

Determinación de índice de serviciabilidad y capacidad resistente. Caso práctico: pavimentos en Azángaro, Puno, Perú

Determination of serviceability index and resistant capacity. Case study: pavements in Azángaro, Puno, Peru

Sleyther Arturo De La Cruz Vega
Universidad Nacional de Barranca
Barranca, Perú
sdelacruz@unab.edu.pe

Denis Yonatan Coaquira Cueva
Universidad Cesar Vallejo
Callao, Perú
dcoaquira@ucvvirtual.edu.pe

Cesar Eberth Ibañez Ccoapaza
Universidad Cesar Vallejo
Callao, Perú
ceibanezi@ucvvirtual.edu.pe

Fecha de recepción: 22/11/2021 - **Fecha de aprobación:** 16/03/2022

RESUMEN

La siguiente investigación tiene como objetivo determinar la serviciabilidad y capacidad resistente en el pavimento flexible del Azángaro-Salinas km 0+000 al km 3+000, en Puno, Perú.

Los resultados determinan que, para el tramo indicado, se tiene un PSI (del inglés *Pavement Serviceability Index*) de 3,41 de acuerdo con el método de Merlín, teniendo una clasificación de serviciabilidad buena. Así mismo, mediante los resultados de laboratorio, se establece la capacidad resistente en la subrasante, subbase y base. Con los CBR más críticos encontrados para cada una de las capas de la estructura del pavimento y con los espesores encontrados en campo, se logra realizar un diseño estructural obteniendo como resultado que sí se cumple con los requisitos del diseño. Las conclusiones son que la serviciabilidad es buena debido a que se determinó un IRI para cada tramo con un promedio de 2,15. Asimismo, se obtuvo un PSI promedio total de 3,41 correspondiendo una serviciabilidad buena de todo el tramo estudiado.

Palabras clave: evaluación, serviciabilidad, capacidad resistente, pavimento flexible

ABSTRACT

The following investigation aims to determine the serviceability and resistant capacity in a flexible pavement in Azángaro-Salinas km 0+000 to km 3+000, in Puno, Peru.

From the results it was possible to determine that for the indicated section there is a PSI (*Pavement Serviceability Index*) of 3,41 according to the Merlin method, meaning that it has a good serviceability classification. Likewise, through the laboratory results, the resistant capacity is established for the subgrade, subbase, and base. After the most critical CBR was found for each of the layers of the pavement structure, and with the thicknesses found in the field, it is possible to carry out a structural design obtaining as a result that the design requirements were met. As conclusion, it was found a good serviceability of each section, since the determined IRI showed an average of 2,15. Likewise, the PSI total average of 3,41 corresponds to a good serviceability of the entire section studied.

Keywords: evaluation, serviceability, resistant capacity, flexible pavement

Introducción

La evaluación de los pavimentos flexibles proporciona información del estado actual de un pavimento, permitiendo tomar acciones oportunas e inmediatas según sea el caso, como mantenimiento, rehabilitación o reconstrucción, puesto que se tendrá un inventario del estado y la condición existente de la red vial.

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) del Perú reportó la situación de los caminos en el año 2012, indicando que la Red Vial Nacional bajo su administración tenía las siguientes condiciones para el total de carreteras: un 48% representa las carreteras pavimentadas, un 9% carreteras en proyecto y un 43% son carreteras no pavimentadas. Es importante mencionar que estas carreteras están bajo cargo del MTC, mientras que los pavimentos urbanos están a cargo del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS). Sin embargo, se puede estimar que se tienen 65000km-carril o cerca de 130000km lineales a cargo de gobiernos municipales, distritales o provinciales. Además, se estima que el Estado Peruano tiene la administración de alrededor de 239000km bajo jurisdicción vecinal o local, sea bajo el ámbito del MTC o del MVCS (Sotil Chavez, 2014).

Se conocen dos tipos de evaluación del pavimento: la evaluación funcional, que está relacionada directamente con el confort del usuario al circular por una vía pavimentada; y la evaluación estructural, que está relacionada con la capacidad de soporte de un pavimento frente a las cargas de los vehículos.

En el caso de la evaluación funcional, ésta indica el resultado de aquellas deficiencias que tiene la regularidad de la superficie y el estado en el que se encuentre para la circulación de los vehículos, ofreciendo condiciones de seguridad y comodidad para los que hacen uso en la vía. Por otro lado, la evaluación estructural consiste principalmente en la determinación de la capacidad resistente de cada uno de los componentes de una estructura vial, siendo éstos la subrasante, subbase, base y carpeta asfáltica (Badilla Vargas, 2009).

Por estas razones, conocer la evaluación de la regularidad superficial del pavimento y del paquete estructural en cualquier periodo de su servicio o de la vida útil, permitirá definir las acciones de

mantenimiento o rehabilitación necesarias en el momento oportuno.

Es posible encontrar varias investigaciones en las cuales se ha evaluado el pavimento flexible obteniendo la serviciabilidad y capacidad resistente de diversos resultados, donde los índices desfavorables al entrar en operación son indicios de mayores deterioros en el tiempo, mayor costo de mantenimiento, inadecuada vida útil de servicio, rehabilitación o reconstrucción a prematura edad del pavimento, entre otros.

Presentación del caso

El presente caso de estudio explica la evaluación del pavimento flexible mediante métodos convencionales y destructivos en el tramo Azángaro-Salinas km 0+000 al km 3+000, en Puno, Perú (Ibañez Ccoapaza, y Coaquira Cueva, 2021). La presente investigación tiene como objetivo la determinación de la serviciabilidad y capacidad resistente en el tramo en estudio, abarcando los principales resultados de los estudios realizados en la vía pavimentada indicada.

La necesidad de la investigación inicia a partir del estado en el que se encuentran muchas vías de pavimento flexible de la Red Vial Nacional, su mayoría en un estado deplorable, sin que aún hayan cumplido su periodo de diseño. Estos deterioros se producen como consecuencia de que no se realizan evaluaciones constantes ni mantenimientos preventivos o reactivos apropiados y, sumado a esto, condiciones climáticas desfavorables, materiales deficientes, procesos constructivos inadecuados, entre otros.

Para el presente trabajo se utilizaron las metodologías de la norma ASTM E1926-08 (2021), para determinar el PSI (del inglés *Pavement Serviceability Index*); la norma ASTM D1883-16, para determinar el CBR (del inglés *California Bearing Ratio*) del material de cada componente de la estructura; la norma ASTM D6927-15, para determinar la estabilidad y flujo Marshall y la norma ASTM D2172/D2172M-17, para determinar el porcentaje de asfalto. Asimismo, para el diseño del pavimento se utilizó la norma de diseño de pavimentos del Manual de Carreteras 2014 (MTC, 2014) y la guía AASHTO-93.

Para la determinación del PSI se obtuvo el Índice de Regularidad Internacional (IRI) en campo mediante el equipo rugosímetro de MERLIN. Posteriormente, se extraen muestras de tres puntos críticos mediante métodos destructivos (1 cada km). En esta investigación se ha tomado muestras a lo largo de los tres km de pavimento asfáltico y tres calicatas para la obtención de muestras de los materiales que componen las capas subyacentes (subrasante, subbase y base).

Pavimento

Es un conjunto de capas superpuestas horizontalmente que se diseñan y se construyen técnicamente y con materiales idóneos y compactados, siendo esta estructura apoyada sobre la subrasante que ha de resistir adecuadamente las cargas continuas del tránsito (Montejo Fonseca, 1998).

Asfalto

Es el residuo de la destilación del petróleo que sirve como material cementante. Al elevar su temperatura lo suficiente, éste se ablanda y se transforma en líquido permitiéndolo recubrir las partículas de agregado durante la elaboración mezcla en caliente (Tipán Guañuna, 2012).

Índice de Regularidad Internacional

El rugosímetro de MERLIN consiste en determinar la desviación del terreno frente a una cuerda definida entre 2 puntos ubicados antes y después del punto de medición. Para ello, se utiliza un punto de contacto con el piso en el punto de medición, el cual permite encontrar el desnivel del terreno respecto a la cuerda, definida por los puntos de apoyo (Álvarez y Rivero, 2012).

Serviciabilidad del pavimento flexible

El Índice de Serviabilidad de Pavimento (PSI) tiene como propósito dar un valor de nivel de confort y seguridad con la que cuenta un pavimento con respecto al desplazamiento natural y normal de los vehículos. La determinación del PSI tiene un nivel de 0 a 5, en donde un valor 0 significa que el pavimento se

encuentra en muy mal estado y un valor de 5, que se encuentra en muy buen estado (Cedeño Cevallos, 2014), tal como se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Índice de serviabilidad

Índice de Serviabilidad, PSI	Calificación
5 – 4	Muy buena
4 – 3	Buena
3 – 2	Regular
2 – 1	Mala
1 - 0	Muy mala

Fuente: Cedeño Cevallos (2014).

Para determinar la serviabilidad del pavimento se realizaron mediciones del IRI mediante el método de MERLIN. Para ello, se realizó la toma de datos tanto de ida como de vuelta a lo largo de la vía. El rugosímetro de MERLIN da como resultado el IRI y el histograma de frecuencias cada 400m, para cada valor de IRI se obtiene el PSI (índice de serviabilidad del pavimento) mediante la ecuación 1.

$$PSI = \frac{5}{\frac{IRI}{e^{5,5}}} \quad (1)$$

Donde

PSI= índice de serviabilidad del pavimento

IRI= índice de rugosidad del pavimento

e= 2,718281828 (base de logaritmos neperianos)

Capacidad resistente del pavimento

La evaluación estructural de un pavimento tiene por objeto cuantificar la capacidad estructural remanente del pavimento de cada uno de sus componentes (Thenoux Zeballos, 1995).

Para determinar la capacidad resistente del pavimento flexible, se utilizan los métodos de excavación de calicatas para determinar las propiedades de cada una de las capas que conforman el pavimento flexible. Esta información se puede emplear para la

evaluación o diseño del paquete estructural, lo que permite obtener datos como el espesor, la máxima densidad seca y humedad óptima mediante el proctor modificado, capacidad resistente mediante el CBR, lavado asfáltico, estabilidad y flujo Marshall de cada punto de excavación del tramo del proyecto. Además, se recurre a la extracción de núcleos de testigo para medir espesores y propiedades mecánicas de resistencia de la carpeta asfáltica en una mayor cantidad de puntos a lo largo del proyecto estudiado.

Ensayo CBR

Es un ensayo de prueba semi-empírica para evaluar la capacidad de un material de suelo con base en su resistencia de corte. En sí, se define como la relación entre la presión necesaria para que un pistón penetre el suelo a una determinada profundidad y otra donde se estima la penetración a la misma profundidad en una muestra patrón de grava machacada, expresándose en tanto por ciento (Vargas Quispe, 2017).

Método Marshall

El método puede ser usado tanto para el diseño en laboratorio, como para el control de campo de mezclas asfálticas (en caliente) de pavimentación. El método Marshall usa muestras normalizadas de pruebas (probetas) de 64mm (2,5") de espesor por 103mm (4") de diámetro (Rodríguez Cepeda, 2014).

Manejo y resultados obtenidos

Datos obtenidos de serviciabilidad

A continuación, se muestran los cálculos de PSI del pavimento flexible, obteniendo como resultado promedio un valor de PSI=3,41 que da una clasificación de Buena, tal como se detalla en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Total de datos obtenidos de resultados de PSI

Tramo	Carril y lado	IRI	PSI	Clasificación de serviciabilidad
km 0+000-0+400	Derecho (ida)	1,89	3,55	Buena
km 0+400-0+800	Derecho (ida)	2,05	3,44	Buena
km 0+800-1+200	Derecho (ida)	3,21	2,79	Regular
km 1+200-1+600	Derecho (ida)	1,77	3,62	Buena
km 1+600-2+000	Derecho (ida)	1,09	4,10	Muy buena
km 2+000-2+400	Derecho (ida)	1,89	3,55	Buena
km 2+400-2+800	Derecho (ida)	3,25	2,77	Regular
km 2+800-3+200	Derecho (ida)	1,87	3,56	Buena
km 0+000-0+400	Izquierdo (vuelta)	1,93	3,52	Buena
km 0+400-0+800	Izquierdo (vuelta)	1,77	3,62	Buena
km 0+800-1+200	Izquierdo (vuelta)	3,82	2,50	Regular
km 1+200-1+600	Izquierdo (vuelta)	4,10	2,37	Regular
km 1+600-2+000	Izquierdo (vuelta)	2,04	3,45	Buena
km 2+000-2+400	Izquierdo (vuelta)	3,24	2,77	Regular
km 2+400-2+800	Izquierdo (vuelta)	3,00	2,90	Regular
km 2+800-3+200	Izquierdo (vuelta)	2,05	3,44	Buena
Promedio		2,15	3,41	Buena

Para conocer la capacidad resistente de un suelo, fue necesario realizar la excavación de calicatas, la cual se realizó en campo para la obtención de muestras y espesores de los puntos más críticos de tramo de evaluación. Posteriormente, se determinó mediante ensayos de laboratorio las principales características de las muestras analizadas, las que se plasman en Cuadro 3.

Características de la carpeta asfáltica

Para una completa evaluación de un pavimento flexible, es necesario evaluar también la carpeta asfáltica. Mediante la extracción de testigos, se logra obtener mayor cantidad de muestras a lo largo del proyecto y así analizarlas en laboratorio para obtener las características principales, cuyos datos obtenidos se plasman en Cuadro 4.

Cuadro 3. Resultados obtenidos de los ensayos Densidad de Campo, Proctor Modificado y CBR

Calicata n°	Componente	Ensayo				
		% de compactación (densidad de campo)	Densidad máxima seca (g/cm ³)	Contenido de humedad óptima (%)	CBR - 100% M.D.S. ¹ %	CBR - 95% M.D.S. ² %
C - 01 (km 1+000)	0,0417pulg	na ²	1,83	7,22	31,7	15,1
	Subbase	96,3	2,09	6,95	37,9	35,8
	Base	98,8	2,19	8,24	85,6	82,8
C - 02 (km 2+000)	Subrasante	na	1,75	10,5	15,2	11,4
	Subbase	95,4	2,09	7,01	36,6	35,0
	Base	98,2	2,19	8,23	85,2	79,9
C - 03 (km 3+000)	Subrasante	na	1,841	7,43	22,1	17,0
	Subbase	96,9	2,09	7,36	37,7	35,7
	Base	98,9	2,20	7,21	85,8	77,0

¹M.D.S: Máxima densidad seca

²na: no analizado

Cuadro 4. Resultados obtenidos de los ensayos de lavado asfáltico y estabilidad y flujo Marshall

Calicata n°	Ensayo				
	Lavado asfáltico		Estabilidad y flujo Marshall		
	% Agregado	% Asfalto	Estabilidad (kg)	Flujo (0,01mm)	Factor de Rigidez (kg/cm)
C - 01 (km 1+000)	93,10	6,90	1163,94	4,00	2910
C - 02 (km 2+000)	93,70	6,30	1174,53	3,80	3091
C - 03 (km 3+000)	93,00	7,00	1406,25	3,90	3606

Evaluación del pavimento flexible

Para conocer el estado actual del pavimento flexible, se realiza un diseño mediante la normativa vigente del Manual de Carreteras (MTC-2014) y la guía AASHTO 93, los datos utilizados se muestran en el Cuadro 5 y Cuadro 6.

Discusión

Se tiene mediante el método de Merlín un IRI de 2,15 y un PSI de 3,41 teniendo como resultado una clasificación de serviciabilidad buena. Del mismo modo, mediante el método de excavación de calicatas, se logra tener los CBR más críticos de las capas de la estructura del pavimento. Con los espesores encontrados en campo, se logra realizar un diseño teniendo un número estructural de 2,54,

cumpliendo con el diseño, el cual concuerda con Medrano-Yanque y Rimachi-Ccama (2019) para el ensayo Marshall. Los resultados obtenidos son óptimos en relación a los porcentajes de asfalto, siendo estables y dentro de los rangos dados por el instituto del asfalto.

La serviciabilidad es buena debido a que se determinó un IRI para cada tramo de 400m a lo largo de la vía, teniendo un IRI total promedio de 2,15. También, se determinó un PSI para cada IRI, teniendo un PSI promedio total de 3,41, el cual corresponde a una serviciabilidad buena y concuerda con Cordero Huanca (2019) que encontró que el nivel de serviciabilidad del pavimento flexible se refleja el estado de la superficie de la carpeta asfáltica. Mediante la obtención de los índices de rugosidad IRI se descubren los niveles de serviciabilidad PSI, clasificando la vía principal y auxiliar como buenas.

Cuadro 5. Valores para número estructural de diseño (corroboración de diseño)

ESALs (W18) de expediente	507015
CBR crítico	11,4
Módulo resiliente	12128,58
Confiabilidad (%R)	80
Desviación normal	-0,84
Desviación combinada	0,45
Serviciabilidad inicial	3,8
Serviciabilidad final	2
Variación de Serviciabilidad (Δ PSI)	1,8
Numero Estructural de Diseño (SN)	2,39

Cuadro 6. Valores para número estructural real

	Espesor real (cm)	CBR crítico	Coficiente estructural	Coficiente drenaje	Nº estructural real
Carpeta asfáltica	4,800		0,41	na ¹	0,76
Base	18,00	85,20	0,13	1,00	0,94
Subbase	18,00	36,60	0,12	1,00	0,82
Subrasante	na	11,40	na	na	na
Número Estructural Real					2,54

¹na: no analizado

La capacidad resistente de la subrasante, subbase y base se obtuvo mediante el método de excavación de calcatas, la cual nos da a conocer que: en la C-01 la subrasante tiene un CBR al 95% de M.D.S. de 15,1; la subbase tiene un CBR al 100% de M.D.S. de 37,9 y la base un CBR al 100% de M.D.S. de 85,6. Asimismo, en la C-02 la subrasante tiene un CBR al 95% de M.D.S. de 11,4; la subbase tiene un CBR al 100% de M.D.S. de 36,6 y la base un CBR al 100% de M.D.S. de 85,2. Por su parte, en la C-03 la subrasante tiene un CBR al 95% de M.D.S. de 17,0; la subbase tiene un CBR al 100% de M.D.S. de 37,7 y la base un CBR al 100% de M.D.S. de 85,8. Los resultados difieren con Velásquez Quispe (2020) quien obtuvo en la subrasante un CBR al 95% de M.D.S. que varía entre 4,30 y 20,00%, en la subbase un CBR al 95% de M.D.S. que varía entre 12,00 y 26,00%, y en la base se tiene CBR al 95% de M.D.S. que varía entre 14,50 y 25,00%, encontrando que la capacidad resistente estructural del pavimento de estudio no satisface con los parámetros de la norma del MTC.

Conclusiones

1. El método de MERLIN refleja un IRI de 2,15 y un PSI de 3,41 teniendo como resultado una clasificación de serviciabilidad buena.
2. Mediante el método de extracción de testigos se logra determinar el porcentaje de asfalto en cada kilómetro, teniendo como resultado que en el km 1+000 contiene un 6,9%, en el km 2+000 se tiene 6,3% y, por último, en el km 3+000 se tiene 7,0% cumpliendo con la norma MTC-2014. Asimismo, el factor de rigidez que se tiene es 2909,85kg/cm en el km 1+000, se tiene 3090,87kg/cm en el km 2+000 y 3605,77kg/cm en el km 3+000, cumpliendo con la norma EG-2013.
3. La serviciabilidad es buena debido a que se determinó el IRI para cada tramo de 400m a lo largo de la vía, teniendo un IRI total promedio de 2,15. Asimismo, se determinó un PSI para cada IRI, teniendo un PSI promedio total de 3,41 que corresponde a una serviciabilidad buena de todo el tramo estudiado.
4. La capacidad resistente de la subrasante, subbase y base se determinó mediante el método de excavación de calcatas, la cual nos da a conocer que: en la C-01 la subrasante tiene un CBR al 95% de M.D.S. de 15,1; la subbase tiene un CBR al 100% de M.D.S. de 37,9; y la base un CBR al 100% de M.D.S. de 85,6. Asimismo, en la C-02 la subrasante tiene un CBR al 95% de M.D.S. de 11,4; la subbase tiene un CBR al 100% de M.D.S. de 36,6; y la base un CBR al 100% de M.D.S. de 85,2. Por su parte, en la C-03 la subrasante tiene un CBR al 95% de M.D.S. de 17,0; la subbase tiene un CBR al 100% de M.D.S. de 37,7 y la base un CBR al 100% de M.D.S. de 85,8. Siendo estos datos importantes para el diseño y evaluación del pavimento en su estado actual. Se realizó el diseño con los valores más críticos, siendo estos de la C-02.
5. La comparación del diseño del pavimento flexible con los datos reales muestra que cumplen con las normas de la guía AASHTO 93 y el MTC-2014 de un número estructural SN= 2,54; observándose que la construcción fue buena, utilizándose los materiales adecuados.

Referencias

- Cedeño Cevallos, J. A. (2014). *Propuesta de metodología complementaria a los diseños de pavimentos según AASHTO 93* (Tesis de grado). Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Ecuador.
- Badilla Vargas, G. (2009). *Determinación de la regularidad superficial del pavimento, mediante el cálculo del Índice de Regularidad Internacional (IRI): Aspectos y consideraciones importantes*. Recuperado de: <https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/handle/50625112500/500>
- Cordero Huanca, L. A. (2019). *Serviciabilidad del pavimento flexible y transitabilidad vehicular - Avenida Carlos Izaguirre intersección Avenida 12 de Octubre, distrito San Martín de Porres, Lima en el 2018* (Tesis de grado). Universidad César Vallejo, Perú.

- Ibañez Ccoapaza, C. E., y Coaquira Cueva, D. Y. (2021). *Evaluación del pavimento flexible mediante métodos convencionales y destructivos, tramo Azanagro-Salinas del Km 0+000 Al 3+000, Puno 2021* (Tesis de grado). Universidad César Vallejo, Perú.
- Sotil Chavez, A. (2014). Propuesta del sistema de gestión de pavimentos para municipalidades y gobiernos locales. *Infraestructura Vial*, 16(28), 13-24. DOI: 10.15517/iv.v16i28.14582
- Medrano-Yanque, S. J., Rimachi-Ccama, T. E. (2019). *Evaluación estructural del pavimento flexible de la carretera Cusco-Sicuani (tramo Tinta -San Pedro), 2019* (Tesis de grado). Universidad Andina de Cusco, Perú.
- Montejo Fonseca, A. (1998). *Ingeniería de pavimentos para carreteras*. Bogotá, D.C.: Universidad Católica de Colombia.
- MTC (2014). *Manual de carreteras: sección suelos y pavimentos*. Lima: Macro.
- Rodríguez Cepeda, J. A. (2014). *Análisis de desempeño de mezclas asfálticas tibias* (Tesis de grado). Universidad de las Fuerzas Armadas, Ecuador.
- Álvarez, S., y Rivero, R. (2012). Instrumento electrónico para la estimación del índice de rugosidad internacional (IRI) con base en el perfilómetro estático Merlin. *Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela*, 27(1), 49-55.
- Thenoux Zeballos, G. A. (1995). Evaluación técnica del pavimento y comparación de métodos de diseño de capas de refuerzo asfáltico. *Revista Ingeniería de Construcción*, 14, 56-72.
- Tipán Guañuna, J. F. (2012). *Control de calidad de cementos asfálticos tipo AP-3 utilizados en la fabricación de hormigón asfáltico para capas de rodadura de las carreteras del Ecuador, mediante ensayos en laboratorio* (Tesis de grado). Escuela Politécnica del Ejército, Ecuador.
- Vargas Quispe, N. P. (2017). *Efecto de la adición de fibra de polímeros reciclados en el valor del CBR de suelos granulares en pavimentos* (Tesis de grado). Universidad Continental, Perú.
- Velásquez Quispe, B. G. (2020). *Capacidad resistente de la estructura de pavimentos flexibles mediante métodos destructivos - Avenida Estudiante, Puno 2020* (Tesis de grado). Universidad César Vallejo, Perú.

Los contenidos de este documento, representan insumos dentro de un proceso de gestión del conocimiento que, por sí mismos, a priori, no constituyen una declaración de una normativa, procedimiento, criterio o herramienta oficial de acatamiento obligatorio en la gestión de proyectos de obra vial pública de Costa Rica, por parte del LanammeUCR. Cualquier posición oficial para Costa Rica sobre aspectos puntuales contemplados en este documento, se realizarán por los medios que corresponden, según los lineamientos de la Universidad de Costa Rica, de la Ley 8114 y su Reglamento al Art 6 (Decreto 37016 – MOPT).