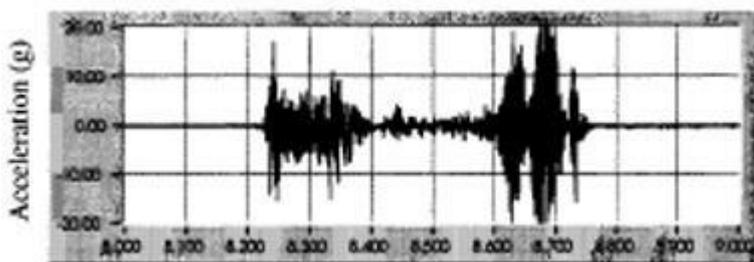
Tras las pruebas realizadas por la Asociación del Aluminio, que consistieron en dejar caer un crisol con metal fundido a una bandeja de acero de 12 "x12 "x12" llena de agua hasta la mitad. Esta prueba se realizó para determinar las condiciones que aumentan las posibilidades de que se produzca una explosión y las que las minimizan. Descubrieron que las explosiones no se producen siempre, aunque las condiciones sean las mismas. Hay factores críticos que afectan a las posibilidades de que se produzca una explosión, factores físicos como, por ejemplo:

- Las alturas de caída del metal de 45cm a 122cm explotan.
- Las alturas de caída de metal de 4m no explotan.
- Rejilla de acero de 1 pulgada cuadrada en corriente metálica no explotan, explota en profundidades de agua entre 2 pulgadas y 30 pulgadas.
- Se dan explosiones violentas con profundidades de agua de 50mm a 760mm, las explosiones violentas se producen en menos de 0,0014 segundos.
- Si la bandeja de acero estaba oxidada explotaba siempre.
- Se requería que el metal fundido pasara por el agua y llegara al fondo del recipiente para explotar, excepto si la temperatura del metal era muy alta, o se utilizaba una aleación de aluminio-litio. En estos casos, la explosión se producía en cuanto el metal entraba en contacto con el agua.

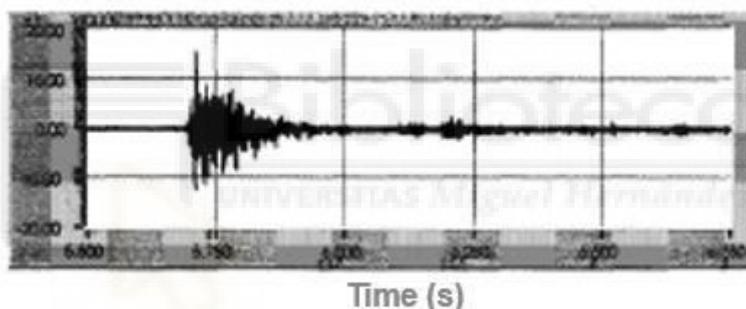
## Recubrimientos:

Los revestimientos orgánicos (excepto las siliconas) evitan las explosiones cuando no hay un desencadenante. Los revestimientos inorgánicos no evitan las explosiones.

El laboratorio Oak Ridge con el científico R.P Taleyarkhan, analizó lo que ocurría si se aplicaba un recubrimiento orgánico o inorgánico. La conclusión fue que un recubrimiento orgánico suprime el choque de ebullición que puede desencadenar una explosión.



Muestra la aceleración de ebullición para que se de una explosión en superficies sin recubrimiento.

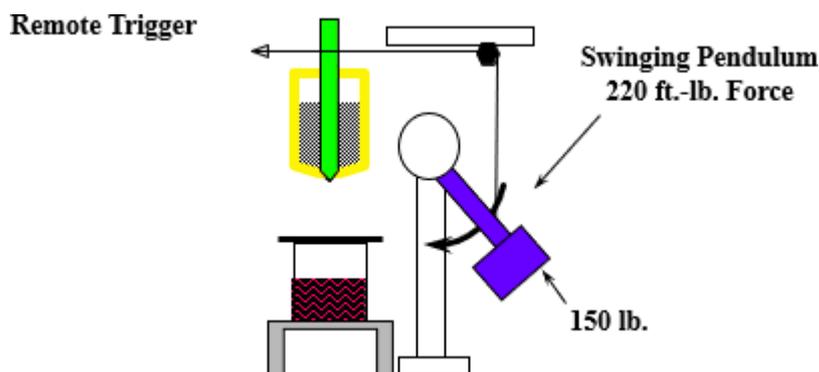


Datos del metal líquido cayendo sobre el revestimiento orgánico.

Finalmente se dedujo que no todas las aleaciones son iguales. La aleación 2011 (6% Cu, 0,6% Pb, 0,6% Bi) es mucho más propensa a explotar que muchas otras aleaciones. Las explosiones más violentas se producían cuando el metal permanecía más tiempo en contacto con el recipiente, y estas explosiones emitían un destello de luz.

Se realizaron pruebas adicionales para ver si la adición de un choque mecánico aumentaría las posibilidades de una explosión, incluso con un recipiente revestido, y así fue. Por eso todo el utillaje debe estar atornillado para que no pueda caer creando un choque.

### Prueba de impacto perpendicular



Con estas pruebas se demostró las condiciones que favorecen las explosiones:°

- Agua fría.
- Aluminio fundido caliente.
- Profundidad del agua entre 5cm-76cm.
- Superficies rugosas.
- Superficies de acero oxidadas.
- Recubrimientos de hidróxido.
- Distancias cortas de caída del metal.

Es necesario una serie de procedimientos para que la carga que introducimos en el horno este en buen estado. Por ello previamente se hará una inspección durante la descarga de vagones y camiones con la finalidad de encontrar humedad o contaminantestales como: oxido, nitrato amónico y otros oxidantes, sales higroscópicas. El almacenajey un manejo adecuado también es crítico para minimizar humedad y contaminantes. El almacenamiento bajo cubierta se recomienda especialmente para:

- Lingotes primarios.
- Lingote de fusión de chatarra.
- Chatarra de fabricación.
- Chatarra de lingote.
- Chatarra comprada.
- Aleantes.

## Aleantes

Algunos materiales aleantes se añaden con la carga inicial y otros, tales como los materiales de aleación pesados, deben añadirse una vez fundido.

### Materiales de aleación

Aleaciones Madre son, principalmente Al con alguna combinación de elementos aleantes; si están libres de humedad y contaminantes, pueden cargarse con carga de Alsólido:

95% Al - 5% Zr

60% Al - 40% Mn

Briquetas están compuestas de Al polvo con algunos metales en polvo, se disuelven rápidamente, se cargan en metal fundido a 732°C:

25% Al - 75% Fe

25% Al - 75% Cr

### Metales Puros

Cobre, hierro, plomo, bismuto.

Todos ellos son peligrosos cuando se oxidan.

Los metales puros son los más peligrosos de estos tres materiales aleantes puesto que la reacción termita sólo se da con los metales puros. La reacción termita se da cuando el aluminio toma oxígeno de otro metal menos reactivo que va acompañado de una gran cantidad de calor. Cuando se adiciona metales puros se debe utilizar prácticas que previenen la oxidación y subsecuente reacción termita.

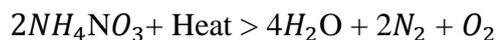
Acción Recomendada: Limpiar, atacar con agua fuerte y secar los materiales de aleación fuertemente oxidados antes de su carga.

## Reacciones químicas

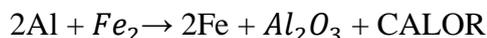
Cuando el metal fundido se vierte en el aire, hace posible que las partículas de aluminio fundido finalmente divididas se oxiden liberando una cantidad tremenda de energía en forma de bola de fuego.

El aluminio tiene gran afinidad con el oxígeno, se distingue de los metales comunes por el que contiene más energía. El óxido de aluminio libera aproximadamente tres veces la energía que una libra (460gr) de nitroglicerina. También es posible que los contaminantes que se introducen en el metal fundido causen una explosión. Con un contaminante como el nitrato amónico, el aluminio toma nitrato del amonio lo que libera gran cantidad de energía.

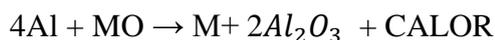
Reacción de nitrato amónico con aluminio fundido.



Las elevadas temperaturas del metal fundido potencian esta reacción. Reacción termita



El aluminio puede reducir los óxidos de cobre, plomo y bismuto:



Generalidades del proceso de fusión

- a) Carga de materiales
  - b) Pre calentamiento
  - c) Secuencia de carga
  - d) Técnicas de horno
  - e) Operaciones de horno
  - f) Operaciones de la colada
- a) Los tipos de materiales que se cargan dentro del metal fundido tienen mucho que ver con los riesgos potenciales de la carga.
- La chatarra es el material sólido principal cargado en el metal fundido.  
Tipos de chatarra:
    - Virutas, chatarra de extrusión, extremos de tocho, recortes de placa, chatarra de proceso de fabricación, restos de crisoles.
  - Los lingotes son los materiales más pesados cargados en el horno:
    - Lingote primario, lingote de refusión de chatarra (RSI), lingote de chatarra de fabricación.
- b) Pre calentamiento, es el proceso en el que todos los elementos que se van a utilizar para la operación de fundición deben haber sido calentados antes de ser utilizados.
- Con la finalidad de garantizarnos no encontrar ningún resto de humedad en ellos.

## c) Contenedores de drenaje

A continuación, se nombrarán los riesgos junto con la acción recomendada para cada uno de ellos.

Riesgos Potenciales	Acción Recomendada
Humedad	Precalentar o recubrir con aceite
Grietas	Sacar el contenedor y repararlo
Oxido con aceite	Chorrear con arena, precalentar o recubrir
Salpicaduras	Posicionar el contenedor adecuadamente

## d) Unidad de tratamiento del metal

- Fusión y aleación introduce hidrogeno en el metal fundido y contamina el metal con sodio y calcio que son generalmente indeseables.
- El filtro para tratamiento de metal purga los gases a través del metal fundido. El argón y el cloro eliminan el hidrogeno.

Riesgos Potenciales	Acción Recomendada
Demasiado caudal de gas fundido	Inspeccionar los equipos antes de trasvasar metal
Humedad en el fundente	
Derrame en la unidad de tratamiento	
Campana de exhaustación sucia	

- e) Los hornos deben estar en constante funcionamiento. Los calentadores encendidos a una temperatura de 760°C mientras se esta colando y alrededor de los 850°C cuando se ha introducido la carga.

Riesgos Potenciales	Acción Recomendada
Operación de carga de hornos	Carretillas para cargar en buen estado
Desescoriado	No situar la carretilla a más d 1,5m del horno
Mantenimiento	El utensilio para desescoriar (rable) calentarlo durante 5 minutos antes de introducirlo en el metal fundido
	Horno apagado para operaciones de mantenimiento

## f) Generalidades de la colada.

## Componentes del sistema

- Riesgos del equipo
- Riesgo del arranque
- Sistema de Protección del Pozo de Colada

Riesgos del equipo

Riesgos Potenciales	Acción Recomendada
Bloque de arranque agrietado	Inspeccionar todo el equipo antes de arrancar
Molde dañado	
Fallo en el sistema delubricación	
Fallo en el sistema de agua	
Agua insuficiente	
Equipo no atornillado	
Escape hidráulico	
Fallo del sistema de control	

## Riesgos del arranque

Riesgos Potenciales	Acción Recomendada
Bloque de arranque húmedo	Interrumpir la bajada
Piquera rota	
Aguja de control rota	
Sangrado	
Interrupción del lingote	

Otro aspecto fundamental es el orden y limpieza para evitar riesgos, es necesario mantener el área limpia y bien iluminada, los pasillos abiertos y limpios, asegurarse que los suelos están secos y drenados adecuadamente, taladrar agujeros de drenaje en las tolvas de chatarra, limpiar y secar las herramientas; almacenarlas adecuadamente, mantener los “cachivaches” alejados de los hornos, canales y contenedores de drenaje, limpiar los pozos de colada con frecuencia.

### 1.4. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO DEL PROYECTO

Programas de prevención de riesgos laborales, los llamados BIG

- Prevención de Caídas (Fall Prevention)
- Espacios Confinados (Confined Space)
- LOTOT (Lock Out Tag Out and Try)
- Equipos Móviles (Mobile Equipment)
- Metal Fundido (Molten Metal)

Agrupan las actividades que tienen mayor riesgo, es decir aquellas actividades en las que la probabilidad de sufrir un accidente muy grave o mortal es muy alta si no se toman una serie de contramedidas.

#### Prevención de caídas

Para trabajos en alturas superiores a 1,8 m es obligatorio el uso del arnés de seguridad que debe engancharse a una línea de vida o punto de anclaje (sí no existe, habrá que montar una temporal).

Antes de ponerse el arnés hay que verificar su fecha de caducidad/revisión.

Las líneas de vida se revisan periódicamente, antes de su utilización verificar los extremos, enganches y estado general de la línea de vida.

## Espacios confinados

Toda aquella cavidad en la que pueda entrar la cabeza de una persona y sea susceptible de contener una atmosfera irrespirable.

Los espacios confinados se clasifican en:

Tipo “A”



Tipo “B”



El tipo “A” son los que el rescate del trabajador es muy complicado (p.e. Un tanque de ácido, una alcantarilla, un foso a 5 m.)

Requiere permiso de entrada, presencia de brigadista y medición atmosférica.

El tipo “B” son los que el rescate se puede realizar de forma rápida y fácil, los riesgos se pueden aislar aplicando LOTOT (p.e. un horno de laminación, un foso abierto de poca altura)

## Sistema LOTOT

Es la manera de asegurarnos que nadie energiza un elemento, en el que una persona este trabajando, hasta que esa persona no quite su candado personal que bloquea el mando de activación.

Esto incluye elementos en los que haya una energía latente, por ejemplo la puerta de un horno subida o una mesa de tijera en su posición elevada, su caída depende solo de que falle el hidráulico, por esta razón colocamos pasadores.



**LO IMPORTANTE DEL CANDADO ES EL BLOQUEO, NO EL COLOR**



Atex-Atmósferas explosivas

Definición ATEX: Son áreas de trabajo donde puede existir una mezcla, con el aire, de sustancias inflamables en forma de gases, vapores, nieblas o polvos, en la que, tras una ignición, la combustión se propaga a la totalidad de la mezcla no quemada. Es decir, zonas donde existe riesgo de incendio por presencia de sustancias inflamables.

La ley exige:

- Identificar las áreas dónde se podrían formar atmosferas explosivas
- Clasificar las zonas y valorar el riesgo

- Adoptar medidas preventivas en caso de ser necesario
- Los equipos que utilicen en estos lugares deben cumplir unos requisitos y llevar marcado especial Ex.

Áreas identificadas en Aludium:



#### Medidas generales para áreas ATEX

1. Señalización de las áreas ATEX.
2. Formación/Información a los trabajadores.
3. No utilizar en estas áreas clasificadas el teléfono móvil.
4. Prohibido fumar en las zonas ATEX.
5. Programa de limpieza y control de materiales inflamables.
6. Conocimiento de las vías de evacuación.
7. Conocimiento del apagado de emergencia de gas de las calderas.
8. Conocimiento del sistema CI del laminador o extintores cercanos.

#### Medidas específicas para áreas ATEX

1. Permisos/autorizaciones específicas para trabajos por soldadura y corte en áreas donde puedan existir atmosferas potencialmente explosivas (permiso de fuego).
2. Instrucciones de trabajo específicas para trabajos realizados en atmosferas potencialmente explosivas (ITS).
3. Puesta a tierra de superficies conductoras situadas en atmosferas potencialmente explosivas.
4. Obligatorio el uso calzado y ropa antiestática.
5. Utilizar equipos adecuados (marcado Ex) en zonas clasificadas.
6. Las herramientas manuales utilizadas en áreas potencialmente explosivas deben ser antichispas.

## 1.5. SOLUCIONES ADOPTADAS

### Procedimiento de recepción, inspección y almacenamiento de chatarra almacenaje chatarra

El objeto de este procedimiento es definir y poner en conocimiento del personal afectado las condiciones de seguridad que deben cumplirse para prevenir incidentes ocasionados por un incorrecto almacenamiento de la chatarra que posteriormente se usará como carga en los hornos del taller de fundición.

Como se ha explicado anteriormente el aluminio fundido puede provocar una violenta explosión en contacto con:

- ◆ Agua o cualquier humedad (lluvia, rocío, aceites o sustancias volátiles)
- ◆ Metales oxidados (hierro, cobre, etc.)
- ◆ Depósitos de polvo desconocidos (nitratos, sulfatos, etc.)
- ◆ Recipientes que contengan líquidos, botellas, latas de conservas, botes, sprays, etc.

Para ello se tiene que asegurar que la chatarra que se va a cargar en el horno carece de los anteriores elementos. Un almacenamiento correcto de la chatarra y la consiguiente inspección del material que la contiene ayuda a evitar en gran medida que se produzcan explosiones en los hornos, que pudieran derivar en lesiones graves o muertes.

Preferiblemente la carga de hornos será con el horno vacío.

#### a) Recepción e inspección:

- Todas las chatarras recibidas, lingotes, materiales aleantes, etc. que vayan a ser cargados en los hornos para su fusión deben inspeccionarse durante la descarga en busca de humedad, oxidación, nitrato de amonio u otros agentes oxidantes, sales, recubrimientos, sulfatos herrumbres o cualquier otra corrosión, materiales no deseados (latas, vasos, basura.). La superficie de los metales aleantes se inspeccionará en busca de grietas en los lingotes donde pueda quedar atrapada el agua, así como oxidación en el cobre (tonalidad verdosa).

#### b) Almacenamiento:

- Las chatarras generadas internamente serán depositadas en el parque de chatarra con las cintas de color que identifican cada aleación y que se ponen en cada máquina.
- Las chatarras compradas y que vengan paletizadas siempre se cargarán con el horno vacío previa inspección, serán consideradas “material húmedo”.
- Personal especializado identificará las chatarras internas en el sistema y las controlará, estas chatarras controladas pasarán a almacenarse en las zonas habilitadas en las naves I y II. El personal de fundición cargará los hornos con estas chatarras.
- Sí fuera necesario coger material del parque de chatarra deberá hacerse bajo la

autorización de un responsable de fundición.

- Este material almacenado en las zonas exteriores será considerado como “material húmedo” y nunca podrá cargarse directamente sobre metal líquido. Cuando sea necesario se realizará el procedimiento de carga adecuado para asegurar que está seco antes de su carga.
- Podrá cargarse chatarra considerada “material húmedo”, exclusivamente, con el horno vacío sin metal líquido donde se pueda quedar sumergida.
- Todos los recipientes de almacenamiento de chatarras (cajones de hierro) que se puedan almacenar o trasladar por los exteriores de las naves, serán diseñados con agujeros de drenaje o similares para evitar la acumulación de cualquier forma de humedad.
- En el caso de bobinas de aluminio con núcleo de cartón provenientes de la zona interior controlada (naves I y II) y metal líquido en el horno, se colocarán previamente en la rampa de carga con el eje longitudinal del núcleo perpendicular a la puerta abierta del horno. El objetivo es que el calor que sale del horno circule por el interior del núcleo de cartón y acelere la evaporación de la humedad o aceites que pueda contener. Cuando el operador de hornos estime que el núcleo de cartón no desprende vapores o que inicia o termina su combustión, ordenará que la bobina sea introducida en el horno.
- Preferiblemente este material con núcleo de cartón se cargará con horno vacío.
- Los lingotones procedentes de las lingoteras de drenaje nunca se sacarán al exterior, se identificarán y dejarán en una zona controlada y se cargarán con horno vacío previa inspección, salvo que estén todavía a temperatura. Hay que tener en cuenta que en los rechupes se pueden formar oquedades donde puede introducirse agua, ya sea por lluvia o condensación.
- Todo el material sospechoso deberá ser apartado e identificado con una etiqueta o marca indeleble que indique “NO CARGAR”, este material será inspeccionado por un responsable de la fundición quien determinara su destino final.

### Procedimiento de prevención de riesgos de explosión en operaciones de fusión y colada.

Establecer las condiciones de seguridad que deben cumplirse para prevenir explosiones de metal fundido durante los trabajos en el taller de Fundición.

### *AUDITORIAS Y FORMACION*

Las actividades del taller de Fundición de Alicante están incluidas dentro del alcance de la norma internacional de seguridad OHSAS 18001 y la de medio ambiente ISO 14001, por lo que formarán parte de estas auditorías externas.

Todo el personal que trabaja o está expuesto a metal fundido recibirá una formación inicial sobre seguridad en operaciones de metal fundido antes de comenzar a trabajar con este y una formación de refresco cada 2 años máximo.

De forma adicional se realizarán auditorías internas, observaciones de seguridad y se impartirá la formación necesaria cuando se estime conveniente.

## **REQUISITOS PARA LA CARGA DE HORNOS**

### **General**

- Se prohíbe la carga en los hornos cuando el aluminio fundido este por encima de 815 °C ya que el riesgo potencial para una explosión se incrementa con temperaturas de metal fundido más altas.
- Cualquier material cargado en los hornos con metal fundido por encima de 815 °C para enfriar el metal debe ser secado de forma adecuada (tanto el lingote primario, lingotones o la chatarra).
- Los materiales oxidados nunca deberán ser introducidos en el metal fundido debido a su alto potencial para iniciar una reacción térmica.
- El precalentamiento de materiales en el interior del horno, sobre la plataforma de refractario, está prohibido.
- La adición de aluminio fundido en hornos que podrían sumergir el material sin precalentar (como lingotones “Tee”, RSI (remelt scrap ingots) o material procedente de lingoteras) será prohibido hasta que se observe una fusión significativa del material.

### **Lingotes extraídos de la prensa de escorias (RSI) Refusión de chatarras**

- Estos lingotes serán introducidos en aluminio fundido solo si se han precalentado y estabilizado durante 3 horas a una temperatura del metal de 200 °C y se cargarán dentro del horno antes de que se enfríen por debajo de 43 °C. La temperatura mínima debe ser comprobada realizando una medición de esta con un aparato adecuado.
- Estos lingotes no-precalentados serán introducidos en una solera seca o serán cargados encima de la chatarra de manera que se asegure que estos lingotes no-precalentados no se sumergirán en el metal fundido.

### **Lingotes de primario incluyendo lingotones y paquetes de lingotes pequeños**

- Los lingotes primarios almacenados en el exterior serán siempre tratados como metal húmedo y nunca se permitirá que se introduzcan en el metal fundido a menos que se realice un precalentado.
- El lingote primario introducido en la planta y que se almacena en una zona controlada, puede ser cargado sobre aluminio líquido sin precalentar siempre y cuando no se aprecie humedad o algún tipo de contaminante.
- Los lingotones o piezas grandes de aluminio y los paquetes de lingotes solo pueden ser cargados en aluminio líquido si han sido precalentados a 200°C durante 3 horas y se mantienen secos en zona controlada hasta que sean introducidos en el horno.
- Los lingotones o piezas grandes de aluminio y los paquetes de lingotes si no fueron precalentados con anterioridad serán introducidos en una solera seca o cargados encima de la chatarra de manera que se asegure que estos lingotes no sesumeren en el metal líquido.

## **Lingoton “Tee” o piezas de placas**

- Los lingotes T del exterior serán siempre tratados como metal húmedo y nunca se podrán introducir en metal fundido a no ser que sean precalentados con anterioridad.
- Los lingotes T precalentados serán introducidos en el metal fundido sólo si se han precalentado y estabilizado durante 2 horas a 150°C y se mantienen secos en una zona controlada hasta que sean cargados en el horno.
- Los lingotes T no precalentados serán introducidos en una solera seca o cargados encima de la chatarra de manera que se asegure que estos lingotes no se sumergen en el metal fundido.

## **Magnesio**

- El magnesio debe ser precalentado antes de ser introducido y sumergido en el metal fundido. Este precalentamiento será necesario en todos los casos independientemente del tipo y tamaño.
- El magnesio será precalentado y estabilizado durante 2 h. a 150°C y será almacenado en una zona controlada hasta que sea introducido en el horno.

## **Metal procedente de drenajes (vaciados realizados en el taller)**

- El metal obtenido del drenaje que se encuentre a una temperatura inferior a 150°C será introducido directamente en la solera seca o cargado encima de otro material de manera que se asegure que este material no se sumerge en metal fundido.
- El metal obtenido del drenaje que se encuentre a más de 150°C puede ser introducido directamente en el metal fundido.
- El material con múltiples poros será cargado en un horno vacío o sobre otro material de manera que no existan partes no precalentadas sumergidas en aluminio líquido, independientemente de la temperatura a la que se encuentre.

## **Metales comerciales, briquetas y aleantes**

- Los metales comerciales, las briquetas y aleantes serán inspeccionados y almacenados en una zona controlada para prevenir la oxidación y absorción de humedad. Los materiales oxidados nunca serán introducidos en el metal fundido debido a su alto potencial para desarrollar una reacción térmica.
- Las briquetas pueden ser introducidas en metal fundido
- El bismuto, estaño y plomo (siempre que se cumpla la normativa de metales pesados) serán depositados en una cesta perforada que se introducirá dentro del baño de metal después de mantenerse sobre este el tiempo necesario para su precaldeo.

## **Salas y fundentes**

- En el caso de usar sales y fundentes se requiere una cuidadosa inspección de estas antes de introducirlas en el horno a causa de su capacidad para absorber la humedad.

- Las sales y fundentes serán empaquetadas en bolsas impermeables, selladas y cargadas en el horno con el embalaje intacto. Sí los paquetes de sales están abiertos o rotos no se introducirán en el metal fundido.
- Los sistemas de inyección de fundentes tendrán un tanque de almacenamiento inerte y/o sellado para prevenir la contaminación por la humedad.

## Cobre

- El cobre estará limpio, seco y libre de óxido
- El cobre será introducido en el metal fundido y se mantendrá sumergido completamente
- El cobre con un diámetro inferior a 2 mm no debe ser utilizado.

## Chatarras de aluminio

- La chatarra a granel y los recortes de tochos de aluminio que tengan hasta un 3% de humedad y aceite pueden cargarse con seguridad en el aluminio fundido **siempre que no se cubran** con chatarra más pesada, sí en el fondo del contenedor hay restos de agua o aceite, es síntoma de que sus valores superaran el 3%, por lo que será considerada húmeda y no podrá ser cargada en aluminio líquido.
- La chatarra comprada será considerada húmeda y se cargará en una solera seca o encima de otros materiales cargados anteriormente.
- La chatarra potencialmente explosiva, tal como tuberías, botes de refrescos y latas de aerosol no se introducirán en el metal fundido.

## Chatarra procesada y contenedores de chatarra procesada.

- Los contenedores o cajones de chatarra procesada deben ser diseñados para prevenir la acumulación de humedad (con agujeros de drenaje en el fondo).
- La chatarra procesada y sus contenedores deben estar libres de botes de refresco, aerosoles y otros desechos.
- Todo el personal debe recibir las comunicaciones generales de fábrica recordatorios sobre los peligros de seguridad relacionados con la carga en los hornos de este tipo de materiales.

## SECUENCIA Y PROCEDIMIENTOS DE CARGA

Para cargar un horno hay que seguir la siguiente secuencia.

1. Chatarra seca fina (de peso ligero) incluyendo viruta seca
2. Chatarra seca de peso medio
3. Chatarra seca gruesa
4. Lingotes pequeños de hasta 25 kg
5. Lingotes de 25 kg o mayores
6. Las pacas compradas se cargarán en último lugar, en caso de cargarse sobre metal fundido. En el caso de cargarse con el horno vacío, se inspeccionarán y se podrán cargar con anterioridad.

## MANIPULACION Y TRASVASE DE ALUMINIO FUNDIDO

Los siguientes requisitos se aplicarán a todo manejo o trasvase de metal fundido que se haga, esto incluye no solo entre los hornos sino las cucharas de colada, los canales, fabricación de lingotes y metal vertido a cubas.

### **Cucharas de colada**

- Cualquier refractario usado estará completamente curado, seco y libre de humedad antes de ser utilizado.
- Las bolsas de colada serán inspeccionadas y estarán libres de basura y residuos antes de ser usadas.
- Las bolsas de colada serán precalentadas a la temperatura de operación antes de la adición del metal fundido.

### **Canales**

- Todo el material refractario utilizado estará completamente curado, seco y libre de humedad antes de su uso.
- Los canales serán inspeccionados y se limpiarán de residuos, desechos y humedad antes de su uso.
- Los canales que sean nuevos o que hayan estado fuera de servicio serán precalentados y secados antes de trasvasar aluminio fundido.
- Está prohibido realizar la aleación en un canal, con la excepción de la varilla de afinante.

### **Cubas de desescoriado, cubas vaciado y falsos fondos.**

En este apartado se incluye todo el utillaje empleado en los siguientes procesos; producción de lingote primario en un molde, aluminio fundido drenado en una lingotera, escoria recogida en una artesa y cualquier otro proceso similar que requiera metal fundido.

- Antes de su uso inicial deben estar libres de corrosión e incrustaciones. Si fuera necesario se limpiarán de forma mecánica o con chorreo de arena.
- Se inspeccionarán antes de su uso para asegurar que no contienen restos, humedad, grietas y que se encuentran a temperatura adecuada y en caso necesario, se comprobará que el aceite es el correcto.
- Temperatura: Sí los moldes o falsos fondos y lingoteras están fríos serán precalentados y aceitados antes de cada uso, sí no contienen sales, los moldes serán calentados a 100 °C sí contienen sales serán precalentados a 315 °C o aceitados. Esta será la temperatura exterior del molde, medida en la base y paredes laterales.
- Uso continuo: Si los moldes o recipientes tienen grietas de 3 mm de ancho o menos, son usados regularmente y permanecen calientes (>65°C), no será necesario precalentarlos.

- **Aceitado:** Los moldes/lingoteras siempre serán aceitados y precalentados para evitar riesgos en situaciones de emergencia (por ejemplo, al abortar una colada en caso de que el precalentamiento no fuese adecuado. Utilizar aceite de ricino o cualquier otro aceite con una viscosidad superior a 13 centiStokes a 40°C. Se necesita un recubrimiento de toda la superficie 2 horas antes de su uso.
- **Grietas:** Si existen grietas mayores de 3 mm de ancho, los moldes o lingoteras serán claramente identificadas con marcas visuales y se debe planificar su reparación o sustitución antes de 4 semanas. La documentación referente a la planificación de la reparación o sustitución deberá ser archivada en el taller. Elaceitado de una lingotera agrietada no está permitido, solamente se podrán usar previo precalentamiento y siempre y cuando la integridad de la lingotera no esté comprometida, el precalentamiento será a 100 °C y sí hay contaminación por sales a 315 °C
- No se permiten los derrames múltiples de aluminio fundido en una lingotera salvo que este preestablecido teniendo en cuenta la capacidad necesaria para responder ante una emergencia.

### **Herramientas de desescoriado (manuales y en vehículos/rables)**

- Las herramientas de desescoriado serán precalentadas antes de su uso y calentadas sobre el baño de metal antes de introducirlas completamente en el metal fundido.
- La herramienta de desescoriado construida con material hueco debe ser diseñada con un agujero de ventilación que debe permanecer abierto durante su uso.
- Las herramientas para desescoriado manual se almacenarán de manera que permanezcan calientes entre cada uso y no deben ser depositadas sobre el suelo.
- Las herramientas de desescoriado para vehículos (rables) pueden ir colocadas en el suelo en una zona seca.
- Las herramientas de desescoriado deben permanecer limpias de escorias o natas.
- En los procesos en los que se usan sales o cloro, las herramientas de desescoriado pueden contaminarse por absorción de humedad, para eliminarla es necesario precalentarlas a temperaturas mayores de 150 °C y sí está presente cloruro de magnesio, se precisan temperaturas de 315 °C.
- Los revestimientos de las herramientas de desnatado deben estar completamente secos previamente a su uso. No se deben utilizar en las herramientas de desnatado, hidróxido cálcico (cal) o revestimientos que reaccionen para formar hidróxido cálcico. Se puede utilizar Carbonato Cálcico (blanco España).
- Eliminar toda la acumulación de nata o escorias en la herramienta antes de cualquier operación de corte o soldadura. El personal que ejecute las reparaciones llevará protección completa de cuerpo y cara.

### UNIDADES DE COLADA

*Aporte de agua de refrigeración y alarmas en la unidad de colada.*

La vigilancia y control del sistema de refrigeración de la unidad de colada y sus alarmas deberán tener las siguientes características:

- Sistema principal de abastecimiento de agua
  - Un equipo de medida de caudal que disponga de un dispositivo visual que

indique al trabajador la existencia de un aporte correcto de agua.

- Un sistema de alarma que indique un fallo en el sistema principal de abastecimiento de agua, dicho sistema debe proporcionar señales visuales y acústicas que indiquen el cambio desde el suministro principal de agua al sistema de emergencia.
- Garantizar el aporte necesario de agua para el inicio o durante la colada ante un fallo de energía o de aire comprimido.
- Programar el controlador lógico del sistema de agua o del monitor para continuar el suministro de agua en caso de un fallo en dicho controlador u ordenador al inicio o durante la colada.
- Programar el controlador u ordenador para prevenir que el sistema de control pase a automático después de un fallo en el suministro de agua.
- No incrementar la velocidad de la colada, ni manualmente ni a través del controlador programable u ordenador durante un fallo en el sistema principal de suministro de agua ya que puede causar un sangrado de metal lo que aumenta el riesgo de explosión

- Sistema de emergencia de abastecimiento de agua

En el caso de ocurrir un fallo en el sistema principal de suministro de agua, existirá un sistema de emergencia con el suficiente volumen de agua para permitir un aborto de colada seguro y ordenado en caso de ser necesario.

- El sistema de emergencia debe ser capaz de suministrar el 75% del total del mayor caudal de agua necesario cuando todas las unidades de colada estén funcionando. Este caudal debe ser mantenido el doble de tiempo del que se requiere para realizar un aborto de colada seguro y ordenado. Los ensayos y documentación para garantizar estas condiciones deben permanecer archivadas.
- Debe existir una instrucción para detener la colada desde el momento en que el trabajador empieza el aborto de colada, detiene el flujo de metal, vacía el metal hacia el canal, para la colada y permite que la superficie del lingote solidifique lo suficiente como para impedir que se produzcan derrames de metal y daños en la instalación. El tiempo variará dependiendo de la instalación, la aleación y el tamaño del lingote.
- El sistema de suministro de agua de emergencia y sus controles, avisos y alarmas serán revisados anualmente para verificar su funcionamiento correcto. También debe chequearse después de cualquier modificación que se haya realizado en el sistema de control, hardware o si fuera necesario por motivos de fiabilidad.
- Se desarrollarán procedimientos escritos y se formará a los trabajadores sobre cómo reaccionar obligatoriamente ante fallos del sistema de suministro de agua o de su sistema de control.

**LISTA DE COMPROBACION DE SEGURIDAD PREVIA A LA COLADA.**

Se preparará una hoja de chequeo antes de cada colada. Esta lista de comprobación incluirá la verificación de la puesta a punto de la instalación, las condiciones de la instalación y el sistema de control antes de cada colada.

Las listas de comprobación serán específicas para cada tipo de sistema de colada, es decir una lista específica para el arranque de la colada vertical y otra para la colada continua.

COLADA VERTICAL			Comentarios
Nº colada		valor	
Fecha		valor	
Hora		valor	
Turno		valor	
Operador		valor	
Aleación		valor	
Nº de placas		valor	
Receta		valor	
Horno		valor	
Tamaño molde		valor	
Temperatura del horno - bóveda		valor	
Temperatura del horno - baño		valor	
Temperatura canales termopar 1		valor	
Temperatura canales termopar 2		valor	
Temperatura canales termopar 3		valor	
Temperatura canal distribuidor		valor	
Lingotera bajo piqueta RAN 1 sin óxido, vacía y caliente	<input type="checkbox"/>	check	
Junta flexible RAN 1 en buen estado	<input type="checkbox"/>	check	
Lingotera bajo piqueta RAN 2 sin óxido, vacía y caliente	<input type="checkbox"/>	check	
Junta flexible RAN 2 en buen estado	<input type="checkbox"/>	check	
Varillas tiboral preparadas, tiboral en auto y rodillos cerrados	<input type="checkbox"/>	check	
Canales limpios y haz de lasers libres de manta	<input type="checkbox"/>	check	
Uniones del refractario de canales selladas con manta y mastic	<input type="checkbox"/>	check	
Tajadera de cierre de canal de horno no utilizado colocada	<input type="checkbox"/>	check	
Tajadera manual previa al filtro colocada	<input type="checkbox"/>	check	
Calentadores de las canales encendidos	<input type="checkbox"/>	check	
Termopares de canales y distribuidor colocados	<input type="checkbox"/>	check	
Temperatura del snif		valor	
Tapón de drenaje del snif cerrado	<input type="checkbox"/>	check	
Tajaderas entrada y salida snif colocadas	<input type="checkbox"/>	check	
Lingotera para desescoriado snif colocada	<input type="checkbox"/>	check	
Snif desescoriado (si es necesario)	<input type="checkbox"/>	check	
Canales de drenaje limpios y preparadas	<input type="checkbox"/>	check	
Lingotera drenaje filtro vacía y aceitada	<input type="checkbox"/>	check	
Lingotera drenaje filtro caliente	<input type="checkbox"/>	check	
Filtro instalado	<input type="checkbox"/>	check	
Filtro CFF calentando desde hace más de 30 minutos	<input type="checkbox"/>	check	
Temperatura del CFF		valor	
Presión calderín filtro >4bar	<input type="checkbox"/>	check	
Gas filtro >300mbar	<input type="checkbox"/>	check	
Falso fondo colocado centrado y aceitado	<input type="checkbox"/>	check	
Coquilla colocada centrada y engrasada	<input type="checkbox"/>	check	
Holgura falso fondo - coquilla		valor	
Cortina de agua en buen estado	<input type="checkbox"/>	check	
Junta canal distribuidor preparada	<input type="checkbox"/>	check	
Lingotera bajo junta canal distribuidor colocada	<input type="checkbox"/>	check	
Boquillas instaladas limpias y enteras	<input type="checkbox"/>	check	
Pin colocado dentro de boquilla	<input type="checkbox"/>	check	
Combo bag instalado	<input type="checkbox"/>	check	
Skim ring instalado	<input type="checkbox"/>	check	
Boquillas de huellas no usadas taponadas	<input type="checkbox"/>	check	
Tajadera en distribuidor para cerrar 3ª huella colocada	<input type="checkbox"/>	check	
Útiles sin óxido, colocados en su sitio y precalentados	<input type="checkbox"/>	check	
Seteros para muestras preparados precalentando	<input type="checkbox"/>	check	
Termopar portátil para medición manual localizado	<input type="checkbox"/>	check	
Mandos grúas localizados en su lugar		check	
Pinza extracción placas preparada	<input type="checkbox"/>	check	
Suelos y vías despejadas	<input type="checkbox"/>	check	
Plataformas colocadas (canales, snif y filtro) en buen estado	<input type="checkbox"/>	check	
El personal cumple con los EPIS necesarios	<input type="checkbox"/>	check	

## REVESTIMIENTO DE PROTECCION PARA LOS POZOS DE COLADA

Donde haya metal fundido y donde pueda acumularse agua (como en un canal o un foso), será necesario aplicar un revestimiento adecuado para conservar las condiciones del canal y para proteger contra las explosiones de metal fundido.

Todas las superficies que se encuentren por debajo de las coquillas serán recubiertas excepto la parrilla. No se aceptan sustitutos de la pintura de revestimiento. El revestimiento aprobado es el Wisechem E212-F distribuido por Pyrotek.

Aplicación: La preparación correcta de la superficie es crítica para todos los recubrimientos. Las superficies serán rascadas, limpias y libres de grasas antes de pintar. En las superficies nuevas es preferible la limpieza con chorro de arena.

En cualquier caso, se deben seguir las indicaciones del fabricante para la preparación y aplicación. No se usarán alternativas de pintura para realizar los recubrimientos base.

Sí se aplica la pintura de forma espesa, densa o en múltiples capas se reducirá la durabilidad de la pintura y causará que el recubrimiento falle prematuramente por lo que esta opción está descartada.

El espesor del recubrimiento seco se ajustará a los siguientes valores:  
Wisechem E212-F

- Acero: 0,4 a 0,5 mm
- Hormigón: 0,13 a 0,2 mm

Los tiempos de curado dependen de la temperatura. Para temperaturas de aplicación de 20 °C o superiores serán de 1 hora antes de poner la instalación en servicio. En todo caso seguir las instrucciones del fabricante.

### Frecuencia de Inspecciones del pozo de colada vertical

- Se realizarán inspecciones visuales semanalmente sin entrar al pozo
- Cada mes se realizará una inspección completa del pozo para lo cual será necesario entrar al mismo siguiendo la instrucción correspondiente (espacio confinado clase A)
- Se llevará a cabo una inspección después de cada derrame importante de metal fundido.

### Criterios de inspección y mantenimiento

La inspección de las paredes del pozo de colada y de la plataforma de los falsos fondos incluirá la revisión del estado de la pintura protectora y del metal adherido procedente de los derrames.

- Las paredes del pozo de colada y la plataforma de los falsos fondos serán reparados inmediatamente cuando el tamaño del área sin recubrimiento exceda las dimensiones que se detallan en la tabla siguiente:

Superficie	Tamaño del area sin recubrimiento	
	Sobre el nivel de agua (en funcionamiento)	Bajo el nivel de agua (en funcionamiento)
Paredes del pozo de colada	$\geq 100 \text{ cm}^2$ en una zona concreta o multiples zonas deterioradas en un area de $25 \text{ cm}^2$	$\geq 25 \text{ cm}^2$
Plataforma de falsos fondos	$\geq 25 \text{ cm}^2$	$\geq 25 \text{ cm}^2$

- Las paredes de los pozos de colada serán reparadas inmediatamente para retirar el metal adherido a las paredes del foso y a la plataforma de falsos fondos.
- Las paredes de los fosos de colada serán reparadas de manera planificada para eliminar depósitos inorgánicos procedentes del sistema de refrigeración, otros depósitos sólidos, basura, blanco de España, etc. ya que constituyen un riesgo al formar una acumulación importante cerca de la parte superior del pozo, desprotegiendo esa zona frente a explosiones.
- Deben realizarse reparaciones planificadas de los pozos de colada para reparar las zonas deterioradas
- Deben realizarse reparaciones planificadas de los pozos de colada para reparar los daños en el hormigón armado o en el acero.

#### Documentación de la inspección

Se mantendrá registro de las inspecciones mensuales y semanales durante 1 año, la documentación de la inspección incluirá:

- Fecha de la inspección
- Nombre de la persona encargada de la inspección
- Condiciones observadas, tales como, estado de la pintura, nivel de agua en el foso, nivel de chatarra y acumulación de metal en las paredes del pozo.
- Plan de acción y responsables de las acciones correctoras con plazos
- Las fotografías que se consideren de interés para documentar el informe.

#### ABORTOS DE COLADA

En la colada vertical la pérdida de una de las placas puede hacer que llegue a entrar agua en la placa perdida cuando esta desciende por debajo de la lámina de agua que refrigera las coquillas, con un elevado riesgo de explosión.

Abortaremos las coladas en ambos sistemas cuando, durante el proceso no se den las condiciones normales para llevar a cabo con éxito la finalización de la colada. Para ello aplicaremos lo recogido en el Procedimiento de Emergencias en la Fundición.

### Nivel de agua:

Durante la operación el pozo debe tener 1 m como mínimo de nivel de agua por encima de los restos existentes en el fondo del pozo antes de iniciar la colada.

El máximo nivel de agua debe proporcionar un mínimo de 1 m de colada antes de que la parte superior de la plataforma de falsos fondos entre en el agua.

### HERRAMIENTAS USADAS EN EL PROCESO DE COLADA

#### **Coquillas o moldes**

- Se debe efectuar un control de rugosidad de la superficie para prevenir derrames
- Las coquillas deben estar libres de grietas por donde pueda penetrar el agua
- Antes de cada colada se comprobará la lámina de agua y la lubricación de la coquilla
- Las coquillas deben estar ajustadas a la caja de aguas o a la placa del soporte de la coquilla.

#### **Falsos fondos**

- Las superficies de los falsos fondos que entran en contacto con el metal fundido deben estar libres de suciedad, agua, materiales extraños, porosidad y grietas.
- Los falsos fondos agrietados serán puestos fuera de servicio. Se destruirán o si fuera viable se soldarán las grietas existentes usando métodos apropiados para el material
- Los falsos fondos serán inspeccionados antes del uso en busca de rebabas o asperezas que pueden causar un agarre en la coquilla durante la colada.
- El secado de los falsos fondos con una boquilla de aire comprimido y el aceitado está recomendado en todos los casos y preferiblemente antes de cada uso. Cuando el aceitado del falso fondo genera un problema en la calidad del producto o en la colada, deben implementarse niveles de control que permitan realizar una operación segura garantizando que el falso fondo está seco y libre de humedad antes de cada uso.
- Los falsos fondos de huellas que no se cuelean o que están vacíos y tengan una profundidad  $> 50$  mm, deben ser desmontados o recubiertos de grasa no soluble o tapados con una cubierta metálica que esté pintada con el mismo recubrimiento que el pozo
- Los falsos fondos vacíos que presenten una profundidad  $\leq 50$  mm. Durante la colada deben estar recubiertos con aceite mineral que tenga una viscosidad de 13 centiStokes a  $40^{\circ}\text{C}$  o preferiblemente desmontados de la mesa de colada.

### EQUIPOS HIDRAULICOS

Todos los equipos hidráulicos deberán utilizar fluidos hidráulicos resistentes al fuego, cuando por su proximidad a la fuente de calor exista este riesgo. También se utilizarán protecciones contra salpicaduras.

Estos requisitos también son aplicables a los equipos móviles que operen en la fundición.

## Procedimiento de equipos de protección individual (EPIS's) en fundición

El objeto de este procedimiento es definir los equipos de protección individual (EPI's) que se han de utilizar en la fundición.

El personal operativo tiene la obligación de su uso y conservación. Los responsables del taller tienen la obligación del suministro y vigilancia de uso.

Además de los EPI's obligatorios en todos los talleres de la fábrica, como son; casco, botas con protección metatarsal, gafas de seguridad y protección auditiva, el uso de otros equipos de protección variará en función de las tareas u operaciones a realizar por el personal del taller.

Los EPI's a utilizar vienen indicados en la tabla anexa en función de las tareas a realizar y el tipo de protección.

Las operaciones a realizar en fundición son las siguientes:

- 1- Carga y Limpieza de hornos
- 2- Desescoriado de hornos
- 3- Toma de muestras
- 4- Adición de aleantes al horno
- 5- Removido de metal fundido
- 6- Arranque de colada
- 7- Colada del metal liquido
- 8- Final de la colada
- 9- Lijado de cilindros de trabajo
- 10- Extracción de productor terminad
- 11- Limpieza de desgasificador, canales, caja de filtro cerámico
- 12- Cambio de filtros cerámico
- 13- Desescoriado del desgasificador
- 14- Mecanizado de materiales cerámicos
- 15- Drenajes

### *Pantalla facial con babero*

La pantalla facial debe cubrir tanto el frontal como los laterales de la cara, debe disponer de un cerramiento inferior, llamado babero, para evitar que las salpicaduras se introduzcan desde la parte inferior por su interior.

Es obligatorio su uso durante la realización de las siguientes operaciones:

- Toma de muestras
- Adición de aleantes al horno
- Arranque de la colada
- Final de la colada
- Limpieza del desgasificador, canales, caja de filtro cerámico

- Cambio de filtros cerámicos
- Desescoriado del desgasificador
- Cualquier otra operación dentro de la zona de la línea roja (3m. aprox) de la zona donde haya metal fundido, por ejemplo drenajes.
- Las pantallas de protección irán acopladas a un casco cubierto con cocotera aluminizada hasta los hombros.

#### *Guantes Largos*

Los guantes de cuero largos o las manoplas de protección térmica son obligatorios en las siguientes operaciones:

- Toma de muestras
- Arranque de la colada
- Final de la colada y drenajes
- Limpieza del desgasificador, canales y caja de filtro cerámico.
- Cambio de filtro cerámico
- Desescoriado del desgasificador

#### *Ropa de trabajo ignifuga*

Es obligatoria en todas las operaciones que realice;

- El personal de fundición
- El personal de mantenimiento dispondrá de ropa ignifuga en un vestuario de fundición (donde estén las batas para visitas).
- El personal de mantenimiento eléctrico que vaya a una sala eléctrica podrá llevar solamente la bata de visita durante el transito hasta esta, una vez dentro para mayor seguridad podrá quitársela quedando con la ropa normal eléctrica.

No será necesaria esta ropa cuando la Fundición no esté en operación.

#### *Chaquetón Aluminizado y Cocoteras*

Es obligatorio en las siguientes operaciones;

- Cualquier operación con la puerta de horno abierta con metal fundido, excepto si se está dentro de un vehículo.
- Toma de muestras
- Adición de aleantes al horno
- Removido de metal fundido
- Arranque de colada
- Durante la colada, dentro de la zona roja en la vertical y en la zona de entrada en la continua
- Final de colada
- Limpieza de desgasificador, canales y caja de filtro cerámico
- Cambio de filtro cerámico
- Desescoriado del desgasificador
- Drenajes

### *Mascarilla para polvo*

Es obligatoria en las siguientes operaciones;

- Lijado de cilindros de trabajo
- Desescoriado de los desgasificadores
- Cualquier mecanizado a las piezas cerámicas o boquillas que puedan desprender fibras.

Es recomendable su uso al manipular las mantas ignífugas y durante las operaciones de limpieza.

### *Visitantes*

Además de los EPI's obligatorios en fábrica, deberán llevar la bata de visita y no podrán acceder dentro de la zona limitada por la raya roja cuando haya metal fundido.

## Procedimiento de emergencias específicas del taller de fundición

El objetivo de este procedimiento es proporcionar respuesta adecuada a una serie de emergencias propias del taller de fundición.

### EMERGENCIAS ESPECIFICAS

Dentro de las emergencias propias de este taller están:

- Incendios en salas eléctricas o cables (sin metal fundido)
- Fugas de metal fundido.
- Sangrados.
- Abortos de colada
- Fuegos / explosiones de metal fundido
- Salpicaduras / quemaduras.
- Fallo de agua de refrigeración en colada vertical

### INCENDIOS EN SALAS ELECTRICAS O GALERIAS DE CABLES (SIN METALFUNDIDO)

- Utilizar extintores de CO2
- Avisar al Supervisor y activar el Plan de Emergencia

### FUGAS DE METAL FUNDIDO

Si la fuga fuera importante y no pudiera solucionarse de forma sencilla, se procederá como sigue:

- Se despejará la zona en la que se ha producido la fuga, prestando especial atención a que el caldo no llegue a ninguna zona peligrosa, tales como canaletas de cables o algún material combustible.
- Se cortará el flujo de caldo a la zona de la fuga siempre que sea posible. Se harán barricadas con arena para contener el derrame, una vez contenido esperar a que solidifique para retirarlo. No utilizar extintores de agua ni CO<sub>2</sub> sobre el metal líquido, si fuera necesario utilizar un extintor usar los extintores de polvos disponibles.
- Se abortará la colada.

## SANGRADOS

Si durante la operación de colada vertical existiera un derrame o sangrado que llegue a afectar al nivel de metal en el molde, de forma que pueda entrar agua en el mismo, se abortará la colada.

### Colada vertical

Para abortar la colada vertical se seguirá el siguiente procedimiento:

- 1- Pasar el control de basculamiento del horno a modo manual y bascular en sentido inverso.
- 2- Cerrar los tubos de descarga de la mesa de distribución por la parte superior.
- 3- Parar el descensor de colada cuando el metal en el molde alcance la mitad del mismo aproximadamente.
- 4- Anular el sistema de control de nivel en canal.
- 5- Mantener el caudal de refrigeración de agua hasta que el metal esté solidificado dentro del molde.
- 6- Retirar el metal de canales a través del canal de drenaje del filtro cerámico.
- 7- Accionar nuevamente el descensor y extraer el resto solidificado en el falso fondo.
- 8- Limpiar canales, recipientes de drenaje, etc. y preparar la instalación para el siguiente arranque. Asegurarse que las lingoteras de drenaje están vacías y precaldeadas antes del siguiente arranque.

Aborto colada vertical por fallo de agua de refrigeración.

Para abortar la colada vertical debido a un fallo de agua de refrigeración del pozo de colada, se seguirán los siguientes pasos:

- El sistema de alarma de “fallo de agua de refrigeración” se activará y a partir de ese momento se cuenta con 15 minutos de autonomía de agua, que alimenta el pozo de colada por gravedad procedente del depósito de emergencia, para abortar la colada vertical. Para mantener el equipo en condiciones óptimas, semanalmente se hará revisión de la instalación, comprobación del sistema de alarma, filtros etc. Así como la medición del tiempo de autonomía se verificará dos veces por año, quedando todo registrado en el impreso check-list.
- Una vez detectado el fallo de agua, se basculará manualmente los hornos a su posición inicial de reposo.
- Agotar el metal de los canales y del distribuidor por máquina si es posible o por los dispositivos de drenaje en lingoteras para tal fin.

- Una vez vacíos los canales, cerrar los tubos de descarga por la parte superior.
- Parar el descensor de colada cuando el metal en el molde alcance la mitad del mismo aproximadamente, para evitar que entre agua sobre el aluminio fundido.
- Accionar nuevamente el descensor para extraer la pieza solidificada.

## FUEGOS / EXPLOSIONES DE METAL FUNDIDO

- Intentar controlar el fuego, empleando los extintores colocados a tal efecto en el taller de Fundición. Si hay metal líquido se utilizarán exclusivamente los extintores de polvo.
- Avisar al Supervisor y activar el Plan de Emergencia.
- Si el fuego fuera incontrolable, evacuar la zona.
- Si el fuego provocara un riesgo de explosión o bien tras una primera explosión, hubiera riesgo  
de una segunda, evacuar rápidamente la zona.

## SALPICADURAS / QUEMADURAS

- Enfriar la salpicadura / quemadura rápidamente en las duchas colocadas en los aseos en el taller de Fundición,
- Proporcionar primeros cuidados o auxilios, ayudándose del botiquín colocado a tal efecto en el taller de fundición.
- Llamar al Supervisor y Servicio médico<sup>2</sup>

## 2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

### 2.1. APLICACIÓN DEL REGLAMENTO DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS EN LAS INSTALACIONES INDUSTRIALES

Respecto al establecimiento industrial objeto de este proyecto, no es de aplicación el Reglamento de Seguridad contra Incendios en las Instalaciones Industriales, aprobado por el Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, ya que la licencia de actividad del citado local había sido solicitada anterior de entrada en vigor del reglamento, la actividad y su construcción data de 1956 y 1968 como se justifica en las referencias catastrales adjuntas

#### Actividad principal

Producción y primera transformación de aluminio

#### *Emplazamiento*

Referencia Catastral y superficies:

REFERENCIA CATASTRAL	EDIFICACIONES INDEPENDIENTES SECTORES DE INCENDIO	Año	Superficie construida (m <sup>2</sup> )	Superficie Parcela (m <sup>2</sup> )
7144701YH1474C0001TH	INDUSTRIAL 1	1956	35.092,00	175.616,00
	INDUSTRIAL 2	1956	18.698,00	
	OFICINAS 1	1956	1.360,00	
	INDUSTRIAL 3	1956	4.231,00	
	OFICINAS 2	1975	7.366,00	
	INDUSTRIAL 4	1956	1.765,00	
	COMERCIO	1956	300,00	
	APARCAMIENTO	1956	452,00	
	INDUSTRIAL 5	1956	5.494,00	
03900A039000660001PO	OFICINAS 3	1968	7.366,00	666.601,00
	INDUSTRIAL 6	1968	612,00	
03900A039000660000OI	E- PASTIZAL (Rustico)			666.601,00
<b>TOTAL</b>			<b>82.736,00</b>	<b>842.217,00</b>

### CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

Referencia catastral: 7144701YH1474C0001TH

#### DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

**Localización:**  
AV ELCHE 109  
03008 ALICANTE/ALACANT (ALICANTE)

**Clase:** URBANO  
**Uso principal:** Industrial  
**Superficie construida:** 74.758 m<sup>2</sup>  
**Año construcción:** 1958

#### Construcción

Destino	Escalera / Planta / Puerta	Superficie m <sup>2</sup>
INDUSTRIAL		35.092
INDUSTRIAL		18.698
OFICINA		1.360
INDUSTRIAL		4.231
OFICINA		7.366
INDUSTRIAL		1.765
COMERCIO		300
APARCAMIENTO		492
INDUSTRIAL		5.484

#### PARCELA

**Superficie gráfica:** 175.616 m<sup>2</sup>  
**Participación del inmueble:** 100,00 %  
**Tipo:** Parcela construida sin división horizontal



Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del "Acceso a datos catastrales no protegidos de la SEC"

### CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

Referencia catastral: 03900A039000660001PO

#### DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

**Localización:**  
AV ELCHE Es:1 Pl:00 Pl:01 Polígono 39 Parcela 66  
BACAROT. 03008 ALICANTE/ALACANT (ALICANTE)

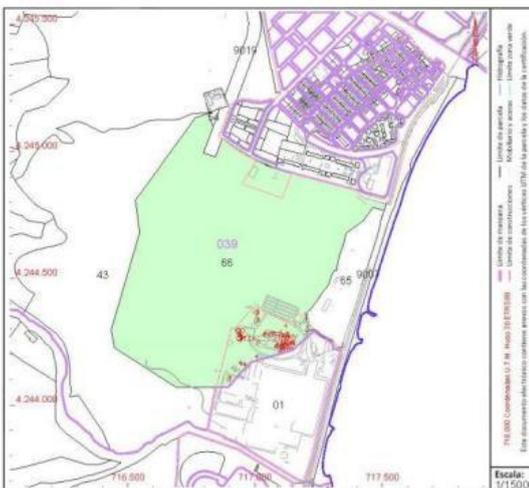
**Clase:** URBANO  
**Uso principal:** Oficinas  
**Superficie construida:** 7.978 m<sup>2</sup>  
**Año construcción:** 1988

#### Construcción

Destino	Escalera / Planta / Puerta	Superficie m <sup>2</sup>
OFICINA	V00101	7.366
INDUSTRIAL	V00102	612

#### PARCELA

**Superficie gráfica:** 666.601 m<sup>2</sup>  
**Participación del inmueble:** 50,00 %  
**Tipo:** Parcela construida sin división horizontal



Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del "Acceso a datos catastrales no protegidos de la SEC"



GOBIERNO DE ESPAÑA  
MINISTERIO DE HACIENDA

SECRETARÍA DE ESTADO DE HACIENDA  
DIRECCIÓN GENERAL DEL CATASTRO

**CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE**

Referencia catastral: 03900A03900066000001

**DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE**

**Localización:**  
AV ELCHE Poligono 39 Parcela 66  
BACAROT. 03008 ALICANTE/ALACANT [ALICANTE]

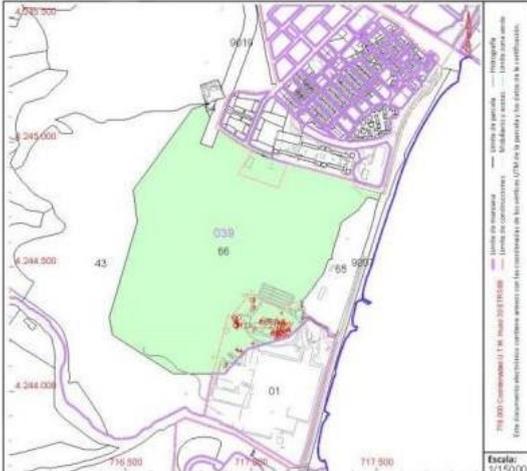
**Clase:** RÚSTICO  
**Uso principal:** Agrario  
**Superficie construida:**  
**Año construcción:**

**Cultivo**

Subparcela	Cultivo/aprovechamiento	Intensidad Productiva	Superficie m <sup>2</sup>
0	E- PASTIZAL	01	614.422

**PARCELA**

**Superficie gráfica:** 666.601 m<sup>2</sup>  
**Participación del inmueble:** 50,00 %  
**Tipo:** Parcela construida sin división horizontal



Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del "Acceso a datos catastrales no protegidos de la SEC"

### Caracterización del establecimiento industrial: Configuración y relación con el entorno

Se define como un establecimiento de Tipo E, el establecimiento industrial ocupa un espacio abierto, que puede estar parcialmente cubierto (hasta un 50 % su superficie), alguna de cuyas fachadas en la parte cubierta carece totalmente de cerramiento lateral.

La ocupación de la parcela 1, urbana, con referencia catastral 7144701YH1474C0001TH es de 77.319,34 m<sup>2</sup> y la parcela dispone de 175.616 m<sup>2</sup>, que es el 44% de ocupación, inferior al 50%, por lo que se justifica tipo E.

La ocupación de la parcela 2, rústica, con referencia catastral 03900A039000660001PO es de 3.239,95 m<sup>2</sup> y la parcela dispone de 666.601 m<sup>2</sup>, que es el 0,48% de ocupación, muy inferior al 50%, por lo que se justifica tipo E.

### Caracterización de los establecimientos industriales por su nivel de riesgo intrínseco

#### *Justificación de que el posible colapso de la estructura no afecte a las navescolidantes*

El establecimiento se ubica en parcelas de la propiedad, el colapso de la estructura del establecimiento no afectará a inmuebles colindantes.

### Cálculo del nivel de riesgo intrínseco

Para poder obtener el grado de peligrosidad es necesario conocer primero la carga térmica de cada sector de incendio. Para ello sea de tener en cuenta las materias combustibles existentes en cada sector. Los materiales combustibles existentes en la nave son los máximos admisibles por la producción, las zonas de almacenamiento, alturas de almacenamiento tanto de materias primas como productos acabados. El nivel de riesgo intrínseco de cada zona tanto de almacenamiento como fabricación se evalúa con la siguiente expresión:

$$Q_s = \frac{\sum_i q_{Gi} G_i C_i + \sum_i q_{Si} S_i C_i + \sum_j q_{vj} C_j h_j S_j}{A} R_a$$

Donde:

$Q_s$  = Densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector, zona o área de incendio, en MJ/ m<sup>2</sup> o Mcal/ m<sup>2</sup>.

$q_{Gi}$  = Poder calorífico de la materia combustible que se dispone en el sector de incendio (i), en MJ/kg o Mcal/kg.

$G_i$  = Masa del combustible (kg).

$q_{Si}$  = densidad de carga de fuego de cada zona con proceso diferente según los distintos procesos que se realizan en el sector de incendio (i), en MJ/ m<sup>2</sup> o Mcal/ m<sup>2</sup>.

$q_{vj}$  = carga de fuego, aportada por cada m<sup>3</sup> de cada zona con diferente tipo de almacenamiento (j) existente en el sector de incendio, en MJ/m<sup>3</sup> o Mcal/m<sup>3</sup> .

$h_j$  = altura del almacenamiento de cada uno de los combustibles, (j), en m.

$S_i, S_j$  = Superficie de cada zona con proceso diferente y densidad de carga de fuego diferente en m<sup>2</sup> .

$C_i, C_j$  = Coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i, j) que existen en el sector de incendio. Típicos de productos según el catálogo CEA. (Guía Técnica de Aplicación del RSCEI).

**TABLA 1.1**  
GRADO DE PELIGROSIDAD DE LOS COMBUSTIBLES

VALORES DEL COEFICIENTE DE PELIGROSIDAD POR COMBUSTIBILIDAD, $C_i$		
ALTA	MEDIA	BAJA
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Líquidos clasificados como clase A en la ITC MIE-APQ1</li> <li>- Líquidos clasificados como subclase B<sub>1</sub>, en la ITC MIE-APQ1.</li> <li>- Sólidos capaces de iniciar su combustión a una temperatura inferior a 100 °C.</li> <li>- Productos que pueden formar mezclas explosivas con el aire a temperatura ambiente.</li> <li>- Productos que pueden iniciar combustión espontánea en el aire a temperatura ambiente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Líquidos clasificados como subclase B<sub>2</sub> en la ITC MIE-APQ1.</li> <li>- Líquidos clasificados como clase C en la ITC MIE-APQ1.</li> <li>- Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura comprendida entre 100 °C y 200 °C.</li> <li>- Sólidos que emiten gases inflamables.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Líquidos clasificados como clase D en la ITC MIE-APQ1.</li> <li>- Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura superior a 200 °C.</li> </ul>
$C_i = 1,60$	$C_i = 1,30$	$C_i = 1,00$

NOTA: ITC MIE-APQ1 del Reglamento de almacenamiento de productos químicos, aprobado por el Real Decreto 379/2001, de 6 de abril.

$C_i = 1,60$  (Alto): Alcoholes, Barnices, Licores, Fluor, Gasolina, Hidrógeno, Petróleo.....

$C_i = 1,30$  (Medio): Aceites lubricantes, Azúcar, Azufre Café, Cartón, Caucho, Celulosa, Corcho, Madera, Paja, Papel, Tabaco, Tejidos.

$C_i = 1,00$  (Bajo): Amoniaco, Yeso, Cemento, Hormigón, Jabón, Lejía.....

**Ra** = Coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc. Cuando existen varias actividades en el mismo sector, se tomará como factor de riesgo de activación (Ra) el inherente a la actividad de mayor riesgo de activación, siempre que dicha actividad ocupe al menos el 10 por ciento de la superficie del sector o área de incendio.

**A** = Superficie construida del sector de incendio o superficie ocupada del área de incendio, en m<sup>2</sup>.

Sectores y áreas de incendio, superficie construida y usos

REFERENCIA CATASTRAL	EDIFICACIONES INDEPENDIENTES SECTORES DE INCENDIO	Año	Superficie construida (m <sup>2</sup> )	Superficie Parcela (m <sup>2</sup> )
7144701YH1474C0001TH	INDUSTRIAL 1	1956	35.092,00	175.616,00
	INDUSTRIAL 2	1956	18.698,00	
	OFICINAS 1	1956	1.360,00	
	INDUSTRIAL 3	1956	4.231,00	
	OFICINAS 2	1975	7.366,00	
	INDUSTRIAL 4	1956	1.765,00	
	COMERCIO	1956	300,00	
	APARCAMIENTO	1956	452,00	
03900A039000660001PO	INDUSTRIAL 5	1956	5.494,00	666.601,00
	OFICINAS 3	1968	7.366,00	
03900A039000660000OI	INDUSTRIAL 6	1968	612,00	666.601,00
	E- PASTIZAL (Rustico)			
<b>TOTAL</b>			<b>82.736,00</b>	<b>842.217,00</b>

Se considera «sector de incendio» el espacio del edificio cerrado por elementos resistentes al fuego.

*Cálculo de la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida*

El nivel de riesgo intrínseco de un establecimiento industrial, cuando desarrolla su actividad en más de un edificio o sector, ubicados en el mismo recinto, se evaluará calculando la siguiente expresión que determina la carga de fuego, ponderada y corregida  $Q_E$ , de dicho establecimiento.

$$Q_E = \frac{\sum Q_e \cdot A_e}{\sum A_e}$$

donde:

$Q_E$ : Densidad de carga de fuego, ponderada y corregida del establecimiento (MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup>)

$Q_e$ : Densidad de carga de fuego, ponderada y corregida de cada uno de los edificios que componen el establecimiento.

$A_e$ : Superficie construida de cada uno de los edificios que componen el establecimiento. Aplicando la fórmula, anteriormente citada:

$$Q_E = Q_e = Q_s = 1.489,36 \text{ MJ/m}^2; \text{ Riesgo} = \text{Medio (4)}$$

Se determina conforme al Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales:

NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO.	GRADO	Densidad C.F. ponderada y corregida ( $Q_s$ )	
		Mcal/m <sup>2</sup>	MJ/m <sup>2</sup>
BAJO (RIB)	1	$Q_s \leq 100$	$Q_s \leq 425$
	2	$100 < Q_s \leq 200$	$425 < Q_s \leq 850$
MEDIO (RIM)	3	$200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1.275$
	4	$300 < Q_s \leq 400$	$1.275 < Q_s \leq 1.700$
	5	$400 < Q_s \leq 800$	$1.700 < Q_s \leq 3.400$
ALTO (RIA)	6	$800 < Q_s \leq 1.600$	$3.400 < Q_s \leq 6.800$
	7	$1600 < Q_s \leq 3.200$	$6.800 < Q_s \leq 13.600$
	8	$3.200 < Q_s$	$13.600 < Q_s$

### Requisitos constructivos del establecimiento industrial conforme al reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales o código técnico de la edificación

El Anexo II del Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales se corresponde con la Protección Pasiva Contra Incendios.

La Protección Pasiva contra incendios tiene como función prevenir la aparición de un incendio, impedir o retrasar su propagación y facilitar tanto la extinción del incendio como la evacuación.

Las edificaciones datan de 1956 y 1968, no le es de aplicación el Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales.

Conforme al Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, en su artículo 22 de Inspecciones periódicas, especifica:

En aquellos casos en los que la inspección de las instalaciones de protección activa contra incendios no esté regulada por reglamentación específica, los titulares de las mismas deberán solicitar, al menos, cada diez años, a un organismo de control acreditado, conforme a los procedimientos establecidos en el Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y la Seguridad Industrial, aprobado por Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre, la inspección de sus instalaciones de protección contra incendios, evaluando el cumplimiento de la legislación aplicable.

Por lo cual, se deduce, que sólo es objeto la inspección de sus instalaciones de protección contra incendios activa, y no pasiva.

#### *CLASE DE COMPORTAMIENTO AL FUEGO DE LOS REVESTIMIENTOS: SUELOS, PAREDES Y TECHOS*

Actualmente las edificaciones de la fábrica datan de 1956 y 1968, al no corresponderles la aplicación del Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales, no cuenta con revestimiento CFL-s1 (M2) en el suelo ni C-s3 d0(M2) en paredes y techos.

Los lucernarios de policarbonato en forma de línea de abeja con curva autoportante, con espesor de 10-16 mm y una anchura de 650mm no son de clase B-s1d0 (M1) para una mejora y aplicación del reglamento deberán cumplir con estos revestimientos.

**CLASE DE PRODUCTOS EN FALSOS TECHOS O SUELOS ELEVADOS**

La fábrica no cuenta con falsos techos ni suelos elevados, el establecimiento dispone de unas canaletas y pasillos subterráneos en los que se encuentran todos los cables eléctricos, tuberías y conductos de ventilación. Las canaletas son de hormigón por lo que tienen una alta resistencia al fuego.

**TIPO DE CABLES ELÉCTRICOS EN EL INTERIOR DE FALSOS TECHOS**

No procede.

**TIPO DE CUBIERTA**

Se dispone de cubierta ligera, cuyo peso propio es inferior 100 kg/m<sup>2</sup>, en algunas de las edificaciones como Nave Fundición y laminación 1 y en la Nave Fundición y laminación 2.

**ESTABILIDAD AL FUEGO DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS PORTANTES: FORJADOS, VIGAS, SOPORTES Y ESTRUCTURA PRINCIPAL Y SECUNDARIA DE CUBIERTA**

NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO	TIPOLOGÍA Y PLANTA	MATERIAL ESTRUCTURAL CONSIDERADO			ESTABILIDAD AL FUEGO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES PORTANTES	
		SOPORTES PILARES	PÓRTICO	MEDIANERA	NORMA Tabla 2.2.	PROYECTO MEDIDAS CORRECTORAS
R. MEDIO (4)	TIPO E	METÁLICO	METÁLICO	NO APLICABLE EN TIPOLOGÍA E	---	EL ESTABLECIMIENTO CONSTITUYE UN ÁREA DE INCENDIO
R. MEDIO (4)	TIPO E	HORMIGÓN ARMADO	HORMIGÓN ARMADO	NO APLICABLE EN TIPOLOGÍA E	---	EL ESTABLECIMIENTO CONSTITUYE UN ÁREA DE INCENDIO

**RESISTENCIA AL FUEGO DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS DEL CERRAMIENTO**

NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO	TIPOLOGÍA Y PLANTA	MATERIAL ESTRUCTURAL CONSIDERADO			ESTABILIDAD AL FUEGO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS DEL CERRAMIENTO	
		SOPORTES PILARES	PÓRTICO	MEDIANERA	NORMA Tabla F.2	PROYECTO MEDIDAS CORRECTORAS
R. MEDIO (4)	TIPO E	METÁLICO	METÁLICO	NO APLICABLE EN TIPOLOGÍA E	---	EL ESTABLECIMIENTO CONSTITUYE UN ÁREA DE INCENDIO
R. MEDIO (4)	TIPO E	HORMIGÓN ARMADO	HORMIGÓN ARMADO	NO APLICABLE EN TIPOLOGÍA E	---	EL ESTABLECIMIENTO CONSTITUYE UN ÁREA DE INCENDIO

**OCUPACIÓN DE LOS SECTORES DE INCENDIO**

Se requerirá de un área de incendio al ser un establecimiento de tipo E.

Según establece el punto 2 del anexo II del RSCIEI, el edificio NO cumple con las condiciones mínimas de sectorización al superar la superficie máxima admisible. La superficie máxima admisible para el riesgo medio intrínseco de intensidad 4 es 3000 m<sup>2</sup> según puede comprobarse en la siguiente tabla:

NRI		TIPO A (m <sup>2</sup> )	TIPO B (m <sup>2</sup> )	TIPO C (m <sup>2</sup> )
RB	1	(1) (2) (3) 2000	(2) (3) (5) 6000	(3) (4) Sin límite
	2	1000	4000	6000
RM	3	(2) (3) 500	(2) (3) 3500	(3) (4) 5000
	4	400	3000	4000
	5	300	2500	3500
RA	6	No admitido	(3) 2000	(3) (4) 3000
	7		1500	2500
	8		No admitido	2000

- (1) Si el sector de incendio está situado en primer nivel bajo rasante de calle, la máxima superficie construida admisible es de 400 m que puede incrementarse por la aplicación de las notas (2) y (3).
- (2) Las superficies que se indican en la tabla pueden multiplicarse por 1,25 si la fachada accesible del establecimiento industrial es superior al 50% del perímetro del mismo.
- (3) Las superficies se pueden multiplicar por 2 si se instalan rociadores automáticos de agua que no sean exigidos preceptivamente por este Reglamento". Las notas (2) y (3) se pueden aplicar simultáneamente.
- (4) En configuraciones tipo C, si la actividad lo requiere, el sector de incendios puede tener cualquier superficie siempre que cuente con una instalación fija automática de extinción de incendios y la distancia a límites de parcelas con posibilidad de edificar en ellas superior a 10 m.
- (5) Para establecimientos industriales de tipo B, de RB 1, cuya única actividad sea el almacenamiento de materiales de clase A y en el que los materiales de construcción empleados, incluidos los revestimientos, sean de clase A en su totalidad, se podrá aumentar la superficie máxima permitida del sector de incendio hasta 10.000 m<sup>2</sup>.

PARA CONFIGURACIONES D/E: ANCHURA DE LOS CAMINOS DE ACCESO DE EMERGENCIA, SEPARACIÓN ENTRE CAMINOS DE EMERGENCIA, ANCHURA DE PASILLOS ENTRE PILAS.

Designación:	Ancho (m)
Carretera 1	8
Carretera 2	8
Carretera 3	7
Carretera 4	10
Carretera 5	5,5
Carretera 6	9
Carretera 9	6
Carretera 13	5
ACCESO A CINDAL PROCESO DE DATOS	6

Los viales de aproximación de los vehículos de los bomberos a los espacios de maniobra deben cumplir las condiciones siguientes:

- anchura mínima libre 3,5 m;
- altura mínima libre o gálibo 4,5 m;
- capacidad portante del vial 20 kN/m<sup>2</sup>.

En los tramos curvos, el carril de rodadura debe quedar delimitado por la traza de una

corona circular

cuyos radios mínimos deben ser 5,30 m y 12,50 m, con una anchura libre para circulación de 7,20 m.

Cumple con el acceso a vehículos de extinción del cuerpo de bomberos, además se dispone de vehículo propio de contraincendios dotado de depósito de agua micronizada de 50 litros, 3 botellas de CO<sub>2</sub> de 30 Kg. cada una, 2 extintores de polvo ABC de 50 kg. cada uno. El sistema de agua puede ser utilizado con espumógeno.

#### *SISTEMA DE EVACUACIÓN DE HUMOS*

Al ser de riesgo intrínseco medio y superficie construida  $\geq 2000$  m<sup>2</sup> debe de contar con una ventilación natural a no ser que la ubicación lo impida. La nave cuenta con portalones abiertos todo el tiempo y extractores en la cubierta.

#### *SISTEMA DE ALMACENAJE (SOLO PARA ALMACENAMIENTOS)*

Se almacena por estibas o pilas.

#### *TIPO DE LAS INSTALACIONES TÉCNICAS DE SERVICIOS DE ESTABLECIMIENTO Y NORMATIVA ESPECÍFICA DE APLICACIÓN*

- Aire comprimido. REAL DECRETO 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias
- Alta Tensión: Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que aprueban el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-LAT 01 a 09, (B.O.E. de 19/03/2.008). Corrección de errores (B.O.E. 17/05/2.008). Corrección de errores (B.O.E. de 19/7/2.008).
- Subestaciones y Transformadores: Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITCRAT 01 a 23.
- Almacenamiento de Productos químicos: Real Decreto 656/2017, de 23 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos y sus Instrucciones Técnicas Complementarias MIE APQ 0 a 10.

#### *RIESGO DE FUEGO FORESTAL. ANCHURA DE LA FRANJA PERIMETRAL LIBRE DE VEGETACIÓN BAJA Y ARBUSTIVA*

La ubicación de industria está en terrenos urbanos y rústico, no colindantes con forestales, los cuales podría originar riesgo de incendio en doble dirección, peligro para la industria, puesto que un incendio forestal la puede afectar y peligro que el incendio de una industria pueda producir un fuego forestal, que no es el caso.

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

El Anexo III del Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales se corresponde con la Protección Activa Contra Incendios.

La Protección Activa Contra Incendios tiene como función específica la detección, control y extinción del incendio, a través de una lucha directa contra el mismo, y por tanto facilitar la evacuación. Los sistemas de protección a instalar dependerán de la relación entre la tipología del edificio donde se encuentra el sector de incendio, el nivel de riesgo intrínseco del sector y la superficie del sector de incendio.

Los equipos y sistemas de protección activa contra incendios, así como sus partes o componentes, y la instalación de los mismos, deben reunir las características conforme al ANEXO I de características e instalación de los equipos y sistemas de protección contra incendios del Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.

### *SISTEMA AUTOMÁTICO DE DETECCIÓN DE INCENDIO*

Para establecimientos de tipología E, no son necesarios sistema de detención automático. La maquinaria de riesgo Medio y Alto por zona Atex 2, en almacenamiento de productos inflamables y almacenes de riesgo, que dispongan de sistemas de extinción como: extinción por CO<sub>2</sub>, rociadores automáticos, agua pulverizada o espuma, dispondrá de sistemas automáticos y manual de detención y extinción.

### *SISTEMA MANUAL DE ALARMA DE INCENDIO*

Para establecimientos de tipología E, son necesarios sistema manual de alarma de incendio, no es de aplicación el Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales, por lo tanto, no es obligatorio.

Se dispone cercanos a maquinaria de riesgo Medio y Alto por zona Atex 2, en almacenamiento de productos inflamables y almacenes de riesgo, que dispongan de sistemas de extinción como: extinción por CO<sub>2</sub>, rociadores automáticos, agua pulverizada o espuma. Los instalados sólo accionan manualmente el sistema de protección vinculado.

### *SISTEMA DE COMUNICACIÓN DE ALARMA*

Será necesario, la superficie construida total es muy superior a 10.000 m<sup>2</sup>, no le es de aplicación el Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales, por lo tanto, no es obligatorio.

En el acceso al establecimiento, se dispone de una pequeña edificación de 33 m<sup>2</sup>, denominada en planos "Control y centralita incendios", con un sistema que consta de Software gráfico de Honeywell (Notifier). Dicho software supervisa 4 centrales analógicas Notifier ID50. Además, supervisa la central convencional de 4 zonas del almacén general y la central convencional de 4 zonas del comedor.

Centralita fundición:

Sala colada vertical

- Detección sala
- Detector + Sirena + Pulsador
- Señales de extinción de CO2 en los cuadros eléctricos de la colada vertical

Sala Hornos

- Detección sala
- Detector + Sirena + Pulsador
- Señales de extinción de CO2 en los cuadros eléctricos de los hornos

*SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA CONTRA INCENDIOS.*

Abastecimiento de agua directos:

- En el caso del edificio Cindal de Uso administrativo (no industrial), se dispone de hidrantes conectas directamente a la red de agua potable, dispone de grupo de bombeo, acometida de alimentación de Ø4" de diámetro nominal de 101,6 mm. > 100 mm. y las conexiones son a Ø1", DN 25. → CUMPLE
- En el caso del exterior del almacén químico (Almacenamiento de Sosa caustica) y taller, de uso industrial, la acometida es hormigón de Ø200 mm de diámetro nominal >150

Abastecimiento de agua indirecto mediante depósitos, grupos de bombeo y sistemas a los que abastece:

- Reserva de Agua disponible:

Se trata de un depósito circular dividido en secciones independientes, 2 de las secciones son para uso exclusivo de protección contra incendios, por lo que se considera a efectos reglamentarios exclusivos para la red contra incendios. mm (no es directa, es a depósitos y estas a grupo de bombeo) y las conexiones son a Ø2", DN 50. > 40 mm. → CUMPLE.

Abastecimiento de agua indirecto mediante depósitos, grupos de bombeo y sistemas a los que abastece:

Reserva de Agua disponible:

Se trata de un depósito circular dividido en secciones independientes, 2 de las secciones son para uso exclusivo de protección contra incendios, por lo que se considera a efectos reglamentarios exclusivos para la red contra incendios.

Superficie útil (m <sup>2</sup> )	Altura rebose (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )
151,00	5,40	815,40
199,00	5,40	1.074,60
<b>350,00</b>		<b>1.890,00</b>

Conforme a UNE 23500:2018 serán depósitos de Tipo A. La reserva de agua disponible es de 1.890 m<sup>3</sup> muy superior a las necesidades de 630 m<sup>3</sup>, incluso por depósito por lo tanto se considera depósito o fuente inagotable más depósito adicional.

Equipo de bombeo disponible:

- Bomba principal Diesel FM-Global 340 m<sup>3</sup>/h a 8 bar.
- Bomba reserva eléctrica 108 m<sup>3</sup>/h a 11 bar. (previsto para sustituir)
- Bomba Jockey 15 m<sup>3</sup>/h a 12 bar

Sistemas que abastecen:

- Red de bocas de incendio equipadas (BIE o Red de hidrantes exteriores)
- Rociadores automáticos.
- Agua pulverizada.
- Espuma.

*SISTEMA DE HIDRANTES EXTERIORES. NÚMERO DE HIDRANTES*

Será necesario disponer de Hidrantes. No se dispone de hidrantes como tal, se dispone de BIES de 45 mm y bocas de conexión de 70 mm con un total de 38 BIES en todo el establecimiento. No le es de aplicación el Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales, por lo tanto, no es obligatorio.

Servicios	Disponible				Según RSCIEI			
	Necesidades de agua (litros/minuto)	Autonomía (minutos)	Total (litros)	Total (m <sup>2</sup> )	Necesidades de agua (litros/minuto)	Autonomía (minutos)	Total (litros)	Total (m <sup>2</sup> )
Red de bocas de incendio equipadas	250	60	15.000	15	0	0	0	0
Red de hidrantes exteriores	500	60	30.000	30	2.000	60	120.000	120
6 cañones de Agua*	595	60	35.700	35,7	0	0	0	0
<b>Total:</b>	<b>1.345</b>	<b>60</b>	<b>80.700</b>	<b>80,7</b>	<b>2.000</b>	<b>60</b>	<b>120.000</b>	<b>120</b>

\* 5 cañones manuales y 1 monitorizado

Son sistemas de abastecimiento de agua para uso exclusivo del Cuerpo de Bomberos y personal debidamente formado.

*EXTINTORES DE INCENDIO PORTÁTILES. NÚMERO, TIPO DE AGENTEEXTINTOR CLASE DE FUEGO Y EFICACIA*

Su distribución no será tal que el recorrido máximo horizontal, desde cualquier punto del sector de incendio, que deba ser considerado origen de evacuación, hasta el extintor, no supere 15 m conforme al Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (Recordemos que no es de obligado cumplimiento en este caso), el criterio de los mismos está conforme a las instalaciones puntuales de riesgo y los depósitos de combustibles instalados.

## Tipos de extintores en la fábrica:

- Extintor portátil de polvo químico ABC polivalente, de eficacia mínima 21A-144B-C, con 6-9 kg.
- Extintor portátil de nieve carbónica CO<sub>2</sub>, de eficacia 89B, con 5 kg.
- Extintor portátil hídrico (agua pulverizada + aditivos), de eficacia mínima 21A-183B-75F, con 6 o 9 litros.
- Extintor con carro, de polvo químico ABC polivalente, de eficacia ABC, con 50 kg.

- Extintor con carro, de nieve carbónica CO<sub>2</sub>, de eficacia B, con una botella de 10 kg.
- Extintor con carro, de nieve carbónica CO<sub>2</sub>, de eficacia B, con una botella de 30 kg.

#### *SISTEMA DE BOCAS DE INCENDIO EQUIPADAS. TIPO DE BIE Y NÚMERO*

El nivel de riesgo intrínseco del establecimiento es medio de grado 4, por lo tanto, no son necesarias ni obligatorias en tipología E.

La instalación que existe a fecha de hoy

- Las BIEs existentes son de 45 mm. y 20 metros de manguera que cubren 25 metros, y no cumplen las distancias de protección.
- Las Bies se ubican tanto en interior como por exterior de parcela.
- El número total de BIEs es de 38 unidades.
- Se dispone de 5 cañones manuales y 1 monitorizado
- Se suministra desde un depósito seccionado con un total de 1.890 m<sup>3</sup> de agua.
- Presión entre 8 y 11 kg/cm<sup>2</sup>.
- Caudal de 250 l/min en conexión 45 mm. o 500 l/min. en conexión 70 mm

#### *SISTEMA DE COLUMNA*

Se instalarán sistemas de columna seca en los establecimientos industriales si son de riesgo intrínseco medio o alto y su altura de evacuación es de 15 m o superior.

No se dispone de instalación de columna seca, ni es necesaria por reglamentación

#### *SISTEMA DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS DE AGUA*

Considerando las instalaciones independientes y con riesgo Medio o Alto, o prioridad Alta al ser esencial para evitar el paro de la producción, se ha dispuesto de rociadores:

- Túnel y sótano de cables parque de intemperie AT (6)
- Almacén General (27)
- Almacenes varios (32)
- Sala Compresores A (Zona de Balsa) (20)
- Sala Compresores B (Fabrica) (33)

Antes de empezar el diseño de la red de rociadores, hace falta determinar la clase de riesgo correspondiente al establecimiento a proteger. De la norma UNE 12855:2016 se encuentra que para el caso en examen se debe considerar la clase de Riesgo Ordinario (RO), que incluye actividades donde se procesan o fabrican materiales combustibles con una carga de fuego media y combustibilidad media. El Riesgo Ordinario se subdivide en cuatro grupos: RO1, Riesgo Ordinario Grupo 1; RO2, Riesgo Ordinario Grupo 2; RO3, Riesgo Ordinario Grupo 3; RO4, Riesgo Ordinario

## Grupo 4.

En particular, desde la Tabla A.2 – Actividades de Riesgo Ordinario, del anexo A de la misma normativa, se determina que la elaboración de metal es considerada con clasificación mínima de riesgo RO2.

Tabla A.2 – Actividades de Riesgo Ordinario

Actividad	Grupo de riesgo ordinario			
	RO1	RO2	RO3	RO4
Vidrio y cerámica			Fábricas de vidrio	
Productos químicos	Cementeras	Fábricas de película fotográfica	Tintorerías Fábricas de jabón Laboratorios fotográficos Talleres de pintura con pintura a base de agua	
Ingeniería	Fábricas de productos de chapa metálica	Elaboración de metal	Fábricas de productos electrónicos Fábricas de equipos de radio Fábricas de lavadoras Talleres de reparación de automóviles	

Con el término “densidad de diseño” se entiende el caudal que la red es capaz de descargar relativamente a un metro cuadrado de superficie, mientras el “Área de operación” es el área máxima sobre la cual se supone, para efectos de diseño, que se abrirán los rociadores en caso de incendio. La densidad de diseño de los rociadores deber ser igual o superior a lo especificado en la tabla siguiente de la norma UNE 12845.

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

NOTA Necesita consideración especial. Los sistemas de diluvio no están cubiertos por esta norma.

Criterios de diseño para RL, RO y REP

Considerando que en este caso que no existen posibilidades de daño por hielo y la temperatura ambiente no supera los 95 °C, la red de rociadores que se instaló fue una instalación mojada, es decir, es una instalación permanentemente presurizada con agua. Por lo tanto, de la tabla anterior se saca que el área de operación correspondiente es de 144 m<sup>2</sup>.

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

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

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

Requisitos de presión y caudal para sistemas RL y RO precalculados

## *Abastecimientos de agua*

Los abastecimientos de agua deben ser capaces de suministrar automáticamente al menos las condiciones requeridas de presión/caudal del sistema. Si el abastecimiento de agua se usa para otros sistemas de lucha contra incendios, cada abastecimiento de agua debe tener capacidad suficiente para las duraciones mínimas siguientes: RL 30 min; RO 60 min; REP 90 min; REA 90 min.

## *Cálculos hidráulicos*

### Datos Generales

Riesgo: Ordinario  
Actividad: Elaboración del metal  
Riesgo Ordinario Grupo: 2

### Criterios de diseño hidráulicos

- Densidad de diseño: 5 l/min·m<sup>2</sup>.
- Área supuesta funcionamiento (tubería mojada): 144 m<sup>2</sup>.
- Superficie máxima rociador: 12 m<sup>2</sup>.
- Diámetro rociador = 15 mm; k = 80; Pres. min. = 0.57 bar; caudal suministrado = 60.4 l/min.
- Simultaneidad funcionamiento: 12 rociadores hidráulicamente más desfavorables.
- Autonomía: 60 minutos.

Criterio para el establecimiento en general, en el cual no se aplica ningún sistema de rociadores.

Del mismo modo, se procede al cálculo de las Instalaciones específicas de riesgo Ordinario del túnel y sótano de cables parque de intemperie AT

Datos Generales del Túnel y sótano de cables parque de intemperie AT:

Riesgo: Ordinario  
Actividad: Fábricas de cables (por similitud)  
Riesgo Ordinario Grupo: 3

Criterios de diseño hidráulicos del Túnel y sótano de cables parque de intemperie AT:

- Densidad de diseño: 5 l/min·m<sup>2</sup>.
- Área supuesta funcionamiento (tubería mojada): 216 m<sup>2</sup>.
- Superficie máxima rociador: 12 m<sup>2</sup>.
- Diámetro rociador = 15 mm; k = 80; Pres. min. = 0.57 bar; caudal suministrado = 60.4 l/min.
- Simultaneidad funcionamiento: 18 rociadores hidráulicamente más desfavorables.
- Autonomía: 60 minutos.

**Riesgo Extra, Almacenamiento – REA**

Se podrían almacenar materiales en actividades clasificadas como RO siempre que se cumplan las condiciones siguientes:

La protección de toda la sala se debe diseñar para al menos RO3;

- Las alturas de almacenamiento máximas indicadas en la tabla 1 no deben excederse;
- La superficie de almacenamiento máxima de un solo bloque no debe exceder de 50 m<sup>2</sup>, con un espacio libre alrededor del bloque de no menos de 2,4 m. Cuando la zona se clasifique como RO4, o donde los requisitos del punto b) o el punto
- no se puedan cumplir, el almacenamiento dentro de la zona se debe tratar como REA.

El Riesgo Extra, Almacenamiento - REA se subdivide en cuatro categorías:

**Tabla Criterios de diseño para REA con protección sólo en cubierta o techo**

Configuración de almacenamiento	Altura máxima permitida de almacenamiento				Densidad de diseño mm/min	Área de operación [sistema mojado o de acción previa (véase la NOTA)] m <sup>2</sup>	
	m						
	Categoría I	Categoría II	Categoría III	Categoría IV			
ST1 Libre o en bloques	5,3	4,1	2,9	1,6	7,5	260	
	6,5	5,0	3,5	2,0	10,0		
	7,6	5,9	4,1	2,3	12,5		
		6,7	4,7	2,7	15,0		
		7,5	5,2	3,0	17,5		
				5,7	3,3	20,0	300
				6,3	3,6	22,5	
				6,7	3,8	25,0	
				7,2	4,1	27,5	
				4,4	3,0	30,0	
ST2 Palés autoportantes en filas sencillas	4,7	3,4	2,2	1,6	7,5	260	
	5,7	4,2	2,6	2,0	10,0		
	6,8	5,0	3,2	2,3	12,5		
ST4 Estanterías paletizadas		5,6	3,7	2,7	15,0		
		6,0	4,1	3,0	17,5		
			4,4	3,3	20,0		300
			4,8	3,6	22,5		
			5,3	3,8	25,0		
			5,6	4,1	27,5		
			6,0	4,4	30,0		
	ST3 Palés autoportantes en filas múltiples	4,7	3,4	2,2	1,6	7,5	260
		5,7	4,2	2,6	2,0	10,0	
	ST5 y ST6 Estantes sólidos o abiertos		5,0	3,2	2,3	12,5	
				2,7	15,0		
				3,0	17,5		

- REA1, Riesgo Extra Almacenamiento Categoría I
- REA2, Riesgo Extra Almacenamiento Categoría II
- REA3, Riesgo Extra Almacenamiento Categoría III
- REA4, Riesgo Extra Almacenamiento Categoría IV

### **Datos Generales de “Almacén Varios”**

Riesgo: Ordinario

Actividad: Elaboración del metal

Riesgo Ordinario Grupo: 2

Productos almacenados: Madera en láminas

Categoría: II

Configuración almacenamiento: Paletas autoportantes en filas múltiples (ST3)

Altura almacenamiento: 3 m

### **Criterios de diseño hidráulicos de “Almacén Varios”**

Al ser la altura de almacenamiento superior a la máxima para RO el almacenamiento se considera

riesgo extra almacenamiento.

- Densidad de diseño: 7.5 l/min·m<sup>2</sup>.
- Área supuesta funcionamiento (tubería mojada): 260 m<sup>2</sup>.
- Superficie máxima rociador: 9 m<sup>2</sup>.
- Diámetro rociador = 20 mm; k = 115; Pres. min. = 0.5 bar; caudal suministrado = 81.32 l/min.
- Simultaneidad funcionamiento: 29 rociadores hidráulicamente más desfavorables.
- Autonomía: 90 minutos.

### **Datos Generales del Almacén General**

Riesgo: Extra, Almacenamiento

Productos almacenados: Artículos de metal

Categoría: I

Configuración almacenamiento: Paletas autoportantes en filas múltiples (ST3)

Altura almacenamiento: 5.5 m

### **Criterios de diseño hidráulicos del Almacén General**

- Densidad de diseño: 10 l/min·m<sup>2</sup>.
- Área supuesta funcionamiento (tubería mojada): 260 m<sup>2</sup>.
- Superficie máxima rociador: 9 m<sup>2</sup>.
- Diámetro rociador = 20 mm; k = 115; Pres. min. = 0.62 bar; caudal suministrado = 90.55 l/min.
- Simultaneidad funcionamiento: 29 rociadores hidráulicamente más desfavorables.
- Autonomía: 90 minutos.

*Riesgo Extra, Proceso – REP*

El Riesgo Extra, Proceso, cubre actividades donde los materiales implicados tienen una carga de fuego alta y combustibilidad alta y son capaces de desarrollar un incendio de propagación rápida o intenso.

REP se subdivide en cuatro grupos:

- REP1, Riesgo Extra Proceso Grupo 1
- REP2, Riesgo Extra Proceso Grupo 2
- REP3, Riesgo Extra Proceso Grupo 3
- REP4, Riesgo Extra Proceso Grupo 4.

El abastecimiento de agua debe ser capaz de suministrar en el punto de diseño más alto no menos que el caudal y la presión apropiados especificados en la siguiente tabla:

Densidad de diseño mm/min	Caudal de demanda máxima l/min		Presión en el punto de diseño más alto (pd) bar			
			Área de operación por rociador m <sup>2</sup>			
	Mojado o acción previa	Seco o alterno	6	7	8	9
(1) Con diámetros de tubo de acuerdo con las tablas 32 y 33 y rociadores teniendo un factor K de 80						
7,5	2 300	2 900	—	—	1,80	2,25
10,0	3 050	3 800	1,80	2,40	3,15	3,90
(2) Con diámetros de tubo de acuerdo con las tablas 32 y 34 y rociadores teniendo un factor K de 80						
7,5	2 300	2 900	—	—	1,35	1,75
10,0	3 050	3 800	1,30	1,80	2,35	3,00
(3) Con diámetros de tubo de acuerdo con las tablas 34 y 35 y rociadores teniendo un factor K de 80						
7,5	2 300	2 900	—	—	0,70	0,90
10,0	3 050	3 800	0,70	0,95	1,25	1,60
(4) Con diámetros de tubo de acuerdo con las tablas 34 y 35 y rociadores teniendo un factor K de 115						
10,0	3 050	3 800	—	—	—	0,95
12,5	3 800	4 800	—	0,90	1,15	1,45
15,0	4 550	5 700	0,95	1,25	1,65	2,10
17,5	4 850	6 000	1,25	1,70	2,25	2,80
20,0	6 400	8 000	1,65	2,25	2,95	3,70
22,5	7 200	9 000	2,05	2,85	3,70	4,70
25,0	8 000	10 000	2,55	3,50	4,55	5,75
27,5	8 800	11 000	3,05	4,20	5,50	6,90
30,0	9 650	12 000	3,60	4,95	6,50	—
NOTA Si hay rociadores en la red que están más altos que el punto de diseño, se debería sumar a pd la presión estática desde el punto de diseño hasta los rociadores más altos.						

\*Tabla de Requisitos de presión y caudal para instalaciones precalculados diseñadas usando las tablas 32 a 35

En el caso Sala Compresores A y B conforme al proyecto específico:

### **Datos Generales de la sala de Compresores A:**

Superficie: 158,4 m<sup>2</sup>  
Altura de techo: 3,0m  
Actividad: Aguarrás. Fábricas (similitud a taladrina)  
Riesgo: REP1

### **Criterios de diseño hidráulicos de la sala de Compresores**

A:Densidad de diseño mínima: 12,10 mm/min.  
Superficie del área de operación: 279,0 m<sup>2</sup>  
Número de rociadores: 16  
Superficie teórica por rociador: 12,1 m<sup>2</sup>  
Modelo de rociador: Montante conv. (A)  
Coeficiente de descarga de los rociadores: K-80  
Temperatura de disparo: 70 °C

### **Datos Generales de la sala de Compresores**

Superficie: 218,4 m<sup>2</sup>  
Altura de techo: 3,0m  
Actividad: Aguarrás. Fábricas (similitud a taladrina)  
Riesgo: REP1

### **Criterios de diseño hidráulicos de la sala de Compresores B:**

Densidad de diseño mínima: 12,10 mm/min.  
Superficie del área de operación: 279,0 m<sup>2</sup>  
Número de rociadores: 25  
Superficie teórica por rociador: 12,1 m<sup>2</sup>  
Modelo de rociador: ELO 231-FRB K160  
Coeficiente de descarga de los rociadores: K-160  
Temperatura de disparo: 70 °C

*Caudales y capacidad de abastecimiento de agua*

El caudal a emitir por cada rociador es igual a:

$$Q_{rociador} = A_{max} \cdot d$$

Donde:

$A_{max}$  = Es la superficie máxima por rociador

$d$  = Es la densidad de diseño

$Q_{rociador}$  = Es el caudal a emitir por cada rociador

El caudal a emitir por cada rociador en cada servicio de rociadores, en función del riesgo y cálculos hidráulicos calculados será:

Servicios de Rociadores	Tipo de riesgo	Densidad de diseño (l/min·m <sup>2</sup> )	Superficie máxima rociador (m <sup>2</sup> )	Caudal mínimo a emitir por cada rociador	
				(l/min)	(l/s)
Túnel y sótano de cables parque de intemperie	RO3	5	12	60	1
Almacén General	REA1	10	9	90	1,50
Almacenes varios	REA1	7,5	9	67,5	1,125
Sala Compresores A (Zona de Balsa)	REP1	12,1	12,1	146,41	2,44
Sala Compresores B (Fabrica)	REP1	12,1	12,1	146,41	2,44

#### SISTEMA DE COLUMNA SECA

No son necesarias

#### SISTEMA DE AGUA PULVERIZADA

Considerando las instalaciones independientes y con riesgo Medio o Alto, o prioridad Alta al ser

esencial para evitar el paro de la producción, se ha dispuesto de agua pulverizada:

- Parque de Intemperie Alta Tensión (132/11 kV) (TRAFOS 1 y 2) (5)
- Foso hidráulico L-129 (17)
- Depósito de aceite y Filtro Laminador L-129 (19)
- Laminador PL-40 (2)

La concepción, funcionamiento y diseño de los sistemas es muy parecido a los rociadores automáticos.

En base a cada fabricante se han diseñado boquillas o dispositivos con diferentes tipos de gota que han dado lugar a la aparición de sistemas de agua pulverizada, atomizada, nebulizada, aspersion, etc.

Sus componentes básicos son:

- Cabezas pulverizadoras: en que se ponen las boquillas que proyectan el agua expandiéndola por la zona a proteger.
- Ramales: son las tuberías a las que se encuentran conectadas las cabezas.
- Colectores: son las tuberías de las que parten los ramales.
- Tuberías de distribución: son las que transportan el agua desde la tubería vertical a los colectores.
- Tubería ascendente o vertical: se conecta con la fuente de abastecimiento de agua
- Válvula de alarma: colocada en la tubería vertical y facilita o impide la entrada de agua en el sistema.
- Se implanta un centro de control para gobernar las instalaciones o contratar servicios con una central de recepción de alarmas. Las fuentes de abastecimiento de agua han asimismo de garantizar permanentemente el caudal suficiente y una capacidad sobrada para extinguir fuegos.

### Boquillas para agua pulverizada

La boquilla transforma el caudal de agua a presión que llega en gotas que van a ser proyectadas. Es lo que determina el tamaño de las gotas y en base a lo que distinguir sistemas con alta velocidad, baja velocidad y velocidad media, cuyo tamaño de gota es intermedio. Se basa en el diseño de boquilla. Las boquillas pulverizadoras son:

- Abiertas: acopladas en sistemas de tubería seca. El agua se va proyectando por toda la instalación después de detectar un sistema ajeno.
- Automáticas: se acoplan en sistemas de tubería húmeda. El agua es descargada solo por las que han sido activadas por temperatura.

### *Densidad descarga de agua pulverizada*

La norma establece que la densidad de descarga para la extinción, deberá de basarse en datos experimentales de riesgo similares. La densidad de descarga de agua pulverizada que es eficaz para la mayoría de los combustibles sólidos y líquidos inflamables es de 5 L/min por m<sup>2</sup> a 20 L/min por m<sup>2</sup>, de superficie protegida.

El agua se aplicará a las superficies verticales o inclinadas de los depósitos, con una densidad de descarga no inferior a 10 L/min por m<sup>2</sup> de superficie expuesta no aislada. La densidad de descarga de cada boquilla se incrementará teniendo en cuenta el escurrimiento y el agotamiento; en este último caso, la distancia vertical entre boquillas no excederá de 3,5 m. Los haces de las boquillas de un mismo anillo deben coincidir sobre la superficie del tanque.

### *SISTEMA DE ESPUMA FÍSICA*

Las instalaciones afectadas son:

- Extinción espuma filtro de aceite de la Laminadora L-2.
- Extinción espuma filtro de aceite de la Laminadora L-58.

La instalación la forman 2 depósitos de combustible de 40.000 litros cada uno de aceite para los filtros de la Laminadora 2, ubicado en una sala cerrada de unos 250 m<sup>2</sup>, con un total de 80.000 litros de capacidad.

### *SISTEMA DE EXTINCIÓN POR POLVO*

No es necesario.

### *SISTEMA DE EXTINCIÓN POR AGENTES EXTINTORES GASEOSOS*

El efecto de extinción del dióxido de carbono se basa en un desplazamiento rápido del oxígeno del foco de incendio: el fuego se apaga de inmediato. La elevada capacidad de absorción de calor del dióxido de carbono provoca una extracción de energía del foco de incendio, aumentando así el efecto de extinción.

Todo sistema de extinción fijo mediante CO<sub>2</sub> consta de una o varias botellas con sus válvulas

correspondientes, tuberías de distribución y boquillas abiertas, con sus elementos de disparo y control de la descarga e instalados para la extinción de incendios.

Instalaciones de extintores gaseosos en la nave de fundición:

Servicios de extinción por $CO_2$	Nº Cilindros	Capacidad por cilindro (Kg)	Total (kg de $CO_2$ )	Sistema
Fundición: Sala colada vertical	1	50	50	Baja presión
Fundición: Sala hornos	2	50	100	Baja presión

#### SISTEMA DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA

El establecimiento dispone de alumbrado de emergencia existente, que no garantiza que al menos disponga de 5 lúmenes en los medios de protección activa y un 1 lux en los recorridos de evacuación.

#### SEÑALIZACIÓN

El establecimiento dispone de alguna señalización de las salidas de uso habitual y de emergencia, así como la de todos los medios de protección contra incendios de utilización manual, cuando no es fácilmente localizables desde algún punto de la zona protegida, teniendo en cuenta lo dispuesto en el Reglamento de señalización de los centros de trabajo, aprobado por el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Para establecimientos de tipología E, no son necesarios sistema de detención automático. La maquinaria de riesgo Medio y Alto por zona Atex 2, en almacenamientos de productos inflamables y almacenes de riesgo, que dispongan de sistemas de extinción como: extinción por  $CO_2$ , rociadores automáticos, agua pulverizada o espuma, dispondrá de sistemas automáticos y manual de detención y extinción.

#### 2.2. REGLAMENTO DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS EN LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES APLICADO A LA NAVE DE FUNDICIÓN

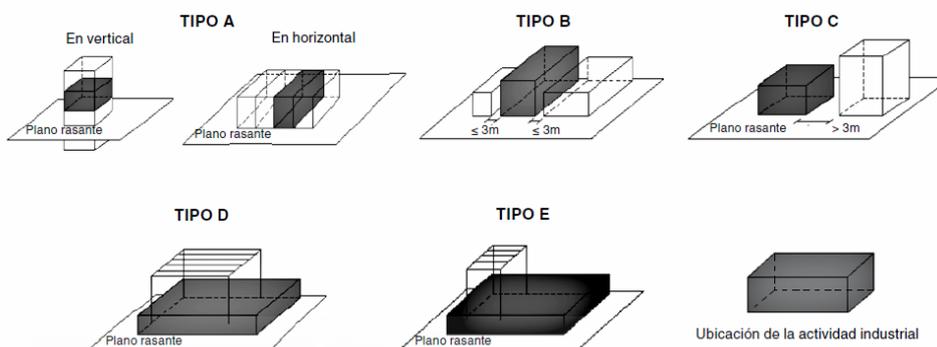
La nave en cuestión es una nave es un taller de fundición de aluminio, en la que se desarrollan trabajos con el metal fundido. La nave tiene forma rectangular y una superficie de  $17725m^2$  de superficie. Está ubicada en el área de la fábrica de aluminio Aludium polígono industrial y está adosada a otras naves de usos y características anteriormente dichas. La actividad industrial ocupa totalmente el edificio, realizándose toda la actividad en la rasante.

La distribución en planta es la siguiente:

<i>ZONA DE TALLER – 17655 m<sup>2</sup></i>	
Hornos	Colada vertical
4153 m <sup>2</sup>	13502 m <sup>2</sup>

ZONA DE OFICINAS Y SALAS ELÉCTRICAS - 70 m <sup>2</sup>		
Almacén producto acabado	Salas eléctricas	Oficinas administrativas
4121 m <sup>2</sup>	42 m <sup>2</sup>	28 m <sup>2</sup>

La nave de fundición se trata de un establecimiento industrial TIPO B. Es decir, que ocupa totalmente un edificio que está adosado a otro u otros edificios, o a una distancia igual o inferior a tres metros de otro u otros edificios, ya sean estos de uso industrial o bien de otros usos.



### Cálculo del nivel de riesgo intrínseco

Para el sector I (taller), al tratarse de actividades de trabajo de aluminio, tenemos que la densidad de la carga de fuego, ponderada y corregida,  $Q_s$  vendrá dada por la siguiente expresión:

$$Q_s = \frac{\sum_i q_{Gi} G_i C_i + \sum_i q_{Si} S_i C_i + \sum_j q_{Vj} C_j h_j S_j}{A} R_a$$

00

	$q_{si}$ (MJ/m <sup>2</sup> )	$S_i$ (m <sup>2</sup> )	$C_i$ (adim.)	$R_a$ (adim.)
Hornos	200	4153	1	1,0
Colada vertical	200	13502	1	1,0

$$Q_s = \frac{(200 \cdot 4153 \cdot 1) + (200 \cdot 13502 \cdot 1)}{17655} \cdot 1 = 199,8 \text{ MJ/m}^2$$

Consultando la tabla 1.3 del apartado 3.2 del anexo I, tenemos que el sector I (taller) es un establecimiento de riesgo intrínseco bajo en grado de intensidad 1.

NRI		DENSIDAD DE CARGA DE FUEGO PONDERADA Y CORREGIDA	
		Mcal/m <sup>2</sup>	MJ/m <sup>2</sup>
RB	1	$Q_s \leq 100$	$Q_s \leq 425$
	2	$100 < Q_s \leq 200$	$425 < Q_s \leq 850$
RM	3	$200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1275$
	4	$300 < Q_s \leq 400$	$1275 < Q_s \leq 1700$
	5	$400 < Q_s \leq 800$	$1700 < Q_s \leq 3400$
RA	6	$800 < Q_s \leq 1600$	$3400 < Q_s \leq 6800$
	7	$1600 < Q_s \leq 3200$	$6800 < Q_s \leq 13600$
	8	$3200 < Q_s$	$13600 < Q_s$

RB: Riesgo Bajo / RM: Riesgo Medio / RA: Riesgo Alto

## SECTOR II

Para el sector II (oficinas y salas eléctricas), al tratarse por un lado, de actividades distintas a la del almacenamiento (oficinas administrativas y salas eléctricas) y, por otro lado, de actividades de almacenamiento tenemos que la densidad de la carga de fuego, ponderada y corregida,  $Q_s$  vendrá dada por las siguientes expresiones:

Para el 1<sup>er</sup> caso (No almacenamiento)

$$Q_s = \frac{\sum_1^i q_{Gi} G_i C_i + \sum_1^i q_{si} S_i C_i + \sum_1^j q_{vj} C_j h_j S_j}{A} R_a$$

	$q_{si}$ (MJ/m <sup>2</sup> )	$S_i$ (m <sup>2</sup> )	$C_i$ (adim.)	$R_a$ (adim.)
Salas eléctricas	400	42	1,3	1,0
Oficinas administrativas	800	28	1,3	1,5

$$Q_s = \frac{(400 \cdot 42 \cdot 1,3) + (800 \cdot 28 \cdot 1,3)}{70} \cdot 1,5 = 728 \text{ MJ/m}^2$$

Consultando la tabla 1.3 del apartado 3.2 del anexo I, tenemos que el sector II (oficinas-almacén) es un establecimiento de riesgo intrínseco bajo en grado de intensidad 2.

Para el 2º caso (Almacenamiento)

$$Q_s = \frac{\sum_i q_{Gi} G_i C_i + \sum_i q_{Si} S_i C_i + \sum_j q_{vj} C_j h_j S_j}{A} R_a$$

	$q_{si}$ (MJ/m <sup>3</sup> )	$S_i$ (m <sup>2</sup> )	$C_i$ (adim.)	$R_a$ (adim.)	$h_i$ (m)
Almacén de accesorios y recambios	0	4121	0	0	9

$$Q_s = \frac{(0 \cdot 4121 \cdot 0)}{4121} \cdot 0 = 0 \text{ MJ/m}^2$$

### Nivel de riesgo intrínseco del edificio en su conjunto

El nivel de riesgo intrínseco de un conjunto de sectores y/o áreas de incendio de un establecimiento industrial, a los efectos de la aplicación del RSCIEI, se evaluará calculando la siguiente expresión, que determina la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida,  $Q_e$ , de dicho edificio industrial:

$$Q_E = \frac{\sum Q_e \cdot A_e}{\sum A_e}$$

Luego sustituyendo los valores obtenidos anteriormente, tenemos que:

$$Q_E = \frac{(199,8 \cdot 17655) + 0}{17655 + 28 + 42} = 199 \text{ MJ/m}^2$$

Consultando la tabla 1.3 del apartado 3.2 del anexo I, tenemos que el sector II (oficinas-almacén) es un establecimiento de riesgo intrínseco bajo en grado de intensidad 1.

### Inspecciones periódicas

Según establece el artículo 7 del capítulo III, la periodicidad de las inspecciones depende únicamente del nivel de riesgo intrínseco del conjunto del establecimiento. Para el caso de establecimiento de riesgo intrínseco bajo, las inspecciones deberán realizarse cada 5 años.

### Ubicaciones no permitidas de sectores de incendio con actividad industrial

Según establece el punto 1 del anexo II del RSCIEI, y tal y como puede comprobarse en la tabla resumen a continuación, ni el edificio en su conjunto ni los sectores de incendio por separado se encuentran entre las ubicaciones prohibidas.

UBICACIONES NO PERMITIDAS	TIPO A			TIPO B			TIPO C
	RB	RM	RA (nunca permitido)	RB	RM	RA (nunca permitido nivel A-8)	RB, RM O RA
Planta bajo rasante		NO	NO				
L < 5 m		NO	NO		NO	NO	
Planta sobre rasante y h > 15 m	NO	NO	NO				
Si h > 15 m en sentido descendente			NO			NO	
2ª planta bajo rasante	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

L : Longitud de la fachada accesible del sector de incendio  
h : Altura de evacuación  
(1) En ningún tipo de configuración se permite la ubicación de sectores de incendio de riesgo medio o alto, a menos de 25 m de masa forestal, con franja perimetral permanentemente libre de vegetación baja arbustiva.

## Cumplimiento de condiciones mínimas de sectorización

Según establece el punto 2 del anexo II del RSCIEI, el edificio NO cumple con las condiciones mínimas de sectorización al superar la superficie máxima admisible en el sector I (taller). La superficie máxima admisible para dicho sector es 6000 m<sup>2</sup> según puede comprobarse en la siguiente tabla:

NRI		TIPO A (m <sup>2</sup> )	TIPO B (m <sup>2</sup> )	TIPO C (m <sup>2</sup> )
RB	1	(1) (2) (3) 2000	(2) (3) (5) 6000	(3) (4) Sin límite
	2	1000	4000	6000
RM	3	(2) (3) 500	(2) (3) 3500	(3) (4) 5000
	4	400	3000	4000
	5	300	2500	3500
RA	6	No admitido	(3) 2000	(3) (4) 3000
	7		1500	2500
	8		No admitido	2000

- (1) Si el sector de incendio está situado en primer nivel bajo rasante de calle, la máxima superficie construida admisible es de 400 m que puede incrementarse por la aplicación de las notas (2) y (3).
- (2) Las superficies que se indican en la tabla pueden multiplicarse por 1,25 si la fachada accesible del establecimiento industrial es superior al 50% del perímetro del mismo.
- (3) Las superficies se pueden multiplicar por 2 si se instalan rociadores automáticos de agua que no sean exigidos preceptivamente por este Reglamento". Las notas (2) y (3) se pueden aplicar simultáneamente.
- (4) En configuraciones tipo C, si la actividad lo requiere, el sector de incendios puede tener cualquier superficie siempre que cuente con una instalación fija automática de extinción de incendios y la distancia a límites de parcelas con posibilidad de edificar en ellas superior a 10 m.
- (5) Para establecimientos industriales de tipo B, de RB 1, cuya única actividad sea el almacenamiento de materiales de clase A y en el que los materiales de construcción empleados, incluidos los revestimientos, sean de clase A en su totalidad, se podrá aumentar la superficie máxima permitida del sector de incendio hasta 10.000 m<sup>2</sup>.

**Tabla de estabilidad/resistencia al fuego de elementos constructivos portantes, estructura de la cubierta, cerramiento y puertas de paso**

	SECTOR I (Taller)	SECTOR II (Almacén + Oficinas)
Estabilidad al fuego de los elementos constructivos portantes	R 60 (EF-60)	R 60 (EF-60)
Estabilidad al fuego de la estructura principal de cubierta	R 15 (EF-15)	R 15 (EF-15)
Resistencia al fuego de elementos constructivos de cerramiento	EI 120	EI 120
Resistencia al fuego de las puertas de paso	EI 60	EI 60
Superficie de ventilación del taller	No necesaria (riesgo bajo)	No necesaria (riesgo bajo)

**Necesidad y características de la instalación contra incendios**

INSTALACIÓN	SECTOR I
Sistemas automáticos de detección de incendios	NO
Sistemas manuales de alarma	SI
Sistemas de comunicación de alarma	SI
Extintores de incendio (nº mínimo y tipo)	NO (clase D)
Sistemas hidrantes exteriores (Caudal y autonomía)	NO
Sistemas de BIEs (Tipo, autonomía y presión)	SI
Sistemas de rociadores automáticos de agua	NO
Sistemas de columna seca	NO
Sistemas de alumbrado de emergencia	SI
Señalización	SI

INSTALACIÓN	SECTOR II
Sistemas automáticos de detección de incendios	NO
Sistemas manuales de alarma	SI
Sistemas de comunicación de alarma	SI
Extintores de incendio (nº mínimo y tipo)	21x21A + 1x233B + 2x50kg ABC
Sistemas hidrantes exteriores (Caudal y autonomía)	SI (500 l/min y 30 min)
Sistemas de BIEs (Tipo, autonomía y presión)	SI (DN 45 mm. / 90 min / 2-5 bar)
Sistemas de rociadores automáticos de agua	NO
Sistemas de columna seca	NO
Sistemas de alumbrado de emergencia	SI
Señalización	SI

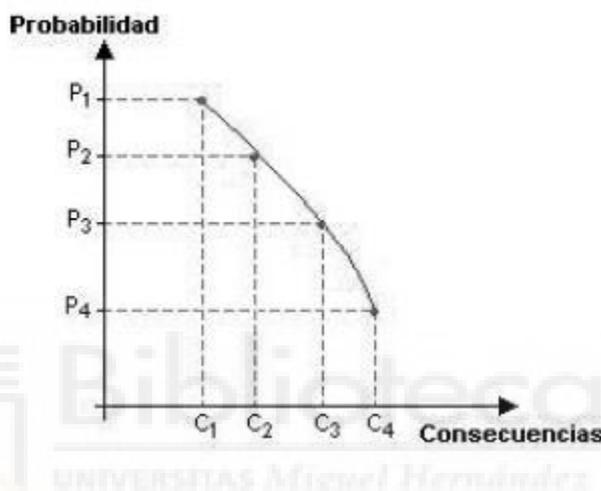
## 2.3. CÁLCULO DEL RIESGO DE PROBABILIDAD Y CONSECUENCIA

### Riesgo probabilidad y consecuencias

La materialización de un riesgo puede generar diferentes ( $C_i$ ), cada una de ellas con su correspondiente probabilidad ( $P_i$ ), el daño esperable (promedio) vendría determinado por:

$$\text{Daño esperable} = \sum_i P_i C_i$$

Su representación gráfica sería la curva que se puede observar en la figura 1, relaciona la probabilidad junto con las consecuencias.



En el gráfico observamos que a mayor gravedad de las consecuencias, mayor deberá ser la determinación de la probabilidad. Las consecuencias de accidente han de ser contempladas desde los daños materiales hasta los físicos.

#### Descripción del método:

Lo que se busca es cuantificar riesgos existentes y, priorizar la corrección según la importancia. Se empieza detectando aquellas deficiencias en el lugar de trabajo seguidas de la probabilidad de que se de un accidente, y considerando las consecuencias se evaluaría el riesgo.

A esto se le pueden sumar datos estadísticos de accidentabilidad para conseguir una mayor exactitud.

Para llevar a cabo este método no se trabajará con valores reales absolutos, si no con “niveles” en una escala de 4 posibilidades. Los cuales son “nivel riesgo”, “nivel

probabilidad”, “nivel consecuencias”. Existe una relación entre el número de niveles elegidos, el grado de especificación y la utilidad del método.

El nivel de probabilidad es función del nivel de deficiencia y de la frecuencia.

El nivel riesgo (NR) es función del nivel probabilidad (NP) y del nivel consecuencia y se calcula como:

$$NR = NP \times NC$$

Pasos a seguir para llevar a cabo una evaluación de riesgos:

1. Consideración del riesgo a analizar.
2. Elaboración del cuestionario de chequeo sobre los factores de riesgo que posibiliten su materialización.
3. Asignación del nivel de importancia a cada uno de los factores de riesgo.
4. Cumplimentación del cuestionario de chequeo en el lugar de trabajo y estimación de la exposición y consecuencias normalmente esperables.
5. Estimación del nivel de deficiencia del cuestionario aplicado.
6. Estimación del nivel de probabilidad a partir del nivel de deficiencia y del nivel de exposición.
7. Contraste del nivel de probabilidad a partir de datos históricos disponibles.
8. Estimación del nivel de riesgo a partir del nivel de probabilidad y del nivel de consecuencias.
9. Establecimiento de los niveles de intervención considerando los resultados obtenidos y su justificación socio-económica.
10. Contraste de los resultados obtenidos con los estimados a partir de fuentes de información precisas y de la experiencia.

### Niveles

#### Nivel de deficiencia

El nivel de deficiencia es la relación entre el conjunto de factores de riesgo considerados junto con su vinculación a la causa directa con el posible accidente.

Para este método hay que acudir a una tabla que clasifica el nivel y le da significado.

Nivel de deficiencia	ND	Significado
Muy deficiente (MD)	10	Se han detectado factores de riesgo significativos que determinan como muy posible la generación de fallos. El conjunto de medidas preventivas existentes respecto al riesgo resulta ineficaz.
Deficiente (D)	6	Se ha detectado algún factor de riesgo significativo que precisa ser corregido. La eficiencia del conjunto de medidas preventivas existentes se ve reducida de forma apreciable.
Mejorable (M)	2	Se han detectado factores de riesgo de menos importancia. La eficiencia del conjunto de medidas preventivas existentes respecto al riesgo no se ve reducida de forma apreciable.
Aceptable (B)	-	No se ha detectado anomalía destacable alguna. El riesgo esta controlado. No se valora.

#### Nivel de exposición (NE)

Es la dimensión que le podemos dar a la exposición al riesgo. Esto se calcula mediante el tiempo que el trabajador le dedica en el área de trabajo, el número de operaciones con maquinaria pesada, etc...

Nivel de exposición	NE	Significado
Continua (EC)	4	Continuamente. Varias veces en su jornada laboral con tiempo prolongado.
Frecuente (EF)	3	Varias veces en su jornada laboral, aunque sea con tiempos cortos.
Ocasional (EO)	2	Alguna vez en su jornada laboral y con periodo corto de tiempo.
Esporádica (EE)	1	Irregularmente

### Nivel de probabilidad (NP)

El nivel de probabilidad viene dado por el nivel de deficiencia de las medidas preventivas y el nivel de exposición al riesgo, su expresión es:

$$NP = ND \times NE$$

En función de los valores se clasificarán según esta tabla.

		Nivel de exposición (NE)			
		4	3	2	1
Nivel de deficiencia (ND)	10	MA-40	MA-30	A-20	A-10
	6	MA-24	A-18	A-12	M-6
	2	M-8	M-6	B-4	B-2

Significado de los diferentes niveles de probabilidad.

Nivel de probabilidad	NP	Significado
Muy alta (MA)	Entre 40 y 24	Situación deficiente con exposición continuada, o muy deficiente con exposición frecuente. Normalmente la materialización del riesgo ocurre con frecuencia.
Alta (A)	Entre 20 y 10	Situación deficiente con exposición frecuente u ocasional, o bien situación muy deficiente con exposición ocasional o esporádica. La materialización del riesgo es posible que suceda varias veces en el ciclo de vida laboral.
Media (M)	Entre 8 y 6	Situación deficiente con exposición esporádica, o bien situación mejorable con exposición continuada o frecuente. Es posible que suceda el daño alguna vez.
Baja (B)	Entre 4 y 2	Situación mejorable con exposición ocasional o esporádica. No es esperable que se materialice el riesgo, aunque puede ser concebible.

## Nivel de consecuencias

En los niveles pertenecientes a las consecuencias se han determinado cuatro niveles y se ha establecido doble significado; por un lado, se han categorizado los daños físicos y, por otro, los daños materiales.

Los daños personales siempre tienen mayor valor que los materiales. Los daños materiales deben ayudarnos a mejorar y evitar que se den personales.

Como puede observarse en la siguiente tabla la escala numérica de consecuencias es superior a la de probabilidad. Es debido a que el factor consecuencias debe tener siempre un mayor peso en la valoración.

Nivel de consecuencias	NC	Daños personales	Daños materiales
Mortal o Catastrófico (M)	100	1 muerto o más	Destrucción total del sistema (difícil renovarlo)
Muy Grave (MG)	60	Lesiones graves que pueden ser irreparables	Destrucción parcial del sistema (compleja y costosa la reparación)
Grave (G)	25	Lesiones con incapacidad laboral transitoria (I.L.T.)	Se requiere paro de proceso para efectuar la reparación
Leve (L)	10	Pequeñas lesiones que no requieren hospitalización	Reparable sin necesidad de paro del proceso

## Nivel de riesgo y nivel de intervención

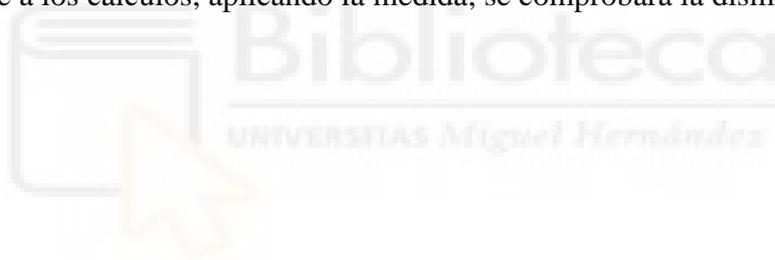
Permite determinar el nivel de riesgo y, mediante agrupación de los diferentes valores obtenidos, establecer bloques de priorización de las intervenciones, a través del establecimiento también de cuatro niveles (indicados en el cuadro con cifras romanas)

$$NR = NP \times NC$$

Nivel de intervención	NR	Significado
I	4000-600	Situación crítica. Corrección urgente.
II	500-150	Corregir y adoptar medidas de control.
III	120-40	Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad.
IV	20	No intervenir, salvo que un análisis más preciso lo justifique.

## 2.4. EVALUACIÓN DE RIESGOS

A continuación, se mostrará un listado de todas las tareas de los operadores de fundición sin medida preventiva y en base a los cálculos, aplicando la medida, se comprobará la disminución del riesgo



Código de Riesgo	Riesgo	Descripción del riesgo	Evaluación sin medidas preventivas					Medidas preventivas existentes				Evaluación con medidas preventivas					Medidas preventivas/correctivas
			Nivel de Exposición	Nivel de Consecuencia	Nivel de Deficiencia	Magnitud del Riesgo	Evaluación del riesgo	Administrativas	Formación	Técnicas de Ingeniería	EPI's	Nivel de Exposición <sup>2</sup>	Nivel de Consecuencia <sup>2</sup>	Nivel de Deficiencia <sup>2</sup>	Magnitud del Riesgo <sup>2</sup>	Evaluación del riesgo <sup>6</sup>	
1	Caídas de personas a distinto nivel	Por uso de escaleras verticales en la instalación. Las escaleras verticales de acceso a la parte superior de los hornos están desprovistas de cierres.	1	100	10	1000	MR3				Arnés	1	100	2	200	MR2	Escaleras cerradas
1	Caídas de personas a distinto nivel	Por uso de escaleras fijas en la instalación: Entrada y salida de la cabina del operador. Las escaleras cuentan con barandilla	3	60	10	1800	MR4			Barandilla		3	60	2	360	MR2	Hacer uso de las barandilla para subir/bajar escaleras.
1	Caídas de personas a distinto nivel	Retirada del distribuidor: Caída a distinto nivel al colocar el gancho de la grúa en la parte alta del distribuidor. No hay definida instrucción de trabajo para la realización de este trabajo. No hay elemento que permita llegar hasta la parte alta, teniendo que subirse el operador a la barandilla de protección, tanto para enganchar el gancho de la grúa como para posicionar los pines en caso de fallo en la colada	2	60	10	1200	MR4					2	60	6	720	MR3	Quitar la vida de soporte del distribuidor antes de la colada (dejar sólo el distribuidor).  Colocar plataforma de 2 escalones
1	Caídas de personas a distinto nivel	Retiradas de los pines: Cuando se acaba la colada o en caso de aborto hay que retirar manualmente los pines del distribuidor. La zona para colgar los pines se sitúa en la viga del distribuidor que se encuentra en alto. Los operadores se tienen que subir a la barandilla de protección del distribuidor para alcanzar a colgar los pines.	2	100	10	2000	MR4				Arnés	2	100	2	400	MR2	En caso de posible caída tienen que colocarse el arnés anclado al retráctil
1	Caídas de personas a distinto nivel	Colocación de la protección de la mesa de colada. Durante el movimiento de traslado el foso se queda al descubierto, actualmente no cuenta con ninguna protección.	2	100	10	2000	MR4				Arnés	2	100	2	400	MR2	Uso de arnés obligatorio. No se coloca la mesa
1	Caídas de personas a distinto nivel	Trabajos en filtro y SNIF. El filtro y el SNIF se encuentra elevado, por lo que es necesario hacer uso de una escalera para su limpieza. Actualmente hay un pequeño peldaño portátil. Riesgo de caída desde el escalón.	1	25	10	250	MR2					1	25	6	150	MR2	Diseñar y fabricar plataforma para facilitar el acceso al filtro y al SNIF a los trabajadores.

1	Caídas de personas a distinto nivel	Trabajos en los canales de distribución: toma de muestras, palear, limpiezas, medición de temperatura, etc. Los canales se encuentran elevados y hay que subirse a las plataformas para hacer la operación	2	25	10	500	MR2					2	25	2	100	MR2	Las plataformas tienen anchura suficiente para mantenerse trabajando en ellas.
1	Caídas de personas a distinto nivel	Retirada de cuba de drenaje. Durante la operación de retirada de la cuba de drenaje el foso de drenaje se queda al descubierto. No es necesario acercarse al foso durante la operación de cambio de cuba. El foso se encuentra cubierto, sólo se retira la cubierta cuando se tiene que retirar la cuba de drenaje	2	60	10	1200	MR4					2	60	6	720	MR3	Señalización y balizamiento del foso. Estudiar la posibilidad de colocar vallado perimetral para esta operación para evitar caídas a distinto nivel.
1	Caídas de personas a distinto nivel	Subida y bajada a la carretilla y cargadora en operaciones de carga de hornos, rableado y desescoriado, movimiento de material, etc.	2	60	10	1200	MR4			Sujeta manos		2	60	2	240	MR2	Hacer uso del pasamanos y sujetarse al subir y bajar de la carretilla y/o cargadora
1	Caídas de personas a distinto nivel	Uso de escaleras portátiles en la instalación	1	60	10	600	MR3					1	60	2	120	MR2	Utilizar escaleras en buen estado y revisadas.
1	Caídas de personas a distinto nivel	Trabajos en parte superior de los hornos. Los hornos cuentan con barandillas perimetrales en la parte superior. Subida por escala vertical, obligatorio uso de arnés y doble cabo	1	100	10	1000	MR3			Barandilla perimetral		1	100	2	200	MR2	Obligatorio el uso de arnés y doble cabo por la escalera vertical de acceso.
1	Caídas de personas a distinto nivel	Acceso a foso de la colada vertical: Caída de personas a distinto nivel al bajar al sótano de la CV para relizar el trabajo de limpieza de lágrimas. El foso cuenta con una escalera de acceso con sistema de protección anticaída homologado	1	100	10	1000	MR3			Escalera con protección anticaída	Arnés	1	100	2	200	MR2	Realizar charla pretarea al hacer la operación.
1	Caídas de personas a distinto nivel	Acceso a sótano colada vertical: la escalera vertical no llega hasta el final del foso, falta el tramex final.	1	60	10	600	MR3					1	60	6	360	MR2	Colocar tramex en la parte interior del foso para que los trabajadores no tengan que saltar hasta el tramo final.
1	Caídas de personas a distinto nivel	Cambio de falsos fondos: Durante esta operación el operador se tiene que subir en la mesa de colada con el riesgo de resbalar y caer por el hueco existente entre la mesa y las paredes del foso.	1	100	10	1000	MR3			Linea de vida fija	Arnés	1	100	2	200	MR2	Colocar una línea de vida y retráctil para realizar dicha operación.  Estudiar la posibilidad de colocar una línea de vida fija

1	caídas de personas a distinto nivel	Extracción de placas de longitud de 1200 o mayor por la huella central. Al realizar esta operación, la protección del foso no se puede colocar ya que la placa no podría retirarse por falta de espacio, necesitando realizar la operación sin la protección adecuada. Se ha colocado una línea de vida temporal para realizar esta operación	1	100	10	1000	MR3	POS			línea de vida temporal	Arnés	1	100	2	200	MR2	
1	Caídas de personas a distinto nivel	Toma muestra entrada distribuidor: el operador tiene que acceder a la zona de canales de entrada a distribuidor subiéndose por la parte trasera de la mesa de colada. La mesa no cuenta con escaleras de acceso existiendo riesgo de caída del operador	2	60	10	1200	MR4				escalón		2	60	2	240	MR2	
2	Caídas de personas al mismo nivel	Por presencia de resaltos, railes, huecos en el suelo,	3	25	10	750	MR3	housekeeping	jornadas EHS			botas	3	25	6	450	MR2	Reparar suelo zona frontal de los hornos, almacenamiento de placas.
2	Caídas de personas al mismo nivel	Por presencia de superficies resbaladizas	3	25	10	750	MR3	housekeeping	jornadas EHS			botas	3	25	2	150	MR2	Orden y limpieza periódica de las instalaciones. Mantenimiento periódico de las instalaciones.
2	Caídas de personas al mismo nivel	Riesgo de tropiezo por presencia de chapas/tramex levantados o en mal estado	3	25	10	750	MR3	housekeeping	jornadas EHS			botas	3	25	6	450	MR2	Reparar chapa báscula.
2	Caídas de personas al mismo nivel	Riesgo de tropiezo por presencia de herramientas en el suelo, tuberías, instalaciones fijas	3	25	10	750	MR3	housekeeping	jornadas EHS			botas	3	25	2	150	MR2	Orden y limpieza periódico de las instalaciones. Señalizar/pintar las instalaciones fijas a nivel del suelo para correcta visualización de resaltos.
2	Caídas de personas al mismo nivel	Trabajos en sótano: Por presencia de resaltos, huecos en el suelo	1	10	10	100	MR2						1	10	2	20	MR1	Obligación de bajar con iluminación portátil cuando se vayan a realizar los trabajos en el foso.
2	Caídas de personas al mismo nivel	Trabajos en sótano: Por presencia de superficies resbaladizas	1	10	10	100	MR2						1	10	2	20	MR1	Bajar con iluminación portátil cuando se vayan a realizar los trabajos en el foso.
2	Caídas de personas al mismo nivel	Trabajos en sótano: Riesgo de tropiezo por presencia de chapas/tramex levantados o en mal estado	1	10	10	100	MR2						1	10	2	20	MR1	Bajar con iluminación portátil cuando se vayan a realizar los trabajos en el foso.
2	Caídas de personas al mismo nivel	Trabajos en sótano: Riesgo de tropiezo por presencia de herramientas en el suelo, tuberías, instalaciones fijas	1	10	10	100	MR2						1	10	2	20	MR1	Bajar con iluminación portátil cuando se vayan a realizar los trabajos en el foso.
3	Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento	Caída de la pinza de la colada vertical de su posición de reposo. Aunque la pinza tiene buena estabilidad, no cuenta con soporte para evitar la caída en caso de golpeo con el gancho de la grúa	2	60	10	1200	MR4				soporte		2	60	2	240	MR2	

3	Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento	Caída o desprendimiento de las placas almacenadas por rotura de los tacos. Las placas se almacenan a dos alturas para evitar sobrepeso en los tacos. En las zonas intermedias se pueden almacenar a tres altura colocando 2 tacos adicionales. Los tacos de madera actuales no sirven, ya que no son cuadrados.	2	100	10	2000	MR4			tacos de hierro		2	100	2	400	MR2	Tacos de hierro fijos al suelo.
4	Caídas de objetos en manipulación	Sobre el trabajador: Caída de palancas u otras herramientas, muestras, boquillas, manta, seteros para las muestras, cubos de productos químicos, etc.	3	10	10	300	MR2				Guantes	3	10	2	60	MR2	Uso de guantes para mejor agarre. Mantener las herramientas en buen estado.
4	Caídas de objetos en manipulación	Limpieza del foso: el operador que se encuentra en la parte superior tiene que subir el cubo/capazo con las lágrimas y la suciedad con una polea desde el trípode de rescate. Riesgo de caída de la chatarra durante la limpieza	1	10	10	100	MR2				Guantes, botas	1	10	2	20	MR1	Uso de guantes para mejor agarre y protección metatarsal. Uso de casco. Mantenerse fuera de la línea de fuego durante el izado de la carga.
4	Caídas de objetos en manipulación	Limpieza del foso: el operador que se encuentra en la parte superior tiene que subir el cubo/capazo con las lágrimas y la suciedad con una polea desde el trípode de rescate. Riesgo de caída de la chatarra/capazo durante el volteo en el cajón una vez que el capazo está en la parte de arriba.	1	10	10	100	MR2					1	10	2	20	MR1	Uso de guantes para mejor agarre y protección metatarsal. Uso de casco. Mantenerse fuera de la línea de fuego durante el izado de la carga.
4	Caídas de objetos en manipulación	Caídas de los sacos de arena al llenar las cubas	1	10	10	100	MR2				Guantes	1	10	2	20	MR1	Usar guantes para mejorar el agarre. Coger el saco con las dos manos.
4	Caídas de objetos en manipulación	Preparación de colada: durante la preparación las coquillas se retiran de la mesa para proceder a su aceitado, durante este proceso las coquillas se apoyan en el suelo y se sujetan con una mano, mientras que con la otra se aceita. Riesgo de caída de la coquilla durante esta operación	2	10	10	200	MR2				Guantes	2	10	2	40	MR2	Utilizar guantes para mejorar el agarre y sujeción. Apoyar la coquilla en la cabina en las zonas en la que sea posible aceitar de esa manera.
5	Caídas de objetos desprendidos	Traslado de la protección del foso de drenaje y del foso de la CV	2	25	10	500	MR2			Pértiga		2	25	6	300	MR2	usar pértiga para los traslados para mantener la distancia de seguridad con la carga. Trasladar la carga a nivel del suelo, lo más baja posible.
5	Caídas de objetos desprendidos	Traslado del distribuidor a la mesa de colada y/o a su posición de almacenamiento/reposo	2	60	10	1200	MR4					2	60	2	240	MR2	Mantener la distancia de seguridad con la carga, para evitar aplastamiento.
5	Caídas de objetos desprendidos	Traslado de la cuba de drenaje al extraerla del foso con la grúa.	2	25	10	500	MR2			Eslingas		2	25	2	100	MR2	Mantener la distancia de seguridad con la cuba. En caso de necesidad de manipulación de la cuba utilizar las pértigas. Revisar que las eslingas se encuentren en correcto estado antes de usarla y si no es así desecharlas.

5	Caídas de objetos desprendidos	caída de la placa al extraerla del foso y trasladarla con la grúa.	2	100	10	2000	MR4			sistema antiapertura		2	100	6	1200	MR4	La pinza de extracción de placas cuenta con un sistema que impide la apertura si la carga se encuentra suspendida. Estudiar la posibilidad de proteger la cabina frente a la caída de la placa.
5	Caídas de objetos desprendidos	Por manejo de grúa, puente-grúa, polipastos, pinzas, etc.	2	100	10	2000	MR4			Certificado CE, revisiones		2	100	2	400	MR2	La pinza de extracción de placas cuenta con un sistema que impide la apertura si la carga se encuentra suspendida y certificado CE. Los puentes grúa se revisan.
5	Caídas de objetos desprendidos	Caída de la pinza de la colada vertical al dejarla en su posición de reposo. Aunque la pinza tiene buena estabilidad, no cuenta con soporte para evitar la caída en caso de golpeo con el gancho de la grúa	2	100	10	2000	MR4			estructura		2	100	2	400	MR2	
5	Caídas de objetos desprendidos	Limpieza de lágrimas: Caída del cubo/capazo con las chatarra durante la extracción con el trípode.	1	60	10	600	MR3				Casco	1	60	6	360	MR2	No situarse bajo la carga durante la subida del material. Uso de casco, guantes y botas con protección metatarsal.
5	Caídas de objetos desprendidos	Cambio del rotor del SNIF: Caída durante el proceso de traslado del rotor	1	100	10	1000	MR3		jornadas EHS			1	100	2	200	MR2	Mantener la distancia de seguridad con la carga. Inspección eslingas previa a levantar la carga.
5	Caídas de objetos desprendidos	Cambio de tibal: Actualmente se traslada con la carretilla, riesgo de caída de material por inestabilidad, ya que se tiene que acercar y encarar con la carretilla para situarlo en la estructura del tibal	1	60	10	600	MR3					1	60	6	360	MR2	Estudiar la posibilidad de colocar un polipasto para realizar esta operación.
5	Caídas de objetos desprendidos	Caída de la cuba de drenaje al trasladarla con la carretilla desde la colada vertical (pesaje, volteo, etc)	2	60	10	1200	MR4		jornadas EHS			2	60	2	240	MR2	Seguir las normas de seguridad de uso de carretillas.
5	Caídas de objetos desprendidos	Traslado de la placa con la carretilla desde la colada vertical hasta la zona de almacenamiento de placas.	2	100	10	2000	MR4		jornadas EHS			2	100	2	400	MR2	Seguir las normas de uso de carretillas. Mantener distancia de seguridad durante el traslado de las placas.
5	Caídas de objetos desprendidos	Cambio de filtro: para el cambio de filtro se utiliza la grúa con un útil de elevación. Este útil no se encuentra homologado.	1	25	10	250	MR2					1	25	10	250	MR2	buscar útil de elevación homologado para realizar esta operación.

5	Caídas de objetos desprendidos	Cambio de falsos fondos: caída del falso fondo durante su traslado con grúa.	1	60	10	600	MR3					1	60	10	600	MR3	Uso de tornillo no homologados y sujeción sin rosca o enganche. Mecanizar y buscar cáncamos.
6	Pisadas sobre objetos	Trabajos en sótano: Pisadas sobre, chatarras, herramientas, resaltos, tramex en mal estado, etc.	1	25	10	250	MR2	housekeeping	jornadas EHS		botas	1	25	2	50	MR2	Mantener un correcto estado de orden y limpieza en las instalaciones. Reparar los tramex cuando se encuentren en mal estado. Realizar charla pretarea de acceso al sótano. Bajar iluminación portátil en el acceso al sótano.
6	Pisadas sobre objetos	Pisadas sobre flejes, chatarras, herramientas, resaltos, canaletas levantadas, etc.	3	25	10	750	MR3	housekeeping	jornadas EHS		botas	3	25	2	150	MR2	Mantener un correcto estado de orden y limpieza en las instalaciones. Reparar las canaletas cuando se encuentren en mal estado
7	Choques contra objetos inmóviles	Choques con chatarra sobresalientes (ej: en cubas o cajones), con placas almacenadas, con cubas, con partes fijas de la máquina y otros objetos sobresalientes.	2	25	10	500	MR2	housekeeping	jornadas EHS		botas	2	25	2	100	MR2	Mantener un correcto estado de orden y limpieza en las instalaciones. Mantener una buena iluminación en la nave
7	Choques contra objetos inmóviles	Choque con los canales de la colada. Los canales se encuentran situados a una altura baja y es necesario pasar por debajo de ellos para acceder a ciertas zonas de la colada.	3	10	10	300	MR2		jornadas EHS			3	10	6	180	MR2	Mantener las medidas ergonómicas generales. Estudiar la posibilidad de modificar canales o habilitar pasos para no tener que pasar agachado de un lado a otro de los canales.
7	Choques contra objetos inmóviles	Trabajos en foso CV: durante la limpieza de las lágrimas los operadores tienen que entrar en el foso y colocarse bajo la mesa para retirar las lágrimas acumuladas en el foso. La mesa está baja y existe el riesgo de golpearse con ella mientras se trabaja debajo.	1	25	10	250	MR2		jornadas EHS		Casco	1	25	2	50	MR2	Uso de casco obligatorio de manera continua.  Tarea de limpieza de lágrimas incluyendo la obligación de bajar con iluminación portátil.
7	Choques contra objetos inmóviles	Cambio de boquilla: choque contra la estructura del distribuidor al realizar el cambio de boquilla, hay que agacharse por debajo del distribuidor para poder medir la boquilla una vez colocada	1	25	10	250	MR2		jornadas EHS		Casco	1	25	2	50	MR2	Uso de casco obligatorio de manera continua.
8	Choques contra objetos móviles	Golpes con cargas suspendidas en movimiento: distribuidor, protección foso colada vertical, placas, cubas de drenaje etc.	2	60	10	1200	MR4		jornadas EHS	Pértiga		2	60	2	240	MR2	Utilizar las pértigas para guiar las cargas y evitar situarse en el radio de interacción. Formación y autorización para manejo de grúas, incluyendo aptitud médica. Mantener la atención durante todo el recorrido.  Obligación del uso de la pértiga en los movimientos con cargas suspendidas.

8	Choques contra objetos móviles	Choques con el gancho de la grúa al ir a enganchar el elemento móvil: distribuidor, eslingas, mesa de protección del foso, pinza de extracción de placas, etc.	2	60	10	1200	MR4		jornadas EHS			2	60	2	240	MR2	Trabajo de una sola persona para tener control sobre la grúa y de sus movimientos. Posicionar el gancho lo más cercano a la carga manteniendo la distancia de seguridad. Acercarse al gancho únicamente cuando la maniobra de aproximación ha acabado. Usar guantes para facilitar el agarre del gancho.
8	Choques contra objetos móviles	Golpes con el marco de la mesa de la CV al levantarla para extraer las placas cuando acaba la colada. Desde la cabina se cuenta con un intercomunicador para dar aviso de los movimientos y además se tiene visibilidad de la zona.	2	25	10	500	MR2			cámaras, intercomunicador		2	25	6	300	MR2	Asegurarse que se tiene buena visibilidad de la zona y que el compañero se encuentra fuera de la zona de interacción antes de proceder a levantar el marco de la mesa.
9	Golpes, cortes o pinchazos con objetos o herramientas	Uso de herramienta de corte o punción: cuters, cizalla manual, tijeras, destornilladores, etc.	3	10	10	300	MR2				guantes	3	10	2	60	MR2	Uso obligatorio de guantes anticorte o antiimpacto para usar herramientas de corte o punción
9	Golpes, cortes o pinchazos con objetos o herramientas	Golpes con partes fijas de la instalación	3	10	10	300	MR2			Iluminación		3	10	2	60	MR2	Usar los EPIS obligatorios (casco, gafas, botas). Mantener buena iluminación en la nave.
9	Golpes, cortes o pinchazos con objetos o herramientas	Prueba del agua: Durante la realización de la prueba del agua el operador tiene que golpear con un martillo la zona del marco para quitar las posibles impurezas retenidas. Riesgo de golpearse con la herramienta	2	10	10	200	MR2				Guantes antiimpacto	2	10	6	120	MR2	Realizar POS indicando la obligación de usar guantes antiimpacto para realizar esta operación.
9	Golpes, cortes o pinchazos con objetos o herramientas	Prueba del agua: Durante la realización de la prueba del agua el operador tiene que pasar una galga por el marco para retirar el resto de impurezas que no se hayan retirado mediante el golpeo. Riesgo de corte	2	10	10	200	MR2				Guantes antiimpacto	2	10	6	120	MR2	Realizar POS indicando la obligación de usar guantes antiimpacto para realizar esta operación.
9	Golpes, cortes o pinchazos con objetos o herramientas	Limpieza de lágrimas: Corte o pinchazo con las lágrimas durante la limpieza	1	10	10	100	MR2				manga larga o manguito	1	10	6	60	MR2	Uso de manga larga o manguito anticorte  Realizar POS indicando la obligación de usar manga larga o manguito anticorte
9	Golpes, cortes o pinchazos con objetos o herramientas	Con chatarra sobresalientes (ej: en cajones) o con el propio cajón.	3	10	10	300	MR2		jornadas EHS			3	10	2	60	MR2	Evitar que la chatarra sobresalga de las cubas, colocar las cubas fuera de zonas peatonales, correcta iluminación de la nave. Orden y limpieza general de la zona.

9	Golpes, cortes o pinchazos con objetos o herramientas	Apertura de tajadera en distribuidor: la apertura de esta tajadera se realiza de forma automática, pero no funciona correctamente y los operadores tienen que golpear con un martillo para que se abra la tajadera por completo	2	25	10	500	MR2				Guantes antiimpacto	2	25	6	300	MR2	Usar guantes antiimpacto. Reparar la tajadera para no tener que realizar la apertura en manual
9	Golpes, cortes o pinchazos con objetos o herramientas	Uso de aire comprimido: en caso de desconexión de la manguera de aire comprimido, esta no cuenta con válvula de cierre para su correcta desconexión	2	10	10	200	MR2					2	10	10	200	MR2	Instalar válvula de cierre para poder desconectar la fuente de aire en caso de desconexión de la válvula.
9	Golpes, cortes o pinchazos con objetos o herramientas	Sacar muestra: Corte con la muestra de aluminio una vez solidificada. Uso de guantes	2	10	10	200	MR2				Guantes anticalórico	2	10	10	200	MR2	Uso de guantes
9	Golpes, cortes o pinchazos con objetos o herramientas	Limpieza canales y distribuidor: retirada de los restos de aluminio solidificado de los canales al finalizar la colada.	2	10	10	200	MR2				Guantes antiimpacto	2	10	2	40	MR2	Uso de guantes antiimpacto
9	Golpes, cortes o pinchazos con objetos o herramientas	Golpes con estructuras o materiales durante el traslado con el puente grúa o carretilla.	2	60	10	1200	MR4		jornadas EHS	Pértiga		2	60	2	240	MR2	Mantener distancia de seguridad con la carga, en caso de necesitar manipular la carga durante el transporte con grúa hacer uso de la pértiga
9	Golpes, cortes o pinchazos con objetos o herramientas	Cambio de tibal: Actualmente se traslada y se realiza el cambio con la carretilla, riesgo de golpes y corte con el material.	1	25	10	250	MR2					1	25	10	250	MR2	Estudiar la posibilidad de adquirir una polea o polipasto para realizar la operación.
9	Golpes, cortes o pinchazos con objetos o herramientas	Manipulación de los tacos de madera que sirven como soporte de las placas.	1	10	10	100	MR2				Guantes antiimpacto	1	10	2	20	MR1	Uso de guantes antiimpacto
10	Proyección de fragmentos o partículas	Salpicaduras en tareas de manipulación de metal fundido: toma de muestras, manipulación del termopar, paleo en los canales, etc. Para estos casos se usa bata aluminizada; casco con protección aluminizada, pantalla facial y cocotera; y guantes protección altas temperatura.	2	60	10	1200	MR4		Molten metal		protección aluminizada, pantalla facial, guantes alta temperatura	2	60	2	240	MR2	Guantes para metal fundido

10	Proyección de fragmentos o partículas	proyección partículas o fragmentos sólidos durante la limpieza de los canales	2	25	10	500	MR2				Gafas de seguridad	2	25	2	100	MR2	Uso de EPIs obligatorios durante la limpieza de los canales.
10	Proyección de fragmentos o partículas	proyección de aluminio líquido por explosión por uso de herramientas que no se encuentran correctamente precalentadas, con restos de óxido o humedad.	3	60	10	1800	MR4		Molten metal			3	60	2	360	MR2	Almacenamiento correcto de las herramientas, no dejar las herramientas en el suelo. Precalentar las herramientas antes de su uso.
11	Atrapamiento por o entre objetos	Por uso de ropa suelta u holgada, pelo largo sin recoger, anillos, colgantes, relojes, etc que faciliten o aumenten el riesgo por atrapamiento.	1	60	10	600	MR3	Instrucciones de trabajo	jornadas EHS			1	60	2	120	MR2	Se establece la prohibición de llevar en el interior de taller anillos, colgantes, pelo largo suelto, ropa suelta y holgada, etc.
11	Atrapamiento por o entre objetos	Por manejo de grúa, puente-grúa, polipastos, pinzas, etc.	2	100	10	2000	MR4	check list preturno de la grúa, mantenimiento	formación gruista, jornadas EHS	útiles de elevación y desplazamiento (pértigas)		2	100	2	400	MR2	Correcto mantenimiento de la pinza. No situarse entre la carga y partes fijas de la instalación o barandillas.
11	Atrapamiento por o entre objetos	Por uso de puertas (cabinas, etc)	3	10	10	300	MR2			Manillar		3	10	2	60	MR2	Hacer uso del manillar para abrir/cerrar puertas
11	Atrapamiento por o entre objetos	Cambio de Tibal: Atrapamiento entre el tibal y la estructura donde tienen que introducirlo. Actualmente la operación se realiza con la carretilla, el trabajador tiene que encarar el Tibal que se encuentra sujeto por las palas de la carretilla para introducirlo en la estructura	1	100	10	1000	MR3			polipasto		1	100	2	200	MR2	Instalación de nuevo polipasto. POS
11	Atrapamiento por o entre objetos	Atrapamiento (mano/dedo) por sujeción de eslinga. Las eslingas cuentan con ganchos en los extremos. Los ganchos tienen apertura y cierre de seguridad, atrapamiento con el gancho.	1	10	10	100	MR2				Guantes antiimpacto	1	10	2	20	MR1	Mantener las manos fuera de la zona de interacción utilizando la pestaña para abrir y cerrar el gancho. Usar guantes antiimpacto
11	Atrapamiento por o entre objetos	Colocación de protección foso cuba de drenaje: cuando se coloca la chapa que cubre el foso los operadores tienen que colocar manualmente el tramex que cubre los huecos de la protección. Riesgo de atrapamiento entre el tramex y la protección. Agarrar el tramex por la zona central, no por los extremos donde existe el riesgo de atrapamiento al situarlo	2	10	10	200	MR2				Guantes antiimpacto	2	10	2	40	MR2	Mantener las manos en la zona central del tramex al ir a colocarlo en el hueco de la tapa de protección.

11	Atrapamiento por o entre objetos	Movimiento de tajaderas. Las tajaderas se levantan y bajan de manera automática desde el pupitre de la cabina de la CV. La cabina cuenta con buena visibilidad para visualizar que no haya nadie en la zona para realizar este movimiento, además cuenta con sistema de megafonía para avisar del movimiento en caso de haber alguien en la zona. Hay una tajadera que no se levanta automáticamente y es necesario golpearla manualmente para realizar la operación. No usar nunca las manos para reubicar la tajadera	2	25	10	500	MR2					2	25	6	300	MR2	Reparar la tajadera del distribuidor para evitar fallos y atascos y tener que evitar usarlo de manera manual.
11	Atrapamiento por o entre objetos	Limpieza de filtro: la cubierta del filtro se levanta y hay que realizar limpiezas en el interior. El filtro se retira de manera manual, desde el mismo filtro. Usar las asas para retirar y colocar el filtro para evitar atrapamientos.	1	25	10	250	MR2					1	25	2	50	MR2	Realizar POS indicando la manipulación del filtro para los trabajos realizados en ellos.
11	Atrapamiento por o entre objetos	Limpieza de snif: la cubierta del snif se levanta y hay que realizar limpiezas en el interior. No hay nada que impida el movimiento de la tapa del filtro. El cuadro de control se encuentra en el propio filtro por lo que se cuenta con visibilidad suficiente para realizar la operación. El SNIF cuenta con sistema de bloqueo mecánico LOTOT frente a energías almacenadas.	1	60	10	600	MR3					1	60	6	360	MR2	No manipular el SNIF cuando haya un compañero trabajando en la zona.
11	Atrapamiento por o entre objetos	Apertura y cierre del marco de la mesa de colada. La apertura y cierre del marco se realiza desde el pupitre principal de la cabina. La cabina cuenta con buena visibilidad para visualizar que no haya nadie en la zona para realizar este movimiento, además cuenta con sistema de megafonía para avisar del movimiento en caso de haber alguien en la zona.	2	60	10	1200	MR4					2	60	2	240	MR2	Asegurarse que se tiene buena visibilidad de la zona y que el compañero se encuentra fuera de la zona de interacción antes de proceder a levantar/cerrar el marco de la mesa.
11	Atrapamiento por o entre objetos	Colocación del pin en la estructura de reposo. Coger el pin con las manos fuera de la zona de apoyo para evitar atrapamiento de las manos/dedos. Usar guantes antiimpacto	2	10	10	200	MR2				Guantes antiimpacto	2	10	2	40	MR2	Incluir en la POS la manera correcta de coger el pin para evitar atrapamiento al colocarlo en el soporte

11	Atrapamiento por o entre objetos	Cambio de falsos fondos: Atrapamiento de manos/dedos debido a los trabajos manuales durante el cambio de los falsos fondos. Para esta operación se usan guantes anticorte o antiimpacto. Mantener las manos fuera de la línea de fuego.	1	25	10	250	MR2				Guantes antiimpacto	1	25	2	50	MR2	Realizar POS indicando la manera correcta de realizar esta operación.
11	Atrapamiento por o entre objetos	Cambio de boquilla: Atrapamiento de manos/dedos al colocar la nueva boquilla en el distribuidor. Sujetar la boquilla con las dos manos desde el extremo y dejar caer con cuidado para evitar atrapamiento. Usar guantes antiimpacto para realizar esta operación	1	10	10	100	MR2				Guantes antiimpacto	1	10	6	60	MR2	Charla pretarea para la manera correcta de realizar esta operación.
11	Atrapamiento por o entre objetos	Trabajos en el foso: atrapamiento manos/dedos al colocar la parte de arriba de la escalera de acceso homologada.	1	10	10	100	MR2					1	10	2	20	MR1	Usar guantes antiimpacto/anticorte. Coger la escalera con las dos manos alejadas de la zona donde se encaja la escalera.
11	Atrapamiento por o entre objetos	Extracción de placas: atrapamiento mano/dedos al posicionar la pinza en la placa para extraerla. La pinza cuenta con asa de sujeción fuera de la línea de fuego.	2	10	10	200	MR2					2	10	2	40	MR2	Usar la pértiga en caso de ser necesario dirigir o posicionar la pinza. Para agarrar la placa sujetar la pinza desde el asidero habilitado.
11	Atrapamiento por o entre objetos	Preparación de colada: durante la preparación las coquillas se retiran de la mesa para proceder a su aceitado, durante este proceso las coquillas se apoyan en el suelo y se sujetan con una mano, mientras que con la otra se aceita. Riesgo de atrapamiento por caída de la coquilla o entre la coquilla y la cabina.	2	10	10	200	MR2				Guantes antiimpacto	2	10	2	40	MR2	
11	Atrapamiento por o entre objetos	Retirada distribuidor: atrapamiento mano/dedo al ir a colocar el gancho de la grúa en la viga del distribuidor	2	10	10	200	MR2					2	10	2	40	MR2	Manipular la pinza sujetándola con las manos fuera de la línea de fuego.
11	Atrapamiento por o entre objetos	Atrapamiento (mano/dedo) al colocar los tacos de madera sobre las placas o sobre el suelo.	1	10	10	100	MR2				guantes antiimpacto	1	10	2	20	MR1	Apoyar primero el taco sobre el extremo contrario al que se está sujetando para evitar atrapamiento. Usar guantes antiimpacto
11	Atrapamiento por o entre objetos	Preparación de colada: colocación coquillas. Riesgo atrapamiento manos/dedos al posicionar al coquilla.	2	10	10	200	MR2				Guantes antiimpacto	2	10	2	40	MR2	Usar guantes antiimpacto para realizar la operación. Mantener los dedos/manos fuera de la línea de fuego
11	Atrapamiento por o entre objetos	Quitar y colocar tramex de la cuba de drenaje.	2	10	10	200	MR2					2	10	2	40	MR2	Usar guantes para realizar esta operación.

11	Atrapamiento por o entre objetos	Atrapamiento mano/dedo al colocar el conector de la pinza de la grúa. El conector tiene superficie suficiente para mantener los dedos fuera de la línea de fuego	2	10	10	200	MR2				guantes antiimpacto	2	10	2	40	MR2	
11	Atrapamiento por o entre objetos	Al cerrar la tapa de los canales. Las tapas de los canales cuentan con asideros para sujetar la tapa.	2	10	10	200	MR2				guantes antiimpacto	2	10	2	40	MR2	No apoyar la mano sobre el borde del canal cuando se vayan a cerrar las tapas de los canales. Usar las asas para manipular las tapas. Usar guantes antiimpacto
11	Atrapamiento por o entre objetos	Atrapamiento mano/dedo al colocar los termopares en las boquillas de las piqueras. Los termopares tienen un mango por la parte superior por donde se sujeta.	2	10	10	200	MR2				guantes térmicos	2	10	2	40	MR2	Usar guantes, sujetar el termopar siempre por la parte superior.
11	Atrapamiento por o entre objetos	Al colocar la pinza de las placas o el distribuidor en sus soportes.	2	10	10	200	MR2					2	10	2	40	MR2	Mantener la distancia de seguridad. En caso de necesitar posicionar la carga, sujetar la pinza desde el asa habilitada y el distribuidor fuera de la línea de fuego
11	Atrapamiento por o entre objetos	Retirar/colocar trapas. Estas operaciones se realizan con la grúa y el uso de cáncamo y eslingas.	1	10	10	100	MR2					1	10	2	20	MR1	Realizar la retirada/colocación de trapas haciendo uso del puente grúa. No retirarlas de manera manual.
11	Atrapamiento por o entre objetos	Atrapamiento al subir/bajar los extremos del canal que dan a la cuba de drenaje. Los canales cuentan con asas para realizar la maniobra	2	10	10	200	MR2					2	10	2	40	MR2	
12	Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos	Uso de carretillas	1	100	10	1000	MR3		Formación carretillero			1	100	2	200	MR2	Checklist previo. Velocidad limitada. Giros lentos. Uso de cinturón de seguridad. Puertas cerradas en marcha. Frenos. ROPS. Distancia de seguridad
13	Sobreesfuerzos	Manipulación manual de restos de aluminio solidificados en los canales y distribuidor	2	10	10	200	MR2		jornadas EHS			2	10	6	120	MR2	Seguir las medidas ergonómicas generales. Para levantar una carga, mantener la espalda recta. Usar las dos manos. Realizar estudio ergonómico
13	Sobreesfuerzos	Manipulación manual de sacos de arena para llenar las cubas. Los sacos de arena tienen un peso de 20 kg.	1	10	10	100	MR2					1	10	6	60	MR2	Seguir las medidas ergonómicas generales. Para levantar una carga, mantener la espalda recta. Usar las dos manos.  Realizar estudio ergonómico
13	Sobreesfuerzos	Limpieza del foso: subida del capazo mediante polea con los residuos de aluminio (lágrimas) procedente de la limpieza del foso	1	10	10	100	MR2					1	10	2	20	MR1	Subir el capazo mediante polea. No usar un recipiente muy grande para evitar manipular un peso elevado

13	Sobreesfuerzos	Cambio de filtro: para el cambio de filtro se utiliza un útil con el que tienen que golpear el filtro y realizarle un agujero para poder extraerlo. Después de esta operación el filtro se extrae con la grúa. El útil no se encuentra homologado	1	10	10	100	MR2					1	10	6	60	MR2	buscar útil de elevación homologado para realizar esta operación, que tenga fuerza para poder realizar con él también el agujero.
14	Exposición a temperaturas ambientales extremas	Temperaturas extremas en temporada estival	3	10	10	300	MR2	Campaña estrés térmico	jornadas EHS	Bebidas isotónicas, climatización cabinas		3	10	2	60	MR2	Periodos de descanso en tareas prolongadas. Hidratarse abundantemente. Utilizar las sales isotónicas disueltas en agua. Se realizan campañas para prevenir el estrés térmico previas al verano. Ventiladores.
14	Exposición a temperaturas ambientales extremas	Limpieza de canales: Al final de la colada se tiene que realizar la limpieza de los canales. En este momento no hay aluminio líquido en los canales, pero sí que se encuentran a una temperatura elevada	3	10	10	300	MR2	Campaña estrés térmico	jornadas EHS	Bebidas isotónicas, climatización cabinas		3	10	2	60	MR2	Periodos de descanso en tareas prolongadas. Hidratarse abundantemente. Utilizar las sales isotónicas disueltas en agua. Se realizan campañas para prevenir el estrés térmico previas al verano.
14	Exposición a temperaturas ambientales extremas	Toma de muestras: durante la colada se tienen que tomar muestras de aluminio líquido.	3	10	10	300	MR2	Campaña estrés térmico	jornadas EHS	Bebidas isotónicas, climatización cabinas	Ropa aluminizada, guantes alta temperatura	3	10	2	60	MR2	Periodos de descanso en tareas prolongadas. Hidratarse abundantemente. Utilizar las sales isotónicas disueltas en agua. Se realizan campañas para prevenir el estrés térmico previas al verano
14	Exposición a temperaturas ambientales extremas	Limpieza de filtro: la cubierta del filtro se levanta y hay que realizar limpiezas en el interior. En este momento no hay aluminio líquido en el filtro, pero sí que se encuentran a una temperatura elevada.	3	10	10	300	MR2	Campaña estrés térmico	jornadas EHS	Bebidas isotónicas, climatización cabinas	Guantes alta temperatura, pantalla facial	3	10	2	60	MR2	Periodos de descanso en tareas prolongadas. Hidratarse abundantemente. Utilizar las sales isotónicas disueltas en agua. Se realizan campañas para prevenir el estrés térmico previas al verano. Ventiladores

14	Exposición a temperaturas ambientales extremas	Limpieza de SNIF: al final de la colada hay que realizar limpiezas en el interior del SNIF. En este momento no hay aluminio líquido en el filtro, pero sí que se encuentran a una temperatura elevada.	3	10	10	300	MR2	Campaña estrés térmico	jornadas EHS	Bebidas isotónicas, climatización cabinas	Guantes alta temperatura, pantalla facial	3	10	2	60	MR2	Periodos de descanso en tareas prolongadas. Hidratarse abundantemente. Utilizar las sales isotónicas disueltas en agua. Se realizan campañas para prevenir el estrés térmico previas al verano
14	Exposición a temperaturas ambientales extremas	Operaciones con metal fundido: palear los canales, remover, desescorias el SNIF y el filtro, etc.	3	10	10	300	MR2	Campaña estrés térmico	jornadas EHS	Bebidas isotónicas, climatización cabinas	Ropa aluminizada, guantes alta temperatura	3	10	2	60	MR2	Traje aluminizado. Periodos de descanso en tareas prolongadas. Hidratarse abundantemente. Utilizar las sales isotónicas disueltas en agua. Se realizan campañas para prevenir el estrés térmico previas al verano.
14	Exposición a temperaturas ambientales extremas	Interior de cabina: la cabina cuenta con un aparato de aire acondicionado que no funciona correctamente o es insuficiente.	3	10	10	300	MR2	Campaña estrés térmico	jornadas EHS	Bebidas isotónicas, climatización cabinas		3	10	6	180	MR2	Revisar el aparato de aire acondicionado para ver si es suficiente. Se han colocado dos ventiladores de manera temporal
14	Exposición a temperaturas ambientales extremas	Interior de cabina: el pupitre principal de la cabina cuenta con un extractor de aire para mantener el interior del pupitre a la temperatura adecuada. Este extractor en lugar de tirar el aire caliente hacia el exterior de la cabina lo tira dentro de la cabina, lo que significa que la temperatura del interior de la cabina aumente.	3	10	10	300	MR2	Campaña estrés térmico	jornadas EHS	Bebidas isotónicas, climatización cabinas		3	10	10	300	MR2	Estudiar la posibilidad de modificar la ubicación del extractor o de canalizar el aire caliente hacia el exterior de la cabina
15	Contactos térmicos	Toma de muestras: durante la colada se tienen que tomar muestras de aluminio líquido y luego solidificarla	1	10	10	100	MR2				Guantes térmicos, ropa ignífuga	1	10	2	20	MR1	Los guantes tienen protección frente a altas temperaturas pero no frente a salpicaduras de metal fundido.  Estudiar la posibilidad de buscar unos guantes que soporten elevadas temperaturas y salpicaduras

15	Contactos térmicos	Contacto con superficies calientes de los canales o del resto de la colada durante la colada con presencia de aluminio líquido en los canales (distribuidor, SNIF, filtro, etc)	3	10	10	300	MR2				Guantes térmicos, ropa ignífuga y protección aluminizada	3	10	2	60	MR2	Los guantes tienen protección frente a altas temperaturas pero no frente a salpicaduras de metal fundido.  Estudiar la posibilidad de buscar unos guantes que soporten elevadas temperaturas y salpicaduras
15	Contactos térmicos	Contacto con superficies calientes de los canales o del resto de la colada al finalizar la colada, sin presencia de aluminio líquido en los canales (distribuidor, SNIF, filtro, etc)	3	10	10	300	MR2				Guantes térmicos, ropa ignífuga	3	10	2	60	MR2	Guantes térmicos, ropa ignífuga de manga larga
15	Contactos térmicos	Trabajos de apertura/cierre tajaderas. Hay tajaderas que se abren de manera manual.	2	10	10	200	MR2				Guantes térmicos, ropa ignífuga	2	10	2	40	MR2	Los guantes tienen protección frente a altas temperaturas pero no frente a salpicaduras de metal fundido. Estudiar la posibilidad de buscar unos guantes que soporten elevadas temperaturas y salpicaduras
15	Contactos térmicos	Tapar/retirar manta de la piqueta de salida de los hornos	1	10	10	100	MR2				Guantes térmicos, ropa ignífuga, bata aluminizada	1	10	2	20	MR1	Los guantes tienen protección frente a altas temperaturas pero no frente a salpicaduras de metal fundido.  Estudiar la posibilidad de buscar unos guantes que soporten elevadas temperaturas y salpicaduras
15	Contactos térmicos	Trabajos en el distribuidor: limpieza, colocación de eslingas, etc.	1	10	10	100	MR2				Guantes térmicos, ropa ignífuga	1	10	2	20	MR1	Guantes térmicos, ropa ignífuga de manga larga
15	Contactos térmicos	Retirada de pin tras colada	2	10	10	200	MR2				Guantes térmicos	2	10	2	40	MR2	Guantes térmicos, ropa ignífuga de manga larga

15	Contactos térmicos	Trabajos sobre la mesa de colada al finalizar la colada	2	10	10	200	MR2				Guantes térmicos	2	10	2	40	MR2	Guantes térmicos, ropa ignífuga de manga larga
15	Contactos térmicos	Trabajos en foso CV: contacto con superficies calientes durante la realización de labores de limpieza o mantenimiento en el foso.	1	10	10	100	MR2				guantes térmicos	1	10	2	20	MR1	Guantes térmicos, ropa ignífuga de manga larga
16	Contactos eléctricos	Sala eléctrica/CT	1	100	10	1000	MR3		Riesgos eléctricos			1	100	2	200	MR2	Las salas eléctricas deberán permanecer cerradas y señalizado el riesgo eléctrico. El acceso sólo será permitido a personal autorizado con formación en electricidad y alta tensión.
16	Contactos eléctricos	Uso de equipos eléctricos/electrónicos	2	10	10	200	MR2					2	10	2	40	MR2	Mantener los equipos en buen estado. En caso de detectar algún enchufe que no se encuentre en condiciones reponer.
16	Contactos eléctricos	Armarios eléctricos	2	10	10	200	MR2					2	10	2	40	MR2	Los armarios eléctricos deben permanecer cerrados y bien señalizados. Su manipulación sólo se permite a personal autorizado.
17	Exposición a sustancias nocivas o tóxicas	Salas eléctricas: Exposición a CO2 por disparo de la instalación contraincendio.	1	100	10	1000	MR3	OPL 08009;	Jornadas EHS, brigada de emergencia		ERA de evacuación	1	100	6	600	MR3	Realizar instrucción de cómo actuar en caso de incendio en sala eléctrica
17	Exposición a sustancias nocivas o tóxicas	Por uso de productos químicos nocivos o tóxicos (ver inventario de productos químicos)	1	10	10	100	MR2				mascarilla, guantes	1	10	2	20	MR1	Uso de la mascarilla o guante cuando esto sea necesario
18	Contactos con sustancias causticas y/o corrosivas	por uso de productos químicos corrosivos (ver inventario productos químicos)	1	10	10	100	MR2				mascarilla, guantes	1	10	2	20	MR1	Uso de la mascarilla o guante cuando esto sea necesario
19	Exposición a radiaciones	Uso de laser en diferentes zonas de la colada vertical para medir el nivel del caldo de aluminio	2	10	10	200	MR2	Señalización				2	10	2	40	MR2	Las zonas del laser se encuentran señalizadas con el pictograma de riesgo correspondiente
20	Explosiones	Riesgo por existencia de equipos a presión (calderín). El calderín cuenta con el marcado CE. Pendiente de dar de alta en industria.	1	25	10	250	MR2					1	25	6	150	MR2	Pendiente de dar de alta equipo en industria
20	Explosiones	Riesgo de explosión por metal fundido	2	100	10	2000	MR4	precalentar	Formación riesgos explosión		aluminizados	2	100	2	400	MR2	Ropa aluminizada a menos de tres metros del metal líquido. Precalentar herramientas, no dejar las herramientas en el suelo, siempre colgadas. Algunas de las herramientas se encuentran apoyadas en el suelo

21	Incendios	Derrames de metal fundido	1	100	10	1000	MR3			Arena		1	100	2	200	MR2	
21	Incendios	Presencia de materiales inflamables e instalaciones eléctricas.	2	100	10	2000	MR4			Sistemas de extinción, extintores, arena		2	100	2	400	MR2	las salas eléctricas cuentan con sistema de extinción contra incendio. Además el taller cuenta con extintores tanto de polvo como de CO2 y arena para el caso de derrames o fugas de metal fundido.
22	Accidentes causados por seres vivos	Gatos o insectos u otros animales															Campañas de desratización y desinsectación
23	Atropellos o golpes por vehículos	Carretillas elevadoras y otros vehículos															Uso de elementos de alta visibilidad (ropa con reflectantes o chaleco reflectante). Usar los pasillos peatonales (segregación peatonal) Prestar atención a avisos de las carretillas (luces, acústico) Para los peatones: regla de 1 m
24	In Itinere, por causa natural.	In itinere, por causa natural	1	100	10	1000	MR3					1	100	2	200	MR2	Respeto del código de circulación
25	Otros riesgos de seguridad	Tareas no programadas o imprevistas	1	100	10	1000	MR3	Charla pretarea, criterios de parada, Recurso preventivo	Human performance			1	100	2	200	MR2	Realización de charla pretarea para situaciones imprevistas. Criterios de parada. Presencia de recurso preventivo
26	Manipulación manual de cargas	Limpieza del foso: el operador que se encuentra en la parte superior tiene que subir el cubo/capazo con las lágrimas y la suciedad con una polea desde el trípode de rescate. Riesgo de caída de la chatarra durante la limpieza	1	10	10	100	MR2					1	10	2	20	MR1	Usar guantes para mejorar el agarre, uso de polea para subir la carga
26	Manipulación manual de cargas	Limpieza del foso: el operador que se encuentra en la parte superior tiene que subir el cubo/capazo con las lágrimas y la suciedad con una polea desde el trípode de rescate. Riesgo de caída de la chatarra/capazo durante el volteo en el cajón una vez que el capazo está en la parte de arriba.	1	10	10	100	MR2					1	10	2	20	MR1	Usar guantes para mejorar el agarre, uso de polea para subir la carga

26	Manipulación manual de cargas	Manipulación de sacos de arena	1	10	10	100	MR2					1	10	2	20	MR1	Usar guantes para mejorar el agarre. Coger el saco con las dos manos.
26	Manipulación manual de cargas	Manipulación de eslingas de cadenas o eslingas textiles, pulpos de eslingas, etc.	3	10	10	300	MR2					3	10	2	60	MR2	Las eslingas más pesadas cuentan con un sistema de apoyo para evitar tenerlas que manipular manualmente y cogerlas directamente con la grúa desde ahí.
26	Manipulación manual de cargas	Uso palancas u otras herramientas, muestras, boquillas, manta, seteros para las muestras, cubos de productos químicos, etc.	3	10	10	300	MR2					3	10	2	60	MR2	Uso de guantes para mejor agarre. Mantener las herramientas en buen estado.
27	Movimientos repetitivos	Paleo de los canales durante el proceso de colada o al final de este	2	10	10	200	MR2					2	10	2	40	MR2	usar las plataformas habilitadas para no palear con los brazos en algo y tener una postura ergonómica
28	Posturas inadecuadas	Paso por debajo de los canales para realizar algunas operaciones.	2	10	10	200	MR2			Casco		2	10	2	40	MR2	Mantener postura adecuada. Estudiar si existe la posibilidad de habilitar zonas de paso. Uso obligatorio de casco
28	Posturas inadecuadas	Cambio de boquilla: hay que agacharse por debajo del distribuidor para poder medir la boquilla una vez colocada.	1	10	10	100	MR2					1	10	2	20	MR1	Mantener las medidas ergonómicas generales. Uso obligatorio de caso. Realizar evaluación ergonómica
28	Posturas inadecuadas	Limpieza del foso: la limpieza de las lágrimas se realiza en el foso de la CV. Durante esta operación la mesa de la CV se sitúa abajo y se bloquea, el operador tiene que entrar en la zona de debajo de la mesa a realizar la limpieza, el hueco es pequeño y no se puede permanecer completamente de pie.	1	10	10	100	MR2			Casco		1	10	2	20	MR1	Mantener las medidas ergonómicas generales. Uso obligatorio de caso. Realizar evaluación ergonómica
29	PVD (pantallas de visualización de datos)	Uso de PVD en las cabinas para introducción de datos por parte de los operarios.	2	10	10	200	MR2			Vigilancia de la salud		2	10	2	40	MR2	
31	Causas psicosociales	Trabajo a turnos. Turnicidad						Evaluación psicosocial		Vigilancia de la salud							
31	Causas psicosociales	Trabajos a turnos. Nocturnidad						Evaluación psicosocial		Vigilancia de la salud							

32	Otros riesgos ergonómicos o psicosociales	Tareas no programadas o imprevistas	1	60	10	600	MR3	Charla pretarea, criterios de parada, Recurso preventivo	Human performance				1	60	6	360	MR2	Realización de charla pretarea para situaciones imprevistas. Criterios de parada. Presencia de recurso preventivo Realizar evaluación de riesgos de ergonomía
33	Agentes químicos	Salas eléctricas: Exposición a CO2 por disparo de la instalación contraincendio.	1	100	10	1000	MR3						1	100	2	200	MR2	Equipos de rescate y equipos de respiración autónomos. Valorar si es necesario incluir más equipos a la entrada de las salas eléctricas.
33	Agentes químicos	Por uso de productos químicos nocivos o tóxicos (ver inventario de productos químicos)	2	25	10	500	MR2						2	25	2	100	MR2	Uso de guantes y mascarilla
34.1	Ruido	Ruido de máquina y de fábrica																Uso obligatorio de protección auditiva en el exterior de la cabina. Realizar evaluación de exposición a ruido
34.2	Vibraciones	Conducción de carretillas.																Realizar medición de vibraciones en las nuevas carretillas de la fundición.
34.3	Altas temperaturas	Limpieza de canales: Al final de la colada se tiene que realizar la limpieza de los canales. En este momento no hay aluminio líquido en los canales, pero sí que se encuentran a una temperatura elevada																Periodos de descanso en tareas prolongadas. Hidratarse abundantemente. Utilizar las sales isotónicas disueltas en agua. Se realizan campañas para prevenir el estrés térmico previas al verano.
34.3	Altas temperaturas	Toma de muestras: durante la colada se tienen que tomar muestras de aluminio líquido.																Periodos de descanso en tareas prolongadas. Hidratarse abundantemente. Utilizar las sales isotónicas disueltas en agua. Se realizan campañas para prevenir el estrés térmico previas al verano.
34.3	Altas temperaturas	Limpieza de filtro: la cubierta del filtro se levanta y hay que realizar limpiezas en el interior. En este momento no hay aluminio líquido en el filtro, pero sí que se encuentran a una temperatura elevada.																Periodos de descanso en tareas prolongadas. Hidratarse abundantemente. Utilizar las sales isotónicas disueltas en agua. Se realizan campañas para prevenir el estrés térmico previas al verano. Ventiladores.
34.3	Altas temperaturas	Limpieza de SNIF: al final de la colada hay que realizar limpiezas en el interior del SNIF. En este momento no hay aluminio líquido en el filtro, pero sí que se encuentran a una temperatura elevada.																Periodos de descanso en tareas prolongadas. Hidratarse abundantemente. Utilizar las sales isotónicas disueltas en agua. Se realizan campañas para prevenir el estrés térmico previas al verano.





### 3. PLIEGO DE CONDICIONES

#### 3.1. CONTROL DE CALIDAD

##### Ámbito de aplicación

Este Pliego de Condiciones determina los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de instalaciones de protección contra incendios por agua, cuyas características técnicas estarán especificadas en el correspondiente proyecto.

##### Disposiciones generales

El Contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio familiar y de vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 24042 “Contratación de obras. Condiciones Generales”, siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

El Contratista deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al Proyecto y que se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares, en caso de que proceda. Igualmente deberá ser Instalador, provisto del correspondiente documento de calificación empresarial.

##### Condiciones facultativas legales

Las obras del Proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán por lo especificado en:

- Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, R.D. 513/2017 de 22 de Mayo (B.O.E. de 12 de Junio de 2017).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Documento Básico SI "Seguridad en caso de incendio".
- Reglamento de Seguridad contra incendios en los Establecimientos Industriales, R.D. 2276/2004, de 3 de diciembre, BOE 17-12-04.
- Reglas Técnicas del CEPREVEN (Centro de prevención de Daños y Pérdidas).
- Norma UNE-EN 671-1:2013 sobre Bocas de incendio equipadas con mangueras semirrígidas (BIES 25 mm).
- Norma UNE-EN 671-2:2013 sobre Bocas de incendio equipadas con mangueras planas (BIES 45mm).
- Norma UNE 23.091 de mangueras de impulsión para la lucha contra incendios.
- Norma UNE 23.400 para racores de conexión de 25, 45, 70 y 100 mm.
- Norma UNE 23.500:2018 para sistemas de abastecimiento de agua contra incendios.
- Norma UNE-EN 12845:2005+A2:2010 sobre Sistemas de rociadores automáticos.

## Diseño, instalación y mantenimiento.

- Norma UNE-EN 12259-1-2-3-4-5 sobre Componentes para sistemas de rociadores y agua pulverizada.
- Normas UNE-EN 14384:2006 y UNE-EN 14339:2006 para hidrantes.
- Norma UNE EN-54-1-2-3-4-5-7-10-11-12-13-14-16-17-18-20-21-23-24-25 de Sistemas de detección y de alarma de incendio.
- Normas UNE 23032, 23033 y 23035 sobre Seguridad contra incendios.
- Normas UNE-EN 1363, 1364, 1365, 1366, 1634 y 13381 sobre Ensayos de resistencia al fuego.
- Norma UNE-EN 13501 sobre Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación.
- Normas UNE EN 1182, 1187, 1716, 9239-1, 11925-2, 13823, 13773, 13772, 1101, 1021-1, 1021-2 y 23727 sobre Ensayos de Reacción al fuego.
- Norma UNE-EN 26184 sobre Sistemas de protección contra explosiones.
- Norma UNE-EN 3-7:2004+A1:2008 sobre Extintores portátiles de Incendios.
- Normas UNE 23.501, 23.502, 23.503, 23.504, 23.505, 23.506 y 23.507 para sistemas de extinción por agua pulverizada.
- Normas UNE-EN 1568-1-2-3-4 de Agentes Extintores. Concentrados de espuma.
- Normas UNE-EN 12416-1-2 y UNE-EN 615:2009 para sistemas fijos de extinción por polvo.
- Normas UNE 23585 y 12101 sobre Sistemas de control de temperatura y evacuación de humos.
- Normas UNE-EN 1125, 179, 1154, 1155 y 1158 sobre Herrajes y dispositivos de apertura para puertas resistentes al fuego.
- Normas UNE 23032, 23033-1 y 23035-2-4 sobre Señalización en la Seguridad contra incendios.
- Normas particulares y de normalización de la Cía. Suministradora de Agua.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.

## Seguridad en el trabajo

El Contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales y cuantas en esta

materia fueran de pertinente aplicación.

Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal; los metros, reglas, mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc., que se utilicen no deben ser de material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en suelas.

El personal de la Contrata viene obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, guantes, etc., pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos, si estima que el personal de la Contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

### Seguridad pública

El Contratista deberá tomar todas las precauciones máximas en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El Contratista mantendrá póliza de Seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc., que en uno y otro pudieran incurrir para el Contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

## 3.2. CAMPO DE APLICACIÓN

Este Pliego de Condiciones se refiere a las instalaciones contra incendios.

### 3.3. EJECUCIÓN DEL TRABAJO

Corresponde al Contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

Las tuberías se identifican por la clase de material, el tipo de unión, el diámetro nominal DN (en mm o pulgadas), el diámetro interior (en mm) y la presión nominal de trabajo PN (en bar), de la que depende el espesor del material.

Las tuberías llevarán marcadas de forma indeleble y a distancias convenientes el nombre del fabricante, así como la norma según la cual están fabricadas.

Antes del montaje deberá comprobarse que las tuberías no estén rotas, fisuradas, dobladas, aplastadas, oxidadas o de cualquier manera dañadas.

Las tuberías se almacenarán en lugares donde estén protegidas contra los agentes atmosféricos. En su manipulación se evitarán roces, rodaduras, y arrastre que podrían dañar la resistencia mecánica, las superficies calibradas de las extremidades o las protecciones anticorrosión.

Las piezas especiales, manguitos, gomas de estanquidad, lubricantes, líquidos limpiadores, adhesivos, etc, se guardarán en locales cerrados.

#### Materiales y aplicaciones

La calidad de los distintos materiales para tuberías y accesorios queda definida por las normas que se indican a continuación y que deben considerarse como parte integrante de este PCT.

#### Acero sin recubrimiento

Las normas UNE aplicables para tuberías de acero sin recubrimiento y sus accesorios son las siguientes:

- 19.001 (52). Tuberías. Cuadro sinóptico.
- 19.002 (52). Tuberías. Escalonamiento de presiones. Presión nominal. Presión de trabajo. Presión de prueba.
- 19.003 (52). Tuberías. Diámetros nominales de paso.
- 19.009 (84). Rosca para tubos en uniones con estanquidad en las juntas. Medidas y tolerancias.
- 19.010 (52). Tubos. Cuadro sinóptico.
- 19.011 (86). Tubos lisos de acero, soldados o sin soldadura. Tablas generales de medidas y masas por metro lineal.
- 19.040 (75). Tubos roscables de acero de uso general. Medidas y masas. Serie

normal.

- 19.041 (75). Tubos roscables de acero de uso general. Medida y masas. Serie reforzada.
  - 19.042 (75). Tubos roscables de acero de uso general. Medidas y masas. Serie ligera.
  - 19.043 (75). Tubos roscables de acero de uso general. Medidas y masas. Serie extra ligera.
  - 19.044 (73). Tubos para calderas. Diámetros, tolerancias y masas por metro.
  - 19.045 (75). Tubos soldados roscables. Características.
  - 19.046 (75). Tubos sin soldadura roscables. Características.
  - 19.049 (84). Tubos de acero inoxidable para instalaciones interiores de agua fría y caliente.
  - 19.050 (75). Tubos soldados con extremos lisos, de uso general, de acero no aleado, destinados a la conducción. Características. Tubos sin prescripciones de calidad.
  - 19.051 (85). Tubos de acero soldados, no galvanizados, para instalaciones interiores de agua.
  - 19.052 (85). Tubos de acero sin soldadura, no galvanizados, para instalaciones interiores de agua.
  - 19.053 (75). Tubos sin soldadura, de extremos lisos, en acero no aleado, destinados a la conducción.
- Tubos sin prescripciones de calidad.
- 19.062 (56). Tubos de acero sin soldadura. Norma de calidad.
  - 19.071 (63). Codos y curvas de tubo de acero, para soldar (a 90 y 180 grados).
  - 19.152 (53). Bridas. Medidas de acoplamiento para presiones nominales de 1 a 6.
  - 19.153 (53). Bridas. Ídem 10 y 16.
  - 19.154 (56). Bridas. Ídem 25 y 40.
  - 19.155 (56). Bridas. Ídem 64 y 100.
  - 19.159 (55). Bridas. Disposición de los agujeros para los tornillos.
  - 19.161 (63). Bridas. Tolerancias en las medidas de construcción.
  - 19.171 (56). Bridas de fundición. Presión nominal 10.
  - 19.182 (60). Bridas de acero moldeado. Presión nominal 16.
  - 19.184 (60). Bridas de acero moldeado. Presión nominal 40.
  - 19.261 (55). Bridas soldadas a tope, con soldadura oxigas o eléctrica, para presión nominal 25.
  - 19.282 (68). Bridas sueltas con anillo, para presión nominal 6.
  - 19.283 (59). Bridas sueltas con anillo, para presión nominal 10.
  - 19.285 (61). Bridas sueltas con anillo, para presión nominal 25.
  - 19.491 (75). Accesorios de fundición maleable roscados.

Cuando en las Mediciones no se dé indicación alguna, las tuberías a emplear serán de la serie normal, según UNE 19.040, soldadas, según UNE 19.045, o sin soldadura, según UNE 19.046.

Aplicaciones: agua caliente, refrigerada y sobrecalentada, vapor y condensado, combustibles líquidos (fuel-oil y gasóleo), gases combustibles, gases refrigerantes, agua de condensación, redes húmedas contra incendios, aguas residuales a temperatura elevada.

## Acero galvanizado

Las normas aplicables para tuberías galvanizadas son las siguientes:

- 19.047 (85). Tubos de acero soldados y galvanizados para instalaciones interiores de agua fría y caliente.
- 19.048 (85). Tubos de acero sin soldadura, galvanizados, para instalaciones interiores de agua fría y caliente.

Los accesorios roscados serán siempre de fundición maleable, según UNE 19.491.

La galvanización consistirá en un revestimiento interior y exterior obtenido por inmersión en un baño caliente de cinc, con un recubrimiento no inferior a 400 g/m<sup>2</sup>, de acuerdo a las siguientes normas UNE:

- 37.501 (71). Galvanización en caliente. Características. Métodos de ensayo.
- 37.505 (75). Tubos de acero galvanizados en caliente. Características. Métodos de ensayo.

En ningún caso se permitirá la unión por soldadura de la tubería galvanizada.

Aplicaciones: agua para usos sanitarios, fría y caliente hasta 55 grados, condensado de baterías, agua de condensación, aguas residuales de temperatura superior a 40 °C e inferior a 60 °C, aguas pluviales.

## Cobre

Las características de los tubos responderán a las siguientes normas UNE:

- 37.131 (83). Cobre y aleaciones de cobre. Tubos redondos estirados en frío, sin soldadura, para condensadores, evaporadores y cambiadores de calor. Medidas, tolerancias, características mecánicas y condiciones técnicas de suministro.
- 37.141 (84). Cobre. Tubos redondos de precisión, estirados en frío, sin soldadura, para su empleo en manguitos soldados por capilaridad. Medidas, tolerancias, características mecánicas y condiciones técnicas de suministro.
- 37.153 (86). Cobre. Tubos redondos, estirados en frío, sin soldadura, para refrigeración y aire acondicionado. Medidas, tolerancias, características mecánicas y condiciones técnicas de suministro.

Los manguitos de unión, tanto por capilaridad como por presión, responderán a los requisitos marcados en la recomendación ISO 335 E o en la norma inglesa BS 864.

El tubo de cobre recocido podrá usarse solamente hasta diámetros exteriores de 18 mm, cuando se requiera flexibilidad para curvas y el tubo esté empotrado en suelo o pared.

Aplicaciones: agua para usos sanitarios, fría y caliente, agua caliente, gasóleo, vacío, fluidos refrigerantes y aire comprimido.

## FUNDICIÓN

Las características de las tuberías responderán a lo exigido en las siguientes normas UNE:

- 19.020 (52). Tubos de fundición con bridas. Presión nominal 10.
- 19.031 (64). Acoplamiento de enchufe y cordón.
- 19.464 (58). Accesorios de fundición. Empalme de enchufe y brida (pieza E). Presión nominal 10.
- 19.465 (58). Accesorios de fundición. Empalme de brida y cordón (pieza F). Presión nominal 10.
- 19.471 (58). Accesorios de fundición. Codos con dos bridas (90°). Presión nominal 10.
- 19.472 (58). Accesorios de fundición. Tes de tres bridas iguales. Cruces de cuatro bridas iguales. Presión nominal 10.

Los tubos y piezas especiales llevarán, tanto exterior como interiormente, una protección contra la corrosión constituida por una pintura de tipo bituminoso bien adherida, de color negro.

Para canalizaciones de evacuación de aguas usadas, residuales y pluviales, así como para redes de ventilación, podrán utilizarse también tuberías de fundición que cumplan con la norma ISO 6594-1983, con junta de fleje de acero y guarnición de estanquidad de elastómero, apta para resistir presiones hasta 5 bar como mínimo.

Aplicaciones: aguas fecales, pluviales y mixtas, redes exteriores o interiores de agua para usos sanitarios.

### Materiales plásticos

Las tuberías de materiales plásticos podrán ser de policloruro de vinilo (PVC), polietileno (PE), acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS), polipropileno (PP), polibutileno (PB), etc.

Tuberías de PVC de presión su calidad será la definida por las siguientes normas UNE:

- 53.112 (81)-(1). Plásticos. Tubos y accesorios de PVC no plastificado para conducción de agua a presión. Características y métodos de ensayo.
- 53.112 (78)-(2). Plásticos. Accesorios inyectados de PVC no plastificado, para presión y unión por adhesivo o junta elástica, para abastecimiento de agua. Características y métodos de ensayo.
- 53.177 (78)-(1). Materiales plásticos. Accesorios de PVC no plastificado. Serie de presión y unión por adhesivo. Cotas de montaje.

Aplicaciones: agua fría para usos sanitarios, agua de condensación (hasta 45 °C).

Tuberías de PVC para evacuación responderán a la calidad exigida por las siguientes normas UNE:

- 53.114 (80)-(1). Plásticos. Tubos y accesorios inyectados de PVC no plastificado para unión con adhesivo y/o junta elástica, utilizados para evacuación de aguas pluviales y residuales. Medidas.

- 53.114 (87)-(2). Idem. Características y métodos de ensayo.

- 53.332 (81). Plásticos. Tubos y accesorios de PVC no plastificado para canalizaciones subterráneas, enterradas o no y empleadas para la evacuación y desagüe.

Características y métodos de ensayo.

Para tuberías de PVC serán válidas también las siguientes normas:

- 53.174 (85). Plásticos. Adhesivos para uniones encoladas en tubos y accesorios de PVC no plastificado utilizados en conducciones de agua con o sin presión. Características.

- 53.175 (85). Idem. Métodos de ensayo. Tuberías de PE (rígida y flexible) de alta, media y baja densidad.

La calidad será la definida por la siguiente norma UNE:

- 53.131 (82). Plásticos. Tubos de polietileno para conducciones de agua a presión. Medidas y características.

- 53.133 (82). Idem. Métodos de ensayos.

- 53.333 (80). Plásticos. Tubos de PE de media y alta densidad para redes subterráneas de distribución de combustibles gaseosos. Características y métodos de ensayo.

- 53.381 (85). Tubos de PE reticulado (PE-R) para la conducción de agua a presión fría y caliente. Características y métodos de ensayo.

- 53.404 (87). Plásticos. Tubos y accesorios de PE de alta densidad (HDPE).

Resistencia química a fluidos.

- 53.405 (86). Plásticos. Uniones de tubos de PE con accesorios mecánicos para conducción de fluidos a presión. Determinación de la estanquidad a la presión interna.

- 53.406 (86). Idem a la presión externa.

- 53.407 (86). Idem a la presión interna al estar sometidas a curvatura.

Aplicaciones: agua fría para usos sanitarios, riego, aguas hasta 45°C, combustibles gaseosos.

### Tuberías de PP

Los tubos de polipropileno responderán a las características marcadas en la siguiente norma UNE:

- 53.380 (86). Tubos de PP copolímero para conducción de fluidos a presión y temperatura.

Características y métodos de ensayo.

Aplicaciones: agua para usos sanitarios.

### Tuberías de PB

Los tubos de polibutileno responderán a las características marcadas en la siguiente norma UNE:

- 53.415 (86). Tubos de PB para conducción de agua a presión fría y caliente.

Características y métodos de ensayo.

Aplicaciones: agua para usos sanitarios.

### Tuberías de ABS

La calidad se define en las normas ASTM D-1788, D-2239, D-2661, D-2750, D-2751, D-2680, D-2282, CS218, 254, 255 y 270 (uniones por soldadura con adhesivo para la clase 40 y por soldadura o roscadas para la clase 80).

Aplicaciones: aguas fecales, pluviales y mixtas.

Los accesorios de acoplamiento de todos los tipos de tuberías podrán ser de tipo roscado, embridado, por electrofusión (sólo PE) o por soldadura con embocadura o a tope, con adhesivos adecuados (excepto PE), según recomendaciones del fabricante. Pueden también utilizarse uniones con accesorios de compresión, como Gibault y otros.

Las uniones de tuberías verticales para evacuación podrán hacerse también alojando un tubo en la copa del otro y sellando con una junta tórica. Esta unión, que compensa la dilatación de la tubería, no es admisible para tubería horizontal. El líquido limpiador y el adhesivo serán suministrados por el propio fabricante de la tubería.

## 3.4. INSTALACIÓN

Antes del montaje, deberá comprobarse que la tubería no está rota, doblada, aplastada, oxidada o de cualquier manera dañada.

Las tuberías serán instaladas de forma ordenada, utilizando, siempre que sea posible, tres ejes perpendiculares entre sí y paralelos a los elementos estructurales del edificio, salvo las pendientes que deban darse a las tuberías.

Las tuberías se instalarán lo más próximo posible a los paramentos, dejando únicamente el espacio suficiente para manipular el aislamiento térmico, si existe, y válvulas, purgadores, etc.

La distancia mínima entre tuberías y elementos estructurales u otras tuberías será de 5 cm.

Las tuberías, cualquiera que sea el fluido que transportan, correrán siempre por debajo de las canalizaciones eléctricas.

Según el tipo de tubería empleada y la función que ésta debe cumplir, las uniones podrán realizarse por soldadura, eléctrica u oxiacetilénica, encolado, rosca, brida o por juntas de compresión o mecánicas. Los extremos de la tubería se prepararán en la forma adecuada al tipo de unión que se debe realizar.

Antes de efectuar una unión, se repasarán y limpiarán los extremos de las tuberías para eliminar las rebabas que pudieran haberse formado al cortar o aterrar los tubos, así como cualquier otra impureza que pueda haberse depositado, en el interior y al exterior, utilizando eventualmente productos recomendados por el fabricante. Particular cuidado deberá prestarse a la limpieza de las superficies de las tuberías de cobre y de materiales plásticos de la cual dependerá la estanquidad de la unión.

Las tuberías se instalarán siempre con el menor número posible de uniones. No se permitirá el aprovechamiento de recortes de tuberías en tramos rectos.

Las uniones entre tubos de acero y cobre se harán por medio de juntas dieléctricas. El sentido de flujo del agua deberá ser siempre del acero al cobre.

#### Tuberías de circuitos cerrados y abiertos

- Conexiones

Las conexiones de equipos y aparatos a redes de tuberías se harán siempre de forma que la tubería no transmita ningún esfuerzo mecánico al equipo, debido al peso propio, ni el equipo a la tubería, debido a vibraciones.

Las conexiones a equipos y aparatos deben ser fácilmente desmontables por medio de acoplamiento por bridas o roscadas, a fin de facilitar el acceso al equipo en caso de sustitución o reparación. Los elementos accesorios del equipo, como válvulas de interceptación, válvulas de regulación, instrumentos de medida y control, manguitos amortiguadores de vibraciones, etc, deberán instalarse antes de la parte desmontable de la unión hacia la red de distribución.

Las conexiones de tuberías a equipos o aparatos se harán por bridas para diámetros iguales o superiores a DN 65. Se admite la unión por rosca para diámetros inferiores o iguales a DN 50.

- Uniones

En las uniones roscadas se interpondrá el material necesario para la obtención de una perfecta y duradera estanquidad.

Cuando las uniones se hagan por bridas, se interpondrá entre ellas una junta de estanquidad, que será de amianto para tuberías que transporten fluidos a temperaturas superiores a 80 grados.

Al realizar la unión de dos tuberías, directamente o a través de una válvula, dilatador, etc, éstas no deberán forzarse para llevarlas al punto de acoplamiento, sino que deberán haberse cortado y colocado con la debida exactitud.

No se podrán realizar uniones en el interior de los manguitos pasamuros, en el cruce de muros, forjados, etc.

El cintrado de las tuberías, en frío o caliente, es recomendable por ser más económico, fácil de instalar, reducir el número de uniones y disminuir las pérdidas por fricción. Las curvas pueden hacerse corrugadas para conferir mayor flexibilidad.

Cuando una curva haya sido efectuada por cintrado, no se presentarán deformaciones de ningún género, ni reducción de la sección transversal. Las curvas que se realicen por cintrado de los tubos se harán en frío hasta DN 50 y en caliente para diámetros superiores, o bien utilizando piezas especiales.

El radio de curvatura será lo más grande posible, dependiendo del espacio disponible. El uso de codos a 90° será permitido solamente cuando el espacio disponible no deje otra alternativa.

En los tubos de acero soldado el cintrado se hará de forma que la soldadura longitudinal quede siempre en correspondencia de la fibra neutra de la curva.

Las derivaciones se efectuarán siempre con el eje del ramal a 45° con respecto al eje de la tubería principal antes de la unión, salvo cuando el espacio disponible lo impida o cuando se necesite equilibrar el circuito.

En los cambios de sección en tuberías horizontales los manguitos de reducción serán excéntricos y los tubos se enrasarán por la generatriz superior para evitar formación de bolsas de aire.

Igualmente, en las uniones soldadas en tramos horizontales las generatrices superiores del tubo principal y del ramal estarán enrasadas.

No se permitirá la manipulación en caliente a pié de obra de tubos de PVC, salvo para la formación de abocardados.

El acoplamiento entre tuberías de materiales diferentes se hará por medio de bridas; si ambos materiales son metálicos, la junta será dieléctrica.

- Pendientes

La colocación de la red de distribución del fluido caloportador se hará siempre de manera que se evite la formación de bolsas de aire.

Los tramos horizontales tendrán una pendiente mínima del 0,2 % hacia el purgador más cercano (0,5% en caso de circulación natural); esta pendiente se mantendrá en frío y caliente.

Cuando, debido a las características de la obra, haya que reducir la pendiente, se utilizará el diámetro de la tubería inmediatamente superior.

La pendiente será ascendente hacia el purgador más cercano y/o hacia el vaso de expansión, cuando éste sea de tipo abierto, y preferiblemente en el sentido de circulación del fluido.

- Purgas

La eliminación de aire en los circuitos se obtendrá de forma distinta según el tipo de circuito.

En circuitos de tipo abierto, como los de distribución de agua (fría o caliente) para usos sanitarios o circuitos de torre de refrigeración, las tuberías tendrán una ligera pendiente, del orden del 0,2 %, hacia las "aperturas" del circuito (grifería y torre), de tal manera que el aire se vea favorecido en su tendencia a desplazarse hacia las partes superiores del circuito y, ayudado también por el movimiento del agua, venga eliminado automáticamente.

Sin embargo, en los circuitos cerrados se crean puntos altos debidos al trazado del circuito (finales de columnas y conexiones de unidades terminales) o a las pendientes mencionadas en el punto anterior.

En todos los puntos altos deberá colocarse un purgador que, de forma manual o automática, elimine el aire que allí se acumule.

Cuando se usen purgadores automáticos, éstos serán de tipo de flotador de DN 15, adecuados para la presión de ejercicio del sistema. Los purgadores deberán ser accesibles y, salvo cuando estén instalados sobre ciertas unidades terminales, la salida de la mezcla aire-agua deberá conducirse a un lugar visible. Sobre la línea de purga se instalará una válvula de esfera o de cilindro DN 15 (preferible al grifo macho).

En salas de máquinas los purgadores serán, preferiblemente, de tipo manual con válvulas de esfera o de cilindro como grifos de purga; su descarga deberá conducirse a un colector común, de tipo abierto, donde se situarán las válvulas de purga, en un lugar visible y accesible.

- Dilatación

Las dilataciones que sufren las tuberías al variar la temperatura del fluido deben compensarse a fin de evitar roturas en los puntos más débiles, que suelen ser las uniones entre tuberías y aparatos, donde suelen concentrarse los esfuerzos de dilatación y contracción.

En salas de máquinas se aprovecharán los frecuentes cambios de dirección, con curvas de largo radio para que la red de tuberías tenga la suficiente flexibilidad y pueda

soportar las variaciones de longitud.

Sin embargo, en los tendidos de tuberías de gran longitud, horizontales o verticales, habrá que compensar los movimientos de la tubería por medio de dilatadores axiales.

- Filtración

Todas las bombas y válvulas automáticas deberán protegerse, aguas arriba, por medio de la instalación de un filtro de malla o tela metálica.

Una vez terminada de modo satisfactorio la limpieza del circuito y después de algunos días de funcionamiento, los filtros que estén para protección de las bombas podrán ser retirados.

- Relación con otros servicios

Las tuberías, cualquiera que sea el fluido que transporten, siempre se instalarán por debajo de conducciones eléctricas que crucen o corran paralelamente.

Las distancias en línea recta entre la superficie exterior de la tubería, con su eventual aislamiento térmico, y la del cable debe ser al menos de 3 cm (véase ITC-BT-20):

Las tuberías no se instalarán nunca encima de equipos eléctricos, como cuadros o motores, salvo casos excepcionales que deberán ser llevados a conocimiento de la DO.

En ningún caso se permitirá la instalación de tuberías en huecos y salas de máquinas de ascensores o en centros de transformación.

Con respecto a tuberías de distribución de gases combustibles, la distancia mínima será de 3 cm.

Las tuberías no atravesarán chimeneas ni conductos de aire acondicionado o ventilación, no admitiéndose ninguna excepción.

- Golpe de ariete

Para prevenir los efectos de golpes de ariete provocados por la rápida apertura o cierre de elementos como válvulas de retención instaladas en impulsión de bombas y, en circuitos de agua sanitaria, de grifos, deben instalarse elementos amortiguadores en los puntos cercanos a las causas que los provocan.

Cabe recordar que los vasos de expansión, de tipo abierto o cerrado, con o sin membrana, y los depósitos hidro-neumáticos son, de por sí, amortiguadores de golpes de ariete.

En circuitos de agua para usos sanitarios, el dispositivo se colocará al final de las

columnas o de ramales importantes y estará constituido por un botellín de pocos centenares de cm<sup>3</sup> de capacidad, con aire en contacto directo con el agua. El colchón de aire del botellín se estará alimentando automáticamente por el aire disuelto en el agua.

Cuando en la red de agua sanitaria estén instaladas llaves de paso rápido o fluxores, el volumen del botellín deberá ser calculado.

En los circuitos en los que el golpe de ariete pueda ser provocado por válvulas de retención, deberá evitarse el uso de válvulas de clapetas y, en circuitos de diámetros superiores a 200 mm, deberán sustituirse las válvulas de retención por válvulas de mariposa motorizadas con acción todo-nada.

- Expansión

Los circuitos cerrados de agua estarán equipados del correspondiente dispositivo de expansión. El vaso de expansión será de tipo abierto o cerrado, según se indique en las Mediciones.

Si se adoptan vasos de expansión cerrados, el colchón elástico no podrá estar en contacto directo con el agua, si el gas de presurización es aire.

La situación relativa de generadores, bombas y vasos de expansión será la que se indica en el esquema hidráulico, con la conexión del vaso de expansión siempre en aspiración de las bombas primarias.

- Protecciones

Todos los elementos metálicos que no estén debidamente protegidos contra la oxidación por el fabricante, como tuberías, soportes y accesorios de acero negro, serán recubiertos por dos manos de pintura anti-oxidante a base de resinas sintéticas acrílicas multipigmentadas con minio de plomo, cromados de cinc y óxidos de hierro.

La primera mano se dará antes del montaje del elemento metálico, previa una cuidadosa limpieza y sucesivo secado de la superficie a proteger.

La segunda mano se dará con el elemento metálico colocado en el lugar definitivo de emplazamiento, usando una pintura de color netamente diferente de la primera.

Los circuitos de distribución de agua caliente para usos sanitarios se protegerán contra la corrosión por medio de ánodos de sacrificio de magnesio, cinc, aluminio o aleaciones de los tres metales.

Pueden utilizarse también equipos que suministren corriente de polarización, junto con un estabilizados de corriente y un ánodo auxiliar.

- Soportes

Para las tuberías de plástico, según el tipo de material empleado, las distancias máximas entre apoyos serán las que se indican:

- Tuberías de PVC a 20 °C (DN = diámetro exterior en mm; PN es la presión nominal de la tubería en bar; distancias en cm).
- Tuberías de PE hasta 45 °C (DN = diámetro exterior en mm; PE.50 polietileno de alta densidad; PE.32 polietileno de baja densidad); distancias en cm.

Las tuberías enterradas se colocarán sobre una cama de arena fina de al menos 10 cm de espesor.

Después de realizar la prueba de presión, se rellenará de arena hasta llegar 20 cm por encima de la generatriz superior de las tuberías.

En correspondencia de cambios de dirección, derivaciones, válvulas, etc, de tuberías enterradas deberán instalarse bloques de anclaje, salvo cuando el fabricante indique lo contrario.

Pruebas hidrostáticas

Todas las redes, de distribución de agua para usos sanitarios, de evacuación de aguas fecales y pluviales, de circulación de fluidos caloportadores, de agua contra incendios, etc, deben ser probadas hidrostáticamente antes de quedar ocultas por obras de albañilería, material de relleno o por el material aislante, a fin de probar su estanquidad.

Todas las pruebas serán efectuadas en presencia de persona delegada por la DO, que deberá dar su conformidad tanto al procedimiento seguido como a los resultados.

Las pruebas podrán hacerse, si así lo requiere la planificación de la obra, subdividiendo la red en partes.

Las pruebas requieren, inevitablemente, el taponamiento de los extremos de la red, cuando no estén instaladas las unidades terminales. Estos tapones deberán instalarse en el curso del montaje de la red, de tal manera que sirvan al mismo tiempo para evitar la entrada de suciedades.

Antes de la realización de las pruebas de estanquidad, la red se habrá limpiado, llenándola y vaciándola el número de veces que sea necesario, utilizando, eventualmente, productos detergentes (el uso de estos productos para la limpieza de tuberías está permitido solamente cuando la red no esté destinada a la distribución de agua para usos sanitarios).

### 3.5.ORGANIZACIÓN DE COMPROBACIÓN DE ESPECIFICACIONES

La DO comprobará, al momento de la recepción de los materiales en la obra, la conformidad de éstos con las normas nacionales o extranjeras arriba mencionadas. En caso de dudas sobre la calidad de los mismos, la DO podrá hacer efectuar pruebas en un laboratorio de su elección. Los gastos relativos correrían a cargo del Contratista.

Durante el curso del montaje, la DO ira comprobando paso a paso que el Contratista cumple con las buenas reglas del arte exigidas en este PCT (uniones, soportes, pendientes, etc).

Cuando se trate de grandes redes de distribución de fluidos caloportadores con presiones de ejercicio superiores a 10 bar, la DO podrá exigir, a expensas del Contratista, el examen radiográfico de algunas soldaduras, aparte del certificado de cualificación de la mano de obra empleada.

Por último, la DO presenciara, directamente o a través de persona delegada, todas las pruebas hidráulicas de estanquidad de las redes, comprobando el procedimiento seguido y los resultados obtenidos. La DO hará repetir todas las pruebas cuyos resultados no hayan sido satisfactorios, una vez eliminadas por parte del Contratista las causas que han provocado el fallo.

### *Condiciones y características técnicas de las válvulas*

Las válvulas se identifican por las siguientes características funcionales que, a su vez, dependen de las características físicas de las mismas:

- el caudal, que depende, a paridad de otras condiciones, de la superficie libre de paso.
- la pérdida de presión a obturador abierto, que depende, a paridad de otras condiciones, de la forma del paso del fluido.
- la hermeticidad de la válvula a obturador cerrado o presión diferencial máxima, que depende del tipo de cierre y de los materiales empleados.
- la presión máxima de servicio, que depende del material del cuerpo de válvula, las dimensiones y el espesor del material.
- el tipo y diámetro de las conexiones, por rosca, bridas o soldadura.

Los distintos tipos de válvulas se diferencian por la pérdida de presión a obturador abierto, a paridad de caudal y diámetro, y por la hermeticidad a obturador cerrado, a paridad de presión diferencial máxima.

La importancia de estas características depende de la función que debe ejercer la válvula en el circuito.

En cualquier caso, el acabado de las superficies de asiento y obturador debe asegurar la estanquidad al cierre de las válvulas para las condiciones de servicio especificadas. El volante y palanca deben ser de dimensiones suficientes para asegurar el cierre y la apertura de forma manual con la aplicación de una fuerza razonable, sin la ayuda de

medios auxiliares. Además, el órgano de mando no deberá interferir con el aislamiento térmico de la tubería y del cuerpo de válvula.

Las superficies del asiento y del obturador deben ser recambiables. La empaquetadura debe ser recambiable en servicio, con válvula abierta a tope, sin necesidad de desmontarla.

Las válvulas roscadas y las válvulas de mariposa serán de diseño tal que, cuando estén correctamente acopladas a las tuberías, no tengan lugar interferencias entre la tubería y el obturador.

En el cuerpo de las válvulas irán troquelados la presión nominal PN, expresada en bar (o  $\text{kg/cm}^2$ ), y el diámetro nominal DN, expresado en mm (o pulgadas), por lo menos cuando el diámetro sea igual o superior a 25 mm.

#### - Conexiones

Salvo cuando se indique diversamente en el PC Particulares o en las Mediciones, las conexiones de las válvulas serán del tipo que se indica a continuación; según el DN de las mismas:

- hasta un DN 20 incluido, roscadas hembras.
- de DN 25 a DN 65 incluidos, roscadas hembras o por bridas.
- DN 80 en adelante por bridas.

En cuanto a las conexiones de las válvulas de seguridad, deberán seguirse las siguientes instrucciones:

- el tubo de conexión entre el equipo protegido y la válvula de seguridad no podrá tener una longitud superior a 10 veces el DN de la misma.
- la tubería de descarga deberá ser conducida en un lugar visible de la sala de máquinas.
- la tubería de descarga deberá dimensionarse para poder evacuar el caudal total de descarga de la válvula sin crear una contrapresión apreciable.

Antes de efectuar el montaje de una válvula, en particular cuando ésta sea de seguridad, deberá efectuarse una cuidadosa limpieza de las conexiones y, sobre todo, del interior del orificio.

#### Aplicaciones

Las válvulas se elegirán, en general, considerando las condiciones extremas de ejercicio, presión y temperatura, y la función que deben desempeñar en el circuito.

Concretando este aspecto, la elección del tipo de válvula deberá hacerse siguiendo, en orden de preferencia, estos criterios:

- para aislamiento: de esfera, mariposa, asiento, pistón y compuerta.
- para equilibrado de circuitos: de asiento, de aguja o punzón, de macho.
- para vaciado: cilíndricas, de esfera, de macho.
- para llenado: de esfera, de asiento.
- para purga de aire. válvulas automáticas o válvulas manuales de cilindro o esfera.
- para seguridad: válvulas de resorte.
- para retención: de disco, de doble compuerta, de asiento.

Se hará un uso limitado de las válvulas para el equilibrado de los circuitos, debiéndose concebir, en la fase de diseño, un circuito de por sí equilibrado.

Salvo expresa autorización del DO, se evitarán las aplicaciones que se describen a continuación:

- válvulas de compuerta de simple cuña para el aislamiento de tramos del circuito en los que la presión diferencial sea superior a 1 bar.
- válvulas de asiento para la interceptación en circuitos con agua en circulación forzada.
- válvulas de compuerta para llenado y vaciado de la instalación.
- válvulas de seguridad del tipo de palanca y contra-peso, por la posibilidad de un desajuste accidental.
- grifos de macho sin prensa-estopas.
- válvulas de retención del tipo de clapeta, por lo menos para diámetros iguales o superiores a DN 25.
- válvulas de retención de cualquier tipo, cuando los diámetros sean superiores a 300 mm.

Para estos casos, podrán utilizarse las mismas válvulas de aislamiento, debidamente motorizadas y enclavadas con los contactores de las respectivas bombas, con un tiempo de actuación de 30 a 90 segundos, según el diámetro.

### Comprobaciones

La DO comprobará que las válvulas lleguen a obra con certificado de origen industrial y que sus características responden a los requisitos de estas especificaciones.

En particular, se centrará la atención sobre el tipo de obturación y el material empleado, así como el diámetro nominal y la presión máxima admitida por la válvula a la temperatura de ejercicio.

### *Condiciones y características técnicas de los aisladores de vibraciones*

La maquinaria en movimiento deberá ser aislada de la base sobre la que apoya y de las conducciones a ella conectadas, para evitar la transmisión de vibraciones y eliminar, al mismo tiempo, tensiones recíprocas entre la maquinaria y las conducciones.

Podrá evitarse la instalación de aisladores entre la maquinaria y la base solamente cuando ésta apoye directamente sobre el terreno.

### 3.6.MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN

#### Bancadas

##### -Bancada de hormigón

Una bancada de hormigón consiste en un marco rectangular de perfiles normalizados de acero en forma de U, soldados entre sí, de altura igual al 8 % de la distancia máxima entre puntos de apoyo, con un mínimo de 150 mm.

Soldadas al marco se dispondrán varillas de acero, a distancia de 200 mm en los dos sentidos.

La bancada estará dotada de ménsulas para el acoplamiento de los soportes elásticos, soldadas al marco de manera que la altura total de montaje sea la menor posible.

La bancada estará provista de manguitos para el alojamiento de los pernos de fijación del equipo, en forma de ranura de longitud suficiente para permitir ligeros ajustes de posición.

Las dimensiones de la bancada en planta serán por lo menos 100 mm superiores a la proyección en planta del polígono delimitado por la posición de los pernos de fijación. El marco de la bancada tendrá un acabado resistente a la corrosión. El hormigón de relleno se echará "in situ".

##### -Bancada de acero

Estará construida con perfiles normalizados de acero, soldados entre sí, de dimensiones y forma adecuadas al equipo que debe soportar, diseñada para proporcionar un marco rígido y libre de distorsiones.

La altura de la bancada deberá ser igual, por lo menos, al 8 % de la distancia máxima entre puntos de apoyo, con un mínimo de 150 mm.

La bancada estará equipada de ménsulas para el acoplamiento de los soportes

elásticos, soldadas a la base de manera que la altura total de montaje sea la menor posible, y provista de taladros en forma de ranura para el paso de los pernos de fijación del equipo.

La bancada tendrá un acabado resistente a la corrosión.

### Soportes elásticos

-De muelle de acero

Soporte elástico constituido, esencialmente, por un muelle de acero especial soldado a dos placas terminales.

El muelle tendrá las siguientes características:

- rigidez horizontal igual, al menos, a 1,3 veces la rigidez vertical.
- diámetro exterior igual, al menos, a 0,8 veces la altura en carga.
- capacidad de sobrecarga del 50 % antes de alcanzar la indeformabilidad.

La superficie inferior de la placa de apoyo estará recubierta por una almohadilla amortiguadora de neopreno nervado de al menos 6 mm de espesor o de fibra de vidrio de al menos 12 mm de espesor.

Cada aislador incluirá un perno de fijación, equipado de tuerca y arandelas.

Cuando el equipo a soportar esté sujeto a cargas externas o cuando su propio peso varíe (debido, p.e. a drenaje del contenido de agua), el soporte elástico tendrá un dispositivo para limitar la carrera vertical, constituido por una placa de acero fijada al muelle y guiada por medio de pernos aislados con fundas de neopreno.

El fabricante suministrará, para cada tamaño de soporte elástico, la máxima carga admisible (en kg) y la deflexión (en mm), así como las dimensiones en planta y sección.

-Almohadillas de neopreno

La almohadilla será de simple o doble cara, en este caso con la interposición de un refuerzo de malla de acero, con nervaduras alternativamente altas y bajas.

El neopreno será resistente a los aceites y capaz de soportar una carga permanente de al menos 40 N/cm<sup>2</sup> y de 20 N/cm<sup>2</sup> bajo impacto.

El fabricante suministrará la carga que pueda soportar la almohadilla (en kg o kg/cm<sup>2</sup>), la deflexión máxima, las dimensiones en planta y el espesor.

#### -Almohadilla de fibra de vidrio

Estará constituida por fibra de vidrio precomprimida, protegida por una membrana elastomérica impermeable a la humedad, que, al mismo tiempo, permita contener el movimiento del aire entre las fibras; la almohadilla actúa, de esta manera, como un amortiguador viscoso.

El fabricante indicará, para cada modelo, la carga máxima admisible (en kg o kg/cm<sup>2</sup>), deflexión estática, frecuencia natural, dimensiones en planta y espesor.

#### -Soportes colgantes

Los soportes elásticos para conducciones están constituidos por un marco metálico y un elemento amortiguador.

El elemento de amortiguación podrá ser un muelle de acero, una almohadilla de fibra de vidrio o neopreno o ambos.

Las características técnicas de los materiales serán las indicadas anteriormente.

El marco deberá resistir una sobrecarga igual a 5 veces la carga máxima del elemento elástico, sin romperse o deformarse, y permitir una desalineación del perno de hasta 15 grados sin que tenga lugar el contacto metal con metal.

#### Uniones anti-vibratorias

Son elementos constituidos por un cuerpo central de caucho con extremos de acero, de paso integral, que se acoplan a la tubería mediante bridas.

El diámetro del paso del aislador será igual al diámetro nominal de la tubería.

#### Uniones anti-vibratorias y de expansión

Cuando en el punto de colocación del aislador de vibraciones sea de temer la presencia de deformaciones térmicas, el aislador deberá estar en condiciones de absorberlas.

Las juntas de expansión que cumplen esta doble función están constituidas por un cuerpo de elastómero, que recubre un alma de tejido metálico de alta resistencia, y de dos bridas o manguitos roscados de acoplamiento.

#### Selección y montaje

Para la elección del número de soportes amortiguadores y su situación se seguirán las

instrucciones del fabricante del equipo.

La selección del soporte amortiguador dependerá de la frecuencia perturbadora de la máquina, el tipo y el peso de la misma y la rigidez del elemento estructural que soporta la máquina.

Las uniones anti-vibratorias no deberán hacerse trabajar a tracción o torsión, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. Para evitar estos esfuerzos, es necesario conducir los tramos de tubería conectados a la unión por medio de soportes deslizantes. Si la junta fuera del tipo de expansión, deberán instalarse, además, puntos fijos que limiten el recorrido de dilatación y contracción que absorbe la junta.

Deberá cuidarse que los tornillos de unión entre bridas y contrabridas tengan las cabezas por el lado de la junta, para no dañar el tejido.

La selección de la unión se hará en base al diámetro nominal de la tubería, la presión máxima de trabajo y las deformaciones máximas admisibles en compresión, tracción y desalineación.

Cuando una máquina esté montada sobre soportes elásticos, las conexiones eléctricas deberán efectuarse por medio de conducciones flexibles.

### Comprobaciones

La DO comprobará que todos los materiales lleguen a obra con certificado de origen industrial.

Se comprobará la correcta instalación de los elementos antes mencionados observando que se hayan cumplido las instrucciones de selección y montaje mencionados en el párrafo anterior.

En particular, se comprobará que no tenga lugar en ningún punto el contacto metal de equipo con metal del soporte.

### *Condiciones y características técnicas de los compensadores de dilatación*

Los compensadores de dilatación deben instalarse en los lugares indicados en los planos y, en su defecto, donde se requiera, según la experiencia del Contratista.

Los dilatadores deberán siempre situarse entre dos anclajes de fijación y deberán ser calculados de tal manera que puedan absorber la dilatación debida a la máxima variación de temperatura previsible. El esfuerzo que, provocado por la reacción de los anclajes, se genere en las fibras del material de la tubería no podrá ser superior a 80 N/m<sup>2</sup>.

Los soportes incluidos entre los puntos fijos deberán permitir el libre movimiento de

la tubería, bien porque ésta pueda correr sobre el soporte por medio de un patín, bien por la flexibilidad del mismo soporte.

Si el dilatador es apto para absorber solamente esfuerzos en sentido axial, a los dos lados del mismo deberán situarse soportes que guíen la tubería a moverse exclusivamente en el sentido antes mencionado.

Los compensadores de dilatación podrán ser del tipo de lira, o de fuelle, guiado o no, con o sin movimientos angulares, según se indica en los Planos o en las Mediciones.

Un compensador de dilatación se identifica por las siguientes características:

- tipo y modelo.
- diámetro nominal (igual al de la tubería).
- presión de servicio.
- movimientos de extensión, compresión y total.
- dimensiones físicas (longitud total y diámetro exterior).
- tipo de conexiones (manguito para soldar o bridas).
- accesorios, como tubo interior y tubo exterior de protección.

Los compensadores de dilatación deberán recubrirse con el mismo espesor de aislamiento que la tubería en la que están instalados; de ninguna manera el aislamiento podrá impedir el movimiento del dilatador.

### Materiales

Los compensadores en forma de lira, Z o L estarán contruidos con el mismo material que la tubería (acero, cobre, etc).

El elemento base de los compensadores de fuelle es la membrana de pared múltiple, construida en acero inoxidable 18/8, al igual que el tubo liso interior.

El tubo exterior, si existe, será de acero al carbono.

Las conexiones pueden ser como manguitos para soldar a la tubería, con bridas montadas por cuellos rebordeados o con bridas soldadas. Para diámetros nominales hasta 50 mm la unión será por manguitos; para diámetros superiores la unión se hará por bridas de acero.

### Montaje

Los compensadores de dilatación de fuelle deben montarse con un pretensado previo si están al servicio de redes recorridas por un fluido caliente.

En algunos tipos de dilatadores la membrana se encuentra pretensada de fábrica y para poner el compensador en condiciones de trabajar habrá que soltar el anillo de

retención. De lo contrario, habrá que proceder a un pretensado en obra, que deberá efectuarse bajo la supervisión del responsable del Contratista, previo cálculo y siguiendo las instrucciones del fabricante.

Los compensadores de dilatación se montarán entre dos puntos de anclajes, o puntos fijos. De un lado y otro del compensador, si éste no admite más que movimientos axiales, deberán instalarse soportes de guiado, uno de los cuales podrá eliminarse si, como es recomendable en la mayoría de los casos, el dilatador se sitúa cerca de un punto fijo.

Los compensadores en forma de lira o Z se instalarán en el mismo plano que las tuberías que unen.

### Comprobaciones

La DO comprobará que el material llegue a obra con certificado de origen industrial.

A la recepción del material en obra, se comprobará que éste responde a las características indicadas en Planos y Mediciones, en cuanto se refiere a diámetro nominal, materiales de constitución y recorrido de dilatación.

Una vez montados, se comprobará que cada compensador está situado entre dos puntos fijos y, si es de tipo axial, está colocado entre soportes guías.

### *Condiciones y características técnicas de las bombas*

Las especificaciones de este capítulo se refieren exclusivamente a bombas centrífugas, diseñadas y construidas para la circulación de agua sin sustancias abrasivas en suspensión.

Las bombas se caracterizan por las condiciones de funcionamiento, de las cuales dependerán el tipo y los materiales constructivos.

Las condiciones de funcionamiento de una bomba, que el Contratista deberá suministrar, son las siguientes:

- tipo de fluido.
- temperatura del fluido (°C).
- presión de trabajo (bar o kg/cm<sup>2</sup>).
- caudal volumétrico (l/s, l/h o m<sup>3</sup>/h).
- altura de impulsión o manométrica (kPa o m.c.a)
- diámetro del rodete (mm).
- valor del NPSH (kPa o m.c.a).
- velocidad de rotación (rpm).
- potencia absorbida (kW).
- potencia del motor (kW).
- tipo de motor (eléctrico asíncrono o diesel).

- características de la acometida eléctrica (número de fases, tensión y frecuencia).
- clase de protección del motor.
- clase de aislamiento del estator (B o F).
- acoplamientos hidráulicos.
- DN aspiración en mm.
- DN impulsión en mm.
- marca.
- tipo y modelo.

### Aplicaciones

Los distintos tipos de bombas se aplicarán siguiendo los criterios que se indican a continuación:

Bombas en línea de rotor húmedo.

- recirculación de ACS con temperatura de 20 °C hasta 60 °C.
- sistema de calefacción de pequeña potencia y temperatura hasta 90 °C, con o sin variación de velocidad.

Bombas en línea de rotor seco.

- sistema de agua caliente y refrigerada de potencias mediana y pequeña (temperatura máxima de 90 °C).
- sub-sistemas de agua caliente y refrigerada (bombas secundarias) de potencias medianas y pequeñas.

Bombas de bancada tipo monobloc.

- sistemas o sub-sistemas de agua caliente hasta 100 °C y refrigerada, de presiones medianas.

Bombas de bancada de simple aspiración, de una o dos etapas.

- para sistemas de distribución de agua caliente y refrigerada, para caudales medios elevados y presiones medias.
- instalaciones de abastecimiento de agua.
- instalaciones de riego.

Bomba de bancada de doble aspiración.

- aplicaciones como la bomba de simple aspiración, pero con caudales más elevados; motores de 4, 6 u 8 polos.
- instalaciones contra-incendios.

Bombas de etapas múltiples, horizontales o verticales.

- sistemas de alta presión, con motores de 2 o 4 polos, como: instalaciones de elevación de agua, alimentación de calderas de vapor, instalaciones de riego, bomba de presurización de sistemas contra-incendios, etc.

### Instalación

Las bombas en línea se instalarán con el eje de rotación horizontal y con espacio suficiente para que el conjunto motorodete pueda ser fácilmente desmontado.

El acoplamiento de una bomba en línea con la tubería podrá ser de tipo roscado hasta el diámetro DN 32.

Las tuberías conectadas a las bombas en línea se soportarán en correspondencia de las inmediaciones de las bombas.

El diámetro de las tuberías de acoplamiento no podrá ser nunca inferior al diámetro de la boca de aspiración de la bomba.

La conexión de las tuberías a las bombas no podrá provocar esfuerzos recíprocos de torsión o flexión. La conexión con las bombas de bancada se hará de manera que el peso de la tubería no se descargue sobre las bridas de acoplamiento.

Las bombas de potencia de accionamiento superior a 750 W se conectarán a las tuberías por medio de manguitos antivibratorios. Entre la base de las bombas de bancada y la bancada de obra se instalarán soportes aisladores de vibraciones, de características adecuadas al peso que deben soportar y a la velocidad de rotación de la máquina.

La bancada de obra deberá elevarse sobre el suelo terminado de la sala de máquinas por lo menos 200 mm, salvo indicaciones contrarias reflejadas en detalles de los Planos. El Contratista será responsable de que la bancada se realice según detalles y en la posición establecida.

Todas las uniones elásticas entre bombas y motores deberán ir protegidas contra contactos accidentales.

Las válvulas de retención se situarán en la tubería de impulsión de la bomba, entre la boca y el manguito antivibratorio, en cualquier caso, aguas abajo de la válvula de interceptación.

La conexión eléctrica para bombas de potencia inferior a 200 W será monofásica. Todas las conexiones entre la caja de bornes del motor y la caja de derivación de la

red de alimentación deberán hacerse por medio de un tubo flexible de al menos 50 cm de longitud.

La falta de alineación entre el árbol de la bomba y el del motor de grupos con acoplamientos elásticos puede provocar averías durante el funcionamiento. La desalineación puede ser angular, cuando los ejes de los dos árboles son concéntricos pero no paralelos, o, viceversa, de paralelismo.

La alineación entre ejes de bomba y motor acoplados elásticamente deberá comprobarse en obra, por lo menos para potencias iguales o superiores a 15 kW, y, en cualquier caso, cuando se cambie un motor o se desmonte el acoplamiento. No se tolerarán desajustes de alineación superiores a 0,05 mm.

Durante el replanteo en obra de la situación de las bancadas de bombas, se cuidará que la distancia entre ejes de bombas situadas paralelamente sea suficiente para poder acceder fácilmente a todos los órganos de maniobra e instrumentos de medida y para las operaciones de mantenimiento, incluso las de carácter excepcional. En cualquier caso, dicha distancia, que depende del tamaño de la bomba, no podrá ser nunca inferior a 60 cm.

#### Placa de identificación

Todas las bombas deberán llevar una placa de características de funcionamiento de la bomba, además de la placa del motor.

La placa estará marcada de forma indeleble y situada en lugar fácilmente accesible sobre la carcasa o el motor, si la bomba es del tipo en línea o compacta.

En la placa de bomba deberán indicarse, por lo menos, el caudal y la altura manométrica para las cuales ha sido elegida.

#### Comprobaciones

Cuando el equipo llegue a obra con un certificado acreditativo de las características de los materiales y de funcionamiento, emitido por algún organismo oficial, su recepción se realizará comprobando, únicamente, sus características aparentes y la correspondencia de lo indicado en la placa con lo exigido por el proyecto.

Sin embargo, en caso de dudas sobre el correcto funcionamiento de una bomba, la DO tendrá derecho a exigir una prueba en obra, con gastos a cargo del Contratista, efectuada de acuerdo a la normativa vigente.

En cualquier caso, la DO comprobará también todas y cada una de las prescripciones de instalación indicadas.

### 3.7.EQUIPOS

#### *Extinción de Incendios*

##### Tomas de fachada

En instalaciones de columna seca se dispondrá de una toma de alimentación en fachada por cada columna, situada en lugar fácilmente accesible por el tanque de bomberos y preferentemente junto a los accesos del edificio, empotrada en paramentos verticales con el centro de sus bocas a 90 cm del suelo. Las dimensiones de la hornacina serán de 60x45x30 cm (anchura x altura x profundidad).

La toma de alimentación tendrá una llave de purga de DN 25 para el vaciado de la columna una vez utilizada.

Cada toma estará compuesta por una conexión siamesa, con cuerpo de fundición o aleación de aluminio o bronce, dotada de válvulas de esfera de acero inoxidable, aluminio o bronce, accionadas mediante palanca de 1/4 de vuelta. Llevará roscado en sus salidas racores tipo "Barcelona" provistos de tapa (rosca y macho) y cadenilla, según Real Decreto 824/1982. Estará preparada para ser roscada a tubo (rosca gas hembra). Presión máxima de ejercicio 20 bar; diámetros de la conexión a tubo DN 80 y a las mangueras DN 70.

La hornacina se cerrará mediante un cerco metálico de perfil en L de 30x3 mm provisto de dos patillas de anclaje en cada lateral, hoja de tubo cuadrado soldado de 25x1 mm y chapa de acero de 0,5 mm de espesor con inscripción indeleble en rojo **USO EXCLUSIVO BOMBEROS** sobre fondo blanco. La tapa irá unida al cerco mediante dos bisagras soldadas. Llevará cierre de simple resbalón con llave de cuadradillo de 8 mm. Dimensiones 65x45 cm.

##### Bocas de columna seca

Se utilizarán para el acoplamiento de las mangueras de los bomberos a la columna seca. Irán empotradas en paramento vertical con el centro de sus bocas a 90 cm del suelo, en hornacina de 60x35x30 cm (anchura x altura x profundidad).

La constitución de cada boca es igual a la descrita en el apartado anterior, siendo el diámetro de la conexión a tubo de DN 65 y a las mangueras de DN 45. Cuando así se indique en las Mediciones, puede estar dotada de válvula de esfera DN 80 (que quedará en posición normalmente abierta) para cortar el paso del agua a las plantas superiores.

Cerco metálico como el descrito anteriormente, de 65x40 cm, con frente cromado y cristal con inscripción **USO EXCLUSIVO BOMBEROS**.

La instalación de columna seca se efectuará con tubería de acero galvanizado DN 80 y se someterá a una presión de prueba de 20 bar durante dos horas, sin que aparezcan fugas en ningún punto de la instalación.

### Hidrantes

Utilizados para tener tomas de agua contra incendios estando conectado a la red de abastecimiento.

Se dispondrán hidrantes en los lugares indicados en los planos y de acuerdo a las exigencias del DBSI y Reglamento de Seguridad contra incendios en los Establecimientos Industriales.

Los hidrantes exteriores se distinguen por sus dimensiones (diámetro de columna y salidas y número de salidas), construcción (columna mojada o seca) e implantación (enterrados o de superficie).

### Hidrantes enterrados

Cada hidrante estará constituido por una válvula de corte de esfera DN 100 PN 16, manguito y codo de tubo de acero estirado DN 100 y racor de rosca DN 100 con tapa y cadena.

La arqueta tendrá las dimensiones de 1,00x0,80 m en planta, con una profundidad de 0,70 m, provistas de tapa de 1,10x0,90 m según NTE-IPF.

### Hidrantes de superficie

Cada hidrante estará constituido por una columna de fundición, DN 100 ó 150 (columna seca) o de acero estirado sin soldadura (columna mojada) DN 80, 100 o 150, con brida de acoplamiento a la red PN 16 dispuesta vertical u horizontalmente, con dos salidas de DN 45 ó DN 70 provistas de racores tipo "Barcelona" con tapa y cadenilla y, eventualmente, de otra salida DN 100.

En las instalaciones en las que no existe riesgo de helada, los hidrantes serán del tipo denominado de columna mojada y las salidas llevarán válvulas de asiento. Sin embargo, cuando exista riesgo de helada, los hidrantes serán del tipo de columna seca y llevarán una válvula de asiento al pie del hidrante con eje de apertura y cierre prolongado hasta el extremo del cuerpo superior y un sistema de drenaje automático para vaciado de la columna después de su uso. En caso de rotura por golpe, la válvula del hidrante de columna seca quedará automáticamente cerrada.

La presión de trabajo será de 10 bar y la de prueba de 20 bar. La terminación exterior será con esmalte para intemperie de color rojo. La parte enterrada del hidrante de columna seca llevará una pintura anticorrosiva.

La tubería de acoplamiento terminará con una brida y estará recibida en un dado de hormigón. El hidrante sobresaldrá del nivel del terreno unos 600 mm aproximadamente.

### Bocas de incendio equipadas de 45mm

Los puestos de manguera se dispondrán en los lugares indicados en los planos, en paramentos verticales de zonas comunes del edificio. Se colocarán con el lado inferior de la caja a 120 cm del suelo.

Cada equipo de manguera estará compuesto de los siguientes elementos:

- válvula de ángulo roscada, de asiento o esfera, de DN 40 PN 16, en bronce o latón.
- manómetro con esfera graduada de 0 hasta la presión máxima que pueda alcanzarse en la red.
- racor tipo Barcelona de DN 45, con rosca gas macho DN 40.
- soporte de manguera de material metálico protegido contra la corrosión, con eje de giro horizontal, del tipo devanadera o plegadora, para conservar la manguera enrollada o doblada respectivamente.
- soporte con eje de giro vertical, provisto de elementos de fijación a paramento vertical.
- manguera de 40 mm de diámetro de tejido flexible y resistente, revestido interiormente de caucho sintético, capaz de resistir una presión de al menos 15 bar, de 15, 20 ó 30 m de longitud, según se indique en las Mediciones.
- un juego de racores tipo Barcelona para los extremos de la manguera, de 45 mm de diámetro, acoplados mediante ligaduras de alambre galvanizado.
- lanza y boquilla de latón de 12 mm de diámetro de salida, con posiciones de chorro, niebla y cierre, roscada a racor tipo Barcelona DN 45 para su acoplamiento a la manguera.
- juego de soportes de lanza en latón cromado.
- armario metálico de 800x600x250 mm provisto de vidrio estirado de 3 mm de espesor, con escotaduras triangulares en ángulos opuestos e inscripción indeleble en rojo ROMPASE EN CASO DE INCENDIO y con marco cromado.

Cuando la cabina vaya empotrada en el paramento, el armario será sustituido por el marco y el cristal; en este caso, el empotramiento se efectuará de acuerdo a las prescripciones de NTE-IPF.

La instalación de bocas de incendio equipadas se someterá a una prueba de estanquidad a la presión de 10 bar.

### Bocas de incendio equipadas de 25mm

El equipo estará dotado de una válvula de apertura automática o manual, según se indique en las Mediciones, y de una manguera semirígida de diámetro reducido que permita la disponibilidad de agua de forma inmediata, sin tener que desenrollar toda la manguera, a personas no entrenadas.

La apertura y cierre de la válvula tiene lugar simplemente por rotación de la devanadera.

El equipo estará constituido esencialmente por los siguientes elementos:

- válvula de apertura automática, con cuerpo en aleación fundida, de DN 25, provista de anillos de cierre hidráulico.
- devanadera de acero prensado protegida contra la corrosión y pintada en rojo, de unos 600 mm de diámetro y anchura variable según la longitud y el diámetro de la manguera, montada sobre cojinetes de nylon.
- manguera de material semirígido no autocolapsable de 25 mm de diámetro, de longitud de 15, 20, 25 o 30 m, según se indique en las Mediciones, con presión de servicio de 15 bar y carga mínima de rotura a tracción de 15.000 N.
- racor de conexión de 25 mm.
- lanza de agua con boquilla de tres posiciones (chorro, niebla y cierre) de material plástico resistente a los impactos.
- cabina o cerco metálico para instalación saliente o empotrada respectivamente.

La instalación de bocas de incendio equipadas se someterá a una prueba de estanquidad a la presión de 10 bar.

#### Sistema de rociadores

Los rociadores se definen por el diámetro de la conexión roscada, el diámetro del orificio, el tipo de elemento fusible (aleación o ampolla), la temperatura de funcionamiento y el modelo (general, colgante, montante, de pared, decorativo). Estos elementos se definirán en las mediciones.

El rociador será de bronce o de latón, con extremo roscado DN 10, 15 o 20 mm para su unión a una T de la conducción, directamente o a través de un manguito de prolongación. El rociador estará provisto de deflector para la difusión del chorro de agua.

Salvo indicaciones contrarias en las Mediciones, la temperatura de disparo será de 68 °C para rociadores de tipo de ampolla y entre 68 y 74 °C para los de tipo de aleación fusible.

Para distinguir los rociadores de diferentes temperaturas de funcionamiento se adoptará el código de colores indicado en CEPREVEN.

El equipo de alarma de cada grupo de rociadores de la instalación, situado en el lugar indicado en los Planos, estará compuesto por los siguientes elementos:

- válvula de alarma con cuerpo de fundición y mecanismo de bronce que permita el paso del agua hacia los rociadores y cámara retardadora cuando se produzca una

depresión debida al disparo de uno o más rociadores. El diámetro nominal de la válvula se indicará en los Planos y Mediciones y será con conexión por bridas. La válvula llevará incorporados dos manómetros, situados antes y después del mecanismo de funcionamiento.

- tubería de acero DN 15 con llave de paso de esfera para la unión con la cámara retardadora.
- tubería de acero DN 15 para prueba, con llave de interceptación de esfera, conectada a la tubería anterior.
- tubería de acero DN 25 para desagüe, con llave de paso de esfera.
- cámara retardadora de chapa de acero, con capacidad no menor de 8 litros.
- tubería de acero DN 15 de salida hacia timbre hidráulico, conectado a la cámara, con filtro provisto de tapón para vaciado y limpieza y presostato de alarma para el piloto en la central de señalización de rociadores.
- tubería de acero DN 15 de desagüe de la cámara, provista de válvula de retención que impida la entrada del agua procedente del desagüe de la válvula de alarma.
- timbre hidráulico con carcasa de fundición y mecanismo de funcionamiento por turbina de paletas de bronce, provisto de tubería de acero DN 15 para desagüe.

El equipo de alarma se fijará sólidamente a un paramento vertical, en un lugar que no sea de tránsito intenso. El timbre se instalará en un lugar que permita oír la señal de alarma en toda la zona afectada por el grupo de rociadores.

Las centrales de señalización de rociadores se situarán en el lugar indicado en los Planos y estará constituida por panel con esquema completo de la instalación, alojado en caja metálica pintada, y provista de:

- mandos para poner en servicio la central, cortar la tensión y probar los pilotos de señalización.
- una lámpara-piloto para cada uno de los equipos de alarma de rociadores.
- una lámpara-piloto por cada grupo motobomba.
- lámpara-piloto para la señalización del nivel mínimo de agua en el depósito.
- lámpara-piloto para la señalización permanente de central en servicio.
- bocina para la alarma acústica de funcionamiento de las válvulas.

La central de señalización se recibirá sólidamente a un paramento vertical y se conectará eléctricamente con todas las válvulas del sistema de rociadores.

Para cortinas de agua, se utilizarán rociadores de tipo abierto sin elemento fundente, para montar en posición colgante, construidos en bronce cromado, o para empotrar, con embellecedor.

El orificio de descarga será capaz de suministrar un caudal de agua de 0,9 l/s como mínimo.

### 3.8. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES. INSTALADORES AUTORIZADOS

#### Director de la obra

Durante la obra o una vez finalizada la misma, el Director de Obra podrá verificar que los trabajos realizados están de acuerdo con las especificaciones de este Pliego de Condiciones. Esta verificación se realizará por cuenta del Contratista.

Una vez finalizadas las instalaciones, el Contratista deberá solicitar la oportuna recepción global de la obra.

En la recepción de la instalación se incluirá la medición de las medidas correctoras adoptadas y las pruebas pertinentes.

El Director de Obra contestará por escrito al Contratista, comunicando su conformidad a la instalación o condicionando su recepción a la modificación de los detalles que estime susceptibles de mejora.

#### Responsabilidades del instalador

El instalador es responsable de ejecutar correctamente el montaje de la instalación, siguiendo siempre las directrices y normas del director de obra, no pudiendo sin su autorización variar trazados, cambiar materiales o introducir modificaciones al proyecto y especialmente a este pliego de condiciones.

El instalador se hace responsable del proyecto, debiendo con anterioridad a la adjudicación, conocerlo.

Manifestará expresamente que encuentra el proyecto correcto o no. En su defecto se entiende que el proyecto es conocido y ha sido debidamente estudiado y que lo encuentra completo, correcto y acorde a las normativas oficiales vigentes en toda su extensión.

En el caso de existir modificaciones en el nº de elementos a instalar, estas serán tenidas en cuenta, tanto en defecto como en exceso, basándose en los precios unitarios presentados en la oferta, para el cálculo del importe definitivo de la instalación.

Es responsable de efectuar la instalación cumpliendo fielmente la legislación vigente, especialmente el apartado de Seguridad e Higiene, así como la normativa relacionada con estas especificaciones.

Todos los permisos legales, administrativos o cualquier otra autorización, serán por cuenta del instalador, incluyendo solicitud, adquisición y coste.

Dentro de los trabajos, está incluida la entrega de los planos de la obra ejecutada en todos sus detalles, manuales de operación y mantenimiento de las instalaciones, introducción de todos los datos e informaciones en los equipos instalados hasta que estos sean totalmente operativos, que deberán estar en su totalidad en castellano, y un curso de adiestramiento al personal que disponga la Propiedad.

Será responsabilidad del instalador el ajuste y puesta en marcha de todas las instalaciones, tras haber realizado las pertinentes pruebas de recepción, y recibir el VºBº de la dirección de obra.

El instalador es responsable de las averías, accidentes, daños o pérdidas que sufra la propiedad por falta o defectos de planificación, mal montaje, falta de calidad, sustracciones o desapariciones de equipos, errores de ejecución en los trabajos de instalación o en la realización de las pruebas de funcionamiento a juicio de la Dirección Técnica de Obra.

El instalador es responsable de realizar la limpieza durante la ejecución de la obra de su material.

El instalador es responsable del fiel cumplimiento de estas especificaciones y del proyecto, hecho que expresará por escrito, entregando en la oferta un documento que lo recoja.

La interpretación del proyecto es competencia exclusiva de la Dirección de obra, por lo que cualquier duda que surja durante la ejecución del proyecto deberá ser inmediatamente puesta en conocimiento a la misma.

El instalador deberá cumplir tanto en los equipos suministrados, como el montaje de la instalación toda la normativa que afecte al cometido de sus trabajos, y en particular:

- Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales
- Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios y todas las normas UNE citadas en el mismo. Reglamentos de Aparatos a Presión.
- Reglamentos de Aparatos a Presión.
- Reglamento de Seguridad e Higiene en el trabajo.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Norma NEPA (cuando se indique).

Es competencia y responsabilidad del instalador el cumplimiento de la normativa vigente por la que se vea afectada, así como de la denuncia ante la Dirección de Obra de cualquier incompatibilidad con dicha normativa.

El Contratista deberá presentar la siguiente documentación:

- Certificado de Empresa Mantenedora Autorizada de Instalaciones de PCI.
- Certificado de Empresa Instaladora de PCI.

- Certificado de Empresa Recargadora de equipos de extinción.

No obstante, las empresas interesadas en participar deberán acreditar estar en posesión de la certificación ISO 9.001

### Pruebas reglamentarias

El Contratista pondrá a disposición todos los medios humanos y materiales necesarios para efectuar las pruebas parciales y finales de la instalación, efectuadas según se indicará a continuación para las pruebas finales y, para las pruebas parciales, en otros capítulos de este PCT.

Las pruebas parciales estarán precedidas de una comprobación de los materiales al momento de su recepción en obra.

Cuando el material o equipo llegue a obra con Certificado de Origen Industrial, que acredite el cumplimiento de la normativa en vigor, nacional o extranjera, su recepción se realizará comprobando, únicamente sus características aparentes.

Cuando el material o equipo esté instalado, se comprobará que el montaje cumple con las exigencias marcadas en la respectiva especificación (conexiones hidráulicas y eléctricas, fijación a la estructura del edificio, accesibilidad, accesorios de seguridad y funcionamiento, etc.).

Sucesivamente, cada material o equipo participará también de las pruebas parciales y totales del conjunto de la instalación (estanquidad, funcionamiento, puesta a tierra, aislamiento, ruidos y vibraciones, etc.).

### Pruebas finales

Una vez la instalación se encuentre totalmente terminada, de acuerdo con las especificaciones del proyecto, y que haya sido ajustada y equilibrada de acuerdo a lo indicado en las normas UNE, se deberán realizar las pruebas finales del conjunto de la instalación y según indicaciones de la DO cuando así se requiera.

### Recepción provisional

Una vez terminadas las obras y a los quince días siguientes a la petición del Contratista se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del representante del Contratista, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si este es el caso. Dicho Acta será firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el Pliego de Condiciones

Técnicas y en el Proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

Al momento de la Recepción Provisional, el Contratista deberá entregar a la DO la siguiente documentación:

- Una copia reproducible de los planos definitivos, debidamente puestos al día, comprendiendo como mínimo, el esquema de principio, el esquema de control y seguridad, el esquema eléctrico, los planos de sala de máquinas y los planos de plantas donde se deberá indicar el recorrido de las conducciones de distribución de los fluidos caloportadores y la situación de las unidades terminales.
- Una Memoria de la instalación, en la que se incluyen las bases de proyecto y los criterios adoptados para su desarrollo.
- Una relación de todos los materiales y equipos empleados, indicando fabricante, marca, modelo y características de funcionamiento.
- Un esquema de principio de impresión indeleble para su colocación en sala de máquinas, enmarcado bajo cristal.
- El Código de colores, en color, enmarcado bajo cristal.
- El Manual de Instrucciones.
- El certificado de la instalación presentado ante la Consejería de Industria y Energía de la Comunidad Autónoma.
- El Libro de Mantenimiento.
- Lista de repuestos recomendados y planos de despiece completo de cada unidad.

La DO entregará los mencionados documentos al Titular de la instalación, junto con las hojas recopilativas de los resultados de las pruebas parciales y finales y el Acta de Recepción, firmada por la DO y el Contratista.

En el caso de no hallarse la Obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al Contratista las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta y a cargo del Contratista. Si el Contratista no cumpliera estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

#### Periodos de garantía

El periodo de garantía será el señalado en el contrato y empezará a contar desde la fecha de aprobación del Acta de Recepción.

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista es responsable de la conservación de la Obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales.

Durante este periodo, el Contratista garantizará al Contratante contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la Obra.

### Recepción definitiva

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o en su defecto a los seis meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del Director de Obra y del representante del Contratista levantándose el Acta correspondiente, por duplicado (si las obras son conformes), que quedará firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista y ratificada por el Contratante y el Contratista.

### Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad

Los cuidados para uso, mantenimiento y seguridad, estarán a cargo de la Compañía mantenedora de la instalación, de conformidad con sus criterios y de acuerdo con la legislación existente al respecto.

### Documentación de puesta en marcha de las instalaciones

Al finalizar la ejecución, se entregará en la Delegación del Ministerio de Industria correspondiente el Certificado de Fin de Obra firmado por un técnico competente y visado por el Colegio profesional correspondiente, acompañado del certificado de la empresa instaladora, en el que se ponga de manifiesto la sujeción de las instalaciones al proyecto y al cumplimiento de las condiciones técnicas y prescripciones reglamentarias que correspondan, con objeto de registrar la referida instalación.

La dirección de la ejecución de los trabajos de instalación será llevada a cabo por un técnico competente, que deberá cumplimentar el Libro de Órdenes y Asistencia, en el que reseñará las incidencias, órdenes y asistencias que se produzcan en el desarrollo de la obra.

### Revisiones e inspecciones periódicas

Aparte de la realización de las operaciones de mantenimiento previstas en el Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios, los titulares de los establecimientos industriales a los que sea de aplicación el presente Reglamento deberán solicitar, a un Organismo de Control facultado para la aplicación de este Reglamento, la inspección de sus instalaciones.

### Periodicidad

1. La periodicidad con que se realizarán dichas inspecciones no será superior a:
  - Cinco años, para los establecimientos de riesgo intrínseco bajo.
  - Tres años, para los establecimientos de riesgo intrínseco medio.
  - Dos años, para los de riesgo intrínseco alto.

Evaluando el riesgo intrínseco del establecimiento industrial conforme al proyecto objeto de este pliego de condiciones.

De dichas inspecciones se levantará un acta, firmada por el técnico del organismo de control que ha procedido a la misma, y por el titular o técnico del establecimiento industrial, quienes conservarán una copia de la misma.

### Programas especiales de inspección

1. El Órgano Directivo competente en materia de Seguridad Industrial del Ministerio de Ciencia y Tecnología podrá promover, previa consulta con el Consejo de Coordinación para la seguridad industrial, programas especiales de inspección para aquellos sectores industriales o industrias en que estime necesario contrastar el grado de aplicación y cumplimiento del presente Reglamento.
2. . Estas inspecciones serán realizadas por los Órganos competentes de las Comunidades Autónomas o, si éstas así lo establecieran, por Organismos de Control facultados para la aplicación de este Reglamento

### Medidas correctoras

1. Si como resultado de las inspecciones a que se refieren los artículos 6 y 8, se observasen deficiencias en el cumplimiento de las prescripciones reglamentarias, deberá señalarse el plazo para la ejecución de las medidas correctoras de dichas deficiencias; si de ellas se derivase un riesgo grave e inminente, el organismo de control deberá comunicarlas al Órgano competente de la Comunidad Autónoma para su conocimiento y efectos oportunos.

2. En todo establecimiento industrial habrá constancia documental del cumplimiento de los programas de mantenimiento preventivo de los medios de protección contra incendios existentes, realizados de acuerdo con lo establecido en el apéndice 2 del Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios, de las deficiencias observadas en el cumplimiento del mismo, así como de las inspecciones realizadas en cumplimiento de lo dispuesto en este Reglamento.

### **3.9. MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES POR MANTENEDORES AUTORIZADOS**

Conforme al ANEXO II, del Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, R.D. 513/2017 de 22 de Mayo (B.O.E. de 12 de Junio de 2017).

## Comunicación de incendios

El titular del establecimiento comunicará, en el plazo máximo de 15 días, cualquier incendio que se produzca en el que concurra, al menos, una de las siguientes circunstancias:

- Que se produzcan daños personales que requieran atención médica externa.
- Que ocasione una paralización total de la actividad industrial.
- Que se ocasione una paralización parcial superior a 14 días de la actividad industrial.
- Que resulten daños materiales superiores a 30.000 euros.

## 4. PRESUPUESTO

### **PROYECTO: DISEÑO Y CALCULO INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS NAVE DE FUNDICIÓN DE ALUDIUM (ALICANTE)**

#### **MATERIALES:**

CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO UD.	IMPORTE TOTAL (€)
1 central de extinción RP1r Supra	3	1.03,95€	311,85€
Detectores de aspiración Vesda en cuadros	3	2.848,3€	8.544,9€
Pulsador de paro	3	7,65€	22,95€
Pulsador manual de alarma de incendio FA22	3	12,66€	37,98€
Sirena electrónica SIR24B	3	26,35€	79,05€
Fuente de alimentación	3	644,77€	1.934,31€
1 cilindro CO <sub>2</sub> con 50kg con pesaje y odorizante	3	1.490€	4470€
Red de difusores	3	101,54€	304,63€
Extintor portátil de polvo químico ABC polivalente, de eficacia mínima 21A-144B-C, con 6-9 kg	11	23,26€	255,86€
Extintor portátil de nieve carbónica CO <sub>2</sub> , de eficacia 89B, con 5 kg	2	55,86€	111,72€
Luminaria de emergencia legrand 110 lúmenes	16	22,1 €	354,24€
Instalación eléctrica	1	600€	600€
Tubería de acero galvanizado DN-40	33,52m	11,1€/m	372,072€
Codo roscado 90° DN-40	6	3,65€	21,9€
Válvula de esfera DN-40	2	45,31€	90,62€
Señal extintor de incendios	13	1,60€	20,8€
Señal pulsador manual de alarma	3	2,13€	6,39€
Señal salida de emergencia	3	2,99€	8,97€
Extractor de aire de tubo de 300mm para ventilación industrial 2.550 rpm	4	96,3 €	385,2 €

**MANO DE OBRA:**

CONCEPTO	Nº DIAS	PRECIO/DÍA	IMPORTE TOTAL (€)
Electricista	3	320€	960€
Ayudante electricista	3	106,67€	320€
Fontanero	4	150€	600€
Ayudante del fontanero	4	100€	400€

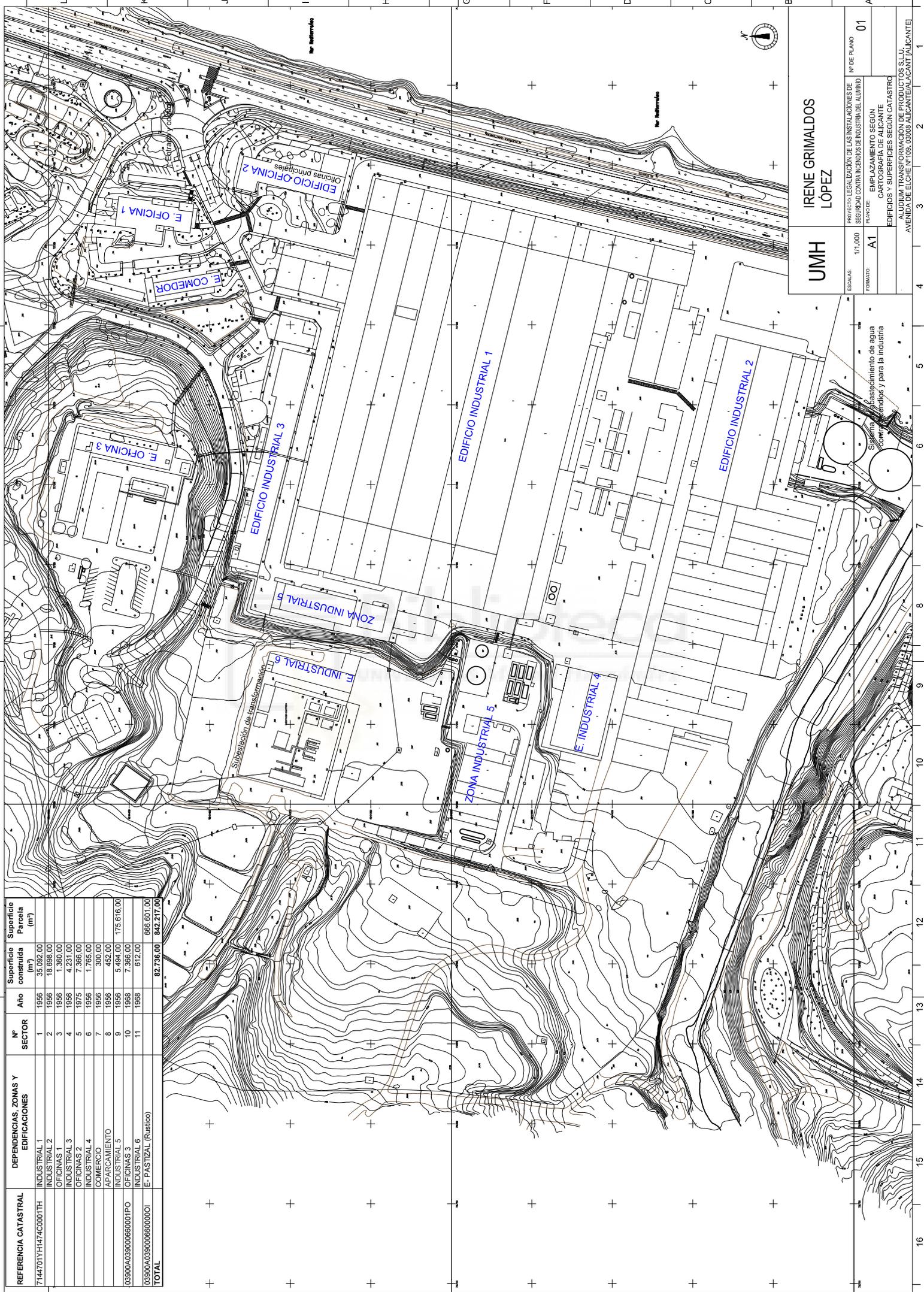
**BASE IMPONIBLE:**

Total materiales y mano de obra	2.0211,48€
10% gastos generales	2.021,148€
12% beneficio industrial	2.425,38€
10% honorarios del proyecto	2.021,148€
6% licencias y trámites	1.212,69€
Evaluación de riesgos y planificación preventiva	3.400€
Base imponible	31.291,184€
21% IVA	6.571,29€
<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>	<b>37.862,47€</b>

**5. PLANOS**

- 5.1. PLANO Nº1 EMPLAZAMIENTO SEGÚN CARTOGRAFÍA DE ALICANTE
- 5.2. PLANO Nº2 PLANTA GENERAL, DEPENDENCIAS, ZONAS Y EDIFICACIONES CON SUPERFICIES
- 5.3. PLANO Nº3 GENERAL DE MAQUINARIA E INSTALACIONES DE RIESGO
- 5.4. PLANO Nº4 EXTINTORES PORTATILES Y EPI'S
- 5.5. PLANO Nº5 HIDRANTE MANGUERA CONECTADA A LA RED DE AGUA POTABLE
- 5.6. PLANO Nº6 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
- 5.7. PLANO Nº7 NAVE FUNDICIÓN

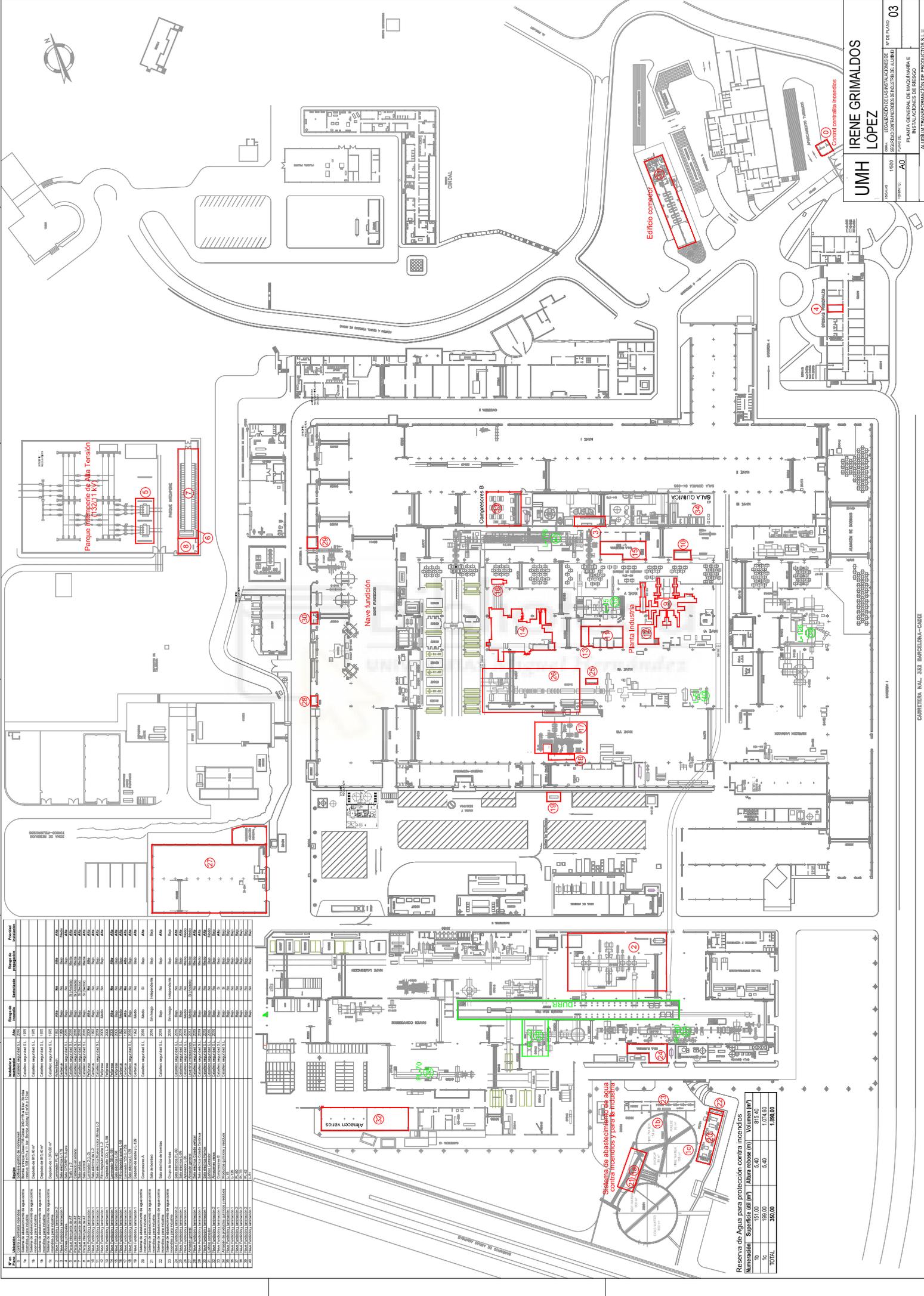
REFERENCIA CATASTRAL	DEPENDENCIAS, ZONAS Y EDIFICACIONES	Nº SECTOR	Año	Superficie construida (m²)	Superficie Parcela (m²)
7144701YH1474C0001TH	INDUSTRIAL 1	1	1956	35.092,00	
	INDUSTRIAL 2	2	1956	18.898,00	
	OFICINAS 1	3	1956	1.360,00	
	OFICINAS 2	4	1956	4.231,00	
	INDUSTRIAL 3	5	1975	7.966,00	
	INDUSTRIAL 4	6	1956	1.765,00	
	COMERCIO	7	1956	300,00	
	APARCAMIENTO	8	1956	452,00	
	INDUSTRIAL 5	9	1956	5.694,00	175.616,00
03900A039000660001PO	OFICINAS 3	10	1968	7.966,00	
03900A03900066000001	INDUSTRIAL 6	11	1968	612,00	
<b>TOTAL</b>	<b>E- PASTIZAL (Rústico)</b>			<b>82.736,00</b>	<b>842.217,00</b>



<b>UMH</b>		<b>IRENE GRIMALDOS LÓPEZ</b>	
ESCALAS:	1/1.000	PROYECTO LEGALIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS DE INDUSTRIA DEL ALUMINIO	Nº DE PLANO
FORMATO:	A1	PLANO DE EMPLAZAMIENTO SEGUN CARTOGRAFIA DE ALCANTE	01
		EDIFICIOS Y SUPERFICIES SEGUN CATASTRO	
		ALUMINUM TRANSFORMACION DE PRODUCTOS S.L.U.	
		AVENIDA DE EL CHE Nº 09. 03008 ALCANTE(ALCANTE)	

Sistema de abastecimiento de agua para edificios y para la industria





Nº de Ubicación	Descripción	Material	Unidad	Preparación	Preparación	Preparación
1	CONCRETO ARMADO	CONCRETO ARMADO	m <sup>3</sup>	1000	1000	1000
2	ACEROS	ACEROS	kg	1000	1000	1000
3	ALUMINIO	ALUMINIO	kg	1000	1000	1000
4	VIDRIO	VIDRIO	m <sup>2</sup>	1000	1000	1000
5	PAPEL	PAPEL	m <sup>2</sup>	1000	1000	1000
6	PLASTICO	PLASTICO	m <sup>2</sup>	1000	1000	1000
7	CEMENTO	CEMENTO	m <sup>3</sup>	1000	1000	1000
8	AGUACANTONADO	AGUACANTONADO	m <sup>3</sup>	1000	1000	1000
9	AGUACANTONADO	AGUACANTONADO	m <sup>3</sup>	1000	1000	1000
10	AGUACANTONADO	AGUACANTONADO	m <sup>3</sup>	1000	1000	1000
11	AGUACANTONADO	AGUACANTONADO	m <sup>3</sup>	1000	1000	1000
12	AGUACANTONADO	AGUACANTONADO	m <sup>3</sup>	1000	1000	1000
13	AGUACANTONADO	AGUACANTONADO	m <sup>3</sup>	1000	1000	1000
14	AGUACANTONADO	AGUACANTONADO	m <sup>3</sup>	1000	1000	1000
15	AGUACANTONADO	AGUACANTONADO	m <sup>3</sup>	1000	1000	1000
16	AGUACANTONADO	AGUACANTONADO	m <sup>3</sup>	1000	1000	1000
17	AGUACANTONADO	AGUACANTONADO	m <sup>3</sup>	1000	1000	1000
18	AGUACANTONADO	AGUACANTONADO	m <sup>3</sup>	1000	1000	1000
19	AGUACANTONADO	AGUACANTONADO	m <sup>3</sup>	1000	1000	1000
20	AGUACANTONADO	AGUACANTONADO	m <sup>3</sup>	1000	1000	1000
21	AGUACANTONADO	AGUACANTONADO	m <sup>3</sup>	1000	1000	1000
22	AGUACANTONADO	AGUACANTONADO	m <sup>3</sup>	1000	1000	1000
23	AGUACANTONADO	AGUACANTONADO	m <sup>3</sup>	1000	1000	1000

Reserva de Agua para protección contra incendios

Material	Superficie (m <sup>2</sup> )	Alto (cm)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Coste (€)
TC	150,00	5,40	0,74.00	1.800,00
TOTAL	350,00			1.800,00

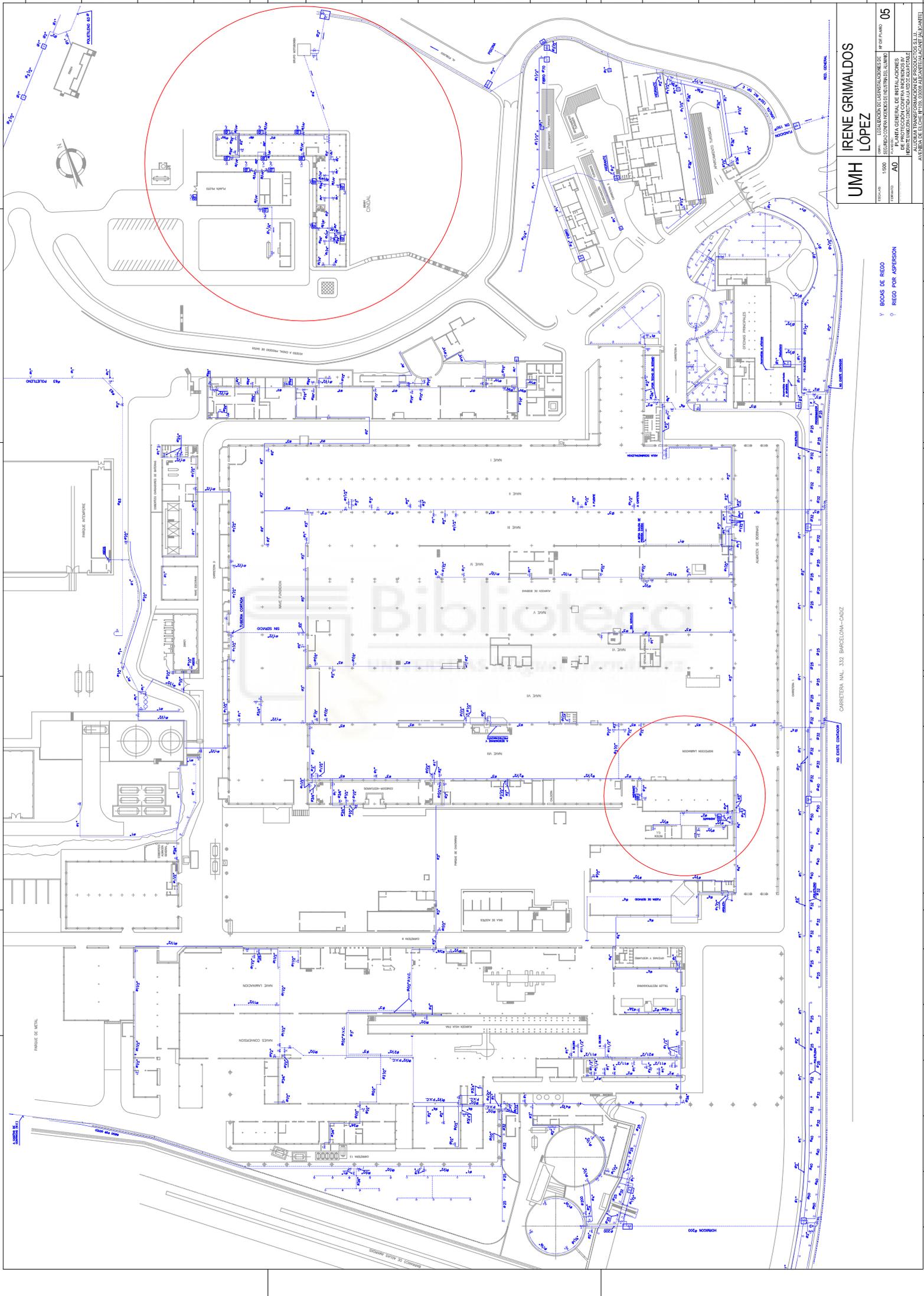
**UMH**  
**IRENE GRIMALDOS**  
**LÓPEZ**

PROYECTO: EVALUACIÓN DE INSTALACIONES DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS EN UN COMPLEJO INDUSTRIAL  
PLANTA GENERAL DE MAQUINARIA E INSTALACIONES DE RIESGO

FECHA: 15/05/2024  
HOJA: 03

AVENIDA DE LA UNIVERSITAT, 157 - BARCELONA - ESPAÑA





**UMH**  
**RENE GRIMALDOS**  
**LÓPEZ**

PROYECTO	1500	RENOVACIÓN DE LA INSTALACIÓN DE RECOCCIÓN DE AGUAS PLUVIALES EN EL CAMPUS DE SAN VICENTE	PROYECTO Nº	05
FORMATO	A0	RENOVACIÓN DE LA INSTALACIÓN DE RECOCCIÓN DE AGUAS PLUVIALES EN EL CAMPUS DE SAN VICENTE	PROYECTO Nº	05
AUTOR		RENE GRIMALDOS LÓPEZ	PROYECTO Nº	
CLIENTE		UNIVERSIDAD DE MURCIA	PROYECTO Nº	
FECHA		15/05/2024	PROYECTO Nº	
LUGAR		CARRERA NAL. 332 BARCELONA-CADIZ	PROYECTO Nº	
ESCALA		1:100	PROYECTO Nº	
CONTENIDO		PLANO DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS Y	PROYECTO Nº	
DESCRIPCIÓN		RECOCCIÓN DE AGUAS PLUVIALES EN EL CAMPUS DE SAN VICENTE	PROYECTO Nº	
AUTOR		RENE GRIMALDOS LÓPEZ	PROYECTO Nº	
COLABORADORES		ALBA GARCÍA GARCÍA	PROYECTO Nº	
REVISOR		RENE GRIMALDOS LÓPEZ	PROYECTO Nº	
APROBADO		RENE GRIMALDOS LÓPEZ	PROYECTO Nº	

Y BOCAS DE RECO  
O RECO POR ASERSON

CARRERA NAL. 332 BARCELONA-CADIZ

RE COLECTOR



