

## **2.- MEMORIA JUSTIFICATIVA**

## 2 MEMORIA JUSTIFICATIVA

### 2.1 UBICACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

La zona para la ubicación del Centro de Transformación, CT, es la mostrada en la figura 2.1. La elección de esta zona es debido a la situación de la línea de Media Tensión, propiedad de la compañía suministradora, que pasa paralela a la fachada Sur-Este de la planta de compostaje tal y como se describe en la figura 2.1.

Según lo establecido en el MIE RAT 14 artículo 5.5.1 en cuanto a el acceso al centro de transformación, estos están garantizados a través del vial de acceso a la EDAR contigua.

El apoyo de entronque establecido por ENDESA es el indicado en la figura 2.1.

Para la situación definitiva del Centro de Transformación se busca un compromiso entre disminuir la longitud de la línea de Media Tensión, con el objetivo de disminuir costes y disminuir las líneas de Baja Tensión que parten del centro de transformación y alimentan a los cuadros secundarios situados en el edificio de explotación con la consiguiente disminución de las líneas de alimentación a los receptores, lo que implica bajar las caídas de tensión y las pérdidas de energía.

### 2.2 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Cuando se trata de alimentar a diversos abonados en Baja Tensión, BT, la empresa distribuidora, instala un CT de potencia adecuado al consumo previsto del conjunto de abonados, por tanto, el CT es propiedad de la empresa suministradora de electricidad la cual efectúa su explotación y se responsabiliza de su mantenimiento, este CT forma parte de la red de distribución también denominada “red pública”.

A partir de determinada potencia y/o consumo, existe la opción de contratar el suministro de energía directamente en Media Tensión, MT. En este caso, el abonado debe instalar su propio CT y realizar su explotación y mantenimiento. Se habla pues de un CT “de abonado”.

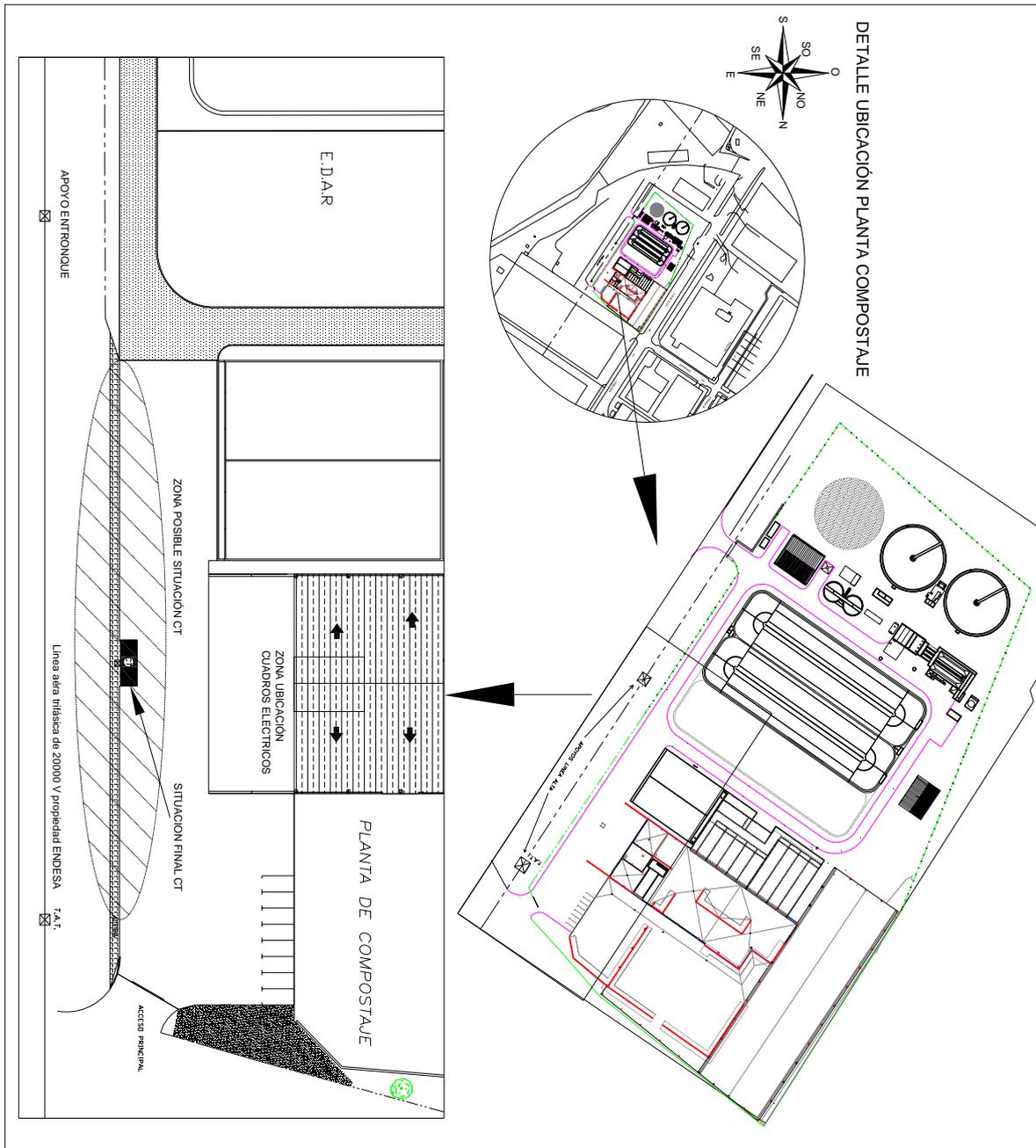
El CT objeto de este proyecto, se clasifica según la situación como un CT de punta, es decir, cuando está situado en el final de una rama de estructura ramificada, y constituye el final de la red ya que solo va alimentar a un abonado, a la Planta de Compostaje.

El precio de la energía en MT es más bajo que en BT, a partir de ciertas potencias y/o consumos resulta más favorable contratar el suministro en MT, aún teniendo en cuenta el coste del CT y su mantenimiento, ambos a cargo del abonado.

En el apartado 2.3 “*Tarifas eléctricas*” se hace un estudio del coste de las diferentes facturas siendo el criterio decisivo para la elección de un centro de abonado.

La opción de CT propio presenta las siguientes ventajas:

- Independencia de otros abonados



**Figura 2.1** Esquema situación centro de transformación

- Poder elegir el régimen de neutro en BT más conveniente
- Poder construir el CT, ya previsto para futuras ampliaciones

Por otro lado tienen el inconveniente respecto a los CT de red pública en cuanto a que el

mantenimiento corre a cargo del abonado y por otro lado los equipos, protecciones etc, son más complejos.

## 2.2.1 Número de transformadores

A continuación se estudia la conveniencia de repartir la potencia del centro de transformación en uno o dos transformadores. Dependiendo de la naturaleza, condiciones de explotación y exigencias de continuidad de servicio de la instalación puede ser conveniente repartir la carga total entre dos transformadores.

En la tabla 2.1 se describen las posibilidades de trabajar con uno o dos transformadores y en el caso de utilizar dos que ambos trabajen o no en paralelo.

**Tabla 2.1** Características CT con uno más trafos

Esquema	Un transformador	Mas de un transformador	
		BT en paralelo	BT no en paralelo
<b>Desventajas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disponibilidad de la instalación menor; una avería en el centro deja a toda la instalación sin posibilidad de continuar trabajando.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Necesita mayor inversión.</li> <li>- Más terreno destinado al CT.</li> <li>- La presencia de mayor cantidad aparamenta representa un riesgo mayor de averías.</li> <li>- El valor de las corrientes de cortocircuito aumenta, por lo que los dispositivos de protección de la red de distribución pueden subir de precio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mayor inversión.</li> <li>- Más terreno destinado al edificio.</li> <li>- La presencia de más aparamenta representa un riesgo mayor de averías.</li> <li>- Disponibilidad menor que en el caso de paralelo.</li> <li>- Menores corrientes de cortocircuito que con BT en paralelo.</li> </ul>
<b>Ventajas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menor inversión.</li> <li>- Menor superficie ocupada por el edificio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Máxima disponibilidad de la instalación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disponibilidad mayor que en el caso de un solo trafa.</li> </ul>

Debido a las características del material tratado en la planta, residuos procedentes de una EDAR y residuos sólidos urbanos, es conveniente una alta disponibilidad de las instalaciones en caso de avería ya que no se dispone de ninguna zona de almacenamiento de los mismos junto al hecho de que la instalación se divida en dos partes, por un lado la parte de recepción de materia y por otro la parte de tratamiento hace más aconsejable la utilización de dos transformadores.

Se opta por que no estén acoplados en paralelo debido a los inconvenientes que esto supone.

El hecho de utilizar esta disposición da una mayor seguridad del servicio, es decir, que en caso de indisponibilidad de uno de ellos el otro puede mantener en funcionamiento una parte de la instalación, además se puede instalar un by-pass entre ambos transformadores ya que al estar dimensionados para que tengan una cierta potencia de reserva uno de los transformadores puede mantener el servicio del otro en régimen reducido alimentando las cargas prioritarias.

### **2.3 TARIFAS ELÉCTRICAS**

Para poder calcular el coste de la energía eléctrica se necesitan una serie de datos tales como potencia contratada, consumo de la instalación. Para este caso lo que se va a realizar es una estimación aproximada del consumo anual.

El precio de la energía eléctrica aparece en el Real Decreto 2392/2004 de 30 de Diciembre para el que se establece la tarifa eléctrica para 2005 tal y como aparece en la tabla 2.2 . Solo están aquellas tarifas que pueden adecuarse a las necesidades de la instalación.

**Tabla 2.2 Tarifas Eléctricas**

<b>TARIFAS Y ESCALONES DE TENSIÓN</b>	<b>TÉRMINO DE POTENCIA: TP: € kW mes</b>	<b>TÉRMINO DE ENERGÍA: Te: €kW h</b>
<b>BAJA TENSIÓN</b>		
3.0 GENERAL	1,430269	0,083728
4.0 GENERAL DE LARGA DURACIÓN	2,284634	0,076513
<b>ALTA TENSIÓN</b>		
CORTA UTILIZACIÓN		0,66324
1.1 GENERAL NO SUPERIOR A 36 kV	1,980859	
MEDIA UTILIZACIÓN	4,075634	0,060502
2.1 NO SUPERIOR A 36 KV		
LARGA DURACIÓN	10,821947	0,048731
3.1 NO SUPERIOR A 36 kV		

La potencia contratada es la calculada para satisfacer las necesidades de la instalación

Para realizar un análisis de consumo por discriminación horaria, se tiene que tener en cuenta los datos que aparecen en la tabla 2.3 , donde se indica los tramos horarios de discriminación horaria, en verano e invierno en la zona 4 que es Andalucía.

**Tabla 2.3 Discriminación horaria en Andalucía**

<b>INVIERNO</b>			<b>VERANO</b>		
<b>PUNTA</b>	<b>LLANO</b>	<b>VALLE</b>	<b>PUNTA</b>	<b>LLANO</b>	<b>VALLE</b>
18-22 h	8-18h 22-24h	0-8 h	10-14 h	8-10h 14-24h	0-8 h

Puesto que es una planta de trabajo a lo largo de todos los días del año, para una jornada aproximado de nueve horas diarias de funcionamiento de las instalaciones, es conveniente aglutinar el funcionamiento de las máquinas en invierno por las mañanas y en verano por las tardes, siempre que fuera posible, y llevar a cabo otras tareas tales como vaciado de los túneles en hora punta. Se trata de un estudio muy laborioso de las horas de funcionamiento de las máquinas y puesto que es una instalación en proyecto, vale a modo indicativo una estimación del recargo por discriminación horaria en torno al 1,5 % del total de facturación anual.

Se utiliza el modo 2, con maxímetro, y se supone que no hay recargo por rebasar la potencia contratada. Se estima una energía consumida diaria de 3800 kWh/día.

En las tablas 2.4 y 2.5 se hace un estudio del gasto que implicaría una factura anual en base a los datos antes citados para diferentes tarifas.

*Tabla 2.4 Consumos para contratación en BT*

<b>BAJA TENSIÓN</b>
<b>3.0 GENERAL</b>
- Término de Potencia: $470 \text{ kW} \times 12 \text{ meses} \times 1,430269 \text{ €/kW mes} = 8066,72 \text{ €/año}$
- Término de Energía: $3800 \text{ kWh} / \text{dia} \cdot 365 \text{ dias} \times 0,083728 \text{ €/kWh} = 116130,74 \text{ €/año}$
<b>- TOTAL = 124197,45 €/año</b>
<b>4.0 GENERAL LARGA DURACIÓN</b>
- Término de Potencia: $470 \text{ kW} \times 12 \text{ meses} \times 2,284634 \text{ €/kW mes} = 160053,36 \text{ €/año}$
- Término de Energía: $3800 \text{ kWh} / \text{dia} \cdot 365 \text{ dias} \times 0,076513 \text{ €/kWh} = 106123,53 \text{ €/año}$
<b>- TOTAL = 122176,89 €/año</b>

Tabla 2.5 Consumos para contratación en AT

<b>ALTA TENSIÓN</b>
<b>CORTA UTILIZACIÓN</b>  <b>1.1 GENERAL NO SUPERIOR A 36 KV</b> - Término de Potencia: $470 \text{ kW} \times 12 \text{ meses} \times 1,980859 \text{ €/kW mes} = 11172,04 \text{ €/año}$ - Término de Energía: $3800 \text{ kWh} / \text{dia} \cdot 365 \text{ dias} \times 0,066324 \text{ €/kWh} = 91991,39 \text{ €/año}$  <b>- TOTAL = 103163,43 €/año</b>
<b>MEDIA UTILIZACIÓN</b>  <b>2.1 NO SUPERIOR A 36 KV</b> - Término de Potencia: $470 \text{ kW} \times 12 \text{ meses} \times 4,075634 \text{ €/kW mes} = 22986,58 \text{ €/año}$ - Término de Energía: $3800 \text{ kWh} / \text{dia} \cdot 365 \text{ dias} \times 0,066324 \text{ €/kWh} = 91991,39 \text{ €/año}$  <b>- TOTAL = 114977,96 €/año</b>
<b>LARGA DURACIÓN</b>  <b>3.1 NO SUPERIOR A 36 KV</b> - Término de Potencia: $470 \text{ kW} \times 12 \text{ meses} \times 10,821947 \text{ €/kW mes} = 61035,78 \text{ €/año}$ - Término de Energía: $3800 \text{ kWh} / \text{dia} \cdot 365 \text{ dias} \times 0,048731 \text{ €/kWh} = 67589,90 \text{ €/año}$  <b>- TOTAL = 128625,68 €/año</b>

## 2.4 PROTECCIÓN DE RECEPTORES

Los receptores de este proyecto son motores trifásicos asíncronos de jaula de ardilla de 4 polos 1500 r.p.m., que funcionan a 400 V de tensión y a la frecuencia de 50 Hz .

Se han elegido este tipo de motores por su robustez, fácil mantenimiento y menor coste que otro tipo de motores.

Para la explotación óptima de la capacidad de los motores se exige que el motor funcione sin problemas, para lo cual se han seguido los siguientes pasos:

1.- Elección del motor según su utilización:

Según las necesidades para el procesamiento y formación del compost, descrito en el apartado 1.6 de la MEMORIA DESCRIPTIVA, los motores necesarios para el correcto funcionamiento son los que aparecen en las tablas 2.6 y 2.7 cuya ubicación dentro de la planta aparece en el PLANO N° 3 FUNCIONAMIENTO PLANTA.

2.- Montaje correcto, mantenimiento regular y funcionamiento cuidadoso

3.- Una buena protección que detecte los peligros y siempre que sea posible desconecte el motor antes de la avería.

No solo hay que tener en cuenta los costes de reparación del mismo sino los que supone una parada de la producción como consecuencia de la avería del mismo.

En la protección de los equipos y líneas de alimentación de los equipos se tienen en cuenta las protecciones frente:

*A)Sobrecargas:* Sobreintensidad que se produce en un circuito sano (sin avería e la instalación). En el caso de las líneas de alimentación estas intensidades calientan los conductores y en el caso de los motores calientan los bobinados, reduciendo la vida útil de los aislamientos.

*B)Cortocircuitos:* Debido a un defecto de los aislamiento o a una conexión incorrecta. Los efectos son una considerable sobrecarga térmica y dinámica para los conductores y demás componentes de la instalación.

*C)Sobretemperaturas:* Las sobretemperaturas originadas debido a sobrecargas y cortocircuitos de los componentes de la instalación y las sobretemperaturas independientes de la corriente de circulación originadas por:

-Aumento de las pérdidas debidas al tipo de servicio, es decir, un par resistente demasiado elevado en servicio permanente, un tiempo relativo de marcha muy largo en el servicio intermitente, tiempos de arranque y frenado muy largos debido a un gran momento de inercia y una frecuencia de maniobras muy elevada.

-Bloqueo del rotor durante el servicio

-Reducción de la refrigeración por aumento de la temperatura del medio refrigerante o obstrucción en la circulación del medio refrigerante.

Tabla 2.6 Características receptores

FUNCIÓN MOTOR	DESIGNACIÓN MOTOR	POT. MOT KW	RENDIMIENTO (%)	$\cos \varphi$	$\frac{I_a}{I_N}$	$\frac{M_a}{M_N}$
Transportador alimen. Homogénea (M1-01)	M2QA 100 L4A	2,2	81,5	0,81	6,0	2,3
Transportador salida homogénea (M1-03)	M2QA 100 L4A	2,2	81,5	0,81	6,0	2,3
Cinta trans. FV recuperada (M1-07)	M2QA	1,5	78,5	0,79	6,0	2,3
Aspirador plásticos (M1-08)	M2QA 1460 L4A	15	90	0,86	6,5	2,3
Cinta FV recirculada (M1-09)	M2QA 132 M4A	7,5	88,5	0,85	6,5	2,3
Cinta reversible FV recuperada (M1-10)	M2QA 90 S4A	1,1	77,5	0,78	6,0	2,3
Cinta inferior trommel (M1-11)	M2QA 90 S4A	1,1	77,5	0,78	6,0	2,3
Cinta alimentación tabla densimétrica (M1-12)	M2QA 100 L4A	2,2	81,5	0,81	6,0	2,3
Tabla densimétrica (M1-13)	M2QA 132 M4A	7,5	88,5	0,85	6,5	2,3
Ventilador túnel fangos 2	M2QA 200 L4A	30	92,2	0,88	6,5	2,2
Ventilador túnel fangos 3	M2QA 200 L4A	30	92,2	0,88	6,5	2,2
Ventilador túnel fangos 4	M2QA 200 L4A	30	92,2	0,88	6,5	2,2
Trommel 12 mm (M1-04)	M2QA 200 L4A	30	92,2	0,88	6,5	2,2
Trommel 80 mm (M1-17)	M2QA 200 L4A	30	92,2	0,88	6,5	2,2
Ventilador túnel FORM 1	M2QA 180 L4A	22	91,5	0,88	6,5	2,4
Ventilador túnel FORM 2	M2QA 180 L4A	22	91,5	0,88	6,5	2,4
Ventilador túnel FORM 3	M2QA 180 L4A	22	91,5	0,88	6,5	2,4
Ventilador túnel FORM 4	M2QA 180 L4A	22	91,5	0,88	6,5	2,4
Ventilador túnel FORM 5	M2QA 180 L4A	22	91,5	0,88	6,5	2,4
Mezclador Homogenizador1(M1-02)	M2BAT	160	95,4	0,85	6,7	2,1
Ventilador nave principal 2	M2BAT 280 SMB	75	94,2	0,83	6,3	2,1
Filtro de Mangas	M2QA 200 L4A	30	92,2	0,88	6,5	2,2

Tabla 2.7 Características receptores

FUNCIÓN MOTOR	Designación Motor	POT. MOT KW	RENDIMIENTO (%)	$\cos \varphi$	$\frac{I_a}{I_N}$	$\frac{M_a}{M_N}$
Cinta salida compost 0-12 mm (M1-15)	M2QA	1,5	78,5	0,79	6,0	2,3
Cinta inferior trommel (M1-18)	M2QA 90 S4A	1,1	77,5	0,78	6,0	2,3
Cinta salida fracción 0-80 (M1-19)	M2QA	1,5	78,5	0,79	6,0	2,3
Cinta rechazo > 80 mm(M1-20)	M2QA	1,5	78,5	0,79	6,0	2,3
Ventilador biofiltro 1	M2QA 160 M4A	11	89,5	0,85	6,5	2,4
Ventilador biofiltro 2	M2QA 160 M4A	11	89,5	0,85	6,5	2,4
Ventilador nave principal 1	M2QA 132 M4A	7,5	88,5	0,85	6,5	2,3
Sistema de riego tuneles	M2QA 132 S4A	5,5	86	0,85	6,5	2,3
Extractor fangos tolva 1(N1-02)	M2Q 100 L4B	3	82,8	0,83	6,5	2,8
Extractor fangos tolva 2(N1-02)	M2Q 100 L4B	3	82,8	0,83	6,5	2,8
Extractor fangos tolva 3(N1-02)	M2Q 100 L4B	3	82,8	0,83	6,5	2,8
Extractor fangos tolva 4(N1-02)	M2Q 100 L4B	3	82,8	0,83	6,5	2,8
Transportador inyector (N1-03)	M2Q 100 L4B	3	82,8	0,83	6,5	2,8
Transportador elevador (N1-04)	M2QA 160 M4A	11	89,5	0,85	6,5	2,4
Transportador fangos(N1-05)	M2QA 132 M4A	7,5	88,5	0,85	6,5	2,3
Bomba recirculación 1	M2QA 1460 L4A	15	90	0,86	6,5	2,3
Transportador fangos(N1-05)	M2QA 132 M4A	7,5	88,5	0,85	6,5	2,3
Bomba recirculación 1	M2QA 1460 L4A	15	90	0,86	6,5	2,3
Bomba recirculación 2	M2QA 1460 L4A	15	90	0,86	6,5	2,3
Compresor	M2QA 112 M4A	4	85	0,82	6,5	2,3

### 2.4.1 Combinación dispositivos de protección

Es preciso la utilización de un conjunto de aparatos de protección para la instalación en los casos establecidos en el apartado anterior.

En el caso de la protección contra cortocircuitos se ha elegido una protección libre de fusibles, debido a la limitación de espacio en los cuadros y a la existencia de dispositivos con capacidades de ruptura superiores a los valores máximos de las intensidades de cortocircuito.

En la tabla 2.8 aparecen distintas combinaciones de dispositivos con las características de protección frente a los diferentes incidentes.

**Tabla 2.8** Comparación de las características de protección de las combinaciones de maniobra

Dispositivo de protección	Diferentes combinaciones						
-Fusible -Interruptor automático -Contactor -Protección de motor mediante termistores							
Protección contra sobrecargas -Conductores - Motor con estator crítico - Motor con rotor crítico	MB MB MB	MB MB MB	MB MB MB	MB MB MB	MB MB MB	MB MB MB	MB MB MB
Protección contra cortocircuitos -Conductores - Motor	B B	B B	B B	B B	B B	B B	B B

Siendo MB= Muy Buena; B= Buena

En las tablas 2.9 y 2.10 aparecen diferentes aparatos con funciones múltiples de protección adecuados a los diferentes niveles de protección.

**Tabla 2.9 Niveles de protección y aparatos de protección**

<b>SECCIONAMIENTO</b>	Para poder intervenir con toda seguridad en las instalaciones o en las máquinas y sus equipos electrónicos, es necesario disponer de medios para aislar eléctricamente el conjunto de circuitos de potencia y de control respecto a la alimentación general	<p><b>Aparatos específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-seccionadores</li> <li>- interruptores-seccionadores</li> </ul> <p><b>Funciones integradas en aparatos de funciones múltiples. Funciones de protección:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- disyuntores-motores</li> <li>- contactores-disyuntores</li> <li>- Disyuntores magnéticos</li> <li>- Guardamotores</li> </ul>
<b>INTERRUPCIÓN</b>	Permite interrumpir o establecer un circuito de carga y realiza la función de parada de emergencia.	<p><b>Aparatos específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- interruptores</li> <li>- interruptores-seccionadores</li> </ul> <p><b>Funciones integradas en aparatos de funciones múltiples. Funciones de protección:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- disyuntores-motores</li> <li>- contactores-disyuntores</li> <li>- Disyuntores magnéticos</li> <li>- Guardamotores</li> </ul>
<b>PROTECCIÓN CONTRA CORTOCIRCUITOS</b>	<p>Todo motor puede ser escenario de diferentes incidentes eléctricos o mecánicos. Para evitar que éstos sucesos conduzcan al deterioro del motor o del equipo mismo y perturben la red de alimentación, es indispensable proteger dicho motor.</p> <p>La protección contra cortocircuitos tiene por objeto detectar y cortar lo más rápidamente posible las corrientes anormales superiores a 10 In</p>	<p><b>Aparatos específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- cortocircuito mediante fusibles</li> <li>- disyuntores magnéticos</li> </ul> <p><b>Funciones integradas en aparatos de funciones múltiples. Funciones de protección :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- disyuntores-motores</li> <li>- contactores-disyuntores</li> <li>- Guardamotores</li> </ul>

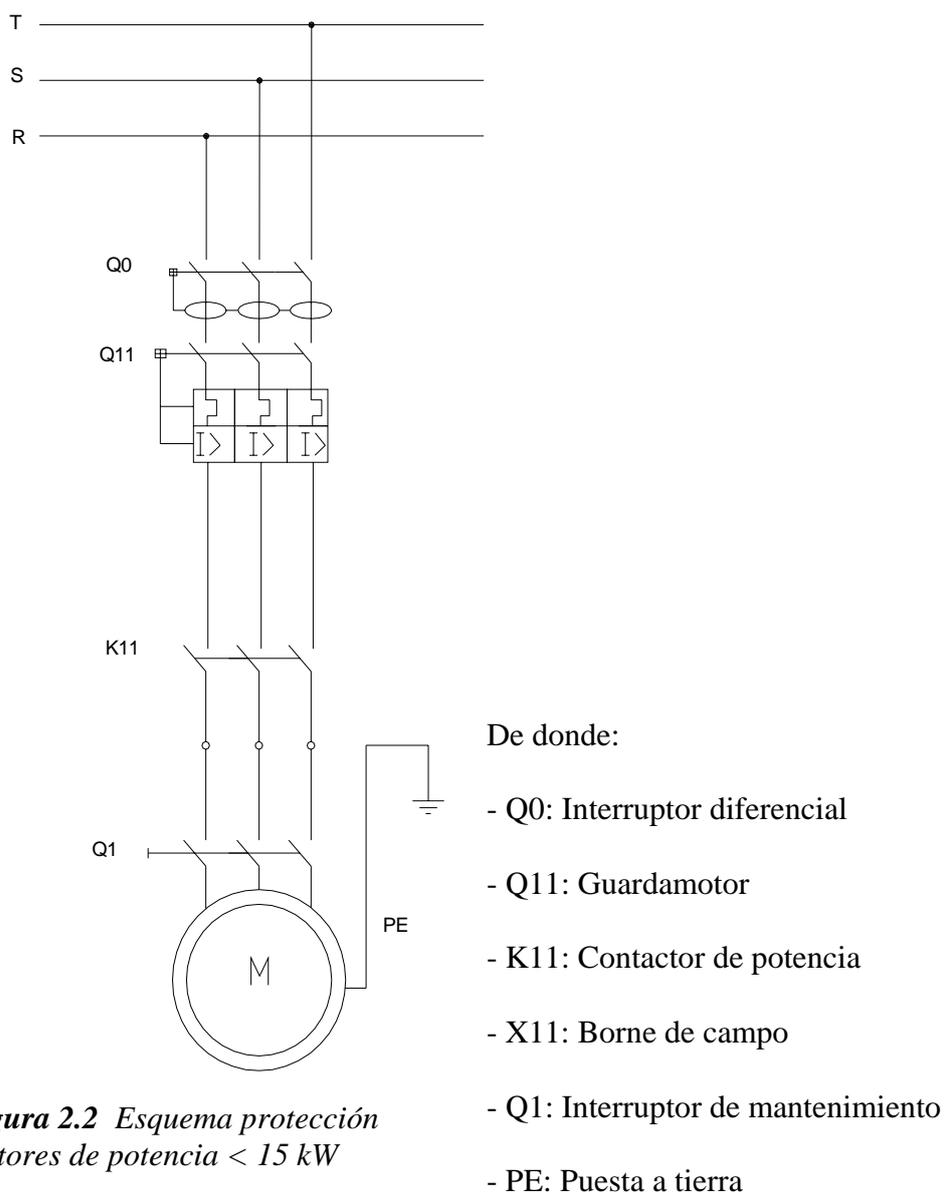
**Tabla 2.10 Niveles de protección y aparatos de protección**

<p><b>PROTECCIÓN CONTRA CORTOCIRCUITOS</b></p>	<p>Todo motor puede ser escenario de diferentes incidentes eléctricos o mecánicos. Para evitar que éstos sucesos conduzcan al deterioro del motor o del equipo mismo y perturben la red de alimentación, es indispensable proteger dicho motor.</p> <p>La protección contra cortocircuitos tiene por objeto detectar y cortar lo más rápidamente posible las corrientes anormales superiores a <math>10 I_n</math></p>	<p><b>Aparatos específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- cortocircuito mediante fusibles</li> <li>- disyuntores magnéticos</li> </ul> <p><b>Funciones integradas en aparatos de funciones múltiples. Funciones de protección</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- disyuntores-motores</li> <li>- contactores-disyuntores</li> <li>- Guardamotores</li> </ul>
<p><b>PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS</b></p>	<p>La protección contra sobrecargas permite detectar aumentos de corriente de hasta <math>10 I_n</math> y cortar la salida antes de que el calentamiento del motor y los conductores conduzca al deterioro de los aislantes.</p> <p>Es posible prever protecciones opcionales tales como protecciones contra fallos de aislamiento, inversiones de fases, etc.</p>	<p><b>Aparatos específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- relés de protección térmicos</li> <li>- relés multifunción</li> </ul> <p><b>Funciones de protección integradas en aparatos de funciones múltiples:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- disyuntores motores</li> <li>- contactores disyuntores</li> <li>- Guardamotores</li> </ul>

## 2.4.2 Esquemas adoptados

Los motores de potencias inferiores a 15 kW se protegen con guardamotores Merlin Gerin de características adecuadas a cada motor según aparecen en la MEMORIA DESCRIPTIVA apartado 1.12.6, además se le asocia un contactor para el mando a distancia y un disparador de mínima tensión, de esta forma el personal está protegido contra el re arranque intempestivo de la máquina. Además lleva un interruptor diferencial para protección frente a contactos indirectos.

El esquema general de protección para este tipo de motores es el que aparece en la figura 2.2

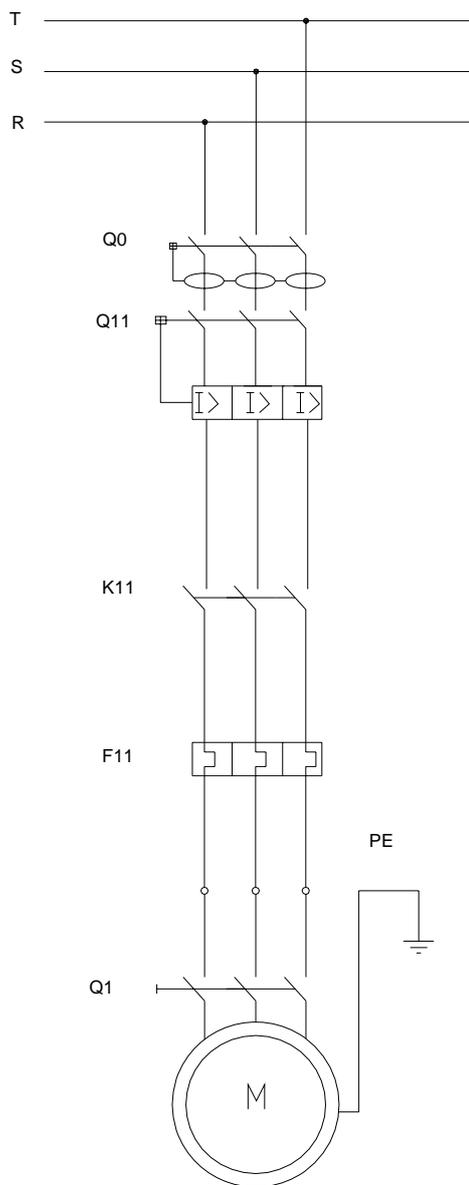


**Figura 2.2** Esquema protección motores de potencia < 15 kW

Para los motores de potencias 22 kW, 30 kW, 75 kW se opta por la opción de guardamotor magnético. Se trata de un guardamotor que no posee disparador de sobreintensidad y en el caso de sobrecarga el elemento encargado es el relé de sobreintensidad que actúa a través del contactor. Con esta disposición se sabe si el fallo ha sido provocado por una sobrecarga o un cortocircuito.

Estos motores actúan sobre ventiladores, que tienen un arranque lento, por lo que es conveniente saber cuales son las causas del fallo en caso de que se produzca.

También poseen protección diferencial contra contactos indirectos y ante falta de tensión. El esquema de protección es el de la figura 2.3



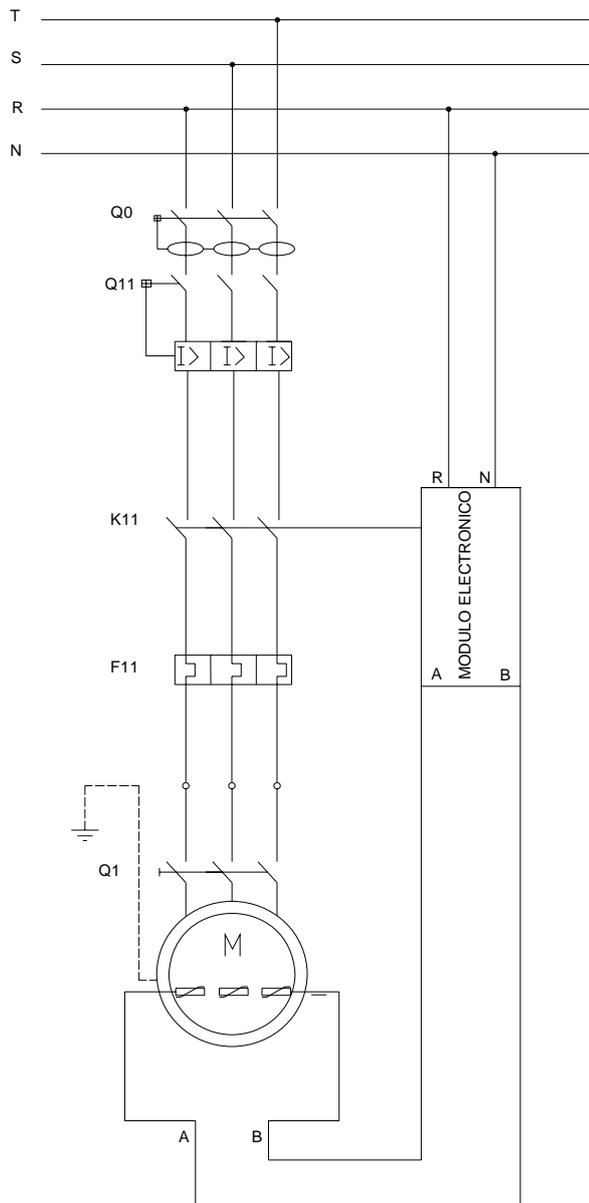
**Figura 2.3** Esquema protección  $P > 15$  kW

De donde:

- Q0: Interruptor diferencial
- Q11: Guardamotor Magnético
- K11: Contactor de potencia
- F11: Relé térmico
- X11: Borne de campo
- Q1: Interruptor de mantenimiento
- PE: Puesta a tierra

Los motores de potencia 160 kW y 75 kW son los motores de mayor potencia y muy importantes en el proceso de producción, ya que el motor de 160 kW es el motor de la mezcladora, por el que tienen que pasar todos los residuos, tanto los fangos como la materia orgánica. El motor de 75 kW es el motor del ventilador de la nave principal, y es importante para mantener un ambiente libre de partículas en el interior del recinto.

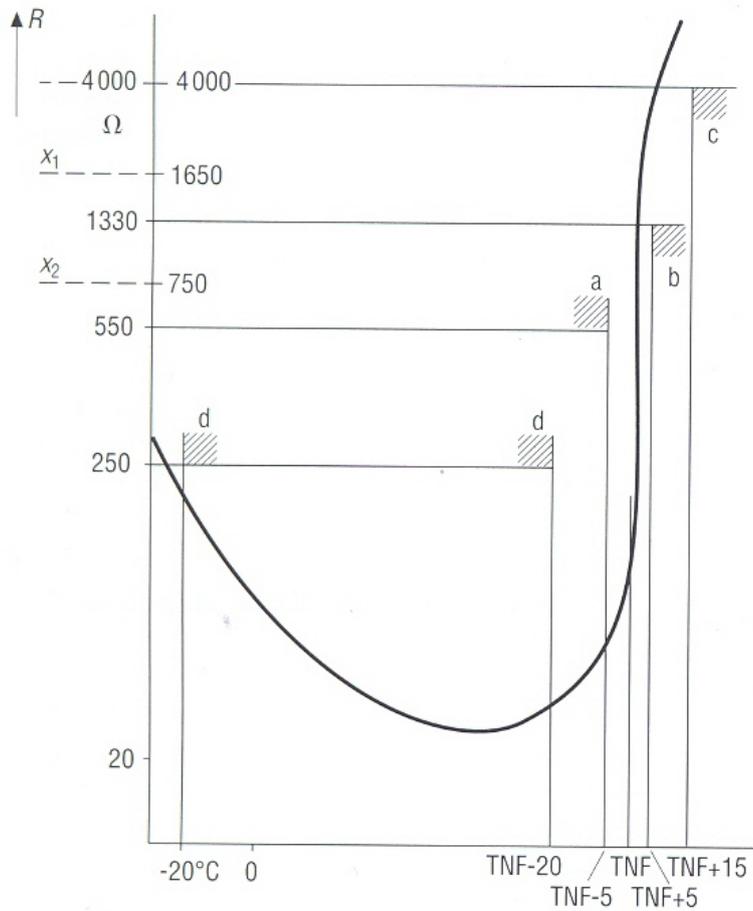
El sistema de protección de ambos en cuanto a sobrecargas y cortocircuitos es el mismo que para los motores de potencia > 15 kW, figura 2.4, pero además se le añaden termistores PTC (Positive Temperature Coefficient).



**Figura 2.4** Protección con termistores

Los termistores PTC son resistencias con un coeficiente de resistencia-temperatura positivo muy elevado, es decir, que cuando aumenta la temperatura del orden de 10 K se produce una variación de resistencia del orden de varias potencias de diez.

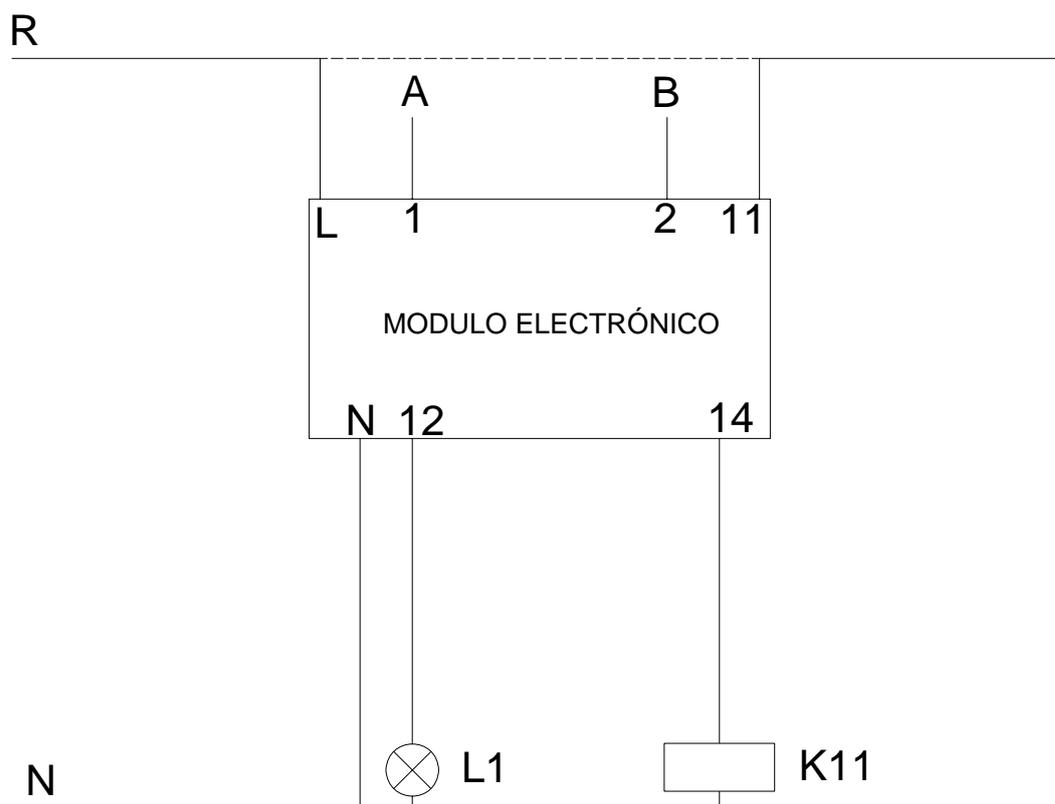
En la figura 2.5 se muestra una característica resistencia-temperatura de un sensor de temperatura PTC.



**Figura 2.5** Característica resistencia-temperatura de un sensor de temperatura termistor PTC del tipo A

Se instalan tres sensores, uno por cada fase, en la cabeza del bobinado opuesta al ventilador de la máquina. Al detectarse un aumento brusco de la resistencia de la sonda, una señal de maniobra desconecta el motor.

Cada una de las sondas está conectado a un módulo electrónico, tal y como aparece en la figura 2.6



**Figura 2.6** Esquema módulo electrónico asociado a las resistencias PTC

## 2.5 ARRANQUE MOTORES

Según lo establecido en el REBT ITC-BT-47 los motores deben tener limitada la intensidad absorbida en el arranque cuando se pudieran producir efectos que perjudicasen a la instalación u ocasionasen perturbaciones inaceptables al funcionamiento de otras partes de la instalación.

A partir de lo establecido en la tabla 2.11, en donde a partir de las distintas actividades que desempeñan los motores de inducción de esta instalación se presentan las características de cada uno de los métodos de arranque utilizados.

La utilización de estos tres métodos de arranque se hace en base al tipo de carga que arrastran cada uno de los motores, la cual se han dividido en tres grupos:

- 1.- Motores de potencia inferior a 10 kW que pueden arrancar a plena carga
- 2.- Motores que accionan bombas centrífugas y ventiladores de pequeña potencia que arrancan en vacío.
- 3.- Motores potencias superiores a 10 kW y que tienen un elevado par resistente ya sean cintas transportadores, compresores, ventiladores o bombas.

Los dispositivos de arranque seleccionados aparecen en los PLANOS N° 16, 17 y 18 DIAGRAMAS UNIFILARES.

*Tabla 2.11 Clasificación y características de los distintos tipos de arranques*

<b>APLICACIONES</b>	<b>Máquinas pequeñas que puedan arrancar a plena carga</b>	<b>Máquinas de arranque en vacío. Ventiladores y bombas centrífugas de potencia pequeña. Máquinas herramienta, máquinas para madera, etc</b>	<b>Bombas, ventiladores, compresores, cintas transportadoras, máquinas de elevado par resistente, máquinas de elevada inercia, etc</b>
Tiempo de arranque	2-3s	3-7s	60 s máx. Para la velocidad nominal
Ventajas	Arrancador simple y económico. Para de arranque importante	buena relación par/corriente. Reducción importante de la corriente de arranque	Muy buen par de arranque. Variaciones de velocidad autorizadas que incluyen al exceso de velocidad. Control preciso de aceleración y de desaceleración.
Inconvenientes	Punta de corriente muy importante. La red debe poder soportar esta punta. Arranque brusco	Par en caso de arranque débil. No hay posibilidad de ajuste. Corte de alimentación al cambiar el acoplamiento y fenómenos transitorios. Motor de 6 bornas	Genera perturbaciones. Calentamiento del variador.
Corriente de arranque	100 %	33 %	Proporcional a la carga, limitada a 20 o 25 %
sobrecarga en línea durante el arranque	4-8 In	1.3-2.6 In	1-1.5 In
Par en % del par de arranque	100 %	33%	---
Par inicial de arranque	0.6-1.5 Cn	0.2-0.5 Cn	Autoadaptable de 0 a 1.7 Cn
Control	Todo o nada	Todo o nada	Progresivo