



**GOBIERNO DE LA
CIUDAD DE MÉXICO**



Licitación Pública Internacional Número 30102015-002-20

**SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO
GERENCIA DE ADQUISICIONES Y CONTRATACIÓN DE SERVICIOS**

ANEXO III “INDICADORES DE DESEMPEÑO”

DE LAS BASES DE LA LICITACIÓN PÚBLICA INTERNACIONAL NÚMERO 30102015-002-20 PARA PARTICIPAR EN EL CONCURSO QUE TIENE POR OBJETO LA ADJUDICACIÓN DE UN CONTRATO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS A LARGO PLAZO PARA LA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE TRENES, SISTEMA DE CONTROL Y VÍAS DE LA LÍNEA 1 DEL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO.

CIUDAD DE MÉXICO, A 18 DE JUNIO DE 2020.



GOBIERNO DE LA
CIUDAD DE MÉXICO



Licitación Pública Internacional Número 30102015-002-20

INDICADORES DE DESEMPEÑO

I. Definiciones.

A los términos que aparecen con inicial mayúscula en el presente Anexo, se les atribuirá el significado que se establece en las Bases de Licitación, a menos que expresamente se le atribuya un significado distinto en el presente Anexo.

II. Aspectos generales

El presente Anexo tiene el objeto de establecer los Indicadores de Desempeño que servirán como parámetros para medir el desempeño del Prestador en la prestación de los Servicios materia del Contrato. Para ello, el presente Anexo define la metodología de cálculo de cada uno de los Indicadores de Desempeño, así como la meta que el Prestador deberá cumplir en cada caso.

El cálculo de los Indicadores de Desempeño se realizará de manera mensual, con base en la información resultante de la operación del mes calendario que corresponda. El resultado de los Indicadores de Desempeño servirá para definir las Deductivas previstas en el Anexo IV de las Bases.

Los Indicadores de Desempeño se presentan por Etapa, de manera que deberán calcularse conforme a la Etapa en que se encuentre la prestación de los Servicios. Las Etapas son: (i) Etapa de Implementación, (ii) Etapa de Servicio Integral, y (iii) Etapa de Continuidad.

A menos que se defina de manera explícita más adelante en el apartado relativo a cada uno de los Indicadores de Desempeño, la fuente de la información y la metodología de extracción de la misma que servirá de base para cada uno de los Indicadores de Desempeño será propuesta por el Supervisor y el STC podrá objetarla.

Para el cálculo de los Indicadores de Desempeño se deberán utilizar los siguientes horarios de prestación de servicios de la Línea 1 al público en general, en el entendido que durante la vigencia del Contrato el STC podrá modificar los horarios aquí establecidos, mediante una notificación al Prestador sin incrementar las horas totales de servicio ("Horario de Operación"):



Licitación Pública Internacional Número 30102015-002-20

Horario	Tipo de día		
	Día Laborable	Sábado	Domingo y días festivos
Hora punta matutina	06:00 – 10:00	-	
Hora punta vespertina	17:00 – 22:00	-	
Hora valle	10:00 – 17:00	06:00 – 22:00	09:00 – 20:00
Horario normal	05:00 – 06:00	06:00 – 08:00	07:00 – 09:00
	22:00 – 00:30	22:00 – 00:30	20:00 – 00:30
Horas totales de servicio	19.5	18.5	17.5

En caso de que el STC ajuste los horarios de servicio, los cálculos de los Indicadores de Desempeño se deberán ajustar a los nuevos horarios provistos por el STC, mismos que deberán ser informados oportunamente al Prestador conforme a los tiempos que establezca el Contrato.

Para efecto del presente Anexo, por día laborable se deberá entender los días de lunes a viernes, excepto los días que conforme la Ley Federal del Trabajo se consideren inhábiles en cada año.

III. Indicadores de Desempeño:

1. Indicadores de Desempeño aplicables durante la Etapa de Implementación.

Los Indicadores de Desempeño que se aplicarán en la Etapa de Implementación son 12 y se resumen en la siguiente tabla:

Concepto	Número
1.1. Servicio de Vías	
1.1.1. Disponibilidad	
• Vías Rehabilitadas	
▪ Mensual	01
▪ Anual	02
• Vías No Rehabilitadas	
▪ Mensual	03
▪ Anual	04
1.1.2. Fiabilidad	05
1.1.3. Cumplimiento al Programa de Mantenimiento	06
1.2. Servicio de Trenes	



Licitación Pública Internacional Número 30102015-002-20

1.2.1. Disponibilidad	
• Trenes Nuevos	07
• Trenes NM16	08
1.2.2. Fiabilidad	
• Trenes Nuevos	09
• Trenes NM16	10
1.2.3. Cumplimiento al Programa de Mantenimiento	11
1.3. Afectación en el Servicio	12

1.1. Servicio de Vías.

1.1.1. Disponibilidad.

La disponibilidad de las Vías se calculará cada mes tanto para las Vías Rehabilitadas como para las Vías No Rehabilitadas. Cada mes se realizarán dos cálculos: uno para el mes calendario concluido (medición mensual) y otro para los 12 meses anteriores, incluyendo el mes calendario concluido (medición anual).

El cálculo de la Disponibilidad con medición anual se realizará a partir de que se haya cumplido un año desde la fecha de entrega del sistema de Vías al Prestador.

- a) **Metas.** El Prestador en la prestación de los Servicios deberá cumplir con las metas que se determinan a continuación. Si el Prestador no cubre las metas, será sujeto a Deductivas conforme al Anexo IV.

Disponibilidad del Servicio de Vías (D_V) para:

- Disponibilidad de Vías Rehabilitadas con medición mensual $\geq 99.75\%$.
- Disponibilidad de Vías Rehabilitadas con medición anual $\geq 99.95\%$.
- Disponibilidad de Vías No Rehabilitadas con medición mensual $\geq 99.60\%$.
- Disponibilidad de Vías No Rehabilitadas con medición anual $\geq 99.92\%$.

- b) **Fórmulas de cálculo.**

$$D_V = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n TPI_i}{TDP} * 100$$



Licitación Pública Internacional Número 30102015-002-20

$$TPI_i = TI_i \times \left[\sum_{k=a}^b KE_k \right]$$

Donde:

D_V Disponibilidad de las Vías (Rehabilitado o No Rehabilitado; con medición mensual o anual).

TPI_i Tiempo Ponderado de Interrupción de la incidencia i .

i Incidencia.

n Número de incidencias en el periodo (mensual o anual).

TDP Tiempo Disponible Programado.

TI_i Tiempo de Interrupción de la incidencia i .

KE_k Participación que representa el tramo afectado k respecto al total de la Vía.

k Tramo afectado, siendo a y b las estaciones en los extremos de dicho tramo.

c) Protocolo de Medición:

- Se considera una incidencia cualquier efecto en la Vía que impida la circulación o limite temporalmente la velocidad, en un tramo de ésta.
- El Tiempo de Interrupción se define como el intervalo en que se vea afectado el servicio por una incidencia y comenzará a computarse desde que el tiempo de afectación de servicio en cualquier estación de la línea exceda 3 veces la frecuencia mínima establecida en el horario de servicio aplicable.
- El Tiempo Ponderado de Interrupción, el Tiempo Disponible Programado y el Tiempo de Interrupción se estimarán en horas, utilizando dos decimales.
- El Tiempo Disponible Programado se estimará cada mes con base en los tipos de días y horas totales de servicio que se detallan en la sección A. Aspectos generales.
- Para el cálculo de la participación porcentual que representa el tramo afectado respecto al total de la Vía, se utilizarán los siguientes valores:

ESTACIÓN	KE
PANTITLÁN	7.5%
ZARAGOZA	2.5%
GÓMEZ FARÍAS	2.5%



Licitación Pública Internacional Número 30102015-002-20

ESTACIÓN	KE
BOULEVARD PUERTO AÉREO	2.5%
BALBUENA	2.5%
MOCTEZUMA	2.5%
SAN LÁZARO	7.5%
CANDELARIA	5.0%
MERCED	2.5%
PINO SUÁREZ	7.5%
ISABEL LA CATÓLICA	5.0%
SALTO DEL AGUA	7.5%
BALDERAS	7.5%
CUAUHTÉMOC	5.0%
INSURGENTES	5.0%
SEVILLA	2.5%
CHAPULTEPEC	5.0%
JUANACATLÁN	5.0%
TACUBAYA	7.5%
OBSERVATORIO	7.5%
TOTAL	100.0%

Ejemplo del cálculo de Disponibilidad de Vías:

Supongamos que en un mes se presentaron tres fallas que afectaron al servicio:

Falla 1: afectó la línea por un periodo de 65 minutos en el tramo de Pantitlán a Balbuena.

Falla 2: afectó la línea por un periodo de 29 minutos en el tramo de Balderas a Chapultepec.

Falla 3: afectó la línea por un periodo de 40 minutos en el tramo de Balbuena a Salto del Agua.

Para cada una de las fallas, se suman los factores KE de todas las estaciones en el tramo afectado, incluyendo los extremos.

Para la falla 1 se suman los KE de las estaciones Pantitlán (7.5 %), Zaragoza (2.5%), Gómez Farías (2.5%), Boulevard Puerto Aéreo (2.5%) y Balbuena (2.5%), para un total de **17.5%**.

Para la falla 2 se suman los KE de las estaciones Balderas (7.5%), Cuauhtémoc (5.0%), Insurgentes (5.0%), Sevilla (2.5%) y Chapultepec (5.0%) para un total de **25.0%**.



Licitación Pública Internacional Número 30102015-002-20

Para la falla 3 se suman los KE de las estaciones Balbuena (2.5%), Moctezuma (2.5%), San Lázaro (7.5%), Candelaria (5.0%), Merced (2.5%), Pino Suárez (7.5%), Isabel la Católica (5.0%) y Salto del Agua (7.5%), para un total de **40.0%**.

Para obtener el tiempo ponderado de cada avería, se multiplica el tiempo de afectación (en horas) por el resultado de la suma de los KE correspondientes:

Para la falla 1: (1.08333 horas) x (17.5 %) = 0.18958 horas

Para la falla 2: (0.48333 horas) x (25.0 %) = 0.12083 horas

Para la falla 3: (0.66667 horas) x (40.0 %) = 0.26667 horas

Tiempo ponderado de afectación: = 0.57708 horas

Suponiendo que en el mes se tuvieron 577 horas de servicio, la Disponibilidad será:

$$D = \frac{577 - 0.58}{577}$$
$$D = 99.899 \%$$

1.1.2. Fiabilidad.

La Fiabilidad de las Vías se calculará mensualmente mediante un solo indicador que integra tanto las Vías Rehabilitadas como las No Rehabilitadas.

a) **Metas.** El Prestador en la prestación de los Servicios deberá cumplir con las metas que se determinan a continuación. Si el Prestador no cubre las metas, será sujeto a Deductivas conforme al Anexo IV.

- Fiabilidad de las Vías (F_V) para todos los segmentos (rehabilitados y no rehabilitados) con medición mensual = 100.00%

b) Fórmulas de cálculo.

$$F_V = \frac{MTBF_{ponderado}}{MTBF_{exigible}} * 100$$

$$MTBF_{ponderado} = \frac{TDE}{\sum_{i=1}^n KA_i}$$

Donde:

F_V Fiabilidad de las Vías.

$MTBF$ Tiempo medio entre averías.

KA_i Factor modificador aplicable a la avería i .

i número consecutivo de avería.



GOBIERNO DE LA
CIUDAD DE MÉXICO



Licitación Pública Internacional Número 30102015-002-20

- n* Número de averías en el periodo.
TDE Tiempo disponible efectivo en el periodo.

c) Protocolo de Medición:

- En caso de que no haya fallas en el periodo ($n=0$) o que el resultado de FV sea mayor a 100%, el valor de FV se considerará 100%.
- El Tiempo medio entre averías exigible (MTBF exigible) será equivalente al total de horas en que la instalación de vía deberá estar disponible para el servicio en cada mes, conforme a los tipos de día y horas totales de servicio aplicables al mes que corresponda.
- El Tiempo disponible efectivo (TDE) equivale al tiempo, medido en horas al mes, en que efectivamente estuvo operando el sistema de Vías.
- Tanto el Tiempo medio entre averías como el Tiempo disponible efectivo se medirán en horas, utilizando dos puntos decimales.
- Se consideran averías imputables a la Vía, con interrupción del servicio, los dos casos siguientes:
 - Las que ocasionen una parada de uno o más Trenes por un tiempo superior a dos veces la frecuencia mínima establecida por el Programa de Operación; y
 - Los casos en que no haya parada, pero se provoque un retraso del carrusel completo por un tiempo superior a dos veces la frecuencia mínima establecida por el Programa de Operación.
- Se considera una avería con afectación al servicio cuando se provoque un retraso del carrusel completo por un tiempo superior a dos veces la frecuencia mínima establecida en el Programa de Operación.
- Se considera una avería de confort cuando la avería provoque movimientos anormales perceptibles por los pasajeros, sin que exista necesidad de aplicar una restricción de velocidad.
- Una avería sin afectación del servicio normal es aquella que no califica en ninguna de las otras definiciones en virtud de que es imperceptible para los pasajeros y no afecta el Programa de Operación.



Licitación Pública Internacional Número 30102015-002-20

- El factor modificador aplicable (*KA*) para cada avería corresponderá a los valores indicados en la siguiente tabla:

Tipo de avería	KA
Avería con interrupción del servicio	1.50
Avería con afectación del servicio	0.50
Avería de confort	0.25
Avería sin afectación del servicio normal	0.25

Ejemplo del cálculo de Fiabilidad:

Supongamos un mes con 577 horas de servicio y durante el cual se presentaron dos averías: una de ellas de confort (ligeros bamboleos al paso de los trenes), y la otra con afectación al servicio (ocupación intempestiva).

Para el cálculo de la Fiabilidad se deberá tomar el número de horas de servicio como el $MTBF_{exigible}$ y como el Tiempo Disponible Efectivo (TDE).

Al sumar los factores KA correspondientes a las averías que se presentaron se obtiene:

$$+ \begin{array}{l} 0.25 \text{ (Avería de confort)} \\ \underline{0.50} \text{ (Avería con afectación del servicio)} \\ 0.75 \end{array}$$

$$MTBF_{ponderado} = \frac{577h}{0.75} = 769.33 h$$

Y la fiabilidad:

$$FV = \frac{769.33}{577} * 100$$

$$FV = 133.3 \%$$

1.1.3. Cumplimiento al Programa de Mantenimiento.

El Programa de Mantenimiento de Vías deberá ser propuesto por el Prestador, revisado y aprobado por el Supervisor y no objetado por el STC, en los términos del Contrato. Dicho Programa de Mantenimiento deberá especificar todas las actividades que se realizarán, así como la periodicidad y calendario de las mismas.



GOBIERNO DE LA
CIUDAD DE MÉXICO



Licitación Pública Internacional Número 30102015-002-20

a) **Metas.** El Prestador en la prestación de los Servicios deberá cumplir con las metas que se determinan a continuación. Si el Prestador no cubre las metas, será sujeto a Deductivas conforme al Anexo IV.

- Cumplimiento al Programa de Mantenimiento de las Vías (M_V) para todos los segmentos (rehabilitados y no rehabilitados), con medición mensual = 100%

b) **Fórmula de cálculo.**

$$M_V = \frac{AMR}{AMP} * 100$$

Donde:

M_V Cumplimiento al Programa de Mantenimiento de las Vías.

AMR Número de Actividades Realizadas conforme al Programa de Mantenimiento.

AMP Número de Actividades Programadas conforme al Programa de Mantenimiento.

c) **Protocolo de Medición:**

- En caso de que el resultado de M_V sea mayor a 100%, se considerará 100%.

1.2. Servicio de Trenes.

1.2.1. Disponibilidad.

La Disponibilidad se estimará mensualmente con Indicadores de Desempeño independientes para los Trenes Nuevos y para los Trenes NM16.

a) **Metas.** El Prestador en la prestación de los Servicios deberá cumplir con las metas que se determinan a continuación. Si el Prestador no cubre las metas, será sujeto a Deductivas conforme al Anexo IV.

- Disponibilidad de Trenes Nuevos (D_{TN}) \geq 100.0%.
- Disponibilidad de Trenes NM16 (D_{TE}) \geq 94.6%.

b) **Fórmulas de cálculo.**

Fórmulas para determinar la Disponibilidad de Trenes Nuevos:



Licitación Pública Internacional Número 30102015-002-20

$$D_{TN} = \frac{DOHP_M + DOHP_V}{2}$$

$$DOHP_M = \frac{\left[\sum_{j=1}^m \left[\frac{LTN_{RPS} - \frac{\sum_{i=1}^{N_M} TD_i}{N_M}}{LTN_{RPS}} \right] \right]}{m} * 100$$

$$DOHP_V = \frac{\left[\sum_{j=1}^m \left[\frac{LTN_{RPS} - \frac{\sum_{i=1}^{N_V} TD_i}{N_V}}{LTN_{RPS}} \right] \right]}{m} * 100$$

Donde:

D_{TN} Disponibilidad de Trenes Nuevos.

$DOHP_M$ Disponibilidad Operativa en Hora Punta Matutina.

$DOHP_V$ Disponibilidad Operativa en Hora Punta Vespertina.

LTN_{RPS} Lote de Trenes Nuevos, recibidos y puestos en servicio.

TD_i Trenes Nuevos Detenidos por imputabilidad del Prestador en la hora i .

N_M Número de horas punta en el horario matutino.

N_V Número de horas punta en el horario vespertino.

j Días hábiles.

m Días hábiles durante el periodo de evaluación.

Fórmulas para determinar la Disponibilidad de Trenes NM16:

$$D_{TE} = \frac{DOHP_M + DOHP_V}{2}$$

$$DOHP_M = \frac{\left[\sum_{j=1}^m \left[\frac{LTE_{RPS} - \frac{\sum_{i=1}^{N_M} TD_i}{N_M}}{LTE_{RPS}} \right] \right]}{m} * 100$$

$$DOHP_V = \frac{\left[\sum_{j=1}^m \left[\frac{LTE_{RPS} - \frac{\sum_{i=1}^{N_V} TD_i}{N_V}}{LTE_{RPS}} \right] \right]}{m} * 100$$



Licitación Pública Internacional Número 30102015-002-20

Donde:

D_{TE} Disponibilidad de Trenes NM16.

$DOHP_M$ Disponibilidad Operativa en Hora Punta Matutina.

$DOHP_V$ Disponibilidad Operativa en Hora Punta Vespertina.

LTE_{RPS} Lote de Trenes NM16 recibidos.

TD_i Trenes NM16 Detenidos por imputabilidad del Prestador en la hora i .

N_M Número de horas punta en el horario matutino.

N_V Número de horas punta en el horario vespertino.

j Días hábiles.

m Días hábiles durante el periodo de evaluación.

c) Protocolos de Medición:

- El número de Trenes Nuevos y Trenes NM16 incluidos en las expresiones LTE_{RPS} y LTE_{RPS} podrán excluir, en su conjunto, un máximo de 2 trenes, siempre que dichos trenes se encuentren en mantenimiento mayor o menor. Dichos trenes en mantenimiento también deberán excluirse en la estimación de la expresión TD_j de cada tipo de Tren.
- Se contabilizarán los trenes detenidos en intervalos de una hora mientras dure la hora punta ya sea matutina y vespertina. En caso de que un tren sea puesto a disposición de “EL STC” por parte de el Prestador del servicio cinco minutos antes del termino de la hora, se considerará para efectos del cálculo la hora inmediata superior.

1.2.2. Fiabilidad.

La Fiabilidad se estimará mensualmente con Indicadores de Desempeño independientes para los Trenes Nuevos y para los Trenes NM16.

a) **Metas.** El Prestador en la prestación de los Servicios deberá cumplir con las metas que se determinan a continuación. Si el Prestador no cubre las metas, será sujeto a Deductivas conforme al Anexo IV.

- Fiabilidad de Trenes Nuevos (F_{TN}) $\geq 10,018$ kms/avería.
- Fiabilidad de Trenes NM16 (F_{TE}) $\geq 10,188$ kms/avería.

b) Fórmulas de cálculo.

Fórmula para determinar la Fiabilidad de Trenes Nuevos:



Licitación Pública Internacional Número 30102015-002-20

$$F_{TN} = \frac{\text{Kilometraje recorrido del LTN}}{\text{Número de averías del LTN}}$$

Donde:

F_{TN} Fiabilidad de Trenes Nuevos.

LTN Lote de Trenes Nuevos.

Fórmula para determinar la Fiabilidad de Trenes NM16:

$$F_{TE} = \frac{\text{Kilometraje recorrido del LTE}}{\text{Número de averías del LTE}}$$

Donde:

F_{TE} Fiabilidad de Trenes NM16.

LTE Lote de Trenes NM16.

c) **Protocolos de Medición:**

- Todas las averías computarán para efecto del cálculo de la Fiabilidad.
- No serán consideradas como averías, aquellas que sean originadas por vandalismo, inadecuada operación del equipo o agentes externos al servicio. Para estos casos, el Prestador deberá demostrar, técnica y documentalmente, que estas averías no le son imputables, siendo necesaria la valoración y, en su caso, aprobación por parte del Supervisor PPS y no objeción del STC de los documentos presentados.
- La imputabilidad de las averías para efecto del cálculo de Fiabilidad será determinada por el Supervisor PPS, respetando los siguientes criterios:
 - **Avería o falla** es una anomalía que afecta el funcionamiento normal del tren o de sus equipos, y que se presenta durante la operación del tren, al realizar pruebas o cualquier verificación.
 - Para el caso de las averías reportadas que no se presenten al hacer la revisión, es decir, fallas fugitivas del tren, se recurrirá a la extracción de la información almacenada en los equipos informáticos del tren y de sus distintos sistemas. Cualquier evidencia de que hubo avería, demostrada a través de los medios anteriores, será condición suficiente para imputar estas averías al Prestador, independientemente de que se encuentre o no la causa de la avería.



Licitación Pública Internacional Número 30102015-002-20

- Para el caso de las averías fugitivas y/o repetitivas, de las cuales no se encuentre ninguna evidencia de su existencia a través de los medios del párrafo anterior, las mismas no serán consideradas como avería, salvo que en una ventana móvil de 15 (quince) días se repita 3 (tres) veces el mismo reporte de avería y con características similares. En este caso, se considerará, para efectos de evaluación de la fiabilidad, la primera avería más las que se acumulen en el periodo de evaluación.
- Las averías que son resueltas a través del “restablecimiento o reseteo” también serán contabilizadas. Sólo si en una ventana móvil de 15 (quince) días se repite 3 (tres) veces un reporte similar de avería, en cualquier tren del “Lote de Trenes”, independientemente de que se trate de trenes distintos, dichas averías se contabilizarán a partir del tercer reporte que se de en el “Lote de Trenes”.
- Previamente a su intervención, todas las averías serán reportadas conforme al procedimiento que se establezca en forma conjunta entre el STC, el Supervisor PPS y el Prestador. En caso de que la avería tenga que ser atendida por personal del STC por estar afectando el servicio, se le dará el tratamiento de avería fugitiva para determinar su imputabilidad.

1.2.3. Cumplimiento al Programa de Mantenimiento de Trenes.

El Programa de Mantenimiento de Trenes deberá ser propuesto por el Prestador, revisado y aprobado por el Supervisor PPS y aprobado por el STC, en los términos del Contrato. Dicho Programa de Mantenimiento deberá especificar todas las actividades que se realizarán, así como la periodicidad y calendario de las mismas. El Indicador integra las actividades de mantenimiento de los Trenes Nuevos y los Trenes NM16.

- a) **Metas.** El Prestador en la prestación de los Servicios deberá cumplir con las metas que se determinan a continuación. Si el Prestador no cubre las metas, será sujeto a Deductivas conforme al Anexo IV.
- Cumplimiento al Programa de Mantenimiento de Trenes (M_T) con medición mensual = 100%

b) **Fórmula de cálculo.**

$$M_V = \left[\frac{AMR}{AMP} * 100 \right] - I$$



GOBIERNO DE LA
CIUDAD DE MÉXICO



Licitación Pública Internacional Número 30102015-002-20

Donde:

M_V Cumplimiento al Programa de Mantenimiento de Trenes.

AMR Número de Actividades Realizadas conforme al Programa de Mantenimiento.

AMP Número de Actividades Programadas conforme al Programa de Mantenimiento.

I Número de incidencias.

c) Protocolo de Medición:

- Cada incidencia implicará una disminución de 1% (uno por ciento) en el Indicador. Se entenderá por Incidencia, cualquier observación que el STC o el Supervisor PPS realice a un tren durante su Mantenimiento Sistemático y que no sea atendida en un lapso de 24 horas o, en el caso de Mantenimiento Mayor, que no sea atendida a la puesta en operación del tren.
- El servicio de mantenimiento se evaluará en su calidad y cantidad, tomando como base los criterios establecidos en los documentos del Programa de Mantenimiento.
- La evaluación del servicio de mantenimiento se hará por periodos mensuales, considerando los criterios anteriores. Las actividades programadas o reprogramadas que no se realicen según el programa semanal y/o hayan rebasado el criterio máximo de 10% de los kilómetros especificados, se considerarán como no realizadas y se aplicarán las Deductivas correspondientes, hasta que sean realizadas. Asimismo, si, habiéndose realizado, las actividades correspondientes no cumplen con la calidad establecida, se considerarán como no cumplidas para efectos de evaluación, y se aplicarán las Deductivas, hasta que sean realizadas correctamente.
- Las actividades programadas por intervalos de tiempo se darán como cumplidas siempre y cuando se realicen en la fecha establecida en el programa semanal. Las actividades que se programan según el recorrido kilométrico de los trenes se considerarán como cumplidas siempre y cuando se realicen en la fecha en que fueron programadas, considerándose en este caso un margen kilométrico máximo de 10% (diez por ciento) del kilometraje respecto al establecido en los manuales de mantenimiento del fabricante de trenes y sus equipos o del que se haya determinado modificar en los términos de las “Modificaciones a los criterios de mantenimiento”.



Licitación Pública Internacional Número 30102015-002-20

- Cualquier actividad no realizada por Prestador que, a juicio del Supervisor PPS o el STC, ponga en riesgo la seguridad, este último podrá exigir la detención del tren hasta que dicha actividad haya sido ejecutada a satisfacción de ambas instancias, considerando los tiempos de inmovilización por esta causa como imputables al Prestador.
- De manera informativa, más no limitativa, se deberán efectuar los siguientes tipos de mantenimiento, más los que el Prestador considere necesarios, de acuerdo con su Programa de Mantenimiento:
 - ✓ **Mantenimiento Sistemático.** Este tipo de mantenimiento se realizará de acuerdo con las periodicidades y recorridos establecidos en los manuales de mantenimiento del fabricante de los trenes y de los distintos equipos del tren y podrá ser ajustado de acuerdo con las condiciones de operación del servicio.
 - ✓ **Mantenimiento Mayor.** Son las actividades también llamadas como *OVER HAUL* o Gran Revisión, que permiten restituir al tren y a sus equipos sus características originales de operación, y mantener los niveles originales de seguridad, fiabilidad, disponibilidad, confort e imagen. Estas actividades se realizarán de acuerdo con las periodicidades y recorridos establecidos en los manuales de mantenimiento del fabricante de los trenes y de los distintos equipos del tren y podrán ser ajustadas de acuerdo con las condiciones de operación del servicio.
- Como parte de su Programa de Mantenimiento, el Prestador deberá considerar una calificación ponderada de las actividades de mantenimiento, es decir, deberá agrupar todas las actividades por sistemas y subsistemas funcionales, considerando como unidades (según su cobertura) los conceptos de: tren, carro u órgano. Para esta agrupación de actividades por sistemas y subsistemas funcionales, el Prestador deberá presentar una calificación ponderada en puntos para cada actividad en función de su impacto e importancia en la seguridad, operación de los sistemas y costo unitario.
- La ponderación a que se refiere la viñeta anterior deberá ser puesta a consideración del Supervisor PPS y el STC, quienes podrán hacer los ajustes que consideren convenientes. Una vez convenido el valor ponderado, este valor será utilizado para evaluar el nivel de cumplimiento de las actividades programadas en cada periodo de evaluación.



1.3. Afectación en el Servicio.

El cálculo de la afectación en el servicio se realizará a partir de los eventos que generen afectaciones en el servicio derivados de componentes del sistema que estén bajo responsabilidad del Prestador conforme al Contrato.

- a) **Metas.** El Prestador en la prestación de los Servicios deberá cumplir con las metas que se determinan a continuación. Si el Prestador no cubre las metas, será sujeto a Deductivas conforme al Anexo IV.

- Afectación del Servicio (*AFS*), con medición mensual ≤ 30 minutos.

b) **Fórmula de cálculo.**

$$AFS = \sum_{i=1}^N DE_i$$

Donde:

AFS Afectación del Servicio.

DE_i Duración en minutos del Evento i de afectación del servicio.

N Número de Eventos.

c) **Protocolo de Medición:**

- El cálculo de *AFS* se realizará en minutos sin puntos decimales. Para ello se deberá redondear, de forma que, si se trata de 30 segundos o más se redondeará hacia el siguiente minuto y, por el contrario, si son menos de 30 segundos se redondea en el minuto entero de que se trate.
- Para efectos del cálculo, para que un incidente contabilice como Evento, deberá implicar una afectación al servicio con una duración superior a los 3 minutos.
- Para el cálculo de la Afectación en el Servicio, se considerarán todas las averías que se presenten durante la operación de los Trenes a cargo del Prestador y las Vías de la Línea 1, una vez que las mismas hayan sido entregadas al Prestador, y que como consecuencia de cada una de estas averías se tenga un retraso en el servicio mayor a 3 minutos. Para esta evaluación se utilizará la información del Puesto de Control Central del STC (Informe Diario de Operación de la Línea 1).



Licitación Pública Internacional Número 30102015-002-20

- Dentro de este tipo de averías están las que ocasionan retraso por: trenes con pérdida de conducción, trenes con tracción lenta, trenes desalojados por afectar la seguridad, trenes que tienen que ser remolcados, trenes que provocan cortocircuitos con afectaciones a la alimentación general, y trenes que para continuar su marcha requieren la ejecución de maniobras, entre otras. Sólo se considerarán las averías que sean imputables al Prestador, utilizando el criterio aquí establecido.

2. Etapa de Servicio Integral.

En virtud de que, durante la Etapa de Servicio Integral, el Prestador estará a cargo de todos los componentes del Proyecto, los Indicadores de Desempeño se calcularán de manera integral. Los Indicadores de Desempeño que se aplicarán en la Etapa de Servicio Integral son 4 y se resumen en la siguiente tabla:

Concepto	Número
2.1. Disponibilidad	13
2.2. Fiabilidad	14
2.3. Cumplimiento al Programa de Mantenimiento	15
2.4. Afectación en el Servicio	16

2.1. Disponibilidad del Servicio Integral:

a) **Metas.** El Prestador en la prestación de los Servicios deberá cumplir con las metas que se determinan a continuación. Si el Prestador no cubre las metas, será sujeto a Deductivas conforme al Anexo IV.

- Disponibilidad (D_{SI}), con medición mensual = 100.00%.

b) **Fórmulas de cálculo.**

$$D_{SI} = \frac{D_{VA} + D_{TA} + D_{SCA}}{3}$$

Donde:

- D_{SI} Disponibilidad.
- D_{TA} Disponibilidad de los Trenes Ajustada.
- D_{VA} Disponibilidad de las Vías Ajustada.
- D_{SCA} Disponibilidad de los Sistemas de Control Ajustada.



Licitación Pública Internacional Número 30102015-002-20

La Disponibilidad de las Vías Ajustada se calculará conforme a lo siguiente:

$$D_V = \frac{(D_{VMM} * 80) + (D_{VMA} * 20)}{100}$$

$$D_{VA} = 100 - \left[\left(\frac{99.79 - D_V}{0.094} \right) * 10 \right]$$

Donde:

- D_T** Disponibilidad de las Vías.
- D_{VMM}** Disponibilidad de las Vías calculada conforme a la sección 1.1.1. del presente Anexo en medición mensual.
- D_{VMA}** Disponibilidad de las Vías calculada conforme a la sección 1.1.1. del presente Anexo en medición anual.
- D_{VA}** Disponibilidad de las Vías Ajustada.

La Disponibilidad de los Trenes Ajustada se calculará conforme a lo siguiente:

$$D_T = \frac{(D_{TN} * 30) + (D_{TE} * 10)}{40}$$

$$D_{TA} = 100 - \left[\left(\frac{98.65 - D_T}{13.65} \right) * 10 \right]$$

Donde:

- D_T** Disponibilidad de los Trenes.
- D_{TN}** Disponibilidad de los Trenes Nuevos calculada conforme a la sección 1.2.1. del presente Anexo.
- D_{TE}** Disponibilidad de los Trenes NM16 calculada conforme a la sección 1.2.1. del presente Anexo.
- D_{TA}** Disponibilidad de los Trenes Ajustada.

La Disponibilidad de los Sistemas de Control Ajustada se calculará conforme a lo siguiente:

$$D_{SCA} = 100 - \left[\left(\frac{99.985 - D_{SC}}{0.24} \right) * 10 \right]$$

Donde:

- D_{SCA}** Disponibilidad de los Sistemas de Control Ajustada.
- D_{SC}** Disponibilidad de los Sistemas de Control calculada conforme a la sección 3.1. del presente Anexo.



c) Protocolos de Medición:

- En caso de que el valor resultante de cualquiera de D_{TA} , D_{VA} o D_{SCA} sea menor a 80, para efectos del cálculo de D_{SI} se utilizará el valor de 80 en la variable correspondiente.

2.2. Fiabilidad del Servicio Integral.

a) **Metas.** El Prestador en la prestación de los Servicios deberá cumplir con las metas que se determinan a continuación. Si el Prestador no cubre las metas, será sujeto a Deductivas conforme al Anexo IV.

- Fiabilidad (F_{SI}), con medición mensual = 100.00%.

b) Fórmulas de cálculo.

$$F_{SI} = \frac{F_{VA} + F_{TA} + F_{SCA}}{3}$$

Donde:

F_{SI} Fiabilidad.

F_{VA} Fiabilidad de las Vías Ajustada.

F_{TA} Fiabilidad de los Trenes Ajustada.

F_{SCA} Fiabilidad de los Sistemas de Control Ajustada.

La Fiabilidad de las Vías Ajustada se calculará conforme a lo siguiente:

$$F_{VA} = 100 - \left[\left(\frac{100 - F_V}{50} \right) * 10 \right]$$

Donde:

F_{VA} Fiabilidad de las Vías Ajustada.

F_V Fiabilidad de las Vías calculada conforme a la sección 1.1.2. del presente Anexo.

La Fiabilidad de los Trenes Ajustada se calculará conforme a lo siguiente:

$$F_T = \frac{(F_{TN} * 30) + (F_{TE} * 10)}{40}$$

$$F_{TA} = 100 - \left[\left(\frac{10,060.50 - F_T}{644.75} \right) * 10 \right]$$

Donde:

F_T Fiabilidad de los Trenes.



Licitación Pública Internacional Número 30102015-002-20

- F_{TN} Fiabilidad de los Trenes Nuevos calculada conforme a la sección 1.2.2. del presente Anexo.
- F_{TE} Fiabilidad de los Trenes NM16 calculada conforme a la sección 1.2.2. del presente Anexo.
- F_{TA} Fiabilidad de los Trenes Ajustada. En caso de que el valor resultante sea mayor a 100, se utilizará 100.

La Fiabilidad de los Sistemas de Control Ajustada se calculará conforme a lo siguiente:

$$F_{SCA} = 100 - \left[\left(\frac{100 - F_{SC}}{50} \right) * 10 \right]$$

Donde:

- F_{SCA} Fiabilidad de los Sistemas de Control Ajustada.
- F_{SC} Fiabilidad de los Sistemas de Control calculada conforme a la sección 3.2. del presente Anexo.

d) Protocolos de Medición:

- En caso de que el valor resultante de cualquiera de F_{TA} , F_{VA} o F_{SCA} sea menor a 80, para efectos del cálculo de F_{SI} se utilizará el valor de 80 en la variable correspondiente.

2.3. Cumplimiento al Programa de Mantenimiento.

a) Metas. El Prestador en la prestación de los Servicios deberá cumplir con las metas que se determinan a continuación. Si el Prestador no cubre las metas, será sujeto a Deductivas conforme al Anexo IV.

- Porcentaje de cumplimiento al Programa de Mantenimiento (M_{SI}), con medición mensual = 100%.

b) Fórmulas de cálculo:

$$M_{SI} = [(0.25 * M_V) + (0.5 * M_T) + (0.25 * M_{SC})] * 100$$

Donde:

- M_{SI} Porcentaje de cumplimiento del Programa de Mantenimiento.
- M_V Porcentaje de cumplimiento del Programa de Mantenimiento de Vías.
- M_T Porcentaje de cumplimiento del Programa de Mantenimiento de Trenes.
- M_{SC} Porcentaje de cumplimiento del Programa de Mantenimiento de los Sistemas de Control.



c) Protocolo de Medición:

- Para efecto del cálculo de M_{SI} , los Indicadores de Desempeño M_V , M_T y M_{SC} no podrán tener un valor superior a 100.

2.4. Afectación en el Servicio.

El cálculo de la afectación en el servicio se realizará a partir de los eventos que generen afectaciones en el servicio derivados de componentes bajo responsabilidad del Prestador, incluyendo Trenes, Vías y los Sistemas de Control.

d) Metas. El Prestador en la prestación de los Servicios deberá cumplir con las metas que se determinan a continuación. Si el Prestador no cubre las metas, será sujeto a Deductivas conforme al Anexo IV.

- Afectación del Servicio (AFS), con medición mensual ≤ 30 minutos.

e) Fórmula de cálculo.

$$AFS = \sum_{i=1}^N DE_i$$

Donde:

AFS Afectación del Servicio.

DE_i Duración en minutos del Evento i de afectación del servicio.

N Número de Eventos.

f) Protocolo de Medición:

- El cálculo de AFS se realizará en minutos sin puntos decimales. Para ello se deberá redondear, de forma que, si se trata de 30 segundos o más se redondeará hacia el siguiente minuto y, por el contrario, si son menos de 30 segundos se redondea en el minuto entero de que se trate.
- Se considerarán todos los incidentes que se presenten durante la operación y que afecten la circulación de al menos un Tren.
- Para efectos del cálculo, para que un incidente contabilice como Evento, deberá implicar una afectación al servicio con una duración superior a los 3 minutos.



Licitación Pública Internacional Número 30102015-002-20

- Para esta evaluación se utilizará la información del Puesto de Control Central del STC (Informe Diario de Operación de la Línea 1).

3. Indicadores de Desempeño Aplicables durante la Etapa de Continuidad.

En virtud de que, durante la Etapa de Continuidad, el Prestador solamente estará a cargo del mantenimiento de los Sistemas de Control, los Indicadores de Desempeño de esta etapa se calcularán solo sobre dichos sistemas. Los Indicadores de Desempeño que se aplicarán en la Etapa de Continuidad son 4 y se resumen en la siguiente tabla:

Concepto	Número
3.1. Disponibilidad de los Sistemas de Control	17
3.2. Fiabilidad de los Sistemas de Control	18
3.3. Cumplimiento al Programa de Mantenimiento de los Sistemas de Control	19
3.4. Nivel de Afectación en el Servicio	20

3.1. Disponibilidad de los Sistemas de Control.

- a) **Metas.** El Prestador en la prestación de los Servicios deberá cumplir con las metas que se determinan a continuación. Si el Prestador no cubre las metas, será sujeto a Deductivas conforme al Anexo IV.

- Disponibilidad de los Sistemas de Control (D_{SC}) \geq 99.985%

b) Fórmula de cálculo:

$$D_{SC} = \frac{TDR}{TDP} * 100$$

Donde:

- D_{SC} Disponibilidad de los Sistemas de Control.
 TDR Tiempo de Disponibilidad Real.
 TDP Tiempo de Disponibilidad Programada.

c) Protocolos de Medición:

- El Tiempo de Disponibilidad Real se calculará a partir del tiempo que efectivamente estuvo disponible el Sistema de Control. Para ello, deberá descontarse cualquier interrupción total o parcial del Sistema de Control.



Licitación Pública Internacional Número 30102015-002-20

- El Tiempo de Disponibilidad Programada se estimará cada mes con base en los tipos de días y horas totales de servicio que se detallan en la sección A. Aspectos generales.
- El cálculo del Tiempo de Disponibilidad Real y el Tiempo de Disponibilidad Programada se realizará en horas con dos puntos decimales.

3.2. Fiabilidad de los Sistemas de Control.

a) **Metas.** El Prestador en la prestación de los Servicios deberá cumplir con las metas que se determinan a continuación. Si el Prestador no cubre las metas, será sujeto a Deductivas conforme al Anexo IV.

- Fiabilidad de los Sistemas de Control (F_{SC}) = 100.00%

d) **Fórmulas de cálculo.**

$$F_{SC} = \frac{MTBF_{ponderado}}{MTBF_{exigible}} * 100$$

$$MTBF_{ponderado} = \frac{TDE}{\sum_{i=1}^n KA_i}$$

Donde:

F_{SC} Fiabilidad de los Sistemas de Control.

$MTBF$ Tiempo medio entre averías.

KA_i Factor modificador aplicable a la avería i .

i avería.

n Número de averías.

TDE Tiempo disponible efectivo.

e) **Protocolo de Medición:**

- En caso de que el resultado de F_{SC} sea mayor a 100%, se considerará 100%.
- El Tiempo medio entre averías exigible será equivalente al total de horas en que el servicio deberá estar disponible en cada mes, conforme a los tipos de día y horas totales de servicio aplicables al mes que corresponda.
- El Tiempo disponible efectivo se calculará a partir del tiempo en que efectivamente estuvieron en operación los Sistemas de Control.



Licitación Pública Internacional Número 30102015-002-20

- Tanto el Tiempo medio entre averías como el Tiempo disponible efectivo se medirán en horas, utilizando dos puntos decimales.
- Se consideran Averías imputables al Sistema de Control (CBTC), con interrupción del servicio, los dos casos siguientes:
 - Las que ocasionen un paro de uno o más Trenes por un tiempo superior a 3 minutos; y
 - Los casos en que no haya parada, pero se provoque un retraso del carrusel completo por un tiempo superior a tres minutos.
- Se considera una avería con afectación al servicio cuando se provoque un retraso de uno o más trenes por un tiempo superior a tres minutos.
- Una avería sin afectación del servicio es aquella que no califica en ninguna de las definiciones anteriores en virtud de que no afecta la operación de los trenes.
- El factor modificador aplicable (**KA**) para cada avería corresponderá a los valores indicados en la siguiente tabla:

Tipo de avería	KA
Avería con interrupción del servicio	1.5
Avería con afectación del servicio	1.0
Avería sin afectación del servicio	0.5

3.3. Cumplimiento al Programa de Mantenimiento de los Sistemas de Control.

El Programa de Mantenimiento de los Sistemas de Control deberá ser propuesto por el Prestador, revisado y aprobado por el Supervisor PPS y aprobado por el STC, en los términos del Contrato. Dicho Programa de Mantenimiento deberá especificar todas las actividades que se realizarán, así como la periodicidad y calendario de las mismas.

- a) **Metas.** El Prestador en la prestación de los Servicios deberá cumplir con las metas que se determinan a continuación. Si el Prestador no cubre las metas, será sujeto a Deductivas conforme al Anexo IV.



Licitación Pública Internacional Número 30102015-002-20

- Cumplimiento al Programa de Mantenimiento de los Sistemas de Control (M_{SC}), con medición mensual = 100%.

b) Fórmula de cálculo.

$$M_{SC} = \frac{AMR}{AMP} * 100$$

Donde:

M_{SC} Cumplimiento al Programa de Mantenimiento de los Sistemas de Control.

AMR Número de Actividades Realizadas conforme al Programa de Mantenimiento.

AMP Número de Actividades Programadas conforme al Programa de Mantenimiento.

c) Protocolo de Medición:

- En caso de que el resultado de M_V sea mayor a 100%, se considerará 100%.

3.5. Afectación en el Servicio.

El cálculo de la afectación en el servicio se realizará a partir de los eventos que generen afectaciones en el servicio derivados de componentes de los Sistemas de Control.

- g) Metas.** El Prestador en la prestación de los Servicios deberá cumplir con las metas que se determinan a continuación. Si el Prestador no cubre las metas, será sujeto a Deductivas conforme al Anexo IV.

- Afectación del Servicio (AFS), con medición mensual ≤ 30 minutos.

h) Fórmula de cálculo.

$$AFS = \sum_{i=1}^N DE_i$$

Donde:

AFS Afectación del Servicio.

DE_i Duración en minutos del Evento i de afectación del servicio.

N Número de Eventos.

i) Protocolo de Medición:

- El cálculo de AFS se realizará en minutos sin puntos decimales. Para ello se deberá redondear, de forma que si se trata de 30 segundos o más se redondeará



GOBIERNO DE LA
CIUDAD DE MÉXICO



Licitación Pública Internacional Número 30102015-002-20

hacia el siguiente minuto y, por el contrario, si son menos de 30 segundos se redondea en el minuto entero de que se trate.

- Se considerarán todos los incidentes de los Sistemas de Control que se presenten durante la operación y que afecten la circulación de al menos un Tren.
- Para efectos del cálculo, para que un incidente contabilice como Evento, deberá implicar una afectación al servicio con una duración superior a los 3 minutos.
- Para esta evaluación se utilizará la información del Puesto de Control Central del STC (Informe Diario de Operación de la Línea 1).



IV. Descripción y Valores de Referencia para Material Rodante

A.1. Descripción de los Sistemas

Para la evaluación de la fiabilidad por sistema, se considerará la clasificación de los sistemas del tren que se detallan a continuación. Esta clasificación no es limitativa. En caso de haber omitido algún componente de algún sistema, el Prestador deberá incluirlo en el grupo correspondiente.

➤ **Sistema de Tracción-Frenado.**

Equipos electrónicos de control de tracción-frenado, cableado, conectores, filtros, disyuntores, contactores, semiconductores de potencia, motores, resistencias, relevadores, transductores, conmutadores, protecciones eléctricas, manipulador de tracción-frenado, entre otros.

➤ **Sistema de Antibloqueo.**

Equipos electrónicos de control, transductores, protecciones eléctricas, sensores de velocidad, electroválvulas, presostatos, tuberías, reguladores, válvulas, entre otros.

➤ **Sistema de Generación y Distribución de Energía Eléctrica.**

Pantógrafo, escobillas negativas y de masa, convertidores estáticos, baterías, cableado, conectores, contactores, relevadores, conmutadores, protecciones eléctricas, fusibles, entre otros.

➤ **Sistemas de Informática Embarcada, de Mando y Control.**

Unidades de tratamiento de la información, unidades de control programables, módulos de entradas y salidas, transductores, pantallas, conectores, cableado, botones, relevadores, conmutadores, protecciones eléctricas, entre otros.

➤ **Sistema de Puertas de Pasajeros.**

Equipo de control, motores eléctricos, mecanismos, cableado, conectores, relevadores, conmutadores, interruptores, sensores, protecciones eléctricas, hojas de puertas de acceso al salón de pasajeros, entre otros.



Licitación Pública Internacional Número 30102015-002-20

➤ **Sistema de Generación y Distribución de Aire Comprimido.**

Motores, inversor del grupo motocompresor, unidad compresora, secadores, cableado, conectores, relevadores, transductores, presostatos, conmutadores, protecciones eléctricas, mangueras, tuberías, depósitos de aire, filtros, válvulas, entre otros.

➤ **Sistemas Mecánicos.**

Conjunto del bogie, bastidor, suspensiones primaria y secundaria, bloques de frenado, electroválvulas de frenado, freno de estacionamiento, caja de grasa, reductores, ruedas metálicas, rodamientos, acoplamiento motor-reductor, unión caja-bogie, enganches mecánicos, defensas, entre otros.

➤ **Sistema de Comunicación.**

Equipo centralizado de información y megafonía, módulos de control, bocinas, micrófonos, cableado, conectores, botones, relevadores, conmutadores, protecciones eléctricas, monitores de video-información al usuario, entre otros.

➤ **Sistema de Señalización y Registro.**

Caja de señalización, numerador de tren, indicador de destino, registrador electrónico de eventos, transductores, velocímetros, cableado, conectores, botones, señalizaciones ópticas y acústicas, relevadores, equipo de transmisión remota, conmutadores, monitores, protecciones eléctricas, entre otros.

➤ **Sistema de Videovigilancia (CCTV).**

Incluye: cámaras en el interior de los carros, monitores en cabina, equipo de control, equipo de grabación, tomas, antenas, cableados, transmisores, receptores, decodificadores, equipos periféricos, entre otros.

➤ **Caja.**

Carrocerías, soportería bajo bastidor, cabinas, accesorios, puertas de cabina, cristales, pisos, revestimientos, pasillos de intercurrencia, asientos, ventanas, ventilación, filtros, alumbrado, cableado, conectores, acopladores eléctricos, relevadores, conmutadores, protecciones eléctricas, pasamanos, cofres laterales e inferiores, entre otros.