

Fecha de recepción: Febrero de 2009

Fecha de aprobación: 14 de julio del 2009

Resumen

La gestión de la maquinaria propia en los gobiernos locales, que se requiere para la conservación y construcción de carreteras, es un factor importante de éxito o fracaso en la gestión de vías de algunas municipalidades. Existe una dependencia tecnológica de la aplicación de maquinaria para lograr ejecutar el mantenimiento o construcción de proyectos viales, sin embargo, en ocasiones, la deficiente gestión y control de maquinaria puede llevar a limitar o impedir la ejecución de proyectos y consumir recursos económicos que deberían ser destinados a desarrollar proyectos viales para beneficio del servicio de transporte que deben ofrecer las calles y caminos. En el artículo se desarrollan los principales temas de atención para la buena gestión de maquinaria, entre los cuales se destacan: la factibilidad para comprar maquinaria en un gobierno local, el sistema de su mantenimiento preventivo para evitar averías, el sistema de control de trabajo y entrenamiento de operadores de cada maquinaria, la planificación y presupuesto para aprovechar la maquinaria la mayor parte del año y el cálculo de los costos por hora de trabajo de cada maquinaria para confeccionar presupuestos apropiados.

Palabras clave: gestión de maquinaria, conservación vial, mantenimiento de maquinaria, gobierno local, costo de construcción vial, municipalidades

Abstract

Management of construction equipment owned by local governments, used for the purpose of road construction and maintenance, is a critical success factor in road management for some municipalities. There is a technological dependency in using construction equipment to perform road management and construction of highway projects in some municipalities, however, the lack of management skills for planning and controlling the equipment can lead to constraints or obstacles in executing road projects or the misuse of money that was supposed to be used for road maintenance, then the opportunity to build better projects is partially or totally missed. This article explains the primary factors that should be planned and executed in order to develop a better equipment management in municipal governments for the benefit of the public and roads users. The factors are: the feasibility study before deciding to purchase a piece of equipment, the preventive maintenance program to preserve each machine, the daily work control system and the training actions for operators, the planning and budgeting to let the equipment work most part of the year and the detailed estimation of hourly cost for each equipment.

Key words: equipment management, road maintenance, equipment maintenance, local governments, road construction cost.

1. INTRODUCCIÓN

La maquinaria para construcción vial es un factor determinante para el desarrollo y mantenimiento de carreteras y caminos en las distintas regiones y países en todo el mundo, ya que de no contarse con ella, los proyectos viales no podrían ser completados o serían ejecutados muy lentamente y con menor calidad en sus acabados y menores prestaciones de desempeño. La industria de la construcción y la conservación vial moderna no se puede concebir sin el aprovechamiento adecuado de las maquinarias (vagonetas, cargadoras, pavimentadoras, moto niveladoras, plantas asfálticas, etc.) como recursos clave para lograr resultados satisfactorios en el desempeño y servicio de vías terrestres.

Para los gobiernos municipales que administran redes viales cantonales en zonas rurales y apartadas de centros urbanos, la posesión de maquinaria vial propia puede ser un requisito para desarrollar sus proyectos viales, dado que no siempre tienen maquinarias disponibles para alquilar o contratistas dispuestos a trabajar en las zonas alejadas. La inversión económica que estos gobiernos locales realizan en maquinaria es un monto importante, dada la tecnología y las prestaciones y capacidades de trabajo de esta maquinaria, la cual sin embargo, se puede ver afectada cuando se toman decisiones incorrectas en su gestión o se carece de un sistema de planeamiento y control apropiado para el uso de las maquinarias. En consecuencia, si los gobiernos locales tienen compromiso de realizar una buena gestión de la red vial, se ven enfrentados a operar con eficacia su propia maquinaria para alcanzar éxito en la conservación y calidad de sus obras viales. Cuando la maquinaria vial no es utilizada con planeamiento y control, el tenerla en la municipalidad, más que una ventaja, se puede tornar en una carga económica no deseable, la cual desgasta los fondos destinados a la conservación de las redes viales y

puede dificultar el hacer obras viales necesarias para el desarrollo de la región.

2. ANTECEDENTES

Desde la crisis económica de 1981-1982 en Costa Rica, el desarrollo de la gestión de infraestructura vial ha reflejado poca eficacia con el mantenimiento de las carreteras, caminos y puentes. Varios reportajes periodísticos, informes del Estado de la Nación de Costa Rica y declaraciones de autoridades del Ministerio de Obras Públicas de Costa Rica así lo han indicado. Por varias décadas, se ha carecido de la atención tecnológica y de fondos económicos apropiados para mantener la red de vías cantonales y nacionales, lo cual llevó a una proporción importante de kilómetros que muestran condición entre regular y mala. Luego en 1998, se crea un impuesto específico para formar un fondo vial destinado a la conservación vial, gracias a lo cual se ha podido mejorar parcialmente el estado general de las vías, sin embargo, la deficiente planificación y ejecución tardía de proyectos todavía no permite alcanzar un estado satisfactorio en la red nacional ni mucho menos en la red de vías cantonales.

En algunas municipalidades o gobiernos locales se ha estimado que una solución para superar el estado de las vías consiste en adquirir la maquinaria vial, y que superado este escollo, lo demás es simple y automatizado para alcanzar la meta de mejores carreteras y caminos. Sin embargo, poco después de la compra de maquinaria, muchas de ellas se dan cuenta que hay mucho más que planear y ejecutar para mejorar las redes viales; dado que la adquisición de la máquina es relativamente simple de resolver, es solamente un tema financiero que puede superarse, pero el verdadero tema de fondo es cómo aprovechar eficientemente la maquinaria, hacer trabajos de buena calidad y además conservar el valor de la máquina

mediante su mantenimiento programado y preventivo.

En la tabla No. 1 se listan los factores clave de gestión de maquinaria de construcción vial que deben ser prioridad para las instituciones que poseen maquinaria para conservación vial. En las secciones siguientes se explican mejor estos factores clave y sobre cómo inciden en el éxito de la conservación vial.

En ocasiones se adquiere maquinaria vial creyendo que por arte de magia va a lograrse la reparación de la red vial con ella, o, en otros casos, como una especie de trofeo para justificar y mostrar estos aparatos tecnológicos como un logro visible ante los ciudadanos del cantón, o por las estrategias de mercadotecnia de los vendedores de maquinaria. La tarea de comprar maquinaria es relativamente fácil y permite ejecutar un presupuesto rápidamente, pero aprovecharla y controlarla para que sea productiva durante varios años, realmente requiere de mucho más planeamiento y compromiso institucional.

Como recomendación general de las referencias técnicas, en el análisis previo a la adquisición de maquinaria se debe estimar el potencial uso futuro de esta, la recomendación es comprar aquellas maquinarias que se van a utilizar de forma continua y con una intensidad suficiente (1.000 o más horas de trabajo por año), lo cual garantiza un uso económico de la máquina por parte del dueño. Cuando la maquinaria se usa pocas horas por año, puede resultar una mala decisión adquirirla y poseerla, ya que los costos de su mantenimiento serán elevados por la baja cantidad de horas anuales que hace trabajo. En estos casos, es mejor alquilar la maquinaria por horas de trabajo para

Factores clave de gestión de maquinaria

Tabla 1

Factor clave de gestión de maquinaria de construcción vial	Razonamiento y objetivo
Factibilidad de adquisición o de alquiler	Para tomar decisión económica si conviene poseerla y de que tamaño y tipo conviene o si es mejor alquilarla para evitar su mantenimiento
Productividad y producción anual	Para garantizar suficiente uso anual que la haga rentable y útil para el dueño y asegurar un uso eficiente en los proyectos
Mantenimiento preventivo programado	Para evitar paralizaciones en los proyectos y pérdida en el valor de maquinaria y saber cuándo reemplazarla por obsolescencia
Costo por hora de trabajo actualizado cada tres meses	Para tener conciencia del costo por hora de trabajo y desarrollar presupuesto adecuado de soporte de la maquinaria durante cada año y cada proyecto
Control de trabajo diario y entrenamiento de personal operador	Para verificar que la maquinaria se utiliza apropiadamente por los operadores en proyectos autorizados, que no es dañada al utilizarla, que no hay riesgos de accidente y que produce obras útiles.

eliminar altos costos de posesión combinados con poco uso anual (Nunally, 2008).

En esta decisión también tienen participación factores de estrategia y de facilidad de contratación, ya que alquilar maquinaria por horas tal vez no se logra cuando en el mercado hay pocas maquinarias disponibles para ser alquiladas. Todos estos factores deben ser analizados en un estudio de factibilidad técnica para la adquisición de maquinaria, así como el compromiso institucional para contratar operadores capacitados, planear y controlar el trabajo de la maquinaria y realizar su mantenimiento adecuado.

En varios casos de municipalidades en Costa Rica se ha observado que la carencia de operadores para manejar las maquinarias recién compradas es motivo de su poca utilización, o la falta de planeamiento de proyectos impide que las maquinarias se aprovechen de forma adecuada para realizar labores de conservación vial. En otros casos, se tienen maquinarias y no existe presupuesto adecuado para garantizar un trabajo anual suficiente para la maquinaria, lo cual hace presumir que se puede desperdiciar durante varios meses cada año. También se presentan los casos de maquinarias que frecuentemente tienen averías en los proyectos porque no reciben mantenimiento programado y producen retrasos en la ejecución del trabajo de otras maquinarias y en la terminación del proyecto vial.

3. DEL MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA VIAL

El mantenimiento de los sistemas de cada maquinaria es uno de los retos principales de la gestión de maquinaria. Estos aparatos sufren continuo desgaste de sus partes móviles, abrasión por contacto con materiales, calentamiento, rozamiento y trabajan en sitios de clima difícil y realizan trabajo pesado esforzando sus motores. Los sistemas de frenado, hidráulicos, enfriamiento, ventilación, rodaje, etc., deben recibir mantenimiento periódico preventivo para evitar el daño excesivo a las piezas y partes de cada maquinaria.

La gestión del mantenimiento de maquinaria debe estar programada e integrada a su trabajo en los proyectos de conservación vial de manera que se ejecute sin demoras, cuando corresponde, según la cantidad de horas de uso y que se cuente con los insumos para reponer los elementos que deben ser usados (filtros, lubricantes, piezas, llantas). Por ejemplo, el sistema de frenos debe ser mantenido y revisado periódicamente para evitar una falla en esta importante área de

funcionamiento y seguridad durante el trabajo de la máquina. Ello requiere de programar el trabajo de revisión, contar con personal para el servicio y contar con repuestos básicos para realizar lo requerido. Si se habla del sistema de enfriamiento del motor, es muy importante su mantenimiento apropiado, dado que los motores de estas maquinarias no se enfrían por el paso de viento, ya que las maquinarias se mueven lentamente, pero sí generan mucho calor y esfuerzo a los motores por largos periodos de trabajo. El sobre calentamiento inducido por un sistema de enfriamiento defectuoso va a generar más desgaste de piezas, de lubricación y de combustible para realizar el mismo trabajo, lo cual va a acortar la vida útil del motor.

Para las máquinas con rodaje sobre llantas, la presión de aire de estas es un tema a controlar diariamente y hasta dos veces por día, ya que a menor presión de aire, el consumo de combustible y el rendimiento de producción del equipo puede bajar hasta 30% o más (Caterpillar, 2008). Lo mismo sucede con llantas en deficiente estado, que producen operación riesgosa o más lenta del equipo o que llevan a la necesidad de cambiar llantas estalladas durante el trabajo de la maquinaria. Si la máquina trabaja 8 horas diarias con baja presión o llantas deficientes, el problema de rendimiento bajo afectará durante las 8 horas de trabajo y por tanto subirán los costos de operación.

La atención de mantenimiento preventivo será clave para evitar las paralizaciones de equipo durante la ejecución de una obra, las cuales siempre producen que otras maquinarias y personal deban paralizar sus labores también. Esto lleva a pérdida de producción en el proyecto, incertidumbre y desmotivación para el personal y en los interesados en los beneficios de proyecto vial que se desarrolla. En términos generales, toda paralización o avería de maquinaria reduce la productividad de trabajo en los proyectos viales, y por tanto, provoca el aumento de su costo real.

El mantenimiento programado de las maquinarias requiere de realizar labores de acuerdo a las características de cada maquinaria y según su manual de mantenimiento, por lo general es usual que se deba realizar trabajos de mantenimiento preventivo cada 10 horas de operación, otras labores cada 100 horas y otras cada 200 o 500 horas de trabajo. Esta programación del mantenimiento requiere de una gestión bien planificada del trabajo de la maquinaria y de un presupuesto bien diseñado para cumplir con estas labores. Debe tenerse la convicción de que solamente así se pueden evitar

averías y se promueve la conservación del valor y funcionalidad operativa de la maquinaria vial.

4. DE LA PRODUCTIVIDAD GENERAL DE LA MAQUINARIA

Una preocupación importante de los gestores de maquinaria debe ser aprovechar de forma inteligente y económica el potencial de trabajo de los equipos con que se cuenta. Es necesario planificar la operación de los equipos con objetivos y metas anuales en un plan de uso de maquinaria que cuente con presupuesto adecuado para la operación. La meta general deberá ser utilizar la maquinaria la mayor cantidad de meses durante el año y una suficiente cantidad de horas de trabajo en cada uno de estos meses. La productividad de maquinaria se refiere a la cantidad de trabajo productivo en beneficio de las vías y caminos que ejecuta durante cada día de labor o durante un año de trabajo. Debe procurarse lograr una buena cobertura de la red de caminos y carreteras con el uso de la maquinaria cada año.

Para ello es necesario tener presente el rendimiento productivo de la maquinaria por día o por hora de trabajo, para estimar y programar su labor en los meses futuros. La meta puede llegar a ser la programación y presupuesto para que la máquina trabaje entre 120 a 160 horas cada mes y complete entre 1.000 y 2.000 horas laboradas en el año. En esta programación no deberá olvidarse los turnos de mantenimiento preventivo que son recomendados por el fabricante de la maquinaria para realizar limpieza, lubricación, cambio de partes y suministros y reparaciones menores.

El presupuesto de operación debe estar pensado para apoyar el plan de trabajo de la maquinaria, para que no falten los suministros básicos como combustibles, lubricantes, repuestos y personal operador según la cantidad de horas programadas durante el año. Que no suceda que el presupuesto apenas alcanza para dos meses de labor, cuando lo mejor es aprovechar la maquinaria por al menos 10 meses o más tiempo cada año.

Nuevamente, la gestión debe revisar este concepto de aprovechamiento y productividad de maquinaria con cuidado, ya que si no cuenta con presupuesto o proyectos para utilizar más cantidad de horas de la maquinaria, tal vez será mejor evaluar si conviene ponerla en venta y alquilar el equipo solamente en las horas en que se utiliza durante el año. Para tomar esta

El planteamiento cuidadoso del trabajo mensual y anual de las maquinarias es clave para lograr economía y mayor cobertura de conservación en la red vial

Figura 1



decisión, hay que valorar las limitaciones del mercado para obtener en alquiler de la maquinaria, ya que a veces no convendrá prescindir de un equipo que no está disponible en el mercado.

Otro concepto fundamental que debe ser revisado es el balance de producción de las cuadrillas de maquinaria, para que ninguna de ellas esté subutilizada. Si la maquinaria principal de una cuadrilla no tiene suficiente apoyo de las maquinarias colaboradoras, va a pasar más tiempo perdido o en espera. Esto reduce la producción de la cuadrilla de trabajo, aumenta costos indirectos de proyecto, y por tanto, no se llega a niveles óptimos de ocupación del equipo ni de su costo horario. Cuando se trabaja con cuadrillas que no tienen balance de producción se desperdician muchas horas de equipo, la producción general baja y hasta se genera desmotivación entre los operadores, ya que el desorden general y las demoras llevan a que haya menos interés en realizar una buena labor.

La gestión exitosa de la productividad de maquinaria también debe medir y evaluar la productividad semanal o diaria del equipo, para verificar que se mantiene un buen nivel de producción o trabajo por semana o día, ya que ante la falta de supervisión y control, es muy usual que los operadores de las maquinarias reduzcan su intensidad de trabajo y desaprovechen su tiempo en

Tabla 2 Composición de costo horario de trabajo de maquinarias

Componentes del costo de posesión	Componentes del costo de operación
Capital invertido o carga financiera	Salarios y horas extraordinarias
Depreciación anual	Combustible
Seguros	Lubricantes y grasas
Resguardo y bodegaje	Reparaciones
Insumos básicos	Servicio logístico de apoyo en obra
Derechos de uso-circulación	Desgaste llantas, cadenas, baldes, otros
Factor utilización por año	Transportación a obra
Cargas sociales de personal	

perjuicio del rendimiento anual y de la cobertura de la conservación vial en la red.

Cuando una municipalidad gestiona una red vial pequeña, y tal vez, no puede dar suficiente utilización a su maquinaria, podría establecer convenios de cooperación con otras municipalidades cercanas para aumentar la ocupación o trabajo anual de su maquinaria, de modo que sea de mayor provecho para ambas instituciones. Este tipo de alternativas de gestión compartida por convenio podrían plantearse con todo el soporte legal y presupuestario necesario, de modo que se logre un buen provecho y beneficio para las redes viales cantonales.

5. DEL COSTO HORARIO DE LA MAQUINARIA VIAL

Es primordial que la institución propietaria de la maquinaria tenga un sistema de costeo para saber cuánto le cuesta la posesión y la operación de cada maquinaria por hora de trabajo y para mantener este precio actualizado cada 3 o 6 meses. Esta información de costos permite tener una contabilidad apropiada de lo que debe invertir la institución para mantener la maquinaria trabajando, sea en proyectos viales propios o en convenios diversos en proyectos dirigidos a las comunidades.

El costo horario de la maquinaria de construcción vial se compone de dos partes principales, que son el costo de posesión y el costo de operación, de acuerdo con fuentes como Caterpillar, 2004, John Deere, 2006 y Nunnally, 2008; y puede variar según condiciones de uso y del ambiente económico. En los costos de posesión se incluye la cuantificación de gasto por intereses, costo de capital invertido, depreciación general, seguros, derechos de circulación, bodegaje y almacenamiento de repuestos básicos. En los costos de operación se incluyen gastos de combustible, lubricantes, grasas, salario del operador, gasto del servicio logístico, reparaciones especiales y partes que

se desgastan como llantas, cadenas, baldes. Después de determinar estos costos se pueden conocer las proporciones porcentuales, donde por ejemplo, el gasto de combustible puede representar solamente entre 15 y 25% de costo horario de maquinaria cuando está operando. En la Tabla No. 2 se agrupan estos costos generales recomendados para estimar el costo total horario de trabajo de maquinaria.

Un error muy común de la gestión de maquinaria se presenta por no conocer los costos horarios actualizados de maquinaria y estimar que solamente con tener dinero para combustible es suficiente. Si el presupuesto destinado a las maquinarias no considera los costos reales completos, no se estaría cubriendo el gasto total de la maquinaria, y pocas semanas después, cuando se requiere dinero para lubricantes, llantas o reparaciones se descubrirá que no hay fondos y la maquinaria debe ser paralizada por semanas o meses hasta que se tramite un nuevo presupuesto, supuestamente "de emergencia".

La operación o trabajo de maquinaria sin la recuperación de sus costos reales, puede llevar a la quiebra a un proyecto vial o a la institución propietaria, ya que los gastos que no se hacen ahora, se acumulan y crecen, para pagarlos luego en reparaciones mayores o en reducción del valor de la maquinaria que se deteriora rápidamente por no contar con los fondos para hacer el mantenimiento preventivo a tiempo. Cuando una maquinaria se presta como donación y los vecinos ponen dinero para el combustible u horas extra, debe tenerse conciencia de que los costos restantes se están consumiendo y los está aportando el propietario, solamente que los pagará varias semanas o meses después.

Adrian (1989) recomienda que se coloquen rótulos pegados en las maquinarias que indiquen cuánto cuesta la hora de trabajo de cada máquina para mantener la conciencia en los capataces de obra y jefaturas de

que la operación de estos equipos debe estar bien presupuestada, y que además, cada hora no productiva significa una pérdida en las cuentas de la institución.

6. DEL SISTEMA DE CONTROL PARA EL TRABAJO DE LA MAQUINARIA

Las maquinarias son activos valiosos con que cuentan las instituciones públicas, por tanto, debe procurarse el resguardo y uso apropiado de estos activos en tareas de beneficio común y obras públicas, (Ley control interno, 2002) instaurando un sistema de control eficaz para ubicar cada maquinaria y para conocer qué labor está realizando y en qué proyecto se ubica cada hora del día, cada día de la semana. Cuando no existe un sistema de control sobre la labor y ubicación de la maquinaria, hay una alta probabilidad de que alguna persona la utilice en trabajos de tipo privado y trabajos destinados a familiares o amigos. En estas circunstancias, se estaría utilizando un activo público para dar beneficio privado, que no aportaría a las arcas instituciones para brindar el oportuno mantenimiento a las maquinarias, ni para sufragar los gastos de su posesión. Este tipo de acciones van en contra del debido resguardo de los recursos públicos y además también podrían atentar contra la sostenibilidad económica de la maquinaria que se usa indebidamente y sin recuperar sus costos de trabajo.

El sistema de control de maquinaria debe registrar cada hora de trabajo y qué labor estaba realizando, igualmente que las horas en bodega y las horas en reparaciones y mantenimiento. La institución debe conocer en todo momento donde están sus maquinarias, especialmente cuando la cantidad de maquinaria es numerosa. Debe recordarse que cada hora de maquinaria le cuesta al propietario un monto de 20.000, 30.000 o más colones según el costeo de cada equipo y este gasto lo va a pagar, tarde o temprano, la institución que es propietaria, pese a que la maquinaria pudo haber sido utilizada en tareas no autorizadas debido a la falta de control.

El sistema de control también debe incluir tareas continuas de entrenamiento y educación para los operadores de cada equipo, de modo que cada uno de ellos o ellas comprendan su responsabilidad al operar la maquinaria, que sepan lograr una buena labor productiva con su equipo para generar los resultados deseados en el proyecto vial y que lo utilicen cumpliendo normas de seguridad para evitar daños y accidentes cada día. Nunca se debe desestimar la importancia del entrenamiento y capacitación para los operadores,

Los operadores de equipo deben recibir entrenamiento sobre la operación segura y eficiente de la maquinarias, de manera que contribuyan con su aprovechamiento eficaz y la producción de más calidad en su trabajo

Figura 2



aunque tengan muchos años de utilizar los equipos, ya que dadas las características de la construcción vial y la tradición histórica en Costa Rica, muchos operadores han aprendido con base en experiencia y práctica empírica, que no siempre es una buena escuela formativa. Puede también crearse un sistema de incentivo salarial para los operadores de maquinaria que demuestren haberse capacitado y que logren mayor productividad al trabajar con sus maquinarias.

El operador debe conocer muy bien su máquina y detectar cuando tiene sistemas o partes que no funcionan correctamente o elementos desgastados que no permiten lograr un buen trabajo, para que sean reparados preventivamente en los tiempos destinados a mantenimiento y reparación de esa maquinaria.

Algunos operadores de equipo justifican su trabajo con una frase que dice así “yo tengo 20 años de realizar esta labor”, pero esto no siempre es garantía de éxito, ya que existen casos de personas en el sector vial de Costa Rica que llevan 20 o más años haciendo las

cosas de forma incorrecta por que nadie les ha pedido cuentas y por falta de entrenamiento técnico. El sector construcción vial necesita personal que tenga la disposición para aprender más cada día y preocupación para realizar mejoras en su labor; a la vez que las instituciones deben promover estas actitudes en sus operarios, obreros y los profesionales. Nadie está tan experimentado o tan estudiado como para no aprender y corregir su forma de hacer las labores, especialmente en conservación y construcción vial.

7. PLANTAS DE PRODUCCIÓN DE MATERIALES

Un tipo especial de maquinaria o equipo es la que se compone de varios sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos para la producción de materiales y mezclas utilizadas en la construcción de carreteras. En este grupo podemos incluir: las plantas de trituración de agregado, plantas de mezcla asfáltica, plantas de concreto Portland y plantas productoras de emulsiones asfálticas.

Estas instalaciones de equipo son muy necesarias en los proyectos de construcción vial y deben ser gestionadas de forma profesional y con mantenimiento preventivo para lograr buenos resultados en la producción de los diversos materiales. La deficiente gestión en la planta, el manejo empírico y la ausencia de mantenimiento preventivo de todos sus sistemas produce efectos adversos en la calidad y la uniformidad de los materiales que se producen, en consecuencia estos efectos negativos también generan problemas de calidad y durabilidad en los proyectos viales.

Generalmente estas plantas tienen costos de adquisición más elevados, ocupan un amplio terreno para su instalación y operación y requieren de muy buena gestión profesional de parte de ingenieros electromecánicos y electrónicos para su operación. Además es sumamente aconsejable contar en estas plantas con laboratorio de ensayo en sitio para controlar la uniformidad y propiedades de los materiales que son producidos. No obstante, algunas municipalidades pueden concebir la intención de adquirir este tipo de plantas, para contar con materiales para sus proyectos viales. Esta es una decisión que puede tomarse después de realizar un estudio de factibilidad técnica y económica de la instalación de la planta, ya que, tomar esta decisión con base en la emotividad o la presión de los vendedores, puede resultar en un gran proyecto fallido para la Municipalidad porque no se contará con

presupuesto y o personal técnico para su operación adecuada.

En los estudios de factibilidad previos a la decisión de compra de una planta deberán valorarse alternativas como la posibilidad de comprar planta portátil, que pueda ser movida en diversas zonas de cada cantón para estar más cerca de los proyectos viales que se planea realizar. Adicionalmente será muy importante contar con fuentes autorizadas para explotar materiales naturales por varios años, de modo que se pueda obtener la materia prima de buena calidad para producir los materiales de construcción y contar con los estudios de impacto ambiental que sirvan para garantizar una gestión responsable de la planta con el medio ambiente. Además, la demanda de producción planeada de la planta por año será un factor clave de análisis, porque el costo de oportunidad de haber adquirido una planta que no se use suficiente haría que los costos y pérdidas suban para la institución.

8. CONCLUSIONES

La gestión de la maquinaria vial para ejecutar la conservación de una red de caminos y carreteras es un reto técnico muy relevante que requiere de tomar decisiones y diseñar sistemas varios que garanticen economía, productividad, mantenimiento preventivo y control del trabajo de cada maquinaria. La gestión empírica e incompleta de la maquinaria puede llevar a gastos no controlados y pérdidas varias en valor y productividad de los equipos y proyectos, lo cual puede llevar a ineficacia de la conservación de la red vial y agotamiento de presupuesto para las vías.

La posible adquisición o compra de maquinaria de construcción vial es una decisión que debe tomarse después de haber realizado un estudio de factibilidad técnica y económica que considera las ventajas técnicas y los requisitos de gestión y economía de operación de cada equipo en la organización municipal. Debe evitarse la emotividad y el orgullo de poseer equipo como factores de decisión, y más bien analizar las responsabilidades futuras para su operación económica y provechosa para la red vial.

La gestión económica de equipo vial debe considerar mantener una suficiente productividad mensual y adecuada utilización anual del equipo para obtener costos razonables de posesión y lograr mejor resultado en el mantenimiento y construcción de vías. Para ello la organización debe planear y presupuestar recursos

suficientes para que la maquinaria pueda laborar la mayor parte del año en beneficio de la red de caminos y calles.

El mantenimiento preventivo de las maquinarias de construcción es un compromiso institucional importante para brindar a estas los insumos y servicios oportunos que garantizan buena operación y buena conservación del valor de la maquinaria. Debe entenderse que el mantenimiento tardío o mal ejecutado produce pérdidas en los proyectos viales por paralización de equipo que impide a otros equipos trabajar, tiempo perdido de personal y por baja calidad del trabajo realizado. Los costos horarios de cada equipo (incluyendo mantenimiento preventivo) deben ser conocidos por los administradores, de modo que puedan estimar los costos de sus proyectos viales y definir los presupuestos adecuados para la operación anual de la maquinaria.

Cuando no se cuenta con un sistema de control de la maquinaria se pueden presentar situaciones no deseables como la pérdida de horas de trabajo en proyectos no autorizados, el mal uso y daños a la maquinaria, desmotivación e irresponsabilidad de operadores de la maquinaria, exceso de tiempo y dinero gastado en reparaciones, exceso de tiempo muerto no productivo y otras situaciones adversas.

La gestión de maquinaria propia en una municipalidad es un reto y compromiso administrativo permanente durante los años de vida útil de cada maquinaria, que está estrechamente relacionada con el éxito que se alcance en la planificación, la organización y el control de la conservación de caminos y vías del cantón.

Referencias bibliográficas

1. **Adrian, James.** (octubre 1989). Equipment productivity, Revista Concrete Construction, Edición, Grupo Aberdeen, Illinois, USA.
2. **Asamblea Legislativa de Costa Rica.** (2002). Ley de control interno de la Administración Pública.
3. **Asphalt Institute.** (1982). Principios de construcción de pavimentos con mezcla asfáltica caliente, MS-22, Kentucky, USA.
4. **Caterpillar, Inc.** (2004). Construction Performance Handbook, Edition 35, Illinois, USA.
5. **Deere, John Inc.** (2006). Manual de operador de cargadora retroexcavadora 310SG y manuales de otros equipos, Iowa, USA.
6. **Díaz del Río, Manuel.** (2001). Manual de Maquinaria de Construcción, Primera edición, Editorial McGraw Hill, España.
7. **Lanamme, UCR.** (2008). Informe de Estado de la Red Vial Nacional del año 2006 y año 2008, Universidad de Costa Rica, disponible en sitio web: www.lanamme.ucr.ac.cr.
8. **Programa Estado de la Nación.** (2003). Informe de Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible, Número 9, Aporte Especial, capítulo 3, disponible en sitio web: www.estadodelanacion.co.cr
9. **Nunnally, Stephens W.** (1998). Construction Methods and Management, Séptima edición, Editorial Prentice Hall, USA.
10. **Schaufelberger, John E.** (1998). Construction Equipment Management, Editorial Prentice Hall, USA.
10. **Suarez, Carlos.** (1992). Tiempo y costo en edificación, Editorial Limusa, México.