

## Determinación del índice de condición del pavimento de las plataformas deportivas de concreto en las instituciones educativas del distrito de Jaén, Cajamarca

### Determination of the pavement condition index of concrete sports platforms in educational institutions in the district of Jaén, Cajamarca.

Anthony Muñoz<sup>1</sup>  y Adaly Cruz<sup>2</sup> \*

#### RESUMEN

El objetivo de la investigación fue determinar el índice de condición del pavimento (PCI, ASTM D6433-11) de las plataformas de las instituciones educativas de Jaén. La evaluación se realizó mediante la inspección de patologías en las losas de concreto, registradas en fichas de inspección de campo, siendo las fallas de mayor incidencia la losa dividida, grietas lineales y daño del sello de junta. Ante esto se propusieron soluciones, como sellado de grietas para daños de nivel bajo o medio, y parcheo parcial de las losas. El PCI general fue del 61.19, clasificado como bueno según los estándares establecidos. Estos hallazgos aportan información para la planificación y asignación de recursos destinados a la conservación de infraestructuras deportivas en el distrito de Jaén, ofreciendo una base sólida para futuras intervenciones y mejoras.

**Palabras clave:** Plataformas deportivas, índice de condición de pavimento, patologías.

#### ABSTRACT

The objective of the investigation was to determine the pavement condition index (PCI, ASTM D6433-11) of the platforms of educational institutions in Jaén. The evaluation was carried out by inspecting concrete slab pathologies, recorded in field inspection sheets. The results highlighted pathologies such as split slabs, linear cracks, and joint seal damage. Solutions were proposed, such as crack sealing for low to medium-level damage, and partial slab patching. The overall PCI was 61.19, classified as good by established standards. These findings provide information for the planning and allocation of resources for the maintenance of sports infrastructure in the Jaén district, offering a solid basis for future interventions and improvements.

**Keywords:** Sports platforms, pavement condition index, pathologies.

Recibido: 18/11/2023. Aceptado: 19/12/2023

\* Autor para correspondencia

<sup>1</sup>. Universidad Nacional de Jaén, Cajamarca, Perú. Email: [anthony.muñoz@est.unj.edu.pe](mailto:anthony.muñoz@est.unj.edu.pe)

<sup>2</sup>. Universidad Nacional de Jaén, Cajamarca, Perú. Email: [adaly.cruz@est.unj.edu.pe](mailto:adaly.cruz@est.unj.edu.pe)

---

## **INTRODUCCIÓN**

A lo largo de su ciclo de vida, los pavimentos experimentan un progresivo proceso de deterioro que desencadena una serie de fallos, resultando en una notable degradación de su calidad de rodadura y, consecuentemente, en un aumento de los costos de mantenimiento impuestos por la entidad correspondiente. En el contexto específico del distrito de Jaén, en los centros educativos de la región, se enfrenta una limitación presupuestaria que obstaculiza la capacidad inmediata de preservar y mantener la infraestructura. Esta restricción presupuestaria se manifiesta de manera significativa en los desperfectos evidentes en las superficies de las plataformas deportivas de concreto en diversos centros educativos, dando lugar a la necesidad de abordar y comprender los desafíos particulares asociados con la gestión de la infraestructura pavimentada en entornos educativos.

En virtud de lo expuesto, se evaluó y determinó el estado de las plataformas deportivas de concreto en las instituciones educativas del distrito de Jaén. Esta evaluación se llevó a cabo mediante el análisis de las patologías existentes, con el fin de comprender las características de los daños y calificar el nivel de conservación de dichas infraestructuras. Además, se buscó identificar los daños de afectación y su nivel de severidad, con el objetivo de proporcionar recomendaciones para acciones correctivas que mejoren las áreas en mal estado, contribuyendo así a ofrecer una mejor calidad de servicio a los estudiantes de estas instituciones. La metodología seleccionada para llevar a cabo este proyecto fue el Método PCI (Pavement Concrete Index), que implica la evaluación de patologías presentes en las plataformas deportivas de concreto para estimar su índice de estado de pavimento mediante tablas y rangos de clasificación. En consonancia con lo anterior, el objetivo principal de esta investigación fue determinar el índice de condición del pavimento en las diversas plataformas deportivas de las instituciones educativas del distrito de Jaén, ubicado en la Provincia de Jaén, Departamento de Cajamarca. Los resultados y conclusiones obtenidos a través del método PCI destacaron las fallas más predominantes en las plataformas deportivas de concreto, incluyendo losa dividida, grietas lineales, daño del sello de la junta y mapa de grietas. Estas observaciones proporcionan información valiosa para orientar futuras intervenciones de mantenimiento y mejora en las instalaciones deportivas de las instituciones educativas del distrito.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

La población objeto de estudio estuvo compuesta por las Instituciones Educativas ubicadas en el distrito de Jaén, provincia de Jaén, departamento de Cajamarca. De este conjunto, se realizó una selección

específica que incluyó Instituciones Educativas públicas de nivel inicial, nivel primario y nivel secundario, las cuales disponían de plataformas deportivas de concreto. En este contexto, se eligieron meticulosamente 10 instituciones educativas públicas del distrito de Jaén mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia.

Según la finalidad esta investigación es básica, debido a que su finalidad es incrementar el conocimiento e información sobre el objeto a ser estudiado. También denominada pura o teórica. Según su manejo de variables es descriptiva, puesto que, se realizó la descripción del proceso de identificación de fallas recurrentes en las plataformas deportivas de concreto según sus características, para luego desarrollar una clasificación e identificación del objeto de estudio mediante el método PCI; y según su enfoque Es cuantitativa, ya que parte del estudio de métodos de recolección de datos, con el propósito de explorar y describir la realidad de las muestras evaluadas a través de la observación descriptiva para al final obtener un valor numérico representativo.

Las técnicas empleadas en este estudio abarcaron diversas estrategias de recopilación y análisis de datos. La inspección visual se erigió como una herramienta fundamental que facilitó evaluaciones directas en el terreno, permitiendo la toma de apuntes necesarios para llevar a cabo una identificación precisa del Índice de Condición del Pavimento. Esta técnica posibilitó una comprensión detallada de las condiciones de las plataformas deportivas de concreto.

La información bibliográfica se constituyó como un componente esencial del marco teórico de la investigación. La recolección de datos provenientes de fuentes confiables, como tesis, artículos científicos, revistas y revisiones bibliográficas, proporcionó una base sólida para el desarrollo y ejecución de la investigación. Esta técnica respaldó la fundamentación teórica del estudio, enriqueciendo el análisis con conocimientos previos y perspectivas académicas.

Adicionalmente, se implementó la técnica de fichaje, mediante la creación de fichas técnicas y hojas de inspección. Estas fichas incluyeron gráficos y tablas de datos que describieron de manera sistemática las diversas patologías y daños identificados en las plataformas deportivas. La información recopilada a través del fichaje desempeñó un papel crucial en la determinación del Índice de Condición del Pavimento (PCI).

### **Procedimientos**

Completado el reconocimiento e inspección de campo, la recolección exhaustiva de datos sobre las lesiones o daños en las plataformas de concreto. Se empleo esta información para llevar a cabo el cálculo del Índice de Condición del Pavimento (PCI). De acuerdo con la metodología propuesta por Vásquez

Varela (2002), este cálculo se realizó de manera automática, considerando los "valores de deducción" asignados a cada tipo de falla en función de su severidad y cantidad reportada.

Los valores de ponderación, que oscilan entre 0 y 100, desempeñan un papel central en el cálculo del PCI, ya que reflejan el impacto que cada anomalía tiene en la calidad del firme. Una puntuación de 100 indica una anomalía de gravedad extrema, mientras que un valor de 0 señala que la anomalía no tiene ningún impacto en el rendimiento del pavimento (UMSS, 2004).

A continuación, se proporciona una descripción detallada de cada fase del proceso, destacando la importancia de la asignación de valores de deducción y ponderación para obtener una evaluación integral y cuantitativa del estado de las plataformas deportivas de concreto en las instituciones educativas del distrito de Jaén.

### **FASE-1: Cálculo de los valores deducidos:**

1-A. Registre la cantidad de plataformas o losas en las cuales se muestra la severidad de cada mezcla y tipo de daño en el formato del anexo 01. (Vásquez Varela, 2002)

1-B. Divida el número de plataformas registradas en 1-A entre el número de plataformas de la unidad y exprese el resultado como porcentaje (%) que será la densidad por unidad de muestreo para cada mezcla de gravedad y tipo de daño. (Vásquez Varela, 2002)

1-C. Establezca los respectivos valores deducidos para cada mezcla de nivel de severidad y tipo de daño utilizando la curva de "Valor Deducido de Daño". (Vásquez Varela, 2002, p. 6)

### **FASE-2: Cálculo de la cantidad de deducción Permitida (m)**

2-A. Si ninguno de los valores deducidos o tal vez uno llega a ser mayor que 2, se hará uso del valor deducido total en vez del mayor valor deducido corregido, CDV, obtenido en la Etapa 4. Caso contrario, lo que se deberá hacer es seguir los pasos 2-B y 2-C. (Vásquez Varela, 2002)

2-B. Enumere los valores deducidos de manera descendente, es decir, de mayor a menor. (Vásquez Varela, 2002)

2-C. Formule el "Número Máximo Aceptable de Valores Deducidos" (m), usando la siguiente ecuación: (Vásquez Varela, 2002)

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$$

Donde:

$m_i$  = Número máx. aceptable de “valores deducidos”, conteniendo fracción, para la unidad de muestreo i.

$HVDV_i$  = Mayor valor deducido particular para la unidad de muestreo i.

2-D. El número de valores deducidos se comprimen a m, incluida la parte fraccionaria. Si dispone de menos valores deducidos que m, se deberán manipular todos los que se tengan. (Vásquez Varela, 2002)

### **FASE-3: Cálculo “Valor Máximo Deducido Corregido”, CDV.**

El máximo CDV se determina a través de un proceso iterativo a mostrar a continuación:

3-A. Establezca el número de valores deducidos, q, que sean mayores que 2.0. (Vásquez Varela, 2002)

3-B. Prescriba el “Valor Deducido Total” con la suma de todos aquellos valores deducidos particulares. (Vásquez Varela, 2002)

3-C. Prescriba el CDV con q y el “Valor Deducido Total” haciendo uso de la curva de corrección oportuna al ejemplar de pavimento. (Vásquez Varela, 2002)

3-D. Reduzca a 2.0 el número menor de los “Valores Deducidos” particulares que sea mayor que 2.0 y reitere las etapas 3-A a 3-C hasta que q sea igual a 1. (Vásquez Varela, 2002)

3-E. El CDV máximo será el más alto de los CDV logrados mediante este proceso. (Vásquez Varela, 2002)

### **FASE-4: Calcule el PCI de la unidad restando de 100 el máximo CDV**

En la Tabla 1, se proporciona un formato para obtener el avance del proceso iterativo del “Máximo Valor Deducido Corregido”, CDV.

Tabla 1. Formato para Obtener el Máximo Valor Deducido Corregido

Nº	Valores Deducidos	Total	q	CDV
1				
2				
3				
4				

## **RESULTADOS**

Con los valores obtenidos de las muestras de estudio, se realiza un promedio para obtener un valor general y éste sea representativo para las plataformas deportivas del distrito de Jaén (Ver Tabla 2-3).

Tabla 2. Valores de PCI de todas las muestras evaluadas

Muestras	Nº paños	PCI	Clasificación
Muestra N°01	35	69.59	Bueno
Muestra N°02	35	23.64	Muy malo
Muestra N°03	65	62.14	Bueno
Muestra N°04	36	39.41	Malo
Muestra N°05	45	74.82	Muy bueno
Muestra N°06	28	35.83	Malo
Muestra N°07	24	37.97	Malo
Muestra N°08	35	45.28	Regular
Muestra N°09	54	82.51	Muy bueno
Muestra N°10	35	91.66	Excelente
Muestra N°11	66	87.96	Excelente
Muestra N°12	24	83.41	Muy bueno
Promedio general:		61.19	Bueno

Tabla 3. Alternativas de solución ante fallas encontradas.

Muestras	Categoría de acción	Nº paños	Fallas encontrada con mayor % de incidencia	Alternativa de solución
Muestra N°01 (bueno)	Mantenimiento Preventivo, Rutinario y/o periódico.	35	Losa dividida y grieta lineal	Realizar un Sellado de grietas de más de 3 mm utilizando el aditivo SIKAFLEX. Se recomienda también realizar un mantenimiento rutinario de la losa para evitar que se deterioren rápidamente las partes recién mejoradas.
Muestra N°02 (muy malo)	Rehabilitación, Reconstrucción	35	Losa dividida, desconchamiento, grietas lineales y grietas de esquina.	Reconstrucción; realizando un reemplazo de la base granular y capa de concreto.
Muestra N°03 (bueno)	Mantenimiento Preventivo, Rutinario y/o periódico.	65	Desconchamiento, grietas lineales y descascaramiento de junta	Realizar un Sellado de grietas de más de 3mm utilizando el aditivo SIKAFLEX. Se recomienda también realizar un mantenimiento rutinario de la losa para evitar que se deterioren rápidamente las partes recién mejoradas.
Muestra N°04 (malo)	Rehabilitación Mayor	36	Losa dividida y grietas lineales.	Rehabilitación Mayor realizar el parcheo utilizando mortero SIKA MULTISED en las patologías de baja severidad y el reemplazo de los paños más afectados de la losa.
Muestra N°05 (muy bueno)	Mantenimiento Preventivo, Rutinario y/o periódico.	45	Grietas lineales y desconchamiento.	Realizar un Sellado de grietas de más de 3mm utilizando el aditivo SIKAFLEX. Se recomienda también realizar un mantenimiento rutinario de la losa para evitar que se deterioren rápidamente las partes recién mejoradas.
Muestra N°06 (malo)	Rehabilitación	28	Losa dividida, grietas lineales y desconchamiento.	Rehabilitación Mayor realizar el parcheo utilizando mortero SIKA MULTISED en las patologías de baja severidad y el

				reemplazo de los paños más afectados de la losa.
Muestra N°07 (malo)	Rehabilitación Mayor	24	Losa dividida y grietas lineales.	Rehabilitación Mayor realizar el sellado utilizando mortero SIKA MULTISED en las patologías de baja severidad y el reemplazo de los paños más afectados de la losa.
Muestra N°08 (regular)	Mantenimiento Correctivo	35	Desconchamiento, grietas lineales y losa dividida.	Se realiza un mantenimiento correctivo es decir un recapado; cubre con asfalto o relleno de mortero SIKA MULTISED.
Muestra N°09 (muy bueno)	Mantenimiento Preventivo, Rutinario y/o periódico.	54	Desconchamiento y descascaramiento de junta.	Realizar un Sellado utilizando el aditivo SIKACRYL para las juntas. Se recomienda también realizar un mantenimiento rutinario de la losa para evitar que se deterioren rápidamente las partes recién mejoradas.
Muestra N°10 (excelente)	Mantenimiento Preventivo	35	Desconchamiento y parche grande.	Se recomienda rehabilitar las partes dañadas, para evitar su mayor deterioro, así como también un mantenimiento rutinario para evitar que bajen su nivel.
Muestra N°11 (excelente)	Mantenimiento Preventivo	66	Desconchamiento y grieta de esquina.	Se recomienda rehabilitar las partes dañadas, para evitar su mayor deterioro, así como también un mantenimiento rutinario para evitar que bajen su nivel.
Muestra N°12 (muy bueno)	Mantenimiento Preventivo, Rutinario y/o periódico.	24	Desconchamiento y grieta lineal.	Realizar un Sellado de grietas de más de 3 mm utilizando el aditivo SIKAFLEX. Se recomienda también realizar un mantenimiento rutinario de la losa para evitar que se deterioren rápidamente las partes recién mejoradas.

## DISCUSIÓN

En el presente estudio, se ha obtenido un valor promedio de 61.19 para el Índice de Calidad de Pavimento (PCI) al evaluar 12 muestras de plataformas deportivas. Este resultado, conforme a los rangos establecidos en la tabla 01, se clasifica como "bueno", destacando la condición general de las plataformas analizadas. Notablemente, estos resultados muestran coherencia con investigaciones previas realizadas por Salas (2018) y Ccapcha (2019) en plataformas deportivas de concreto, quienes obtuvieron valores de PCI de 46 y 79.33, respectivamente. La consistencia entre los resultados fortalece la validez de los hallazgos. Adicionalmente, al examinar la tabla, se evidencia que la muestra N°02 (I.E. N°17001 EX 51) exhibe el mayor grado de deterioro, predominantemente afectada por la patología identificada como "losa dividida".

---

En el proceso de inspección visual de las plataformas deportivas de concreto, se empleó una ficha de campo, revelando que el número de paños en dichas plataformas oscilaba entre 25 y 35 por unidad, con dimensiones de 2.40 x 3.50 m. Esta inspección, realizada conforme a las recomendaciones y clasificación de patologías del manual de daños del Índice de Calidad de Pavimento (PCI) según Vásquez Varela (2002), se alinea con investigaciones afines, como la de Cieza (2021), quien inspeccionó visualmente el pavimento rígido en el Jr. El Progreso de la ciudad de Cajamarca, obteniendo dimensiones y características de paños para su muestra evaluativa.

En cuanto a la evaluación de las patologías presentes en las 12 muestras en estudio, se identificó que las más prevalentes en las plataformas deportivas de concreto incluyen grieta de esquina, losa dividida, daño del sello de la junta, grietas lineales y desconchamiento, mayormente manifestándose en niveles de severidad leve a media. Estos resultados concuerdan con la investigación realizada por Castope (2019), donde las patologías más influyentes fueron grietas de esquina, grietas lineales, desconchamiento y descascaramiento de junta, demostrando similitudes en las patologías predominantes en las losas deportivas de concreto.

## **CONCLUSIONES**

Se determinó el índice de condición de pavimento de cada plataforma deportiva, llegando a la conclusión que, de las 12 muestras evaluadas la muestra N°10 (I.E. Señor de los milagros L2) y la muestra N°12 (I.E. N° 16003 Miraflores) presentan una calificación “excelente” al no mostrar daños severos o de gran magnitud en sus paños; tres muestras evaluadas obtienen una calificación “muy buena” las cuales son Muestra N°05 (I.E. Alfonso Villanueva Pinillos), muestra N°09 (I.E. Señor de los milagros L1) y la muestra N°12 (I.E. N°17514 Las palmeras) ya que la afectación de patologías en sus plataformas es desconsiderable, dos muestras logran una calificación “bueno” las cuales son muestra N°01 (I.E. 17001) y la muestra N°03 (I.E. N°16002 ex 508) por motivo que en un mínimo número de paños se logró apreciar patologías de severidad alta, una muestra logra una calificación regular debido a que se encontró múltiples patologías de severidad media en un solo paño, tres muestras obtienen la calificación de malo ya que en los paños de las plataformas se encontraron daños severos y de considerable magnitud; una muestra obtuvo el valor “muy malo” y esto debido a que en su mayoría de paños se aprecian daños realmente graves y de difícil solución. Todos estos resultados obtenidos realizando los pasos descritos en el manual de daños del PCI y la norma ASTM D 6433 (Método PCI).

Se identificaron que las fallas en las 12 muestras en estudio fueron: Grieta de esquina, losa dividida, grietas lineales, parche grande, parche pequeño, popouts, punzonamiento, desconchamiento o mapa de grietas, descascaramiento de esquina, descascaramiento de junta; las cuales hemos concluido que las de mayor influencia son grieta de esquina, grieta lineal, desconchamiento y daño del sello de la junta.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alemán García, G. (2020). Pavimento Rígido y Flexible. Universidad Tecnológica de la Construcción.
- Barrantes Troyes, C. M. (2021). Análisis del estado actual del pavimento rígido en la calle San Carlos de la ciudad de Jaén - Cajamarca [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio institucional. Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/4376>
- Castope Gónzales, L. (2019). Evaluación del estado actual del pavimento rígido en el jirón Yahuar Huaca del distrito de Los Baños del Inca - Cajamarca 2018 [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio institucional. Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/2865>
- Ccapcha Cáceres, C. R. (2019). Determinación y evaluación de las patologías del concreto en la loza deportiva de la institución educativa san juan del nivel secundario del distrito de San Juan Bautista provincia de Huamanga-región Ayacucho-2019 [Tesis de pregrado, Universidad Católica los Ángeles Chimbote]. Repositorio institucional. Obtenido de <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3050243>
- Cieza Irigoín, Y. S. (2021). Evaluación del estado del pavimento mediante el método PCI del Jr. Progreso, en la ciudad de Cajamarca. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio institucional. Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/4434>
- Hernández Hernández, O., & Ayala Navarro, R. (2019). Evaluación de la condición del deterioro superficial en el pavimento rígido de la avenida Pakamueros para determinar la serviciabilidad de los usuarios, Provincia de Jaén, 2019 [Tesis de pregrado Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio institucional. Obtenido de <https://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/280>
- Matamoros Huayllani, F. A. (2015). Determinación y evaluación de las patologías del concreto en las plataformas deportivas de las instituciones educativas del distrito de Huancavelica, provincia de Huacavelica [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica]. Repositorio institucional. Obtenido de <https://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/259>

- 
- Montejo Fonseca, A. (2002). Ingeniería de Pavimentos para carreteras. Bogotá: Stella Valbuena de Fierro.
- MTC. (2014). Suelos, Geología, Geotécnia y Pavimentos: Sección Suelos y Pavimentos.
- Parga Benavines, J., Rique Porras, R., & Torres Ortega, C. (2021). Evaluación del estado del pavimento rígido en el segmento de vía de la carrera 2a entre calles 23 y 28 de la ciudad de Ibagué Tolima [Tesis de pregrado, Universidad Cooperativa de Colombia]. Repositorio institucional. Obtenido de <https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/33553>
- Rujel Preciado, J. K. (2017). Determinación y evaluación de las patologías del concreto para obtener el índice de integridad estructural del pavimento y las condición operacional de la superficie de las plataformas deportivas de los principales AA.HH del Distrito de Yarinacocha. [Tesis de pregrado, Universidad Católica los Ángeles de Chimbote]. Repositorio institucional. Obtenido de [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/ULAD\\_243741620db0c0ecd1d059cafc05109e](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/ULAD_243741620db0c0ecd1d059cafc05109e)
- Salas Castillo, J. A. (2018). Evaluación de los pavimentos rígidos del Distrito de Taricá - Provincia de Huaraz - Ancash. [Tesis de pregrado, Universidad San Pedro, Huaraz]. Repositorio institucional. Obtenido de <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/7941>
- UMSS. (2004). Pavimentos. Lima.
- Vásquez Goicochea, A. Y. (2018). Evaluación del estado de conservación de las calles del Sector Santa Rosa de la ciudad de Bambamarca utilizando los Métodos de Índice de Conservación del Pavimento y Vizir. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio institucional. Obtenido de <https://1library.co/document/yj7x2vmy-evaluacion-conservacion-bambamarca-utilizando-metodos-indice-conservacion-pavimento.html>
- Vásquez Varela, L. R. (2002). Pavement condition index (pci). Ingepav, Manizales.