

## **ANEXO B**

### **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA PUESTA EN SERVICIO DE LA INFRAESTRUCTURA**

#### **1 MODO DE LA PUESTA EN SERVICIO**

El Contratista deberá solicitar a la Administración Contratante que realice la verificación de las tareas de rehabilitación del tramo. A partir de la fecha de la solicitud, la Administración Contratante tendrá 5 días hábiles para iniciar la inspección, de acuerdo con lo establecido en este anexo y los demás documentos contractuales. Las inspecciones serán realizadas por la o las personas que la Administración Contratante designe, que estarán acompañadas del representante designado por la Sociedad Contratista.

La verificación de tolerancias para la ejecución de los trabajos se efectuará para cada rubro o ítem por separado.

A tal efecto el Supervisor del Contrato definirá 2 zonas de vía no superpuestas para cada rubro.

Las partes labrarán acta de lo actuado en cada visita de inspección que se realice.

#### **2 NORMAS TECNICAS PARA LA INSPECCIÓN**

##### **2.1 Escuadría de los durmientes**

Se observará en forma visual si los durmientes sustituidos se encuentran a escuadra en todo el tramo motivo de inspección.

En los casos de discrepancia, se efectuará la medición admitiéndose una tolerancia de hasta 1 grado sexagesimal con referencia a la dirección normal a la vía.

##### **2.2 Trocha**

La trocha en recta debe ser de 1435 mm. El valor de la trocha en curva será el indicado en la propuesta realizada por el Contratista luego del replanteo de las obras y de común acuerdo con la Supervisión de las Obras.

La tolerancia en el valor de la trocha en general será de +5 mm y -2 mm. Cuando la obra incluya la incorporación de rieles nuevos sin uso, las tolerancias serán de +2 mm y -2 mm.

La variación de la trocha tendrá un máximo de 2 mm en 1 metro y de 6 mm en 50 metros.

En el caso de rieles nuevos sin uso, el máximo en la variación de la trocha será de 3 mm en 3 metros.

##### **2.3 Fijaciones**

Se verificará que el 100% de las fijaciones estén firmes y colocadas correctamente.

## 2.4 Compactación de los durmientes

Se inspeccionará todos los durmientes colocados dentro de las zonas correspondientes.

Para la compactación se tomará en cuenta el sonido que produce el bastón de bola cuando golpea al durmiente inspeccionado.

Ningún durmiente podrá quedar mal apisonado (sonido a hueco).

## 2.5 Nivelación

### 2.5.1 Nivelación longitudinal

En toda la longitud de las zonas motivo de cada Certificado mensual y/o Acta de Puesta en servicio, se efectuará con instrumental de apreciación adecuada la verificación del nivel correspondiente de una fila de rieles y en curvas sobre el riel bajo, admitiéndose una tolerancia de -15 mm y +5 mm, respecto al nivel indicado por el proyecto en vías con rieles usados y de -10 y +0 para vías con rieles nuevos.

Se define la variación de la nivelación longitudinal entre dos puntos de la siguiente forma:  $v_nL = (p_n - c_n - (p_{n+1} - c_{n+1})) / L$  siendo:

$p_n$  = nivel de proyecto en el punto n

$p_{n+1}$  = nivel de proyecto en el punto n + 1

$c_n$  = nivel existente en el punto n

$c_{n+1}$  = nivel existente en el punto n + 1

Para todo par de puntos distanciados menos de 3 metros deberá cumplirse que  $v_nL < 4\text{mm}$ .

Las curvas de acuerdo para enlazar rasantes diferentes se realizarán mediante parábolas cuya curvatura (máxima en el vértice y decreciente hacia los puntos de tangencia con las rectas que enlaza) deberá respetar los siguientes valores:

Velocidad máxima del tren (km/h)	Menor a 50 km/h	50	60	70	80	90
Radio Recomendado (m)	3000	4000	5000	6000	8000	10000
Radio mínimo (m)	2000	2000	2500	3000	3500	4000

La longitud mínima de los acordamientos será de:

$L = 2 \cdot R \cdot D$  para los valles

$L = R \cdot D$  para las cimas

Siendo  $D = |i_1 - i_2|$  (valor absoluto del cambio de declive entre ambas alineaciones en alzado expresadas en ‰ (por mil)).

L y R expresadas en metros.

### 2.5.2 Nivelación transversal

Para el peralte medido cada 3 metros las diferencias algebraicas entre la nivelación transversal existente y la de proyecto no deben ser superiores a + 3 mm. en cada una de las mediciones efectuadas.

Se deberá cumplir entonces que:

$$-3 \text{ mm} < (b_n - a_n) < +3 \text{ mm}$$

siendo:

$a_n$ : El desnivel de proyecto entre los dos rieles en el punto n.

$b_n$ : El desnivel leído (existente) entre los dos rieles en el mismo punto n.

El valor del peralte de la propuesta de corrección geométrica (proyecto) deberá ajustarse a lo siguiente:

Siendo:

$h$  = peralte en mm.

$V$  = velocidad en km/h.

$R$  = radio de la curva en metros

Se define lo siguiente:

PERALTE TEORICO:  $h = 11,8 \times V^2/R$

PERALTE PRACTICO NORMAL:  $h_p = 2/3 h_{\text{teórico}}$

PERALTE MINIMO:  $h = 11,8 \times V^2/R - 100$

INSUFICIENCIA DE PERALTE =  $h_{\text{teórico}} - h_{\text{real}}$  (cuando  $h_{\text{teórico}} \geq h_{\text{real}}$ )

EXCESO DE PERALTE =  $h_{\text{real}} - h_{\text{teórico}}$  (cuando  $h_{\text{real}} \geq h_{\text{teórico}}$ )

Para la insuficiencia del peralte, el peralte teórico se calculará con la velocidad máxima de proyecto; y para el exceso de peralte, el peralte teórico se calculará con la velocidad mínima de proyecto.

Las limitaciones a respetar por el peralte son las siguientes:

PERALTE MÁXIMO	150mm
PERALTE MAXIMO EN CAMBIOS EXTERIORES CONVERGENTES	120mm
PERALTE MAXIMO EN CAMBIOS EXTERIORES DIVERGENTES	90mm
PERALTE MAXIMO EN CAMBIOS INTERIORES	150mm
PERALTE EN DESVIOS Y VIAS DE ESTACIONES	0mm
INSUFICIENCIA MAXIMA DE PERALTE	100mm
EXCESO MAXIMO DE PERALTE	80mm

### 2.5.3 Alabeo

La variación de peralte o nivelación transversal entre dos medidas consecutivas realizadas (cada 3 metros), debe ser igual a la indicada en el proyecto, con una tolerancia que no debe sobrepasar a  $\pm 2$  mm.

O sea en valor absoluto se deberá cumplir:

$$|(b_{n+1} - a_{n+1}) - (b_n - a_n)| \leq 2 \text{ mm.}$$

### 2.5.4 Alineación

En toda la longitud de vía del tramo a certificar y/o recibir se hará una apreciación visual respecto de la calidad de la alineación.

Dentro de las zonas de inspección se efectuará un flechado cada 10m con cuerda de 20m. La diferencia en valor absoluto entre las flechas reales y las teóricas será menor o igual a las siguientes tolerancias:

en vía recta -

tolerancia: 3 mm.

en vía curva de radio  $> 1.500$  m                      tolerancia: 3 mm.  
en vía curva de  $1500$  m  $>$  radio  $> 500$  m      tolerancia: 4 mm.  
en vía curva de radio  $< 500$  m                      tolerancia: 5 mm.

La variación entre dos flechas consecutivas será menor o igual a los siguientes valores:

recta y curva de radio  $> 1.500$  m                      5 mm.  
curvas de  $1500$  m  $>$  radio  $> 500$  m                      6 mm.  
curvas de radio  $< 500$  m                                      7 mm.

Todas las curvas deberán tener transiciones de entrada y de salida tipo clotoide que respeten los siguientes valores:

LONGITUD NORMAL:  $L = 9,4 V \times h$

siendo:             $L =$       longitud de en metros  
                       $V =$       velocidad en Km/h  
                       $h =$       peralte real en metros

LONGITUD MINIMA:  $L = 6,7 V \times h$

LONGITUD MINIMA EXCEPCIONAL:  $L = 5,6 V \times h$  (con autorización del Supervisor del Contrato)

OTROS PARAMETROS:

LONGITUD MINIMA DE RECTAS:  $LR = V/2$                        $V$  en km/h.

LONGITUD MINIMA DE LA CURVA CIRCULAR:  $LC = V/2$

En casos especiales el Supervisor del Contrato podrá autorizar el enlace de dos alineaciones solamente con curvas de transición, eliminándose el tramo de curva circular.

## 2.6 Juntas suplementadas

No son aceptables, por tratarse de rieles nuevos.

## 2.7 Soldadura de rieles en sitio. Norma para la ejecución de soldadura de rieles en sitio

### 2.7.1 Aspecto superficial de las uniones soldadas.

Luego de la soldadura y esmerilado no deberá apreciarse:

- Porosidad y u otros defectos en la zona de unión del metal fundido y del metal laminado.
- Defectos en la unión del alma y el hongo.
- Inclusiones en profundidad (de corindón o de arena vitrificada) sobre el hongo (en la superficie de rodamiento o superficies verticales) a.
- Sobre toda la superficie del metal fundido; sopladuras, evidencia de discontinuidad o de oxidación, falta de material por cualquier causa.
- Cavidades.

### 2.7.2 Requisitos especiales

#### CARACTERISTICAS DE LA UNION SOLDADA

##### Carga de rotura por flexión

Ensayada la unión de acuerdo a lo indicado, la carga de rotura deberá ser mayor que los límites indicados en la tabla I siguiente, para rieles con resistencia a la tracción hasta 85 kg/mm<sup>2</sup>.

TABLA I

Peso del riel (Kg/m)	Carga de rotura límite Toneladas
50	72
40	50
37	46
32	42

Para pesos de rieles distintos de estos se calculará la carga de rotura límite por interpolación lineal.

##### Dureza Brinell:

La dureza Brinell determinada de acuerdo a lo indicado y no deberá ser menor ni exceder en más de 30 unidades con respecto a la dureza determinada en el riel a 200 mm de la zona de la soldadura.

##### Estructura metalográfica:

Examinada la zona de la soldadura, la unión entre el metal fundido y el metal laminado deberá ser metálica, sin fisuras ni otras discontinuidades.

##### Porosidad:

Preparada la superficie a examinar, la sección transversal del riel en la zona de la unión no deberá evidenciar poros en magnitud tal que supere el 5% de la sección original del riel.

##### Alineación:

Verificada la unión soldada, la tolerancia es de 0,5 mm en rieles nuevos o usados recortados.

En los demás casos, según el estado de los rieles que se unan.

### 2.7.3 Control de las uniones soldadas

##### Aspecto exterior y alineación:

Estas características se verificarán en todas las soldaduras realizadas. En el caso de que alguna soldadura no cumpliera con los requisitos indicados, deberá reponerse con cargo al Contratista de la obra. Esto implica colocar un cupón y realizar dos soldaduras por cada defectuosa.

Si la cantidad de soldaduras con aspecto exterior defectuoso supera el 15% de las soldaduras ya realizadas el Contratante podrá rescindir el contrato con todas las consecuencias para el contratista.

##### Ensayo de flexión-porosidad-dureza Brinell estructura metalográfica:

Por cada 300 soldaduras realizadas en vía el Contratista realizará una unión soldada para ensayos en laboratorio, utilizando cupones de rieles destinados a tal efecto.

Las soldaduras podrán realizarse en obra o taller, en presencia de representantes del Contratante y del Contratista.

Asimismo, el Supervisor del Contrato elegirá dos soldaduras ya realizadas en la vía por cada 1.000 efectuadas, las cuales una vez extraídas de la misma se procederán a ensayar.

En el caso que cualquiera de los ensayos no cumpliera con lo establecido en estas especificaciones, se realizarán dos ensayos adicionales por cada rechazo. Si cualquiera de los ensayos no diera resultado satisfactorio, el Contratante podrá suspender la obra y rescindir el contrato con todas las consecuencias para el Contratista.

#### 2.7.4 Métodos de ensayo carga de rotura por flexión

Se realiza el ensayo sometiendo a flexión los cupones soldados en las siguientes condiciones:

- a) Distancia entre apoyos: 1 metro.
- b) Forma de la cuña de aplicación de la carga y de los apoyos: Cilíndrica de diámetro 30 a 50 mm.

El riel se dispone de forma tal que el patín del mismo se halle sometido a una sollicitación de tracción. La aplicación de la carga debe hacerse en correspondencia con la soldadura.

Se registra las cargas de rotura y en caso de estimarse necesario, las flechas en dicho instante.

#### 2.7.5 Dureza Brinell

El ensayo se realiza sobre la superficie de rodamiento del hongo del riel, en el centro de la unión soldada y a 10, 20, 40 y 200 mm. de cada lado.

En el caso de haberse empleado rieles usados, previamente se cepilla la superficie en donde se determina la dureza hasta una profundidad de 3 mm.

Se utiliza bolilla de 10 mm y carga de 3.000 kg.

#### 2.7.6 Porosidad

Se practica un corte con sierra en la sección transversal del riel, en la zona de unión y se observa la presencia de poros.

#### 2.7.7 Estructura metalográfica

Se practica un corte en la zona de unión, en el sentido longitudinal del riel. La sección obtenida se prepara para la observación metalográfica.

#### 2.7.8 Alineación

Se aplica una regla metálica de un metro de largo sobre el hongo del riel y se coloca con su centro en correspondencia con la soldadura, determinándose la alineación en los sentidos horizontal y vertical.

## 2.8 Aparatos de vía.

La colocación del nuevo aparato de vía estará en condiciones de ser recibida en forma provisoria cuando: la alineación, nivelación, compactación del balasto, trocha y drenajes de la zona de vía objeto del trabajo, se encuentren en condiciones adecuadas para la circulación de los trenes, sin restricción de velocidad por el estado de la vía donde se halle el aparato renovado.

Los valores y las tolerancias o discrepancias máximas entre la geometría real después de la sustitución del aparato de vía y la teórica definida en el proyecto, son las siguientes:

-trocha (1435mm) + 0mm y -2mm

-garganta entre vértices (59mm) + 1.5mm y -2mm

-garganta pata de liebre (43mm) + 1mm y -1mm

-garganta contrarriel (38mm) : + 2mm y -2mm

-cota de protección (1396mm) : + 2mm y -2mm

-alineación:  $| \text{flecha teórica} - \text{flecha real} | \leq 2\text{mm}$  para cuerda de 20m.

-nivelación transversal:  $| \text{peralte teórico} - \text{peralte real} | \leq 3\text{mm}$  para cualquiera de las secciones transversales consideradas.

-nivelación longitudinal:  $| \text{cota proyecto} - \text{cota real} | \leq 5\text{mm}$

-alabeo: la diferencia en valor absoluto en la nivelación transversal existente entre dos secciones cualesquiera separadas menos de 20 metros no podrá exceder 4mm para todos los puntos considerados y, la diferencia en valor absoluto entre dos cotas reales cualesquiera separadas menos de 10m no podrá superar el 10% del valor que surge en el proyecto.

Todos los durmientes de la zona objeto de los trabajos deberán estar bien asentados sobre el balasto; para realizar la comprobación se utilizará el bastón de bola.

## 2.9 Tolerancias en puentes

Además de las tolerancias señaladas en los puntos anteriores, regirán las siguientes:

- trocha: + 2 y -2 mm respecto de la trocha definida en el proyecto.

- durmiente entallado:  $-2 \text{ mm} < h(i) - h'(i) < + 2 \text{ mm}$ , siendo:

$h(i)$  la altura del durmiente  $i$ -ésimo entallado proyecto en el plano vertical medio de la viga portarriel.

$h'(i)$  la altura del durmiente  $i$ -ésimo entallado real en el plano vertical medio de la viga portarriel.

- fijaciones del riel al durmiente: igual al caso de vía asentada sobre balasto pero, la zona será todo el puente.

- fijaciones del durmiente a la viga portarriel: cada bulón quedará apretado con el torque máximo que permita el durmiente y la viga portarriel, sin dañarse: durmiente, viga, bulón y arandelas.

- nivelación longitudinal:  $-3 \text{ mm} < c(i) - c'(i) < 3 \text{ mm}$ , siendo:

$c(i)$  la cota proyecto del riel examinando sobre el  $i$ -ésimo durmiente

$c'(i)$  la cota real del riel examinando sobre el  $i$ -ésimo durmiente.

- alabeo: la diferencia en valor absoluto entre los desniveles transversales medidos en el pelo del riel sobre dos durmientes sucesivos cualesquiera del puente, no podrá superar 3 mm.

Nivelación transversal y alineación: igual al caso de vía asentada sobre balasto, excepto que la zona a examinar será todo el puente.

Para la aceptación del trabajo en el tramo de vía examinado, se exigirá el cumplimiento de todas las tolerancias en todos los puntos del puente.

### 3 PUESTA EN SERVICIO

En el caso que en alguna de las zonas a inspeccionar no se cumpla alguna de las tolerancias establecidas para el rubro correspondiente, no se aceptará la puesta en servicio.

El Contratista deberá corregir todos los defectos detectados en la zona inspeccionada así como repasar todo el tramo objeto de inspección a los efectos de corregir otros eventuales defectos.

Una vez que termine esta tarea el Supervisor del Contrato seleccionará otras dos zonas que no se superpongan con las anteriormente elegidas. Se procederá a efectuar la verificación de las tolerancias de todos los parámetros en estas nuevas zonas y si todos se encuentran dentro de tolerancia el tramo objeto de inspección será aceptado.

En el caso en que en alguna de las nuevas zonas a inspeccionar no se cumpla alguna de las tolerancias, el tramo objeto de inspección será rechazado.

En este último caso el Supervisor del Contrato deberá efectuar una verificación de todos los parámetros en todo el tramo y hará corregir todos los defectos encontrados.



Los costos por todo concepto en los que deba incurrir el Supervisor del Contrato para realizar esta verificación total y corrección de defectos serán de cuenta del Contratista.

Una vez que la Administración Contratante haya comprobado a su entera satisfacción el estado de la vía, tendrá 5 días hábiles para otorgar acta de Puesta en Servicio de la infraestructura. La etapa de retribución a la Sociedad Contratista iniciará al día siguiente al de la fecha de esta acta.