



*DISEÑO DE UNA TRANSMISIÓN Y SISTEMA DE FRENADO  
PARA UNA CARRETILLA TELESCÓPICA DE 4.300 KG*

**5. PLIEGO DE CONDICIONES**

**DATOS DE LA ALUMNA O DEL ALUMNO**

NOMBRE: IÑIGO

APELLIDOS: MARTÍN LORENZO

FDO.:

FECHA:

**DATOS DEL DIRECTOR O DE LA DIRECTORA**

NOMBRE: MIKEL

APELLIDOS: ABASOLO BILBAO

DEPARTAMENTO: INGENIERÍA MECÁNICA

FDO.:

FECHA:

## **Índice del pliego de condiciones**

<b>1. Condiciones generales</b> .....	<b>5</b>
<b>1.1 Generalidades</b> .....	<b>5</b>
<b>1.2 Objeto</b> .....	<b>5</b>
<b>1.3 Ámbito de aplicación</b> .....	<b>5</b>
<b>1.4 Documentación</b> .....	<b>5</b>
<b>1.5 Compatibilidad y relación entre los documentos</b> .....	<b>6</b>
<b>1.6 Condiciones generales de carácter legal</b> .....	<b>6</b>
<b>1.6 Normativa de carácter general</b> .....	<b>6</b>
<b>1.8 Dirección del proyecto</b> .....	<b>7</b>
<b>2. Materiales</b> .....	<b>7</b>
<b>2.1 Generalidades</b> .....	<b>7</b>
<b>2.2 Aceros</b> .....	<b>7</b>
2.2.1 F150.D (20MnCr5) (Acero para cementación) .....	8
2.2.2 F1140 (SAE 1045) (Acero al carbono).....	8
2.2.3 F1120 (Acero al carbono).....	9
2.2.4 F2111 (Acero de fácil mecanización).....	10
<b>2.3 Fundición</b> .....	<b>10</b>
<b>2.4 Tratamientos térmicos</b> .....	<b>10</b>
2.4.1 Normalizado.....	10
2.4.2 Templado .....	10
2.4.3 Recocido .....	11
2.4.4 Revenido .....	11
2.4.5 Cementado .....	11
<b>2.5 Inspección de los materiales</b> .....	<b>11</b>
2.5.1 Procedimiento de inspección .....	11
2.5.2 Pruebas e inspección.....	12
<b>2.6 Ensayos mecánicos</b> .....	<b>12</b>
2.6.1 Ensayos de entrega.....	12

2.6.2 Alcance de los ensayos .....	12
2.6.3 Toma de muestras .....	12
2.6.4 Ensayos de repetición .....	13
2.6.5 Certificación del ensayo .....	13
<b>2.7 Reclamaciones .....</b>	<b>13</b>
<b>3. Especificaciones de ejecución y puesta en marcha .....</b>	<b>14</b>
<b>3.1 Fabricación .....</b>	<b>14</b>
<b>3.2 Especificaciones de ejecución .....</b>	<b>14</b>
<b>3.3 Verificación y control.....</b>	<b>14</b>
3.3.1 Caja de transferencia.....	15
3.3.1.1 Síntomas de avería .....	15
3.3.1.2 Desmontaje .....	15
3.3.1.3 Puntos de observación.....	15
3.3.2 Eje de transmisión.....	16
3.3.2.1 Síntomas de avería .....	16
3.3.2.2 Desmontaje .....	16
3.3.2.3 Puntos de observación.....	16
3.3.3 Puente diferencial .....	16
3.3.3.1 Síntomas de avería .....	16
3.3.3.2 Desmontaje .....	17
3.3.3.3 Puntos de observación.....	17
<b>3.4 Limitación de suministros .....</b>	<b>18</b>
<b>3.5 Entrega y transportes .....</b>	<b>18</b>
<b>3.6 Recepción .....</b>	<b>18</b>
<b>3.7 Montaje .....</b>	<b>18</b>
<b>3.8 Mantenimiento por parte del usuario final .....</b>	<b>19</b>
3.8.1 Comprobación del nivel de aceite del sistema de freno .....	20
3.8.2 Ajuste del freno de mano .....	20
3.8.3 Comprobación del nivel de aceite del grupo cónico.....	20
3.8.4 Cambio de aceite del grupo cónico.....	21
3.8.5 Cambio de aceite de la caja de transferencia .....	21

3.8.6 Comprobación del nivel de aceite del reductor de rueda .....	22
3.8.7 Cambio de aceite del reductor de rueda.....	22
3.8.8 Engrase de las manguetas .....	23
<b>4. Pliego de condiciones particulares.....</b>	<b>23</b>
<b>4.1 Condiciones generales de carácter económico .....</b>	<b>23</b>
<b>4.2 Forma de pago .....</b>	<b>24</b>
<b>4.3 Plazo de entrega.....</b>	<b>24</b>
<b>4.4 Penalizaciones y primas.....</b>	<b>24</b>
<b>4.5 Rescisión de contrato .....</b>	<b>24</b>
<b>4.6 Precios .....</b>	<b>25</b>
<b>4.7 Garantía .....</b>	<b>25</b>
<b>4.8 Impuestos .....</b>	<b>25</b>
<b>4.9 Litigios.....</b>	<b>25</b>

## Índice de figuras

Figura 5.1 Denominaciones acero 20MnCr5.....	8
Figura 5.2 Composición química acero 20MnCr5 .....	8
Figura 5.3 Denominaciones acero SAE 1045.....	9
Figura 5.4 Composición química acero SAE 1045 .....	9
Figura 5.5 Denominaciones acero F 1120 .....	9
Figura 5.6 Composición química acero F 1120 .....	9
Figura 5.7 Denominaciones acero F 2111 .....	10
Figura 5.8 Composición química acero F 2111 .....	10
Figura 5.9 Puntos de comprobación y llenado de aceite en el puente diferencial .....	21
Figura 5.10 Puntos de vaciado y llenado de aceite en el puente diferencial .....	21
Figura 5.11 Puntos de vaciado (2) y llenado (1) de aceite en el transfer .....	22
Figura 5.12 Posición para la comprobación del nivel en los reductores de rueda .....	22
Figura 5.13 Posiciones para el cambio de aceite de los reductores de rueda .....	23
Figura 5.14 Engrasadores de mangueta .....	23

## **Índice de tablas**

Tabla 5.1 Propiedades acero 20MnCr5 .....	8
Tabla 5.2 Propiedades acero SAE 1045 .....	9
Tabla 5.3 Propiedades acero F 1120 .....	9
Tabla 5.4 Propiedades acero F2111 .....	10
Tabla 5.5 Mantenimientos cíclicos y no cíclicos.....	19

## **1. Condiciones generales**

### **1.1 Generalidades**

El presente pliego forma parte de la documentación del proyecto en el que está incluido, estando sujetos a él la fabricación, transporte, pruebas de recepción y mantenimientos por parte del usuario final.

Las cuestiones de carácter económico del presente proyecto están sujetas a este pliego de condiciones, que establece los pasos que han de llevarse a cabo.

Cualquier variación que se pretendiera ejecutar sobre la máquina proyectada deberá ser puesta previamente en conocimiento del Director de Proyecto, sin cuyo consentimiento no será ejecutada. En caso contrario, el fabricante que ejecute el proyecto responderá de las consecuencias que ello origine. No será justificante o eximente a estos efectos el hecho de que la variación fuera promovida por el propietario.

### **1.2. Objeto**

El presente pliego de prescripciones técnicas constituye el conjunto de especificaciones, prescripciones, criterios y normas que, juntamente con lo señalado en los planos, definen todos los requisitos técnicos del proyecto "Diseño de una transmisión y sistema de frenado para una carretilla telescópica de 4.300kg". Estas condiciones son válidas en su totalidad, salvo modificaciones o estipulaciones acordadas por ambas partes contratantes, expresamente y por escrito, quedando en este caso plenamente vigentes los restantes extremos y condiciones no modificados.

### **1.3 Ámbito de aplicación**

El presente pliego de condiciones será de aplicación a la construcción, control, montaje, inspección y mantenimiento de la transmisión y sistema de frenado de la máquina a la cual sea instalada, en este caso un manipulador telescópico.

### **1.4 Documentación**

El proyecto queda definido por los siguientes documentos:

- Planos
- Memoria
- Anexos
- Estado de mediciones
- Pliego de condiciones.
- Presupuesto

Los documentos basados en datos sobre sondeos, ensayos..., representan una opinión; sin embargo, ello no supone que se responsabilice de la certeza de los datos

que se suministran y, en consecuencia, deben aceptarse tan solo como complementarios. Por tanto, el contratista será responsable de los errores de todos los datos que afectan al contrato.

Cualquier cambio de planteamiento que implique un cambio sustancial deberá ponerse en conocimiento para que los apruebe, si procede y redacte el oportuno proyecto reformado.

### **1.5 Compatibilidad y relación entre los documentos**

Todos los documentos son compatibles entre sí y se relacionan entre ellos. Hay que seguir un orden de prioridad de los documentos, el cual es el siguiente:

1º Planos

2º Pliego de condiciones

3º Presupuesto

4º Memoria

### **1.6 Condiciones generales de carácter legal**

El constructor es el responsable de la ejecución y por tanto tiene la responsabilidad de todo lo que pueda suceder a partir del comienzo de la fabricación del proyecto hasta la entrega; por tanto, será el responsable por si surgen accidentes con los operarios, las fotocopias de los planos y el pliego de condiciones irán a su cargo y tiene que dar el consentimiento si el ingeniero del proyecto también quiere fotocopias de estos documentos.

El constructor está obligado a presentar mensualmente un informe técnico, así como señalará el grado de ejecución de las medidas correctivas y la efectividad de dichas medidas. En caso de ser los resultados negativos, se estudiarán y presentará una propuesta con nuevas medidas correctivas.

### **1.7 Normativa de carácter general**

El siguiente proyecto, así como sus elementos, se rigen por las normativas vigentes recogidas por UNE, ISO y DIN. Si hay discrepancias entre dichas normas se ha de seguir la más restrictiva.

Independientemente de la normativa y reglamentos de índole técnica de obligada aplicación, que se expondrá en cada uno de los Pliegos de Condiciones Técnicas Particulares, se verán en todo momento, durante la ejecución del proyecto las siguientes normas y reglamentos de carácter general:

**ORDEN de 9 de marzo de 1971**, por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

**REAL DECRETO 1316/1989, de 27 de octubre**, sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.

**LEY 31/1995, de 8 de noviembre**, de Prevención de Riesgos Laborales (BOE nº 269, de 10 de noviembre).

**REAL DECRETO 39/1997, de 17 de enero**, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención (BOE número 27, de 31 de enero de 1997)

**LEY 54/2003, de 12 de diciembre**, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.

**REAL DECRETO 1311/2005, de 4 de noviembre**, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.

## **1.8 Dirección del proyecto**

El director del proyecto es la persona con titulación adecuada y suficiente, directamente responsable de la comprobación y vigilancia de la correcta realización del proyecto contratado.

Cualquier miembro de equipo colaborador del director de proyecto podrá dar en caso de emergencia, a juicio del mismo, las instrucciones que estime pertinentes dentro de las atribuciones legales, que serán de obligado cumplimiento por el constructor.

## **2. Materiales**

### **2.1 Generalidades**

Todos los materiales pasarán por un programa de inspección donde se registrarán por unas normas y requisitos establecidos en las especificaciones.

La procedencia de los materiales, de no indicarse nada en la memoria o en los planos, será la que fije el Ingeniero Director, la cual servirá de orientación al Contratista, quien no estará obligado a utilizarla.

Todos los materiales serán adquiridos con certificados de recepción según DIN 50049 o según UNE 36007, junto con las especificaciones particulares de las normas que definen los materiales utilizados.

### **2.2 Aceros**

La mayoría de los elementos que forman tanto la transmisión como el sistema de frenado están constituidos de acero, ya que es un material tenaz, relativamente dúctil y maleable sobre el cual puede realizarse operaciones de mecanizado o bien obtener piezas de fundición.

Las características de los materiales se encuentran en el Anexo 2 (Cálculos), donde hayan sido requeridas para la realización de los cálculos.

Los diámetros de los ejes están normalizados según la norma DIN 114 que indica que los diámetros normales (en mm) son:

10,12,15,17,20,25,30,35,40,45,50,55,60,70,80,90,100,125,140,160,180,200,etc...  
 aumentando de 20 en 20 hasta 500.

### 2.2.1 F150.D (20MnCr5) (Acero para cementación)

El acero para cementación 20MnCr5 es un tipo de acero para trabajar en frío con el objeto de conseguir una superficie resistente al desgaste y un núcleo tenaz. Es de excelente maquinabilidad, buena aptitud para la estampación en frío y posee alta capacidad de pulido. La resistencia a la tracción de los componentes es el resultado de la combinación de la capa superficial templada y el núcleo tenaz.

Su aplicación se centra en la construcción de elementos de máquinas, moldes, prensas, engranajes, bielas, bulones, juntas cardan...

EUROPA	ESPAÑA	ALEMANIA	ALEMANIA	FRANCIA	ITALIA	USA	JAPON
EN 10083	UNE 36011-12	DIN 17200	STAND N°	NF A35-552-86	UNI 7846	AISI/SAE	JIS
20MnCr5	F150.D	20MnCr5	1.7147	20MC5	20MnCr5	SAE 5120	SMnC21H

Figura 5.1 Denominaciones acero 20MnCr5

ACEROS PARA CEMENTACION COMPOSICION QUIMICA %									
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Otros
F150.D	0.17/0.22	<0.40	1.10/1.40	<0.035	<0.035	1.00/1.30			

Figura 5.2 Composición química acero 20MnCr5

Resistencia a tracción	$\sigma_t = 100 - 130 \text{ [kg/mm}^2\text{]}$
Límite de fluencia mínimo	$\sigma_{yp} = 70 \text{ [kg/mm}^2\text{]}$
Dureza Brinell	$HB = 600 \text{ [kg/mm}^2\text{]}$
Resistencia a fatiga a flexión	$\sigma_e = 47 \text{ [kg/mm}^2\text{]}$
Solicitud admisible (velocidades elevadas)	$\sigma_{adm} = 2200 - 3400 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$

Tabla 5.1 Propiedades acero 20MnCr5

### 2.2.2 F1140 (SAE 1045) (Acero al carbono)

El acero SAE 1045 proporciona un nivel medio de resistencia mecánica y tenacidad, además de tener bajo costo con respecto a los aceros de baja aleación. Este acero puede ser endurecido totalmente en espesores delgados por temple en agua, en secciones más gruesas se puede obtener un endurecimiento parcial.

El acero SAE 1045 es de aplicación universal, pero principalmente se centra en la industria automotriz como pernos, cigüeñales, engranajes de baja velocidad, ejes de resistencia media, herramientas agrícolas...

EUROPA	ESPAÑA	ALEMANIA	ALEMANIA	FRANCIA	ITALIA	USA	JAPON
EN 10083	UNE 36011-12	DIN 17200	STAND N°	NF A35-552-86	UNI 7846	AISI/SAE	JIS
C45E	F1140	CK45	1.1191	XC45	C45	SAE 1045	S45C

Figura 5.3 Denominaciones acero SAE 1045

ACEROS AL CARBONO COMPOSICION QUIMICA %									
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Otros
F1140	0.42/0.50	<0.40	0.50/0.80	<0.045	<0.045	<0.40	<0.40	<0.10	Cr+Ni+Mo<0.63

Figura 5.4 Composición química acero SAE 1045

Resistencia a tracción	$\sigma_t = 65,5 [kg/mm^2]$
Límite de fluencia mínimo	$\sigma_{yp} = 41,3 [kg/mm^2]$
Dureza Brinell	$HB = 190 [kg/mm^2]$

Tabla 5.2 Propiedades acero SAE 1045

### 2.2.3 F 1120 (Acero al carbono)

Acero de bajo carbono, que se utiliza en la fabricación de piezas de baja responsabilidad y características mecánicas limitadas. Admite deformación en frío, plegado y posee buena soldabilidad.

Su aplicación se centra en elementos de máquinas tales como bulones, tornillos, arandelas, herrajes, piezas estampadas, bridas...

EUROPA	ESPAÑA	ALEMANIA	ALEMANIA	FRANCIA	ITALIA	USA	JAPON
EN 10083	UNE 36011-12	DIN 17200	STAND N°	NF A35-552-86	UNI 7846	AISI/SAE	JIS
C25E	F1120	CK25	1.1158	XC25	C25	SAE 1026	S25C

Figura 5.5 Denominaciones acero F 1120

ACEROS AL CARBONO COMPOSICION QUIMICA %									
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Otros
F1120	0.22/0.29	<0.40	0.40/0.70	<0.045	<0.045	<0.40	<0.40	<0.10	Cr+Ni+Mo<0.63

Figura 5.6 Composición química acero F 1120

Resistencia a tracción	$\sigma_t = 40 - 60 [kg/mm^2]$
Límite de fluencia mínimo	$\sigma_{yp} = 22 [kg/mm^2]$
Dureza Brinell	$HB = 150 [kg/mm^2]$

Tabla 5.3 Propiedades acero F 1120

### 2.2.4 F 2111 (Acero de fácil mecanización)

El acero F 2111 posee una alta maquinabilidad y puede ser mecanizado a alta velocidad, por otro lado las solicitaciones que soporta son bajas, por ello se suele utilizar en piezas con baja responsabilidad mecánica.

EUROPA	ESPAÑA	ALEMANIA	ALEMANIA	FRANCIA	ITALIA	USA	JAPON
EN 10083	UNE 36011-12	DIN 17200	STAND N°	NF A35-552-86	UNI 7846	AISI/SAE	JIS
11SMn30	F2111	9SMn28	1.0715	S250	CF9SMn28	SAE 1213	SUM22

Figura 5.7 Denominaciones acero F 2111

ACEROS DE FACIL MECANIZACION						
COMPOSICION QUIMICA %						
	C	Si	Mn	P	S	Pb
F2111	<0.14	<0.05	0.90/1.30	<0.11	0.27/0.33	

Figura 5.8 Composición química acero F 2111

Resistencia a tracción	$\sigma_t = 46 - 71 [kg/mm^2]$
Límite de fluencia mínimo	$\sigma_{yp} = 41 [kg/mm^2]$
Dureza Brinell	$HB = 170 [kg/mm^2]$

Tabla 5.4 Propiedades acero F 2111

## 2.3 Fundición

Los aceros se funden en el horno Siemens-Martin, en el horno eléctrico o por el procedimiento oxiconvertidor. Dentro de estos procedimientos queda a juicio del suministrador la elección del procedimiento de fundición, siempre que en el pedido no se acuerde lo contrario.

El tipo de fundición empleada en algunas de las piezas es fundición gris con límite de fluencia mínimo de 450 [N/mm<sup>2</sup>].

## 2.4 Tratamientos térmicos

### 2.4.1 Normalizado

Tiene por objetivo dejar un material en estado normal, es decir, ausencia de tensiones internas y con una distribución uniforme del carbono. Se suele emplear como tratamiento previo al temple y al revenido.

### 2.4.2 Templado

Su finalidad es aumentar la dureza y la resistencia del acero. Para ello, se calienta el acero a una temperatura ligeramente más elevada que la crítica superior Ac

(entre 900-950 °C) y se enfría luego más o menos rápidamente (según características de la pieza) en un medio como agua, aceite, etcétera.

### **2.4.3 Recocido**

Consiste básicamente en un calentamiento hasta la temperatura de austenización (800-925 °C) seguido de un enfriamiento lento. El recocido es el tratamiento térmico que, en general, tiene como finalidad principal el ablandar el acero, regenerar la estructura de aceros sobrecalentados o simplemente eliminar las tensiones internas que siguen a un trabajo en frío. Esto es, eliminar los esfuerzos residuales producidos durante el trabajo en frío sin afectar las propiedades mecánicas de la pieza finalizada, o puede utilizarse el recocido para eliminar por completo el endurecimiento por deformación. En este caso, la parte final es blanda y dúctil pero sigue teniendo un acabado de superficie y precisión dimensional buenos

### **2.4.4 Revenido**

Sólo se aplica a aceros previamente templados, para disminuir ligeramente los efectos del temple, conservando parte de la dureza y aumentar la tenacidad. El revenido consigue disminuir la dureza y resistencia de los aceros templados, se eliminan las tensiones creadas en el temple y se mejora la tenacidad, dejando al acero con la dureza o resistencia deseada. Se distingue básicamente del temple en cuanto a temperatura máxima y velocidad de enfriamiento.

### **2.4.5 Cementado**

Es un tratamiento termoquímico consistente en el endurecimiento de la superficie externa del acero al bajo carbono, quedando el núcleo blando y dúctil. Como el carbono es el que genera la dureza en los aceros en el método de cementado se tiene la posibilidad de aumentar la cantidad de carbono en los aceros de bajo contenido de carbono antes de ser endurecido. El carbono se agrega al calentar al acero a su temperatura crítica mientras se encuentra en contacto con un material carbonoso. Los tres métodos de cementación más comunes son: empacado para carburación, baño líquido y gas.

## **2.5 Inspección de los materiales**

### **2.5.1 Procedimiento de inspección**

El personal de inspección tiene acceso libre a las instalaciones del suministrador y tiene derecho a rechazar el producto si algo se ha construido mal o no cumple algún requisito. El fabricante da el plan del control de calidad al comprador que señalará sus puntos de inspección.

## **2.5.2 Pruebas de inspección**

Se realizarán por líquidos penetrantes regidos por la norma UNE 7419/78 , la prueba de ultrasonidos seguidos por la norma UNE 7278/78 y el ensayo de dureza Jomin y regidos por la norma DIN 50191.

## **2.6 Ensayos mecánicos**

### **2.6.1 Ensayos de entrega**

El cliente puede acordar para todas las calidades de acero de estas dos normas ensayos de entrega, que generalmente son realizados por técnicos de la fábrica suministradora pero por acuerdo especial en el pedido también por comisionados del cliente ajenos a la fábrica suministradora.

### **2.6.2 Alcance de los ensayos**

Todas las calidades de acero se ensayarán por coladas y, dado el caso, separadamente por lotes de tratamiento térmico y alcances de dimensiones.

### **2.6.3 Toma de muestras**

La muestra para el ensayo Jominy se tomará correspondiendo a DIN 50191 consiste en calentar la probeta y enfriar la parte inferior con un chorro de agua de una determinada temperatura.

El ensayo por ultrasonidos se rige por la norma UNE 7278/78, es un ensayo no destructivo y consiste en enviar ondas por medio de vibraciones y así medir el espesor real de las piezas, por tanto, se va a realizar con una parte de las piezas del proyecto.

El ensayo del líquido penetrante regido por la norma UNE 7419/78, es un ensayo no destructivo y consiste en verter un líquido coloreado que se inserta en cualquier ranura que pueda tener la pieza.

Las muestras para el ensayo de tracción y de resiliencia por choque se formarán en dirección longitudinal del producto. Detalles de la toma de muestras para productos de otras formas de sección y dimensiones para otras posiciones de las muestras en relación con las fibras de deformación se acordarán en el pedido.

Generalmente se determinará el valor de la resiliencia como promedio de tres ensayos en probetas que se encuentren contiguas a igual distancia de la superficie, cuando esto no sea posible, directamente detrás de la misma pieza de muestra. En el pedido puede acordarse, sin embargo, la comprobación de la resiliencia en solo una o dos probetas. En caso de arbitraje se tomará el promedio de las tres probetas.

Para productos con dimensiones, de las que no se puede tomar una probeta de resiliencia con medidas normales, se tomarán acuerdos especiales para realizar el ensayo de resiliencia al choque en barreta.

La dureza Brinell se determinará según DIN 50351, la dureza Rockwell según DIN 50103.

El método para hacer visible y medir el tamaño de grano ha de ser acordado entran en consideración como datos de ensayo la recomendación ISO R 643.

#### **2.6.4 Ensayos de repetición**

Si es de atribuir el resultado insuficiente de un ensayo manifiestamente a defectos técnicos de ensayo o preparación defectuosa de una probeta, pero no a defectos del acero mismo, se dejará fuera de consideración el resultado defectuoso para la decisión respecto al cumplimiento de los requisitos y se repetirá el ensayo correspondiente.

Si el resultado no satisfactorio de uno de los ensayos es de atribuir a un tratamiento térmico como no es debido, puede tratarse térmicamente de nuevo, después de lo cual se repetirá de nuevo todo el ensayo.

Siempre que los resultados de un ensayo realizado como es debido no cumplan los requisitos prescritos, puede realizarse un ensayo de repetición, o sea, para cada ensayo no satisfactorio otros dos ensayos en otra probeta de la misma unidad de ensayo. Las piezas de muestras con resultados no satisfactorios serán excluidas.

La unidad de ensayo se considera como con arreglo a las condiciones, cuando ambos ensayos de repetición den resultado satisfactorio. Puede ser rechazado cuando uno de los ensayos de repetición no sea satisfactorio.

#### **2.6.5 Certificación del ensayo**

El ensayo de entrega se certifica por una de las certificaciones según DIN 50049. La clase de la certificación ha de ser acordada en el pedido.

### **2.7 Reclamaciones**

Defectos exteriores o interiores sólo pueden ser reclamados cuando influyan más que insignificamente en una elaboración y empleo adecuado a la calidad de acero y forma del producto.

El cliente ha de dar oportunidad a la fábrica administradora de cerciorarse de la justificación de reclamaciones, siempre que sea posible, presentando el material reclamado y piezas de comprobante del suministro.

### **3. Especificaciones de ejecución y puesta en marcha**

#### **3.1 Fabricación**

Respecto a los materiales tienen que cumplir unas condiciones determinadas y condiciones técnicas expuestas en los planos y en los documentos. Si existe contradicción entre ellos, prevalecerá lo expuesto en los documentos.

Los elementos del proyecto serán aprobados por el Director del proyecto y homologados por los oficiales correspondientes, ya que todos los elementos fabricados deberán cumplir unos requisitos y normas.

La dirección técnica será la encargada de comprobar los materiales y su correspondiente calidad. El constructor tendrá la obligación de comprobar las herramientas que se usarán para el proyecto y las sustituirá en caso de estar defectuosas.

#### **3.2 Especificaciones de ejecución**

Para la ejecución del proyecto, se necesitara preparar los materiales sobre todo, en uniones, agujeros, etc.

- Preparación: se basa en la eliminación de las impurezas de los materiales primarios del proceso. Esto es necesario para tener un buen contacto entre partes, tenga un buen acabado y sea más fácil su utilización.
- Fresado de apoyos: A parte de eliminar las impurezas es necesario fresar los apoyos para tener un buen contacto.
- Armado: al acabar la fabricación de las piezas, se procederá al montaje total de la transmisión. A la hora del montaje, se ha de comprobar que el dimensionado y los ajustes de los elementos son correctos, si no es así, la pieza mal dimensionada se rehará.
- Atornillado: a la hora de atornillar se usaran los pares de apriete correspondientes.

#### **3.3 Verificación y control**

Tras las primeras 100 horas de trabajo, se han de verificar ciertos aspectos para comprobar que los elementos de la transmisión y sistema de frenado funcionan correctamente.

### **3.3.1 Caja de transferencia**

#### **3.3.1.1 Síntomas de avería**

Se ha de revisar la caja de transferencia en busca de ruidos extraños y rumorosidad, normalmente producidos por engranajes o cojinetes de apoyo de los ejes desgastados, desalineación o descentrado de los árboles, suciedad, residuos metálicos en el interior, o falta de aceite de lubricación (nivel bajo).

Si se dan pérdidas de aceite, se puede deber al excesivo nivel del mismo, obstrucción del respiradero o mal estado de juntas o retenes.

Cualquiera de los incidentes mencionados implica el desmontaje parcial o total de la caja de transferencia y la comprobación y reparación de sus componentes, debiendo en cualquier caso verificar todos aquellos que sean desmontados, aun cuando no tengan participación en la anomalía por la cual se realiza la intervención.

#### **3.3.1.2 Desmontaje**

El desmontaje comienza con el vaciado del aceite y, durante el mismo, deben marcarse las posiciones de todos los componentes (a medida que se van desmontando), con el fin de acoplarlos correctamente en la operación de montaje. Despiezada la caja de cambios se someterá al conjunto de mecanismos a una esmerada limpieza y, posteriormente, a la verificación individual pertinente.

Como norma general, cuando se efectúan intervenciones en la caja de transferencia, deben sustituirse sistemáticamente las juntas y retenes.

La operación de desmontaje de una caja de cambios se realiza fijándola en un soporte adecuado que permita llevarla a la posición más idónea para realizar el trabajo. Esto se debe a que para un correcto desmontaje se ha de colocar la caja de transferencia a 90° de su posición de trabajo con la tapa de cierre hacia arriba, de otro modo al retirar la tapa donde se apoyan los ejes estos pueden precipitarse causando algún tipo de lesión en el mecánico.

#### **3.3.1.3 Puntos de observación**

Finalizado el despiece de la caja, y una vez realizada la consiguiente limpieza de componentes, se procederá a la verificación individual de los mismos, comprobando los desgastes, roturas, deformaciones, o cualquier otra anomalía. Se han de verificar los siguientes puntos:

- La carcasa no debe presentar grietas ni deformaciones y los alojamientos de los rodamientos deben encontrarse en perfectas condiciones, sin desgastes ni irregularidades.

- Los rodamientos de apoyo de los ejes no deben presentar una holgura superior a 0,4 mm en sentido axial, ni 0,04 mm en sentido radial y deben rodar sin dificultad en ambos sentidos. Cuando las superficies de las pistas y jaulas de rodillos cónicos estén desgastadas o picadas debe sustituirse el rodamiento
- Cada uno de los trenes o ejes de engranajes deberán ser controlados entre puntas mediante un reloj comparador. El máximo descentrado admisible es de 0,02 mm.
- Los engranajes se encontrarán en perfecto estado, sin desgaste excesivo de sus dientes, roturas o deformaciones. El contacto entre los dientes en toma debe extenderse a toda la superficie útil de trabajo.

### **3.3.2 Eje de transmisión**

#### **3.3.2.1 Síntomas de avería**

Se ha de observar si durante el funcionamiento normal se producen ruidos o vibraciones provenientes del eje de transmisión. Estos ruidos pueden deberse al mal estado de los rodamientos de las juntas cardan o a la falta de engrase en las articulaciones.

#### **3.3.2.2 Desmontaje**

El desmontaje del eje de transmisión es sencillo, se han de soltar los tornillos de unión con los acoplamientos y retirar el eje, poniendo especial cuidado en la conservación de los tornillos y tuercas.

#### **3.3.2.3 Puntos de observación**

Las juntas cardan montan rodamientos de agujas en la unión del eje con la cruceta, un mal estado de los mismos, excesiva suciedad o falta de lubricación puede llevar al deterioro de la articulación.

### **3.3.3 Puente diferencial**

#### **3.3.3.1 Síntomas de avería**

Se ha de revisar el puente diferencial en busca de ruidos extraños y rumorosidad, normalmente producidos por engranajes o cojinetes de apoyo de los ejes desgastados, desalineación o descentrado de los ejes, suciedad, residuos metálicos en el interior, o falta de aceite de lubricación (nivel bajo).

Si se dan pérdidas de aceite, se puede deber al excesivo nivel del mismo, obstrucción del respiradero o mal estado de juntas o retenes.

Si los discos de freno chirrían al frenar, puede deberse a la utilización de un aceite no adecuado que contenga fósforo, por lo que se procedería a cambiarlo inmediatamente para la conservación de los discos de freno.

Si el nivel de aceite de freno baja continuamente, puede deberse a una fuga externa o interna (mal estado de juntas tóricas), en ambos casos se ha de inmovilizar la máquina y proceder a su reparación.

Cualquiera de los incidentes mencionados implica el desmontaje parcial o total de la caja de transferencia y la comprobación y reparación de sus componentes, debiendo en cualquier caso verificar todos aquellos que sean desmontados, aun cuando no tengan participación en la anomalía por la cual se realiza la intervención

### **3.3.3.2 Desmontaje**

Lo primero antes de proceder al desmontaje es comprobar el nivel y vaciar el aceite del puente, ya que el nivel de aceite nos puede indicar si hay síntomas de fuga.

El desmontaje del puente diferencial depende de la zona a la que se quiera acceder, ya que si se quiere acceder únicamente a los discos de freno por ejemplo, no es necesario desmontar todo el diferencial.

En cualquier caso, con el aceite ya retirado se ha de inmovilizar y levantar la máquina, retirar las uniones del puente al chasis y quitar los tornillos de fijación que unen las partes del bastidor para poder acceder a los elementos de su interior.

### **3.3.3.3 Puntos de observación**

Una vez a la vista los elementos constitutivos del puente diferencial se ha de proceder a realizar una serie de comprobaciones, dependiendo cada una de ellas del síntoma que ha llevado a desmontar el puente.

- La carcasa no debe presentar grietas ni deformaciones y los alojamientos de los cojinetes.
- Los engranajes del par cónico así como los planetarios y satélites, no deben presentar desgastes excesivos, roturas ni deformaciones. En caso contrario deberán ser sustituidos en conjunto, es decir, satélites y planetarios, o bien piñón de ataque y corona, pues están apareados.
- Los cojinetes de apoyo de los ejes no deben presentar una holgura superior a 0,4 mm en sentido axial, ni 0,04 mm en sentido radial y deben rodar sin dificultad en ambos sentidos. Cuando las superficies de las pistas y jaulas de rodillos cónicos estén desgastadas o picadas debe sustituirse el cojinete.
- Los discos no deben presentar excesivo desgaste, ya que de ser así la máquina no frenará de forma correcta y el aceite se calentará en exceso promoviendo el deterioro de las juntas tóricas.

Cuando sea necesario desmontar la corona, en su posterior montaje sobre la caja del diferencial deben utilizarse tornillos nuevos e impregnarlos con un sellador.

### **3.4 Limitaciones de suministros**

El suministro comprende todos los materiales y accesorios precisos para la normal puesta en marcha e instalación de la transmisión sobre el chasis de la máquina sobre la que vaya montada.

Con el suministro se incluyen las especificaciones de las herramientas precisas el montaje y desmontaje de la transmisión así como todos los elementos necesarios para operaciones de mantenimiento y revisión.

Con el conjunto de la transmisión se suministrará al fabricante un manual con el despiece de la transmisión y un manual de uso y mantenimiento. Así mismo se entregará un manual de taller en el que aparecen las averías más usuales que puede sufrir la transmisión en su funcionamiento además del modo de solucionarlas.

Las operaciones de montaje y puesta en servicio de la transmisión correrán a cargo de la compañía compradora del proyecto.

### **3.5 Entrega y transporte**

El transporte correrá a cargo de la empresa constructora pero el cliente puede obtener un seguro para asegurarse que la transmisión llega en buen estado. El embalaje se realizará con cartones y una caja de madera.

### **3.6 Recepción**

El suministrador hará pruebas y ensayos de vez en cuando a las piezas que vaya fabricando. Si el cliente quiere alguna prueba específica, ésta también se realizará. También deberá informar al comprador de la realización de los ensayos con 48 horas de antelación, siendo decisión de éste si acudir o no.

Después de realizar los ensayos, se entregaran los certificados de calidad, los informes.

### **3.7 Montaje**

El montaje definitivo en su lugar se podrá efectuar de dos formas diferentes a elección del comprador:

- Directamente el comprador contratando una empresa especializada que supervisara el montaje para asumir la responsabilidad y garantizar el equipo.
- Contratado con el propio vendedor. Deberá proporcionar instrucciones siguiendo exigencias del comprador y del pliego de condiciones.

No montar la transmisión hasta que no se haya comprobado la posición relativa de todas las piezas y encaje perfectamente.

### 3.8 Mantenimiento por parte del usuario final

Una vez la transmisión y sistema de frenado se hayan instalado en la máquina, el usuario final propietario de la máquina ha de realizar los siguientes mantenimientos propuestos a fin de prolongar la vida de los elementos mecánicos.

Determinadas operaciones las puede realizar el usuario, pero otro tipo de operaciones requieren personal especializado, por lo que se tendría que acudir a un taller o concesionario autorizado.

De no realizarse los mantenimientos en los intervalos requeridos el fabricante queda eximido de cualquier responsabilidad derivada del fallo de los componentes de la máquina.

	Trabajo	Semanal 50 Hrs	Primeras 100 Hrs	3 meses 250 Hrs	6 meses 500 Hrs	Anual 1000 Hrs	Bienal 2000 Hrs
<b>FRENOS</b>							
Aceite sistema de frenos	Comprobar nivel		●	●			
Aceite sistema frenos	Cambiar						●
Discos de fricción	Comprobar estado					●	
Cable del freno de estacionamiento	Comprobar tensión		●	●			
<b>TRANSMISIÓN</b>							
Aceite caja de transferencia	Comprobar nivel			●			
Aceite grupo cónico	Comprobar nivel			●			
Aceite reductores de rueda	Comprobar nivel			●			
Aceite caja de transferencia	Cambiar		●			●	
Aceite grupo diferencial	Cambiar		●		●		
Aceite reductores de rueda	Cambiar		●		●		
Juntas cardan y palieres	Comprobar sujeción		●	●			
Juntas cardan y palieres	Engrasar		●	●			
Manguetas	Engrasar			●			
Ruedas	Comprobar alineación	●					
Tuercas de rueda	Comprobar apriete	●					

Tabla 5.5 Mantenimientos cíclicos y no cíclicos

### 3.8.1 Comprobación del nivel de aceite del sistema de freno



#### ADVERTENCIA

Un fallo en los frenos puede resultar mortal. Si se ve obligado a rellenar frecuentemente el depósito del líquido de frenos, inspeccione el circuito en busca de fugas externas o internas. No utilice la máquina hasta que la avería haya sido subsanada.

El uso de un líquido indebido puede causar daños al sistema. Ver el líquido correcto en el cuadro de Líquidos y lubricantes. El líquido de los frenos puede ser perjudicial para la piel. Conviene ponerse guantes de goma y cubrirse las heridas o arañazos.

Para comprobar el nivel de líquido de freno se ha de acudir al lugar donde se encuentra el cilindro de mando de los frenos, normalmente en la cabina. Una vez localizado se añade líquido hasta que llegue a la marca de máximo nivel. Se ha de limpiar bien el líquido que haya podido derramarse.

### 3.8.2 Ajuste del freno de mano



#### ADVERTENCIA

No debe utilizarse el freno de estacionamiento para ralentizar la máquina cuando se está moviendo a la velocidad de traslación, excepto en un caso de emergencia. Si se utiliza en una situación de emergencia, se deben cambiar posteriormente las pastillas de freno.

Antes de ajustar el freno de mano cerciórese de que la máquina está en un sitio llano. Calce las cuatro ruedas por los dos lados, desconecte la batería para que no pueda ser arrancado el motor.

La luz indicadora de freno de mano debe encenderse cuando este esté totalmente aplicado y la caja de transferencia en punto muerto.

Se ha de comprobar el espesor de las pastillas, si es menor de los valores especificados por el fabricante se han de cambiar.

El tensado del cable ha de ser suficiente para que se genere la fuerza de accionamiento necesaria para la retención.

### 3.8.3 Comprobación del nivel de aceite del grupo cónico

Aparque la máquina en un sitio llano, aplique el freno de mano y extraiga la llave de arranque.

Limpiar alrededor del tapón de llenado/nivel (A), y quitar seguidamente el tapón. El aceite deberá estar a la altura del fondo del agujero, de no ser así se ha de

añadir aceite del grado recomendado. El uso de aceite no recomendado puede llevar a ruidos y desgaste en los engranajes, y puesto que el diferencial está comunicado con los frenos, estos se pueden chirriar o desgastar prematuramente. Se ha de limpiar el tapón antes de volver a colocarlo.

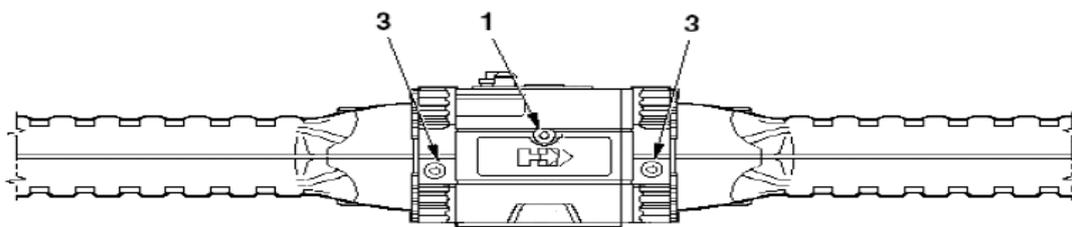


Figura 5.9 Puntos de comprobación y llenado de aceite en el puente diferencial

### 3.8.4 Cambio de aceite del grupo cónico

Aparque la máquina en un sitio llano después de haber estado funcionando durante un periodo de tiempo suficiente como para que el aceite se haya calentado. Seguidamente aplique el freno de mano y extraiga la llave de arranque.

Se ha de limpiar alrededor de los tapones de llenado (1,3) y vaciado (2), y quitar seguidamente todos los tapones empezando por los de llenado. El aceite se ha de recoger en un recipiente con capacidad suficiente. Una vez todo el aceite se haya extraído se vuelven a colocar los tapones de vaciado (2) en su lugar.

Una vez con el grupo cónico vacío, se rellena de aceite por los orificios (1,3). El uso de aceite no recomendado puede llevar a ruidos y desgaste en los engranajes, y puesto que el diferencial está comunicado con los frenos, estos se pueden chirriar o desgastar prematuramente. Se ha de limpiar el tapón antes de volver a colocarlo.

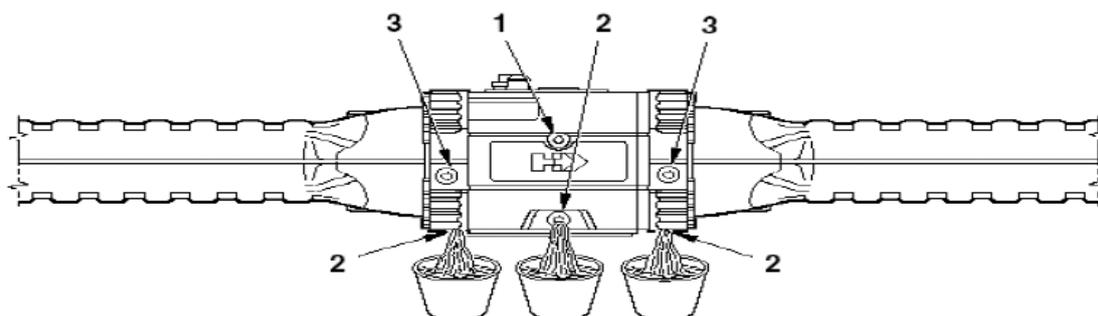


Figura 5.10 Puntos de vaciado y llenado de aceite en el puente diferencial

### 3.8.5 Cambio de aceite de la caja de transferencia

Aparque la máquina en un sitio llano, aplique el freno de mano y extraiga la llave de arranque.

Ponga un recipiente de tamaño adecuado para recoger el aceite desechado. Retire primero el tornillo del llenado (1) y seguidamente el tornillo de vaciado (2), al

hacer esto el aceite saldrá a borbotones. Una vez extraído todo el aceite, colocar de nuevo el tornillo (2) y rellenar aceite por el orificio del tornillo (1) hasta que rebose. Deshágase del aceite usado de un modo respetuoso con el medio ambiente.

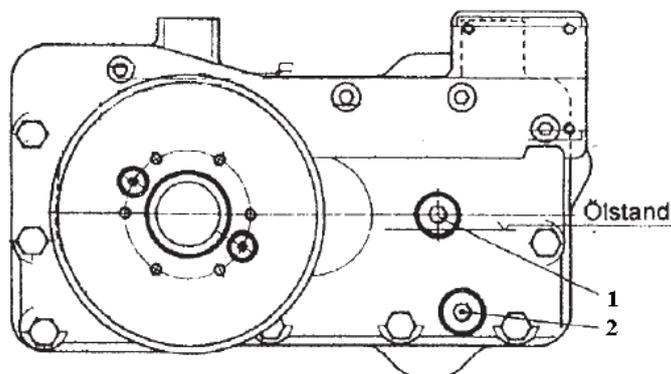


Figura 5.11 Puntos de vaciado (2) y llenado (1) de aceite en el transfer

### 3.8.6 Comprobación del nivel de aceite del reductor de rueda

Situar la máquina en una superficie plana y con el reductor de rueda en la posición de la figura 5.12. Desenroscar el tornillo (1), comprobar si el nivel es correcto, de no ser así rellenar con el aceite adecuado. Tras realizar esta operación en todas las ruedas, funcionar durante cinco minutos y volver a comprobar el nivel por si existieran fugas. Si al rellenar la primera vez el nivel está muy bajo, puede deberse a una fuga o a falta de mantenimiento.

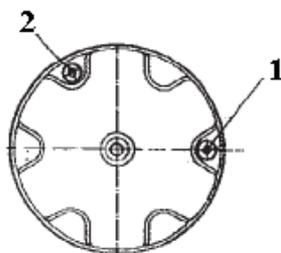


Figura 5.12 Posición para la comprobación del nivel en los reductores de rueda

### 3.8.7 Cambio de aceite del reductor de rueda

Sitúe la máquina en una superficie llana con el reductor en la posición (A) de la figura 5.13. El aceite debe estar caliente para que fluya de forma correcta. Coloque un recipiente de capacidad suficiente para recoger el aceite usado, retire el tornillo (2) y seguidamente el (1), el aceite saldrá a borbotones. Una vez extraído todo el aceite, se coloca el reductor en la posición (B), se rellena de aceite por el orificio (1) hasta que rebose y se colocan los tornillos. Tras realizar esta operación en todas las ruedas, funcionar durante cinco minutos y volver a comprobar el nivel por si existieran fugas. Si al rellenar la primera vez el nivel está muy bajo, puede deberse a una fuga o a falta de mantenimiento.

Deshágase del aceite usado de un modo respetuoso con el medio ambiente.

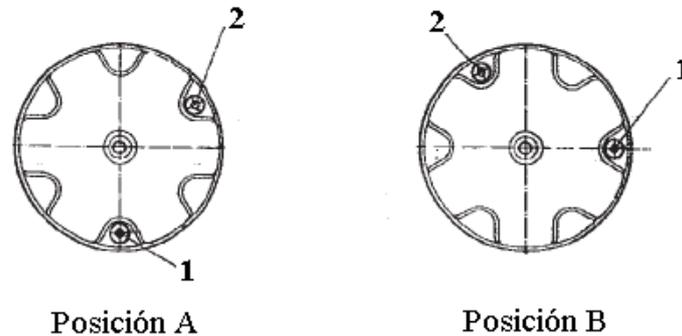


Figura 5.13 Posiciones para el cambio de aceite de los reductores de rueda

### 3.8.8 Engrase de las manguetas

Estacione la máquina en una superficie plana. Inyectar la grasa en los engrasadores a propósito predispuestos sobre el cuerpo de la columna de dirección; utilizar la bomba de engrasar (véase la figura 5.14). Repita esta operación para la otra rueda.



Figura 5.14 Engrasadores de mangueta

## 4. Pliego de condiciones particulares

### 4.1 Condiciones generales de carácter económico

Son negociados por el propietario y constructor. El constructor debe percibir el importe de todos los trabajos ejecutados siempre que se hayan hecho con arreglo y condiciones generales.

Desde el momento de la entrega, la transmisión ya es del propietario a no ser que todavía no haya realizado todos los pagos. Aunque el cliente no pague, el constructor no podrá interrumpir o alargar el proyecto, ya que si se pasa de plazo, éste tendrá que indemnizar al cliente.

## 4.2 Forma de pago

El constructor solo recibirá dinero cuando vaya realizando los trabajos correctamente. Las condiciones de pago serán las establecidas en la aceptación del pedido.

Hasta que el comprador no pague no tiene derecho a ninguna reclamación. El cliente tiene la obligación de ser puntual en los pagos, pudiéndose realizar de dos maneras:

- Al contado: a la hora de la aceptación del pedido se tendrá que pagar el 10%, para el acopio de materiales se pagara un 40% y el 50% restante se pagara a la hora de la entrega de la transmisión.
- Pago diferido: se podrá pagar vía crédito a medio o largo plazo en 5 años donde un 20% será a la aceptación del proyecto y el 80% restante en los 5 años.

## 4.3 Plazo de entrega

El plazo de entrega comenzara a partir de la aceptación del proyecto y tendrá que tener un acuerdo entre las dos partes. En caso de que durante el proyecto surja algo con lo que no se esté de acuerdo y esto no se ha pactado anteriormente, no se podrá realizar ninguna reclamación; en caso contrario, sí. Estos plazos solo podrán ser prorrogados por fuerza mayor que es toda situación o acontecimiento imprevisible y excepcional, o independiente de la voluntad de las partes contratantes, que impida a cualquiera de las partes llevar al cabo alguna de sus obligaciones, que no es imputable a una falta o negligencia y que pudiera haberse evitado.

Cuando la parte contratante se enfrente en algún momento a un caso de fuerza mayor, deberá informar sin demora a la otra parte por carta certificada con acuse de recibo o equivalente precisando la naturaleza, la duración probable y los efectos previsibles de este acontecimiento.

## 4.4 Penalizaciones y primas

Cuando no se cumplan los plazos de entrega, la empresa vendedora será penalizada un % pactado en el contrato entre comprador y vendedor.

Si la empresa entrega en un plazo inferior al previsto, obtendrá una prima que dependerá de los días que se haya adelantado. Cuantos menos días se haya avanzado, menos primas obtendrá.

## 4.5 Rescisión de contrato

A continuación se enumeran las posibles causas que puedan originar en la rescisión del contrato.

- Muerte o incapacidad del constructor.
- Quiebra de la empresa constructora.
- Suspensión de la construcción comenzada con más de 1 año.
- Incumplimiento de las condiciones del contrato.

#### **4.6 Precios**

Los precios están calculados sobre la base de los vigentes en la fecha de la oferta. Todos los dispositivos, materiales o mano de obra tendrán un precio que se acordara entre el constructor y propietario.

Estos acuerdos no incluyen el transporte ni embalajes. En caso de que haya un cambio de precios, éstos se revisarán.

#### **4.7 Garantía**

La garantía será la correspondiente a un funcionamiento de 8h/día, los elementos no fabricados por el vendedor se registrarán por la garantía de los correspondientes proveedores.

Esta garantía abarca tanto mano de obra como piezas de recambio, excepto fuerza mayor como fenómenos atmosféricos, geológicos, así como la instalación incorrecta.

Esta garantía no tiene validez si:

- El comprador arregla algún componente sin avisar al vendedor.
- Personal no adecuado
- Manipulación de los datos de garantía.

#### **4.8 Impuestos**

Son responsabilidad exclusiva del comprador.

#### **4.9 Litigios**

Si existen diferencias de contrato se podrá realizar un juicio en la localidad del vendedor.