UNIVERSIDAD CENTRAL "MARTA ABREU" DE LAS VILLAS

FACULTAD DE CONSTRUCCIONES

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO DE DIPLOMA

TÍTULO: **Propuesta de NC de Uso de Cargadores y Máquinas de Transporte de Tierras y/o Rocas**

DIPLOMANTE: Hiram E. Martinez Mena

TUTOR: Profesor Titular, Dr. Ing. Pedro A. Orta Amaro.

CURSO: 2007 – 2008

Pensamiento.

Pensamiento:

Si anhelamos con sinceridad y pasión la seguridad, el bienestar y el libre desarrollo del talento de todos los hombres no hemos de carecer de los medios necesarios para conquistarlos.

A. Einstein.

Dedicatoria.

Dedicatoria:

Dedico esta obra en primer lugar a mis padres y en especial a mi madre que tanto apoyo me ha brindado durante todos estos años de la carrera, a mi familia y a todos las amistades que han esperado junto a mi este día.

Agradecimiento.

Agradecimiento:

Agradezco al tutor, el Dr. C. Ing. Pedro A. Orta Amaro profesor de la Facultad de Construcciones en la U.C. LV. por su preocupación durante la realización de este trabajo.
A Maria por su atención y ayuda prestada durante la búsqueda de información en el Centro de de Información Científico Técnico de la EMPROY #9. Al Departamento de Ingeniería Geológica de la ENIA # 4 de Villa Clara y en especial a Orel, Orlando, Eiril y Rubén quienes brindaron su apoyo en la etapa final de este trabajo.

Indice.

Índice

Pensamiento: 3

Dedicatoria: 5

Agradecimiento: 7

Resumen 11

- Introducción 13
  - Definición del problema 14
  - Hipótesis 14
  - Objetivo general 14
  - Objetivos específicos 14
  - Tareas de investigación a desarrollar. 15
  - Novedad científica. 15
  - Valor metodológico 15
  - Valor práctico ingenieril. 16
  - Estructura del Trabajo de Diploma. 16

Metodología de investigación. 17

Capitulo I: Reseña Bibliográfica 19

Introducción. 19

Reseña Bibliográfica. 20

Reseña Analítica. 27

Reseña analítica a la norma “Equipos. Uso de los Cargadores.” 27

Reseña analítica a la norma “Equipos. Uso de las Maquinas de Transporte de Tierras y/o Rocas.” 30

Conclusiones 32

Capítulo II: Fundamentación de la Norma “Uso de los Cargadores.” 35

Capítulo III: Fundamentación de la Norma Cubana: “Equipos. Uso de las Máquinas de Transporte de Tierra y/o Rocas.” 39

Conclusiones 43

Bibliografía. 45

Resumen.

Resumen

En este trabajo se hace la propuesta de Normas Estatales para establecer el uso racional de dos importantes máquinas de movimiento de tierra, los Cargadores y las Máquinas de Transportación de Tierras y/o Rocas, que pretenden sustituir las NC vigente desde 1979 que establecen el Uso y Operación de los Cargadores y los Camiones de Volteo.

Para ello se realiza una exhaustiva revisión de las Normas Estatales vigentes en Cuba, se consultan Normas de otros países relacionadas con el tema, la bibliografía mas actualiza, así como se tiene en cuenta la experiencia constructiva y los resultados de las investigaciones del tutor de este trabajo, concluyendo con una Consulta a Expertos que permite validar las propuestas de NC expuestas en este Trabajo de Diploma.

La posesión de estas propuestas de NC por las empresas constructoras de obras de ingeniería contribuirá a realizar las operaciones de carga y de acarreo de tierras y/o rocas de manera más eficiente, realizar un uso más racional, desde los puntos de vista técnico y económico, de estas fundamentales máquinas, así como al alargamiento de su vida útil económica.

Introducción.

➢ Introducción

Las Maquinarias de Movimiento de Tierra son medios de gran utilidad para la construcción de numerosas obras de ingeniería como son las obras viales terrestres: caminos, carreteras, autopistas, aeropistas, vías férreas; obras geotécnicas como presas de tierra, sistemas de riego y drenaje, diques y otras obras hidrotécnicas; las explanadas, terrazas o plataformas para la ubicación de nuevas urbanizaciones o asentamientos humanos, campos deportivos, industrias y otras obras de tierra.

Dentro de esta gran familia de máquinas Los Cargadores y los Equipos o Maquinas de Transporte o Acarreo de Tierras son ampliamente usados, éstos han propiciado el aumento significativo de la productividad de los trabajos de carga y acarreo de tierras y/o rocas y la reducción de sus costos de producción, con la consiguiente aceleración de los ritmos y humanización de tan rudas labores. Estos beneficios fundamentalmente se logran al hacer un adecuado y racional uso y explotación de dichas máquinas, es decir: realizar una óptima selección del modelo y cantidad de máquinas, garantizar el trabajo coordinado entre las mismas con otros equipos de movimiento de tierras, emplear los métodos de trabajo idóneos que garanticen el máximo rendimiento.

En Cuba el uso y explotación de los Cargadores y las Maquinas de Transporte de Tierras se rigen por las Normas Estatales NC 052-026:1979 y NC 052-038:1979 ambas puestas en vigor desde 1979. Dado el evidente avance técnico y variedad de modelos producidos por las principales firmas productoras de estos equipos, así como para lograr una mayor eficiencia en estos importantes labores, se hace necesaria una revisión y actualización de dichas normas estatales, adaptándolas a las condiciones técnicas y económicas actualmente prevalecientes en el país. Ello contribuirá a alargar la vida útil económica de estas maquinarias, a la elevación de la eficiencia en su explotación y en la economía en los trabajos de carga y acarreo de tierras y/o rocas necesarias para la construcción de explanaciones de las diferentes obras de ingeniería antes relacionadas.

- **Definición del problema**

Las Normas Estatales vigentes que regulan el uso y explotación de Los Cargadores y Camiones de Volteo están desactualizadas, por lo que hay realizar el análisis critico de la bibliografía existente y las Normas Estatales vigentes NC 052-026:1979 y NC 052-038:1979 (ambas puestas en vigor desde 1979) para proponer nuevas normas cubanas que contribuyan a lograr una más eficiente explotación de dichas máquinas, estableciendo los requerimientos a considerar para efectuar su correcta selección, métodos de trabajo para las diferentes operaciones acorde a criterios técnicos y económicos actuales y fundamentados científica y técnicamente, que contribuyan a su mejor uso, al alargamiento de su vida útil económica, así como al aumento de su rendimiento y disminución de los costos de dichas labores.

- **Hipótesis**

Contar con nuevas Normas Estatales de Uso de Cargadores y de las Máquinas de Transportación de Tierras y/o Rocas elevará su nivel de explotación de estas importantes maquinas de movimiento de tierras, propiciando un aumento de sus rendimientos, así como la disminución de los costos de las operaciones de carga y acarreo de tierras y/o rocas, lo que propiciará su realización con mayor eficiencia y el aumento de sus vida útil económica.

- **Objetivo general**

Actualizar las Normas Estatales vigentes para el uso de los Cargadores y de las Máquinas de Transporte de Tierra y/o Rocas.

- **Objetivos específicos**

1. Efectuar un análisis y diagnóstico de las NC 052-026:79 Uso de los Cargadores y de la NC 052-038:79 Uso de los Camiones de Volteo para detectar aspectos desactualizados y que deben ser completados y mejorados.
2. Realizar una amplia revisión bibliográfica y normalizativa que haga posible perfeccionar y actualizar dichas normas estatales.

3. Confeccionar una propuesta de ambas normas estatales que haga posible disponer de estas para incidir en un mejor uso y explotación de estas familias de máquinas.
4. Validar las propuestas de Normas Estatales de Uso de Cargadores y de Máquinas de Transporte mediante el Criterio de Expertos.

- **Tareas de investigación a desarrollar.**

- Búsqueda bibliográfica y realización de una reseña analítica (estado del arte) sobre el Uso de los Cargadores y las Máquinas de Transporte de Tierras.
- Análisis de las NC vigentes y las normas existentes en Cuba y otros países.
- Propuesta de la nueva NC XX 2008 “Uso de los Cargadores”
- Propuesta de la nueva NC XX 2008 “Uso de las Máquinas de Transportación de Tierras y/o Rocas”
- Validación de ambas NC mediante la técnica de Criterios de Expertos.
- Redacción final de ambas NC, una vez perfeccionadas.
- Conclusiones del trabajo.
- Redacción y revisión final del Trabajo de Diploma.

- **Novedad científica.**

Disponer de Normas Estatales que regulen el uso y explotación de los Cargadores y las Máquinas de Transportación o Acarreo de Tierras y/o Rocas, que permita incidir en una mejor y eficiente explotación de estas importantes máquinas.

- **Valor metodológico**

Se proponen dos nuevas Normas Estatales que además de cumplir con las disposiciones de la CTN 21: Carreteras, permiten describir mejor estas máquinas, realizar su adecuada selección a la labor a realizar, definir los métodos de trabajo idóneos, para asegurar una explotación más racional de los Cargadores y las Máquinas o equipos de Transportación de Tierras

- **Valor práctico ingenieril.**

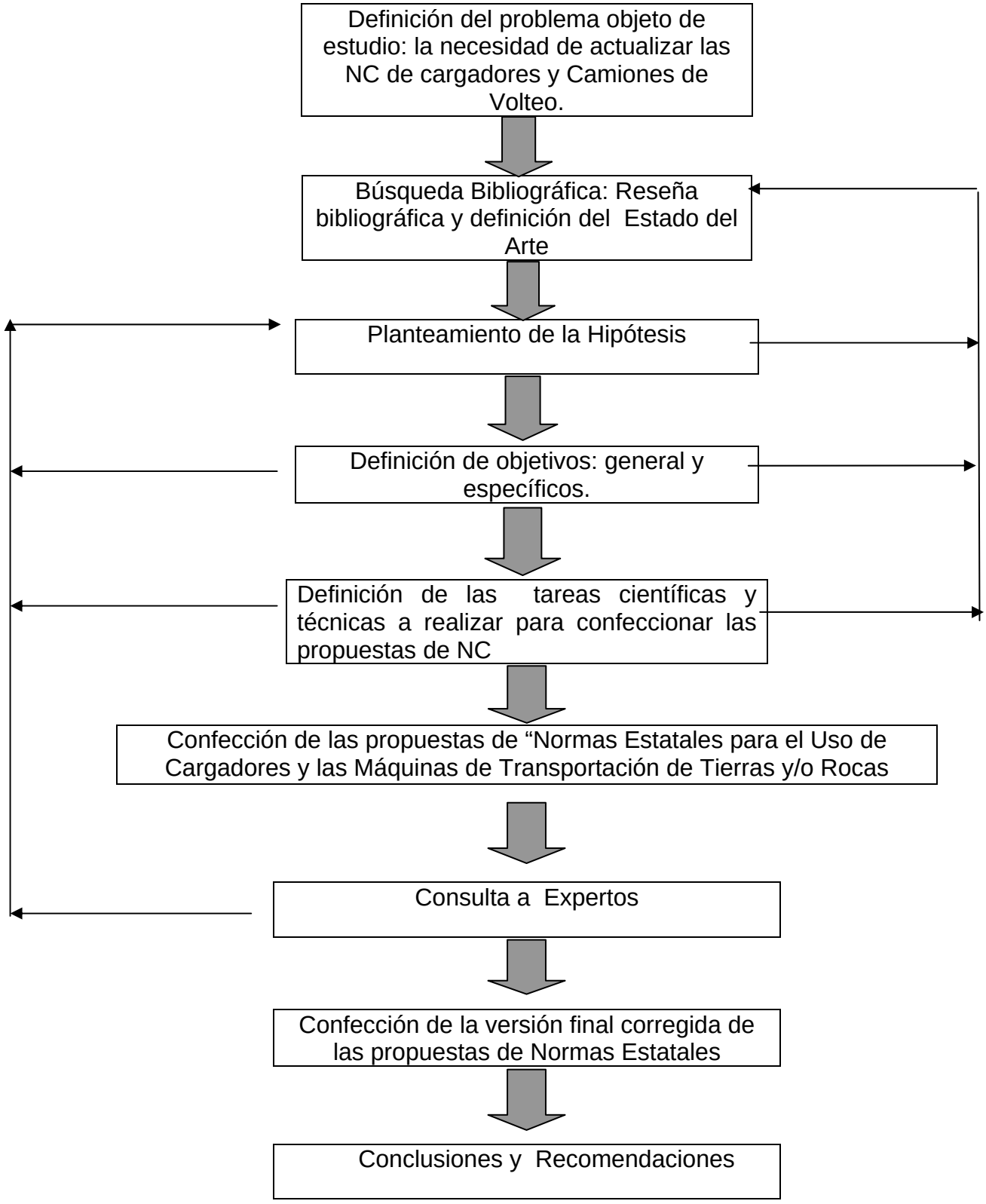
Disponer de Normas Estatales que permitan realizar un uso racional de los Cargadores y de las Máquinas de Transporte de Tierras y/o Rocas en las empresas constructoras de obras de ingeniería del país.

- **Estructura del Trabajo de Diploma.**
  - Carátula con el Titulo y datos generales
  - Pensamiento
  - Dedicatoria
  - Agradecimiento
  - Índice
  - Resumen
  - Introducción
  - Desarrollo:
  - Capitulo I: Reseña bibliográfica y Estado del Arte
  - Capitulo II: Fundamentación de la NC: Uso de los Cargadores
  - Capítulo III. Fundamentación de la NC: Uso de las Máquinas de Transportación de Tierras y/o Rocas
  - Conclusiones
  - Bibliografía
  - Anexos:

Anexo 1: Propuesta de NC: Uso de los Cargadores

Anexo 2: Propuesta de NC: Uso de las maquinas de Transporte de Tierras y/o Rocas

Metodología de investigación.



Capítulo I.

Capitulo I: Reseña Bibliográfica

Introducción.

En este primer capítulo se expone el resultado obtenido del estudio y análisis de las Normas Cubanas “Equipos. Uso de los Cargadores” y “Equipos. Uso y Operación de Camiones de Volteo” y de la bibliografía consultada. La documentación que a continuación se expone es producto de la búsqueda realizada en los centros de documentación e información científico-técnica de la Universidad Central de Las Villas, el Departamento de Ingeniería Civil de la Facultad de Construcciones de dicha universidad, el centro de información de la EMPROY # 9, en Internet y la documentación en poder del tutor de este trabajo.

Para mejorar el desarrollo de este capítulo se subdividió éste en dos partes que recogen la reseña bibliográfica y la reseña analítica para cada propuesta de norma. La reseña bibliográfica esta compuesta a su vez de libros, revistas, artículos, catálogos de fabricantes de maquinarias de construcción y las normas estatales y extranjeras consultadas.

Reseña Bibliográfica.

Libros:

1. **Maquinarias de Obras, Tomo 2.** Francisco Fernández.

En este tomo se trata con amplitud sobre la aplicación, producción, particularidades y rendimiento de los diferentes equipos que existen para el movimiento de tierras entre ellos las grúas excavadoras, cargadores, camiones de volteo, máquinas de compactación y equipos complementarios. También se comenta sobre la explotación, servicios y preparación de los equipos de obras.

En el texto se expone la relación de volumen que debe existir entre los equipos de transporte y de carga, planteando que esta debe oscilar entre 3 y 5 veces, igualmente se plantea que la ubicación del equipo de transporte al ser cargado debe formar un ángulo de 45° respecto a la pila o banco. El autor fórmula el procedimiento para determinar el número de unidades de acarreo, tomando como criterio incluir dentro del ciclo, una unidad por cada cuatro o cinco unidades con el objetivo de garantizar el trabajo del cargador sin que se produzcan interrupciones o atrasos de los camiones.

2. **Máquinas de Movimiento de Tierra. Criterios de Selección.** Francisco Ballester y Jorge A. Capote.

Los autores destacan lo importante que es disponer de la maquinaria más adecuada o idónea para cada trabajo específico. Además de brindar información de las principales máquinas de construcción para ampliar los criterios para su idónea elección, aborda además temas de gran interés actual, como lo relacionado con la Evaluación Económica de las Máquinas y en especial criterios para su adquisición o compra, reposición o alquiler.

3. **Maquinaria General en Obras y Movimiento de Tierra.** Paul Galabru

El libro estudia los aspectos relacionados con el movimiento de tierra y los equipos que lo realizan. Expone los diferentes modelos de cargadores, sus características mecánicas y condiciones de empleo de los cargadores de esa época muchos de ellos obsoletos en nuestros días. Respecto a los camiones de volteo señala sus características mecánicas y operaciones técnicas, así como la expresión para el cálculo del rendimiento teórico de los camiones en función de su capacidad y velocidad media de recorrido.

4. **Maquinaria para la Construcción.** David Day.

En este libro el autor aborda con la necesaria profundidad las distintas maquinarias de construcción en particular las de movimiento de tierra. Señalando algunos aspectos como campo de explotación de las unidades de transporte, relación de capacidades entre la máquina cargadora y el vehículo de transporte, distancias de tiro, pendientes a salvar, etc. Recomienda distancias de acarreo de 300 m como máximo para cargadores frontales sobre neumáticos que se desplacen a velocidades de 12.8 a 24.0 km/h sobre superficies en buen estado. Además plantea cómo determinar el rendimiento de los Cargadores, aspecto no tratado comúnmente en otros textos.

5. **Tesis de Grado "Perfeccionamiento de la Ejecución Mecanizada de los Movimientos de Tierra". ** Pedro Andrés Orta Amaro.

Se realiza un análisis y perfeccionamiento de la tecnología de ejecución de los movimientos de tierra en Cuba, haciendo énfasis en el estado de organización de estos trabajos y en particular en la selección de las maquinarias óptimas encargadas de su realización, con vista a elevar la eficiencia constructiva de dichas labores.

6. **Movimiento de Tierra. Manual de Excavaciones.** Herbert. L Nichols, Jr.

Este libro es considerado un clásico de la literatura técnica que aborda con amplitud los trabajos de Movimiento de Tierra, entre los que se destacan: las maquinarias, técnicas de construcción de caminos, estanques, uso de explosivos y

perforación de túneles, explotación de bancos y minas a cielo abierto, costos, etc. Explica los diferentes métodos de trabajo del cargador frontal, las características mecánicas y técnicas de los vehículos de transporte. Destacando la importancia de la sincronización en el trabajo de estos dos equipos, así como las características de los suelos por donde circularan estos.

7. **Máquinas para Obras.** Gabay y J. Zemp.

Este libro aborda sobre las principales máquinas usadas en trabajos de movimientos de tierras ofreciendo sus características generales más importantes, abordando su campo de aplicación, descripción y análisis del rendimiento, en particular de la dinámica de los equipos de movimiento de tierra.

8. **Catálogo de la Construcción. Manual de parámetros Técnicos de las Máquinas de Construcción.** Comité Estatal de la Construcción.

En este catálogo se recopila información sobre las principales características técnicas de las máquinas y equipos en la construcción que se emplean en nuestro país. Su información recoge la diversidad de países, marcas y modelos hasta febrero del año 1993, existentes en Cuba.

9. **Técnicas de Explotación de Máquinas en la Construcción.** Segundo Pereda Hernández.

El libro hace un breve análisis sobre la explotación técnica de las máquinas de construcción, en su capítulo inicial y en los próximos capítulos comenta sobre la obtención y procesamiento de los datos de producción, algunas vías para el aumento de la eficiencia y cálculos de las máquinas de reservas necesarias y del efecto económico producido por la introducción de las reservas de máquinas.

10. **Los Equipos en la Construcción. Máquinas Básicas.** MICONS (sin autor).

En este libro de la década de los sesenta, se estudian las máquinas destinadas para el movimiento de tierra, su campo de aplicación y su comportamiento en los trabajos de construcción. Menciona los métodos de trabajo del retrocargador y el

cargador frontal de chasis rígido coincidiendo con lo expuesto en la norma y la bibliografía consultada al respecto. Además texto indica el uso del cargador frontal en la operación de excavación solo en terrenos blandos sin especificar el tipo de suelo.

11. **Equipos de Construcción**. Eduardo Alfonso.

El autor de este libro destaca la importancia del mantenimiento de las máquinas de obras, dedicando un capítulo a este tema. Asimismo aborda sobre las principales máquinas usadas en trabajos de movimientos de tierras brindando sus características generales más importantes, su descripción, campo de aplicación y métodos de trabajo. En cuanto a las aplicaciones del cargador refleja lo mismo que otros autores, con la diferencia que, establece relaciones de capacidad entre el camión y la cuchara de 3 a 7 unidades. Respecto a los camiones de volteo señala la misma formulación que en la norma para el cálculo del número de camiones, pero especifica que se añadirá un vehículo de transporte por cada 5 o 7 vehículos trabajando.

12. **Máquinas para Movimiento de Tierras.** Jean Costes.

El libro presenta de forma sencilla las principales máquinas empleadas, destacándose su utilidad y los métodos de trabajo para la realización de las principales labores, así como las normas generales para los trabajos de conservación y seguridad de dichas maquinarias.

13. **Propuesta de anteproyecto de norma cubana de uso y operación de cargadores y camiones.** Pedro Orta Amaro, Desiderio Fernández Aparicio y Rafael Varela Valdés.

Este trabajo propone dos anteproyectos de norma cubana denominadas''Uso de los Cargadores'' y ''Uso de las máquinas para la transportación de tierras'', estos hacen énfasis en los métodos de ejecución de las labores y la adecuada selección de los camiones de volteo y cargadores, con lo cual se contribuirá a su mejor utilización en las obras.

Revistas:

14. **Simulación determinística y estocástica para dimensionar, y seleccionar equipo y elegir alternativas de minado en la explotación minera superficial**. Oswaldo Ortiz S., Godelia Canchari S., Silvia Iglesias L., Mario Gonzáles T. (Artículo de la Revista del Instituto de Investigaciones FIGMMG. Vol.10, Nº 19, 38-50 2007, UNMSM --13p) pdf.

Este artículo refleja con base científica la metodología para la selección de equipos de transporte a través del uso de ábacos, así mismo muestra la importancia de la compatibilidad entre los equipos de carga y acarreo. Ofrece una orientación práctica para determinar a través de simuladores, el número óptimo de unidades de carga y acarreo; dichas aplicación es muy útil en la programación de los trabajos en canteras.

15. **Ministerio de la construcción el tiro económico en el transporte del Movimiento de Tierra**, Ingeniería Civil, Ciudad Habana, Nº 2 Marzo/Abril 1989. p 171-180.

En esencia expone los métodos de trabajo de los Camiones de volteo en el tiro de materiales en el movimiento de tierras, realizado también análisis estadísticos en función de los costos relacionados con el mantenimiento técnico del equipo, horas de trabajo etc. En cuanto a lo expuesto en los métodos de trabajo es en esencia lo mismo planteado en la norma vigente NC 052-038:1979.

Artículos:

16. **Maquinaria**. Ing. Luís Antonio Mendosa Román.

(La Paz, Baja California Sur, Octubre 2002,--29p) pdf.

Esta publicación brinda con un enfoque matemático el procedimiento para determinar el número óptimo de camiones dentro de un ciclo. El método de trabajo es distinto a los antes vistos pero su esencia física es la misma.

17. **Informe Técnico: Planificación y operación de un sistema de carguío y transporte**. Runge Latin America.

El informe muestra los criterios de planificación y operación de los sistemas de carga y transporte que se manejan actualmente en la industria minera de Chile. Brinda los elementos claves que intervienen en los costos efectivos de los métodos de explotación, principalmente en minas.

18. **Informe Técnico: Cargador Frontal Caterpillar**

Este informe técnico del cargador frontal Caterpillar muestra los distintos modelos de cubos cargadores, campo de aplicación de los cargadores y sus métodos de trabajo. Además refleja en síntesis los principales cambios que se han realizado a los cargadores Caterpillar en los últimos tiempos.

Catálogos:

19. Catálogo de la Cía. CATERPILLAR. Caterpillar S.RA.L. 2002,--7p.
20. Catálogo de la Corporación UNECA. UNECA Corporación S.A., Cuba,--6p.
21. Catálogo de la IMECA (Industria Mecánica Caribe) La Habana, Cuba.
22. Catálogo CONSTRUIMPORT, La Habana, Cuba.
23. Catálogo de la Cía. FIAT-HITACHI, http://www.fiat-hitachi.com, 2007
24. Catálogo de la Cía. LIEBHER, http://www.liebherr.com, 2007
25. Catálogo de la Cía. Komatsu. http://www.komatsueurope.com, 2008
26. Catálogo de la Cía. New Holland http://www.newholland.com, 2008
27. Catalogo de la Cía. John Deere, Productos/Equipo Nuevo/Cargadores Frontales http://www.johndeere.com, 2007
28. Catálogo de la Cía. Caterpillar, Products/Machines. http://www.cat.com, 2008.
29. Catálogo de la Cía. Case, http://www.casece.com, 2008.

Normas Cubanas y Extranjeras:

30. NC 052-026. Equipos. Usos de los Cargadores. Aprobada Febrero 1978. Vigente Enero 1979, 25p.

31. NC 052-038. Equipos. Uso y Operación de Camiones de Volteo. Aprobada Diciembre 1978.Vigente Julio 1979, 25p.

32. NC 19-03-33. Equipos de Movimiento de Tierra. Requisitos generales de seguridad durante la explotación. Aprobada Agosto 1985. Vigente Octubre 1986, 12p.

33. NC 052-071. Maquinaria para la construcción. Máquinas para el movimiento de tierras. Términos. Definiciones y Símbolo. Aprobada Mayo 1987, Vigente Mayo1988, 18p.

34. NRMT 094-04 Transporte automotor. Mantenimiento técnico. Requisitos generales. Segunda edición Enero 2004,16p.

35. NRMT 095-04 Transporte automotor. Neumáticos para vehículos automotores de carretera. Requisitos técnicos generales para la explotación. Segunda edición Enero 2004, 8p.

36. NRMT 120-07 Transporte automotor. Baterías de acumuladores de plomo-ácido. Requisitos de explotación. Conservación.

37. NTP 79: Pala cargadora. 10p.

38. NTP 126: Máquinas para movimiento de tierras. 12p.

Estos documentos normalizativos son también de obligatorio cumplimiento en Cuba, en particular para garantizar la calidad de realización de las diferentes operaciones de movimiento de tierras. Es importante señalar que varias de estas normas tienen más de 30 años de vigencia, y deben ser ampliadas, actualizadas y

perfeccionadas, considerando los avances y experiencia acumulada en la tecnología constructiva de las obras de tierra.

Reseña Analítica.

Reseña analítica a la norma "Equipos. Uso de los Cargadores."

En este anteproyecto de norma se considera tomar para las distancias de acarreo los mismos criterios de la NC Uso de los Cargadores, teniendo en cuenta que, lo planteado por David Day al respecto, solo es justificable técnica y económicamente si se compara esta técnica de acarreo con cualquier otra a esa distancia.

En cuanto ha como operar técnicamente la máquina cargadora, la bibliografía consultada al respecto es explícita, pero no es objetivo de este anteproyecto de norma recoger los distintos métodos de conducción ya que estos varían según el sistema de transmisión que tenga cada equipo. Por lo que esta propuesta se limita a indicar los requisitos generales para la operación del equipo.

Los autores de las bibliografías Maquinarias de Obras, Tomo 2. de Francisco Fernández y la Revista Ingeniería Civil, coinciden en que para disminuir el tiempo de ciclo de carga con cargadores frontales, los vehículos deben estar situados respecto a bancos o pilas con un ángulo de 45º como mínimo mientras que la norma vigente indica este ángulo en el rango de 60º y 70º. Esta diferencia de criterios busca aumentar el rendimiento de la máquina cargadora disminuyendo los tiempos de carga en cada ciclo. Con este mismo criterio se considera en el anteproyecto de norma ángulos entre 60º y 70º de manera que las maniobras del cargador puedan realizarse con un movimiento muy corto, aumentando así la productividad del conjunto de equipos. Además antes de comenzar el trabajo, debe acordarse por parte de los operadores no solo la ubicación más conveniente del camión, sino también las señales de aviso, vías de entrada y salida al área de

carga y el volumen a cargar en cada camión. Estos pequeños detalles son esenciales para una coordinación perfecta entre los equipos de carga y transporte. Dichos detalles son mencionados por F. Ballester y la norma vigente, los cuales son incluidos en la propuesta de norma en el punto 6. “Operación combinada con las máquinas de transporte”.

Entre los autores que hablan sobre la relación de capacidad entre los equipos de carga y transporte existe también diversidad de criterios, Eduardo Alfonso plantea relaciones de 3 a 7 unidades, Francisco Fernández considera relaciones entre 3 y 5, y en algunos documentos como el *Informe Técnico: Planificación y operación de un sistema de carguío y transporte*, se llega a plantear relaciones de 4 a 6, mientras que la norma vigente toma 2 como valor mínimo sin limites superiores. En esta propuesta se recomienda que la capacidad de la caja del camión sea como mínimo 2 veces la capacidad del cubo y como máximo 6 unidades. Este criterio se establece considerando el parque de máquinas existente en nuestro país, además se considera 2 un valor mínimo, teniendo en cuenta que el tiempo de ciclo de los cargadores es muy breve y su valor multiplicado por dos es relativamente pequeño. Por otra parte se logra disminuir el efecto negativo que tiene el proceso de carga sobre el sistema de amortiguación y las cajas o camas de los vehículos. El valor de 6 se toma para evitar el stress y agotamiento en los operadores al verse sometidos a relativamente largos períodos de trabajo en una misma actividad, por lo que es conveniente en estos casos motivar el dinamismo. Independientemente de ello, es un desperdicio de la capacidad de trabajo proponer relaciones de capacidad, por encima de 6; aumentar este valor resulta antieconómico pues no se logra el equilibrio entre la capacidad del aparato cargador y las unidades de transporte, es decir que el factor de acoplamiento (FA) es distinto de uno. Ver figura 1

$$FA = \frac{N \times y \times t}{n \times T}$$

Donde:

FA = Factor de acoplamiento

N = Número total de transportadores.

n = Número total de cargadores.

T = Ciclo de cada unidad de transporte.

t = Ciclo de cada equipo de carga

z = Número de transportadores por cargador.

y = Número de pases (paladas), requeridos para llenar la tolva del transportador

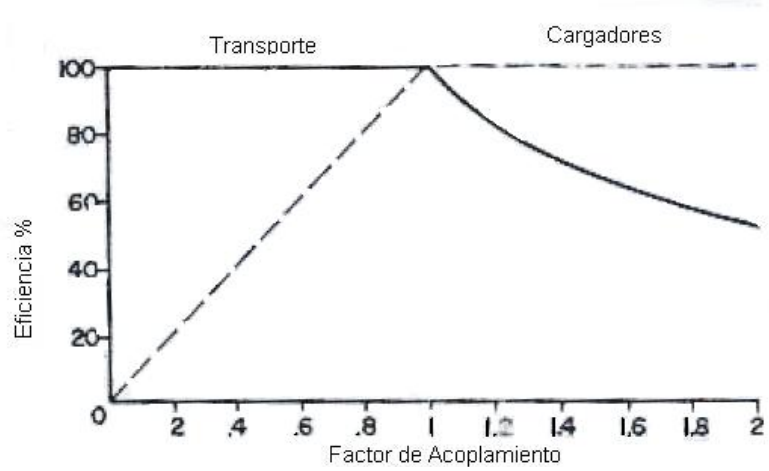


Figura 1 Eficiencia vs Factor de Acoplamiento

Esta propuesta de norma coincide completamente con lo planteado por los autores Gabay A. –J. Zemp, Eduardo Alfonso, y la propia norma, respecto a la fórmula para determinar el número óptimo de vehículos de transporte que garanticen un ciclo continúo de trabajo. Pero hacemos énfasis en que la determinación de los tiempos reales de ciclo es de gran importancia para establecer un ritmo de trabajo continuo con un mínimo de unidades de transporte.

Es de destacar que en la búsqueda realizada en Internet y en las principales firmas fabricantes de equipos, no se destaca ningún comentario relevante acerca del uso, empleo o características técnicas de los retrocargadores. Estos equipos de gran rendimiento pero limitados en su versatilidad para el trabajo, han sido desechados para las excavaciones a cielo abierto y sólo se usan en la extracción de material en los túneles, cuya sección no es suficientemente amplia para usar otro tipo de cargador.

Reseña analítica a la norma "Equipos. Uso de las Maquinas de Transporte de Tierras y/o Rocas."

En cuanto a los trabajos en que se emplean las máquinas de transporte, camiones de volteo para carretera, semirremolques de volteo, y camiones fuera de camino, los autores, Eduardo Alfonso, Nichols Herbert, A. Gabay - J. Zemp, Francisco Fernández y David Day, así como la Norma Cubana vigente,"Uso y Operación de los Camiones de Volteo" coinciden respecto a la distancias máximas de tiro de estos vehículos de transporte, así como el uso que se da a cada uno de ellos, rutas, pendientes a salvar, y estado de las pistas, áreas de carga y descarga.

Se mantiene en la propuesta de norma el mismo criterio de la norma vigente respecto el efecto negativo de las sobrecargas en los equipos de transporte y la fórmula planteada para determinar el volumen de material máximo que admite el equipo de acarreo. Este criterio concuerda perfectamente con lo planteado en las bibliografías de los autores Gabay - J. Zemp, Francisco Fernández, Eduardo Alfonso y Herbert Nichols.

En la bibliografía consultada se ha podido comprobar que en la operación de carga existe diferencia de criterio entre los autores respecto al ángulo que deben ubicarse los vehículos de transporte con relación a bancos y pilas. Esta diferencia de criterios busca aumentar el rendimiento de la máquina cargadora disminuyendo los tiempos de carga en cada ciclo. Con este mismo criterio se considera en el anteproyecto de norma ángulos entre 60º y 70º respecto a bancos o pilas, de manera que las maniobras del cargador puedan realizarse con un movimiento muy corto, aumentando así la productividad del conjunto de equipos.

En la transportación, descarga, retorno y espera para cargar se mantiene el mismo criterio de la norma vigente y el planteado por los autores de las bibliografías

Francisco Fernández, Gabay - J. Zemp, Eduardo Alfonso y F. Ballester entre otros autores.

Respecto a la fórmula planteada para determinar el número de máquinas necesarias a conservar en un ciclo, se defiende el mismo criterio de la Norma Cubana vigente, pero con la aclaración que se deben emplear los tiempos de ciclo reales o los más probables, y para su determinación se incluyen en el anteproyecto de norma un método para su obtención. Igualmente se explica que el resultado obtenido debe aproximarse por exceso y añadir una máquina de reserva cada cuatro o cinco unidades con el objetivo de prever la afectación del ciclo por una posible rotura.

Este criterio es tomado para evitar de modo seguro, el posible paro del cargador por causa de no disponer de medios de transporte. En la práctica resulta más económico hacer esperar a los vehículos de transporte que a los de carga, obviamente sin exagerar en ninguno de los dos sentidos. Este criterio coincide con lo planteado por los autores F. Ballester, David Day, Gabay - J. Zemp y Eduardo Alfonso.

Esta precaución es particularmente útil cuando los plazos de ejecución deben respetarse estrictamente y las unidades de acarreo cumplan con el ritmo de trabajo deseado, es decir, que se logre el equilibrio entre la capacidad de trabajo del equipo de carga y de transporte.

Conclusiones

En un resumen de los 38 documentos consultados que tratan de las Máquinas de Movimiento de Tierras, que se dividen en: libros, revistas, artículos, catálogos de fabricantes de maquinarias de construcción y las normas estatales y extranjeras consultadas, se aprecia lo siguiente:

- Con relación a la bibliografía y los documentos investigativos consultados, en las bibliotecas especializadas de los CDICT del MICONS, EMPROY, y de la Universidad de Villa Clara, se aprecia poca actualización en las disponibles, primando las de las décadas de los años 70 y 80, las más actuales que datan de los años finales de la década de los 90 e inicios de la actual, que están en poder del Departamento de Ingeniería Civil y en especial del tutor de este Trabajo de Diploma.

- Con respecto a los documentos consultados en Internet debe señalarse que existen varios, tanto en idioma Inglés como en Español, que abordan esta tecnología pero se prioriza más la propaganda de maquinarias y técnicas constructivas que la explicación de todos los aspectos que ésta abarca, con excepción de algunas que exponen artículos interesantes con un enfoque integrador de los problemas, como el artículo de la Revista del Instituto de Investigaciones FIGMMG.

Puede afirmarse que existe en el Mundo una amplia bibliografía especializada que aborda esta temática, pero dedicada a abordar aspectos particulares o específicos, son escasos los ejemplos que la tratan de manera integral, con sólida fundamentación científica y tecnológica.

Capítulo II.

Capítulo II: Fundamentación de la Norma “Uso de los Cargadores.”

El desarrollo continuo y vertiginoso de la Industria de las Maquinarias de Construcción en los últimos dos siglos ha hecho posible que se introduzcan significativos cambios en la fabricación de los equipos y las técnicas de construcción en general.

Los Cargadores, una de las máquinas más versátiles y útiles de la construcción, en los últimos 30 años se le han introducido mejoras tecnológicas que se han dirigido principalmente a lograr el confort y comodidad de las cabinas de operación, al aumento de la potencia y capacidades de pala, tamaño y su vez a la miniaturización de las mismas. En Cuba el uso y explotación de los Cargadores esta regido por la Norma Estatal NC: 052-026: 79 aprobada desde 1979, es la que aun está vigente, pero evidentemente requiere ya de actualización y perfeccionamiento.

Esta propuesta de Norma Estatal modifica y amplía los contenidos de la vigente redactándola como un Código de Buenas Prácticas, acorde a la tendencia mundialmente aceptada de elaboración de las normas técnicas, para así garantizar un uso racional en la explotación de estas máquinas de construcción.

Esta propuesta de NC incluye nuevos criterios de selección de estas máquinas y en particular de los cubos o palas, según su reforzamiento y diseño para acometer distintas labores. Como complemento de este aspecto, se relacionan los distintos tipos de cubos que utilizan estos equipos con los materiales con que trabajan, de modo que se pueda evaluar las posibilidades de trabajo de la máquina según su órgano de trabajo principal. Otro aspecto en este punto es la relación volumétrica entre la capacidad de la cuchara y la cama o caja de la máquina de transporte. Esta relación fue tomada teniendo en cuenta los criterios de distintos autores de la bibliografía consultada y la experiencia práctica del tutor y tiene como objetivo que se logre un factor de acoplamiento óptimo entre ambos equipos, es decir, que los rendimientos entre estas dos máquinas sean aproximadamente iguales y que se

realice con la máxima eficiencia posible la operación de carga de materiales, la cual influye decisivamente en la duración del ciclo de trabajo y por consiguiente en la productividad con que se realiza la transportación o acarreo.

En esta Norma se incluyen a los Minicargadores, una máquina relativamente nueva en el mercado y que se ha impuesto por su versatilidad para desarrollar distintas labores, en dependencia del órgano de trabajo disponible, en el caso de la presente NC se sobreentiende que es cuando la misma posee una pala o cubo frontal. Su método de trabajo es igual al de los Cargadores Frontales sobre Neumáticos, solo que está limitada para las operaciones con grandes cargas y en trabajos que requieran de una resistencia adicional de sus partes, como es el trabajo en las Canteras. Esta máquina ha ido ganando espacio en los trabajos de construcción de edificaciones por sus reducidas dimensiones, por lo que se hace necesario contemplar en la presente norma su uso, de modo tal que pueda explotarse racionalmente.

Otro de los equipos incluidos en la presente NC es el Cargador Frontal con descarga lateral. Este equipo además de realizar las funciones propias de los Cargadores Frontales brinda la posibilidad de realizar la descarga de material hacia un costado, esta propiedad facilita a la máquina realizar la carga sobre máquinas de transporte en lugares restringidos como en las calles urbanas, para realizar labores de recogida de escombros y carga de materiales de construcción.

Se incluyen también un grupo de medidas de protección para la seguridad en el trabajo con estas máquinas, con el fin de evitar que se produzcan los accidentes más comunes por el desconocimiento de las normas elementales de seguridad. Estas medidas de protección están dirigidas fundamentalmente a los operadores de estos equipos. Las mismas han sido agrupadas en: circunstancias, consecuencias y medidas preventivas para una mejor comprensión y asimilación de su contenido. En la anterior norma estatal las medidas de protección solo están dirigidas de modo disperso y al equipo como tal, obviándose la influencia del hombre sobre la máquina.

En la norma aun vigente el mantenimiento de las máquinas es un tema obviado, sin embargo el mismo debe ser considerado por su influencia determinante en el uso y explotación, así como en el alargamiento de la vida útil económica de las máquinas. Precisamente uno de los principales objetivos de esta propuesta de norma es alargar la vida útil económica, por ello es importante que se realicen las acciones para su mantenimiento planificado. Estas acciones con el transcurso del tiempo llegan a tener un peso considerable en la composición de los Costos de Operación de los equipos. Por ello es importante que la empresa propietaria de las maquinarias tengan en ese sentido una adecuada política de implementación de los mantenimientos para todas las máquinas y equipos destinados a la producción.

De la Norma vigente se elimina al Cargador Frontal de cubo no retráctil, ya que este tipo de equipo ya no es producido mundialmente y actualmente no existe en el país. También se eliminan de la norma anterior los aspectos técnicos referentes a la conducción ya que la forma de realizarse esta varía de uno a otro equipo, según el sistema de transmisión. Por otra parte se mantiene en la norma los mismos criterios de operación combinada con otros equipos. Así como los métodos de trabajo de los Cargadores frontales y los Retrocargadores en las distintas operaciones de excavación, acarreo y carga, no siendo esta última suficientemente explicita para la operación con máquinas de cubo retráctil, por lo se plantea para este aspecto un método más detallado. En este mismo aspecto se incluye en la propuesta de NC el uso de los Cargadores Frontales para la disgregación y el extendido de material, aunque para este último solo se relata un método, esta labor puede realizarse también en marcha adelante utilizando la pala o cubo, a manera de un Buldócer.

Por todo lo antes expuesto se presenta la propuesta de Norma estatal en al Anexo 1 de este Trabajo de diploma

Capítulo III.

Capítulo III: Fundamentación de la Norma Cubana: "Equipos. Uso de las Máquinas de Transporte de Tierra y/o Rocas."

En nuestro país el uso y explotación de las máquinas de transporte en la construcción esta regido por la Norma Estatal NC 052-038:1979 vigente desde 1979. En este período de casi 30 años los avances técnicos en la mecanización de este tipo de transporte ha sido dirigido principalmente al incremento de la fuerza tractiva y al aumento de la capacidad de transportación de estas máquinas, así como considerables mejoras en los sistemas de mandos, frenos y diseño de la cabina, que brindan al operador mayor visibilidad y comodidad, por consiguiente mayor productividad en el acarreo de materiales.

Con la finalidad de lograr un sistema de transportación de tierras y/o rocas más eficiente, se han desarrollado nuevos métodos para la determinación y diseño de los sistemas de acarreo con estas unidades de transporte que permiten determinar su rendimiento con mayor precisión. Estos métodos pueden agruparse básicamente en:

- Método determinístico: El cálculo requiere ábacos de gradabilidad y retardo dinámico de cada modelo y tamaño del equipo de acarreo. El tiempo de viaje total (cargado y vacío), puede calcularse por dos métodos:
  1) Usando las características de la vía (longitud de cada segmento de vía, su pendiente y resistencia a la rodadura) y el peso total del equipo cargado y vacío. En el ábaco se estima la velocidad máxima y luego la velocidad media por aplicación de la tabla de factores de velocidad.
  2) Usando las Leyes de Newton y las expresiones básicas del movimiento se determina el tiempo de viaje para cada tramo de vía.
- Método probabilístico: Se basa en el estudio de la información del tiempo del viaje en cada ciclo de trabajo. La vía o vías usadas para el acarreo se divide en varios segmentos determinando con cronómetros el tiempo de viaje de cada segmento. Se analiza la información obtenida y se describe mediante una función de distribución probabilística conocida o empírica. Si se cambian los tipos de máquinas de transporte y los segmentos o tramos

de vía, se cambiará también los parámetros de la distribución. El tiempo de viaje de cualquier segmento de vía se obtiene mediante el método de muestreo “Monte Carlo”, de distribución acumulativa de probabilidades.

Uno de estos métodos debiese emplearse en la determinación de las magnitudes de las Normas de Rendimiento de estas máquinas, ya que las mismas son normas elementales vigentes desde 1982 que ya debieron ser actualizadas, aunque esta finalidad no le corresponde a la presente NC, en la misma se actualizan y modifican algunos aspectos que pueden resultar de interés como: características tractivas de la máquina de transporte, la correspondencia entre los equipos o unidades de acarreo o de transporte y las máquinas cargadoras, así como se actualizan las características de las mismas, con el objetivo de lograr su mayor rendimiento en esta labor.

Para la determinación de las características tractivas de estas máquinas se introduce la representación gráfica de la ecuación general del movimiento del vehículo así como su método de empleo. Esta documentación es de vital importancia para los técnicos e ingenieros encargados de programar y diseñar el sistema de transportación o acarreo de tierras y/o rocas. El manejo de esta información posibilita a los programadores seleccionar la máquina más adecuada para un trabajo determinado, conociendo las características del terreno, tal como pendientes y resistencia a la rodadura de los caminos empleados. También es utilizado para la determinación de las velocidades máximas de desplazamiento y por consiguiente de los tiempos de traslado. Como se pudo apreciar anteriormente existen dos métodos para determinar la velocidad de los vehículos y los tiempos en el ciclo pero de ellos el más práctico es el primero, que es el que se expone en esta norma estatal.

Otro aspecto reflejado con mayor nivel de detalle en esta propuesta de NC es la correspondencia entre las máquinas de transportación y las máquinas cargadoras, esta relación no coincidía con lo planteado por las normas de Uso y Operación de Camiones y Cargadores vigentes, que discrepaban en cuanto al valor mínimo a tomar. Los valores planteados en las propuestas de normas coinciden, con los criterios de todos los autores de la bibliografía consultada. Logra la adecuada

correspondencia entre las capacidades de carga de los Cargadores y las Máquinas de Transporte, criterio fundamental para logra un mayor rendimiento en la operación de carga y por lo tanto en el rendimiento de la transportación de materiales.

En la propuesta de norma se actualizan las características y parámetros más generales de las unidades de transporte actualmente existentes fundamentalmente en cuanto a las capacidades y fuerzas tractivas, en dependencia de la marca y modelo del equipo.

En relación a los aspectos:

- Campo de utilización.
- Requisitos generales de operación.
- Operación con las máquinas de transporte.
- Selección de las Maquinas de Transporte.

La norma vigente es explícita y objetiva y se considera posee un enfoque dirigido al cuidado y conservación de estas importantes máquinas, por lo que en estos aspectos no se realizaron cambios significativos. Solo en aquellos que requerían de una redacción clara, se modificaron para la mejor comprensión de la norma. Con el mismo objetivo se redacto la propuesta de norma adaptándola al vocabulario técnico adecuado.

Por último y no por ello menos importante, se incluye también algunas medidas de protección del medio ambiente con el objetivo de ir formando una mentalidad naturalista en los constructores y operadores de estos equipos.

Por todo lo antes expuesto se presenta la propuesta de Norma estatal en al Anexo 2 de este Trabajo de diploma

Conclusiones.

Conclusiones

En el desarrollo de este trabajo se pudo apreciar que las Normas Cubanas vigentes no exponen de manera precisa los métodos de trabajo de los equipos a que ellas hacen referencia así como la falta de uniformidad en criterios básicos, no coincidiendo estos, con lo expuesto en las bibliografías más actualizadas sobre el tema.

Fundamentados en este argumento y en el estudio realizado dirigimos este trabajo a la confección de los proyectos de normas, con vistas a actualizar las Normas Cubanas NC 052-026: 79 Equipos Uso de los Cargadores y la NC 052-038:79 Equipos. Uso y Operación de Camiones de Volteo, realizándolas como un código de buenas practicas, logrando la debida uniformidad entre ambos documentos y estableciendo el lenguaje normalizativo y técnico adecuado.

Al perfeccionar el contenido de estas normas se logra una mejor comprensión de los trabajos que pueden realizar estas máquinas, así como la importancia del mantenimiento y conservación durante su período de explotación.

El incluir nuevos criterios para la selección de las máquinas permite que estas puedan ser explotadas de manera racional y técnicamente económica. Cumpliendo de manera óptima la función a la que están destinados, teniendo mayor influencia en su rendimiento e incidir en la reducción de los costos en el movimiento de tierra que se llevan a cabo en nuestro país.

Bibliografía.

Bibliografía.

1. Alfonso, Eduardo. Equipos de Construcción. / Eduardo Alfonso.-- Cuba: Editorial Pueblo y Educación, 1979. -- 315 p.
2. Ballester, Francisco. Máquinas de Movimiento de Tierra. Criterios de selección. / Francisco Ballester, Jorge *A.* Capote. - 1 edición-- España: Editorial Pedeca, 1992-- 405 p.
3. Catálogo de la Construcción, Manual de Parámetros Técnicos de Máquinas de Construcción. Comité Estatal de la Construcción. Editorial CEC, C. Habana, 1993. -- 59 p.
4. Costes, Jean. Máquinas para Movimiento de Tierra- Editores Técnicos Asociados, S.A. Barcelona España. 1970. --171 p.
5. Day, David- Maquinaria para Construcción. / David Day.- 1^{era}. Edición. – México: Editorial Limusa, 1985. -- 616 p.
6. Fernández. Francisco. Maquinaria de Obras. /' Francisco Fernández Rodríguez y Mijail Denchev. Tomo 2.Editorial ISPJAE. C. Habana. 1986. -- 251 p.
7. Gabay, A- Máquinas para Obras. / A Gabay, J Zemp. - 3 ed.-- España: Editoriales Blume y Labor S.A-, 1974.-- 389 p.
8. Galabru, Paúl. Maquinaria General en Obras y Movimiento de Tierra. / Paúl Galabru. --Cuba: Edición Revolucionaria. 1969.-- 468 p.
9. Los Equipos en la Construcción. Máquinas Básicas. Editorial MICONS, 1965. --158 p.
10. Nichols, Herbert. Movimiento de Tierra- Manual de Excavaciones. Herbert Nichols, Ediciones Revolucionarias, C. Habana. -- 1111 p.
11. Orta Amaro, Pedro -Andrés. Perfeccionamiento de la Ejecución Mecanizada de los Movimientos de Tierra. / Pedro Andrés Orta Amaro. Tesis para optar por el Grado Científico de Doctor en Ciencias Técnicas. Universidad Central A- Las Villas, Santa Clara, 1996 -- 89 p.

12. Orta-Amaro, Pedro Andrés. Propuesta de anteproyecto de NC de uso y operación de cargadores y camiones / Pedro Andrés Orta Amaro, Desiderio Fdez Aparicio, Rafael Varela Valdéz – Trabajo de Diploma, Universidad Central Martha Abreu de Las Villas, Santa clara 1989 – 66 p.
13. Pereda Hernández, Segundo. Técnicas de Explotación de Máquinas de la Construcción. Segundo Pereda Hernández - Ediciones ISPJAM, Santiago de Cuba, 1987.-- 127 p.

Revistas

14. Simulación determinística y estocástica para dimensionar, y seleccionar equipo y elegir alternativas de minado en la explotación minera superficial. Oswaldo Ortiz S., Godelia Canchari S., Silvia Iglesias L., Mario Gonzáles T. (Artículo de la Revista del Instituto de Investigaciones FIGMMG. Vol.10, Nº 19, 38-50 2007, UNMSM --13p) pdf.
15. Ministerio de la construcción el tiro económico en el transporte del Movimiento de Tierra, Ingeniería Civil, Ciudad Habana, Nº 2 Marzo/Abril 1989. p 171-180.

Artículos

16. Maquinaria. Ing. Luís Antonio Mendosa Román.

(La Paz, Baja California Sur, Octubre 2002,--29p) pdf.

17. Informe Técnico: Planificación y operación de un sistema de carguío y transporte. Runge Latin America.
18. Informe Técnico: Cargador Frontal Caterpillar

Catálogos

19. Catálogo de la Cía. CATERPILLAR. Caterpillar S.RA.L. 2002,--7p.
20. Catálogo de la Corporación UNECA. UNECA Corporación S.A., Cuba,--6p.
21. Catálogo de la IMECA (Industria Mecánica Caribe) La Habana, Cuba.
22. Catálogo CONSTRUIMPORT, La Habana, Cuba.
23. Catálogo de la Cía. FIAT-HITACHI, http://www.fiat-hitachi.com, 2007
24. Catálogo de la Cía. LIEBHER, http://www.liebherr.com, 2007

25. Catálogo de la Cía. Komatsu. http://www.komatsueurope.com, 2008
26. Catálogo de la Cía. New Holland http://www.newholland.com, 2008
27. Catalogo de la Cía. John Deere, Productos/Equipo Nuevo/Cargadores Frontales http://www.johndeere.com, 2007
28. Catálogo de la Cía. Caterpillar, Products/Machines. http://www.cat.com, 2008.
29. Catálogo de la Cía. Case, http://www.casece.com, 2008.

Normas

30. NC 052 - 026. Equipos. Usos de los Cargadores. Aprobada Febrero 1978. Vigente Enero 1979, 25 p.
31. NC 052 - 038. Equipos. Uso y Operación de Camiones de Volteo. Aprobada Diciembre 1978.Vigente Julio 1979, 25p.
32. NC 19-03-33. Equipos de Movimiento de Tierra. Requisitos generales de seguridad durante la explotación. Aprobada Agosto 1985. Vigente Octubre 1986, 12p.
33. NC 052-071. Maquinaria para la construcción. Máquinas para el movimiento de tierras. Términos. Definiciones y Símbolo. Aprobada Mayo 1987 Vigente Mayo1988, 18p.
34. NRMT 094-04 Transporte automotor. Mantenimiento técnico. Requisitos generales. Segunda edición Enero 2004,16p.
35. NRMT 095-04 Transporte automotor. Neumáticos para vehículos automotores de carretera. Requisitos técnicos generales para la explotación. Segunda edición Enero 2004, 8p.
36. NRMT 120-07 Transporte automotor. Baterías de acumuladores de plomo-ácido. Requisitos de explotación. Conservación.
37. NTP 79: Pala cargadora 10p.
38. NTP 126: Máquinas para movimiento de tierras12p.

Anexos.

NORMA CUBANA

XX: 2008

Equipos. Uso de los Cargadores

EQUIPMENT. USE OF LOADERS

ICS: XX

Oficina Nacional de Normalización Calle E No. 261 Vedado, Ciudad de La Habana. Cuba. Teléfono: 830-0835 Fax: (537) 836-8048 Correo electrónico: nc@ncnorma.cu

Cuban National Bureau of Standards

Prefacio

La Oficina Nacional de Normalización (NC), es el Organismo Nacional de Normalización de la República de Cuba que representa al país ante las Organizaciones Internacionales y Regionales de Normalización.

La elaboración de las Normas Cubanas y otros documentos se realiza generalmente a través de los Comités Técnicos de Normalización. Su aprobación es competencia de la Oficina Nacional de Normalización y se basa en las evidencias del consenso.

Esta Norma Cubana:

- Ha sido elaborada por el NC/CTN 21: Carreteras, en el que están representadas las instituciones siguientes:

  - Universidad Central de Las Villas
  - Ministerio de la Construcción
  - Ministerio del Transporte
  - Poder Popular
  - Instituto Superior Politécnico "José A. Echevarria"
  - Ministerio de las Fuerzas Armadas Revolucionarias
  - Oficina Nacional de Normalización

Sustituye a la NC 052 – 026: 1978. Equipos. Uso de los Cargadores

© NC XX: 2008 EQUIPOS. USO DE LOS CARGADORES.

Todos los derechos reservados. A menos que se especifique, ninguna parte de esta publicación podrá ser reproducida o utilizada en alguna forma o por medios electrónicos o mecánicos, incluyendo las fotocopias, fotografías y microfilmes, sin el permiso escrito previo de:
Oficina Nacional de Normalización (NC)
Calle E No. 261, Vedado, Ciudad de La Habana, Habana 4, Cuba.

Impreso en Cuba

INTRODUCCIÓN

Este documento normalizativo se elabora con la finalidad de actualizar y perfeccionar la norma estatal vigente desde 1978, considerando los adelantos experimentados en las últimas décadas en la Industria de las Maquinarias de Construcción y el desarrollo experimentado en la tecnologías mecanizadas para la realización de las actividades de movimiento de tierras en Cuba y en el Mundo, para incidir en un mejor uso y operación de tan importante y útil maquinaria de construcción. Para su confección se realizó la revisión de los documentos normalizativos internacionales y existentes en diferentes instituciones del país, así como los resultados obtenidos en investigaciones desarrolladas en los últimos años.

Los cambios fundamentales que se introducen a las norma anteriormente vigente son:

- ✓ Se modifican y amplían sus contenidos presentándola como un Código de Buenas Prácticas.
- ✓ Se brindan criterios para su racional selección.
- ✓ Se incluye instrucciones de mantenimiento para alargar la vida útil del equipo.
- ✓ Se incluyen medidas de seguridad para evitar accidentes.
- ✓ Se le incorpora la bibliografía consultada.

INDICE

1. OBJETIVO 1

2. TÉRMINOS Y DEFINICIONES 1
2.1. Cargadores 1
2.2. Partes principales..... 1
2.3. Definiciones básicas. 2

3. CLASIFICACIÓN DE LOS CARGADORES. 2

4. REQUISITOS GENERALES DE OPERACIÓN. 4
4.1. Para arrancar el motor. 4
4.2. Arrancadas de emergencias. 5
4.3. Conducción. 5
4.4. Acondicionamiento del área del trabajo. 6
4.5. El mantenimiento de los equipos 7

5. MÉTODOS DE TRABAJO PARA LAS PRINCIPALES LABORES. 8
5.1. Excavación. 8
5.2. Carga 10
5.3. Acarreo de materiales. 12
5.4. Extendido y/o nivelación de material. 13
5.5. Disgregación o Ruteo. 13

6. OPERACIÓN COMBINADA CON LAS MÁQUINAS DE TRANSPORTE. 14

7. CRITERIOS PARA LA RACIONAL SELECCIÓN 15

8. MEDIDAS PREVENTIVAS DE SEGURIDAD DEL TRABAJO. 17

9. MEDIDAS PARA MINIMIZAR EL IMPACTO AMBIENTAL. 19

10. ANEXOS. 20

11. BIBLIOGRAFÍA 23

1. Objetivo

Establecer las condiciones técnicas de operación de esta familia de equipos, así como los criterios de selección, los métodos de trabajo para la realización con máximo rendimiento de las labores que acometen, asegurando la armonía en el trabajo conjunto con las máquinas de transportación de tierras y/o rocas.

2. Términos y definiciones

2.1. Cargadores: Máquinas autopropulsadas que poseen una pala o cubo frontal que les permite realizar labores tales como, carga de materiales sueltos o a granel, acarreo a cortas distancias de dichos materiales y la excavación en suelos de baja dureza, la nivelación de superficies, así como también la disgregación previa o ruteo en suelos duros antes de su excavación, en el caso de disponer de este órgano de trabajo trasero.

2.2. Partes principales.

- **Órganos de trabajo:** Están conformados por los mecanismos que hacen posible que el equipo acometa los diferentes trabajos, integrado por los brazos que sostienen la pala o cubo frontal, por los escarificadores traseros y sus mecanismos de accionamiento hidráulico.
- **Chasis o bastidor:** Es el esqueleto resistente sobre el cual apoyan o descansan los sistemas, partes o piezas del equipo. Puede ser de dos tipos: rígido y articulado. Los modelos actuales son generalmente de bastidor o chasis articulado por una serie de ventajas, que se traducen en un mayor rendimiento de estas máquinas.
- **Tren de rodaje:** Mecanismo de desplazamiento de la máquina que puede ser sobre neumáticos o sobre esteras, cadenas u orugas.
- **Tren de potencia:** Esta constituido por el motor y sistema de transmisión de la potencia hasta los ejes motrices.
- **Cubo, Cuchara o Pala:** Órgano de trabajo fundamental del equipo situado en su parte frontal, en forma de receptáculo semicerrado de acero que puede tener en su borde inferior cuchillas o dientes de acero de alta dureza, para permitir la realización de trabajos de carga, excavación y acarreo de materiales. Pueden ser de distintos tipos y capacidades según la utilidad específica.

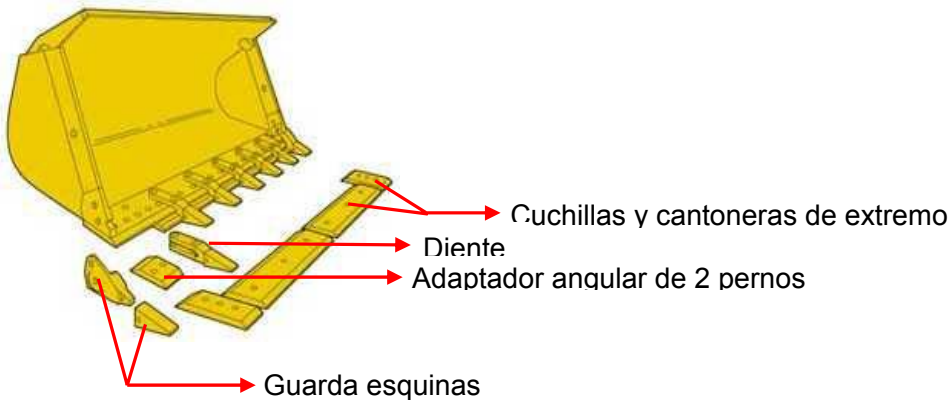


Figura 1 Partes del cubo o pala

- **Cuchilla:** Es el elemento cortante, de acero altamente resistente al desgaste, que posee el cubo o pala porta a lo largo de su borde de ataque inferior. Ver Figura 1.
- **Dientes:** Elementos cortantes con que se habilitan los cubos para facilitar la excavación y disgregación de los materiales. Ver Figura 1.
- **Cabina del operador:** Cabina donde están situados los mandos del equipo y el asiento donde se ubica el operador, la cual puede estar climatizada o no.

2.3. Definiciones básicas.

- **Pila:** Acumulación de material suelto o esponjado con un volumen mínimo de 5 veces la capacidad de carga de la pala o cubo, la cual será cargada por el equipo.
- **Préstamo:** Zona o banco de materiales que serán extraídos y cargados para ser utilizados en la construcción de diferentes explanaciones, que debe poseer área adecuada para realizar las operaciones de excavación y carga de materiales.

3. Clasificación de los Cargadores.

Estas máquinas se pueden clasificar en dos grandes grupos: Cargadores y Minicargadores, en función de la capacidad de la pala o cubo, sus dimensiones y su movilidad. Estos a su vez pueden ser de chasis rígido o articulado. En ambos casos el sistema de rodamiento puede estar montado sobre neumáticos o esteras.

I. Cargadores.

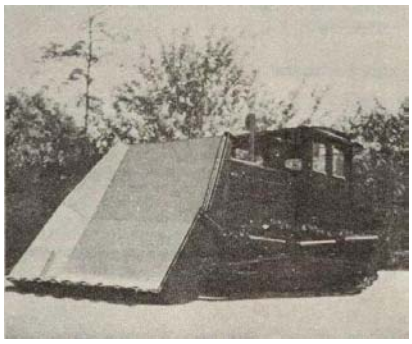
a) Cargadores Frontales sobre neumáticos y sobre esteras

a) Cargador sobre neumáticos

b) Cargador sobre esteras

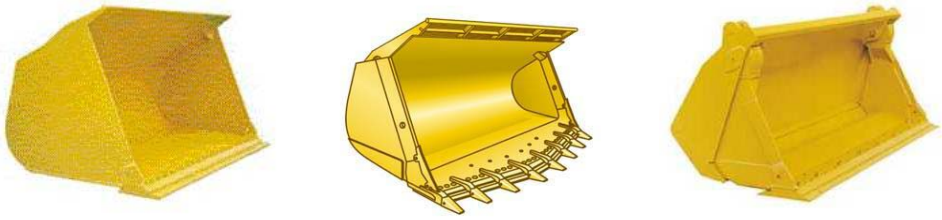
b) Cargadores frontales sobre neumáticos con descarga lateral.

c) Cargador sobre esteras con descarga trasera o retrocargadores.



II. Minicargadores.

Por su importancia en los trabajos de movimiento de tierras los cubos o palas son construidas atendiendo a las características del material con que trabajan. Por ello existen distintos tipos que, desde el punto de vista económico y funcional, se desempeñan unas mejor que otras. A continuación se muestran algunos modelos utilizados en la construcción. Ver Figura 2.



a) b) c)

Figura 2. Algunos tipos de cargadores

a) Cuchara, pala o cubo de uso general.
Puede estar equipada con dientes o sin ellos, es utilizada en trabajos de todo tipo, carga, acarrea, nivela y excava con más o menos eficiencia en suelos tipo I, II y III (Ver Tabla 3), en dependencia de la capacidad del cubo, refuerzo de los bordes, y la potencia del equipo. No es aconsejable su utilización en suelos duros y abrasivos sin la protección debida (dientes, guarda esquinas, etc.).

b) Cuchara con borde de ataque en forma de V, dotada de dientes.

Está destinada principalmente a la carga de materiales rocosos de mediano y gran tamaño, pudiendo desarrollar excavaciones en suelos clasificación II y III. No es aconsejable su uso para la nivelación de superficies.

c) Cuchara "cuatro en uno".
Su denominación se debe al uso que se puede hacer de ella, permite utilizar el Cargador como pala cargadora, buldózer ligero o cuchara de mandíbula. Está diseñada para el trabajo en todo tipo de suelos (clasificación I, II y III), excepto en rocas. Ver Tabla 3 del Anexo.

d) Cuchara corta reforzada.
Fue creada para el trabajo en canteras donde el constante impacto con los materiales y la abrasividad de los mismos dejarían rápidamente fuera de servicio otra herramienta. Se emplea principalmente en el trabajo con suelos de clasificación IV y V. Ver Tabla 3 del Anexo.

e) Cuchara con realce, o de material ligero.
Se emplea en la carga y acarreo de materiales esponjados preferentemente de muy poco peso específico. Puede realizar otras labores como la excavación y la nivelación.

f) Cuchara de descarga lateral.
Se diferencia por tener a uno de sus lados una pared inclinada que le facilita la descarga lateral, pueden estar provistas de dientes o cuchilla al igual que las anteriores. Es empleada en los trabajos de carga, excavación y acarreo a corta distancia, además permite la carga de camiones en espacios restringidos como en la limpieza de escombros en las vías urbanas. Ver inciso b) en página 2 de esta N.C.

g) Cuchara de cribado.
Permiten a los operadores recoger, cribar o tamizar, combinar, mezclar y cargar materiales tan diversos como tierra vegetal, arcillas, turba arenosa, compost, corteza de árboles, carbón, piedra caliza y vidrio triturado de botellas o frascos. No es aconsejable su uso en la excavación ni en el procesamiento de materiales abrasivos. No se muestra imagen o esquema en esta norma.

4. Requisitos generales de operación.

Para lograr un correcto uso y operación, los operadores de los cargadores tienen que cumplirse con los siguientes requisitos:

4.1. Para arrancar el motor.

Es de obligatorio cumplimiento, al comenzar cada jornada laboral que el operador cumpla con las siguientes instrucciones:

a) Ejecutar las operaciones reglamentarias en el mantenimiento técnico diario.
b) Arrancar el motor (o motores) conforme a las instrucciones de cada marca y modelo, observando las indicaciones de los relojes, manómetros y demás indicadores de funcionamiento.
c) Una vez funcionando el motor, mantenerlo a 1/5 de su máxima aceleración, hasta que alcance la temperatura normal de trabajo y se lubrique eficazmente.
d) Observar el ritmo de funcionamiento del motor, reportando cualquier anormalidad.
e) Comprobar si el movimiento de los órganos de trabajo y sus elementos de mando es normal.

4.2. Arrancadas de emergencias.

Al presentarse deficiencias en el sistema de arranque del motor, éste podrá ponerse en marcha remolcándolo por la barra de tiro, mediante estrobo de cable con otro equipo. Este método no puede ni debe tratar de aplicarse a equipos con transmisiones hidráulicas.

El procedimiento en el caso de equipos con sistema de trasmisiones mecánicas es el siguiente:

a) Desembragar, conectando una velocidad más alta que la usada por el equipo remolcador, para disminuir la resistencia.
b) Embragar al vencerse la inercia del equipo remolcado.
c) Mantener el paso de combustible cerrado y la compresión quitada, en motores Diesel que cuenten con este dispositivo, hasta que la presión de aceite sea normal.
d) Alcanzada la presión de aceite necesaria, aplicar la compresión y abrir el acelerador a 1/4 ó1/5 de su recorrido total
e) Desembragar una vez arrancado el motor, dejando la caja de cambios en punto muerto.

4.3. Conducción.

Esta condicionada por la naturaleza del suelo o de la vía donde se desplaza el equipo, influyendo notablemente la consistencia, irregularidades, pendientes, humedad y obstáculos naturales, por lo que los Cargadores alcanzan su pleno rendimiento sobre superficies planas, horizontales o con ligera pendiente y en general en buenas condiciones de transitabilidad o maniobrabilidad. Todo lo cual debe conjugarse con el sistema de rodaje del equipo, sea sobre esteras o neumáticos.
Tiene que cumplirse las disposiciones de tránsito vigente (Decreto Ley 60) en el caso de circular por las vías de uso público.

Se prohíbe que los Cargadores sobre esteras transiten sin zapatas planas, especiales para el caso, sobre pavimentos flexibles o de hormigón. Si fuera imprescindible hacerlo, se colocarán tablones para que la máquina circule sobre ellos.

La operación de subir los Cargadores a vehículos de transporte como rastras o zorras se efectuará sobre muelle de altura similar a éstos o por medio de rampas con pendientes inferiores a 1,5 x 1, hechas con materiales consistentes. En el momento de bascular el equipo, al subir o bajar, se moderará la aceleración y se accionará el cubo, manteniéndolo abajo, para evitar caídas de golpe y vuelcos.

Cuando los Cargadores sobre neumáticos transiten por caminos de tierra o a campo traviesa, se usará una velocidad promedio de 10 km/h. Por terraplenes y carreteras un tanto deterioradas o con irregularidades se mantendrá una velocidad promedio entre los 15 km/h y 20 km/h. En traslados sobre terraplenes en buen estado y carreteras, puede usarse una velocidad máxima de 30 km/h. Se recomienda no sobrepasar esta velocidad para evitar accidentes y el desgaste acelerado de los rodamientos del sistema de transmisión.

La distancia de traslado por medios propios no debe exceder de 10 Km. para los Cargadores sobre neumáticos y 5 Km. para los Cargadores sobre esteras. Para distancias superiores a la señalada se efectuará el traslado sobre equipos destinados para el caso (“zorras”), los mismos cumplirán todos los requisitos que el traslado de este tipo de carga requiere.

Al subir o bajar pendientes de gran inclinación (superiores al 10%) no se harán cambios de velocidades, ni se desconectará la caja de velocidad mediante el embrague.
Se recomienda el uso de protectores de cadena para los neumáticos cuando se trabaja en terrenos rocosos, excavación en roca donde abunden piedras sueltas, chatarra u otros cuerpos sólidos de aristas filosas, como ocurre en algunas canteras, en las demoliciones, escombreras y basureros. En estos casos, los protectores absorben las sobrepresiones que se producen al apoyar el neumático sobre un solo punto y disminuyen la posibilidad de que los cuerpos filosos penetren en la goma o la corten.

4.4. Acondicionamiento del área del trabajo.

Estas cumplirán las siguientes condiciones:

a) Espacio suficiente para la acumulación de los materiales a cargar y/o excavar, las maniobras del cargador y de los equipos o máquinas de transporte. La explanada debe tener no menos de 40 m de frente por 30 m de fondo. Si se trata de un préstamo o cantera el frente debe ser de 60 m como mínimo.
b) Las explanadas de carga han de ser niveladas tanto como sea posible, sin baches ni salientes que dificulten las maniobras de carga y tránsito de los equipos, particularmente el piso donde se mueve el Cargador, que por su poca flexibilidad no se adapta a las irregularidades, con peligro de vuelco o tumbos que dañen el equipo.
c) El ancho, trazado y nivelación de las vías de acceso influye en la disponibilidad de los equipos de transporte y esta a su vez en la productividad del Cargador; por eso las vías deben disponerse con entrada y salida independientes, ancho suficiente para el cruce de vehículos y niveladas, al punto de permitir la circulación a una velocidad promedio de 30 ó 40 km/h.
d) El rápido y total drenaje de las áreas de trabajo en los Préstamos o Canteras es imprescindible para que no se formen acumulaciones de agua que enloden el lugar y humedezcan demasiado los materiales a cargar, lo que entorpecería los trabajos a realizar.
e) La altura de las pilas de material no deben exceder al 1.5 de la altura máxima que alcance el cubo del cargador para prevenir derrumbes que dañen a hombres y equipos. Ver Figura 3.

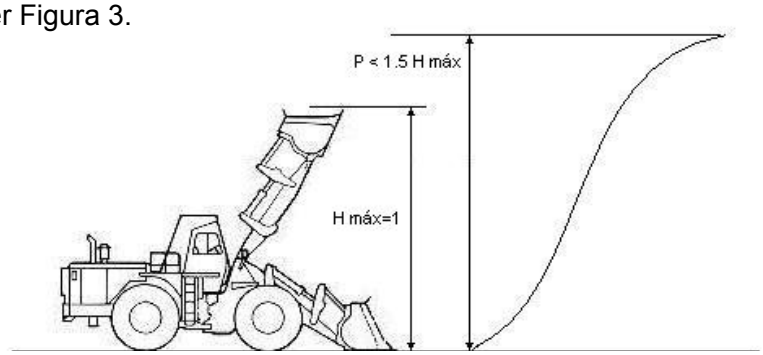


Figura 3. Proporción correcta entre el cargador y la pila

f) La forma de acumulación de material idónea es por derrame, en preferencia al apilamiento, con lo que se obtienen los siguientes beneficios: menos gasto de tiempo de acarreo, mayor grado de esponjamiento del material a cargar, economía de espacio en las áreas de carga y más uniformidad en la composición de los materiales. En aquellos casos que no pueda evitarse la acumulación de material por apilamiento, ésta se hará evitando que los buldózeres prensen el material apilado con las esteras.

g) El frente de las pilas de material debe ser de un ancho tal que puedan parquearse simultáneamente para cargar dos ó más camiones; así cuando se llena uno sale y otro ya está en posición de ser cargado. Ver Figuras 4,5 y 6.

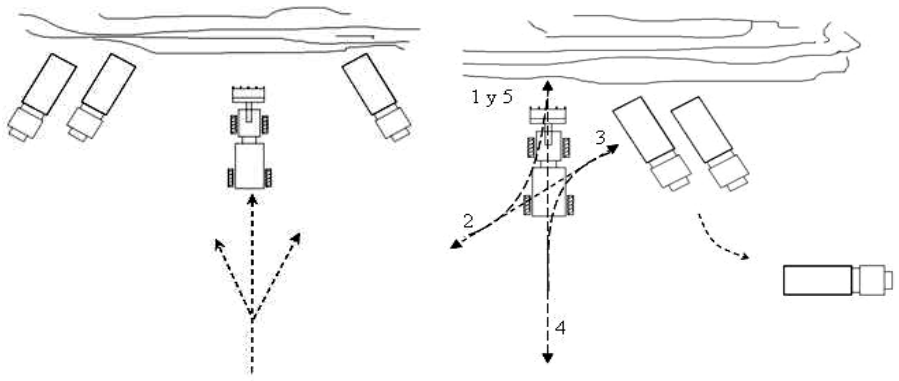


Figura. 4 Parqueo de camiones para ser cargados con Cargador Frontal.

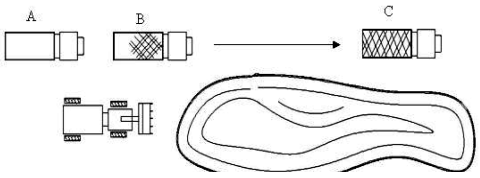


Figura. 5 Parqueo de vehículos cargados con Cargador frontal de descarga lateral.

A) Vehículo en espera
B) Vehículo cargando
C) Vehículo transportando

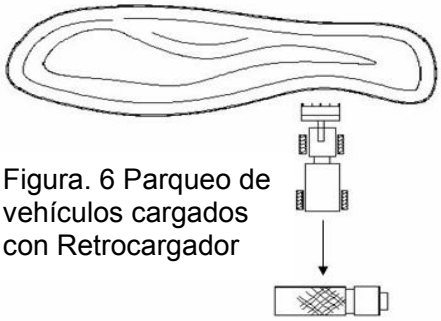


Figura. 6 Parqueo de vehículos cargados con Retrocargador

h) El área de trabajo debe estar libre de objetos o equipos que obstruyan la circulación o provoquen accidentes a las máquinas que participan en la operación de carga y transporte.

4.5. El mantenimiento de los equipos

Para el correcto uso de los Cargadores, es importante que se garantice el buen funcionamiento del motor y de las transmisiones, el mayor tiempo posible, en condiciones técnicas que permitan operarlos de acuerdo a esta norma. El cuidado y preparación por parte del personal técnico, la administración y los operadores, en ese sentido, es imprescindible.

A continuación se relacionan varias medidas para lograr el fin propuesto.

4.5.1. Realizar el mantenimiento diario.

Es responsabilidad del operario a cuyo cargo se encuentra la máquina, revisar diariamente el funcionamiento de la misma, antes y después de la jornada de trabajo, así como reportar cualquier desperfecto detectado. Las acciones de mantenimiento en este sentido se encuentran relacionadas en las instrucciones del fabricante y en las normas que se encuentran entre la bibliografía.

4.5.2. Realizar el mantenimiento técnico planificado y reparaciones previstas contenidas en el ciclo de trabajo.

Durante su vida útil el cargador deberá ser sometido a una serie de mantenimientos periódicos y reparaciones que contribuyen a conservar y restablecer las condiciones técnicas originales, las cuales va perdiendo con el uso y explotación

Es responsabilidad de los técnicos, administradores y conductores que se relacionan con la explotación de estas máquinas, respetar los plazos de mantenimiento establecidos por el fabricante, así como exigir que se realicen con la debida calidad.

4.5.3. Realizar las reparaciones eventuales.

Por causa de accidente o avería, el cargador puede perder parcialmente, las condiciones técnicas que exige esta norma para una correcta explotación.
Es responsabilidad de los técnicos, administradores y chóferes reportar, evaluar y gestionar la reparación de las averías en cuanto estas se produzcan, aunque sea de un género que no inutilice de inmediato la máquina, así como que se realicen con la debida calidad.

Debe mantenerse en todo momento por parte del operario, el cuidado sobre todos los elementos considerados no básicos para el funcionamiento del cargador, evitando que se produzcan pérdidas, deterioros o maltrato de estos.

5. Métodos de trabajo para las principales labores.

5.1. Excavación.

La operación de excavar con estas máquinas es racional, técnica y económicamente si se practica en materiales que en su estado natural sean de Clasificación I y II, como: tierra vegetal, arcilla arenosa y como grava o material rocoso de dureza media (Clasificación III), en este caso previamente disgregado mediante escarificadores o voladuras de trituración o ablandamiento. Ver Tabla 3 del anexo.
Para excavar con cargadores frontales es imprescindible que los cubos estén dotados de dientes en su borde de ataque y que cuenten con refuerzos en los bordes inferiores de las paredes laterales, por lo menos hasta 1/6 de su altura.
Se prefieren los Cargadores Frontales sobre esteras (orugas) para disponer de mayor adherencia y poder desarrollar mayor fuerza en el gancho asegurando mayor rendimiento en las excavaciones.

5.1.1. Excavación horizontal.

Para este tipo de trabajo debe seguirse el siguiente método:

a) Bajar el cubo hasta el suelo, en su posición de corte o excavación (ángulo de inclinación de corte 5º a 10º respecto a la horizontal) y los brazos de elevación fijos en su posición baja.
b) Avanzar el equipo enterrando gradualmente el cubo en el suelo hasta alcanzar el espesor óptimo de corte. Este debe ser tal que permita a la máquina avanzar sin patinar, hasta llenar el cubo en dependencia de la potencia de la máquina.
c) Alcanzado el espesor óptimo de corte bajar el cubo poniéndolo en posición horizontal o paralelo a la superficie del terreno.
d) Continuar el avance de la máquina hasta colmar el cubo. Lleno éste, suspenderlo hasta una altura que permita ver hacia adelante inclinando el cubo totalmente hacia

atrás antes de alzarlo para retener mejor el material. Este movimiento puede hacerse con la máquina en marcha, pero es preferible detenerla, aplicando los frenos, para mantener el cubo colmado.

e) Con el cubo ya en alto, depositar el material en el lugar señalado para su descarga; si son en camiones o similares, deben situarse a 3 ó 5 m del cargador.
f) Hacer los cortes longitudinales a la excavación y paralelos entre sí.
g) Mantener el perfil de la excavación parejo sin ondulaciones o baches, para no alterar el equilibrio de la máquina.
h) Los bordes de la excavación se mantendrán libres de material suelto conservando, mientras sea posible, las estacas de trazado y acotamiento.

5.1.2. Excavación en bancos.

Esta operación se realizara en forma similar a la de tomar material suelto de una pila. Los pasos a seguir son:

a) La toma de una pila o banco se efectúa atacándola por la parte baja, con el borde de la cuchara a ras de suelo. Se debe escoger la velocidad que permita la penetración en el montón sin choque.
b) Una vez atacada la pila, debe aplicarse la máxima potencia (1ª o 2ª). Cuando la cargadora se frene, fijar los brazos de elevación en posición baja, y dar enseguida un movimiento de vaivén con la palanca de mando de giro de la cuchara para bombear el material y llenarla así completamente el cucharón ó cubo.
c) Con la cargadora en marcha adelante enderezar la cuchara y fijarla. Poner entonces la cargadora en marcha atrás y elevar de nuevo los brazos hasta separar la cuchara del montón.
d) Volver a poner la marcha adelante hacia el punto de descarga y, durante el trayecto, elevar la cuchara a la altura deseada para que , llegada al punto de descarga , baste con bascular la cuchara ; se evita así momentos de paro en el punto de descarga.

Esta operación se llamada bombeo, se realiza sin despegarlo de la pared de corte, con lo que se logra mayor rompimiento del material, que al disgregarse, irá cayendo dentro del cubo. En este caso no debe ejercerse demasiada presión haciendo uso de la marcha; esto no favorecería la acción cortante de los dientes y sí acelera el deterioro de los mecanismos de suspensión y volteo. Ver Figura 7.

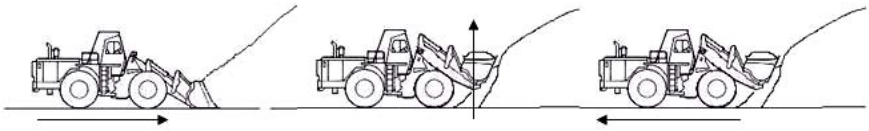


Figura 7 Sucesión de movimientos para el llenado del cubo.

5.2. Carga

5.2.1. Empleando cargadores frontales.

En la operación de cargadores frontales para cargar materiales a granel sobre las máquinas de transporte, se cumplirán los siguientes requisitos:

a) Las máquinas de transporte se situarán en marcha atrás contra la pila de material, formando un ángulo de 60º a 70º con ésta, como se observa en la Figura 8.

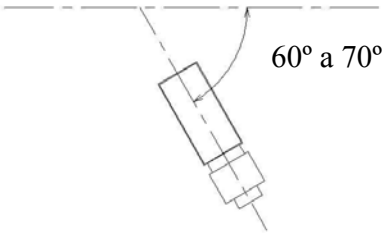


Figura 8 Ángulo correcto entre el camión y la pila de material

b) El cargador llenará el cubo o pala atacando frontalmente la pila, manteniendo la plataforma de trabajo lisa, consistente y con la inclinación necesaria para el desagüe pluvial.
c) Una vez llenado el cubo, el cargador retrocederá describiendo un arco lo menor posible hasta situarse perpendicularmente al camión.
   Entonces cambiará el sentido de la marcha hacia adelante dirigiéndose directamente al camión para descargar el cubo en el centro de la caja o cama del vehículo de transporte con la pala paralela al eje longitudinal del mismo
d) El cubo se elevara a la altura necesaria durante la marcha hacia el camión, de forma tal que pase sobre las costaneras de la cama sin golpearlas.
e) Cuando se haya vaciado el material sobre el vehículo, se retraerá el cubo para evitar que tropiece con las costaneras al pasar sobre ellas. En caso que el material a cargar sea adhesivo, se sacude la cuchara con un movimiento rápido de vaivén de la palanca de mando de descarga.
f) Se retirará hacia atrás el cargador, y cuando el cubo esté fuera del área del vehículo, se lleva al suelo para volver a atacar la pila.
g) La capacidad volumétrica de la caja del camión debe de aprovecharse al máximo colmándola con moderación, Cuando por su tamaño no pueda llenarse totalmente la caja del camión vertiendo el material en su centro, el cargador completará la carga situando material directamente en las partes que deban ser rellenadas.
h) Al aproximarse ambos equipos se evitarán choques entre ellos previendo daños innecesarios.

Debe lograrse la mayor coordinación posible entre el operador del Cargador y los chóferes de las Máquinas de Transporte, estableciendo el método de trabajo adecuado, específicamente en la colocación correcta de los equipos, las distancias entre ellos, a fin de reducir el tiempo por ciclo de carga, lo que contribuye al aumento de la productividad del conjunto. Ver Figura 9.

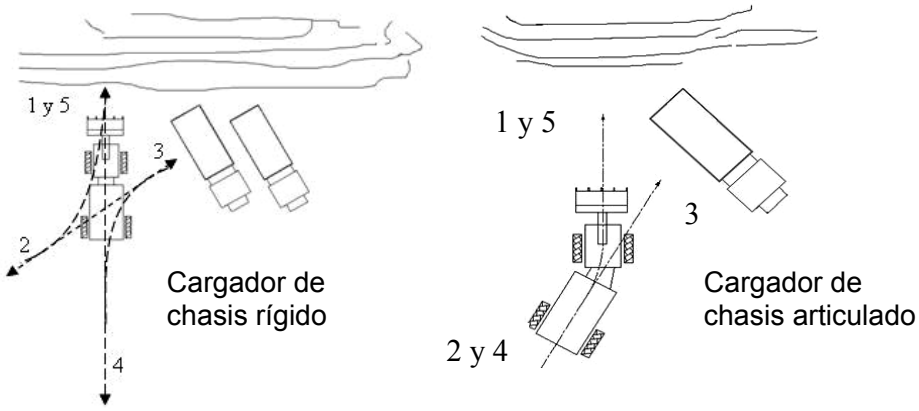


Figura 9. Ciclo de trabajo de un Cargador Frontal
1 y 5) Avance y llenado del cubo (ataque) 3) Avance y vaciado del cubo
2) Retroceso y giro, terminando de alzar el cubo 4) Retroceso y giro, bajando el cubo

En ocasiones cuando se trabaja en la carga de materiales altamente abrasivos empleando Cargadores con neumáticos sobre cadenas es aconsejable cambiar el método de trabajo. Debido a que con la carga de material muy abrasivo se corre el riesgo de poner rápidamente fuera de servicio las cadenas de rodamientos; se recomienda situar el camión paralelamente al frente de la cantera. Durante el llenado de la cuchara, el conductor aparta la cargadora perpendicularmente al frente lo suficiente para que el camión en marcha atrás pueda situarse bajo la cuchara.

5.2.2. Empleando Cargadores frontales con descarga lateral.

La operación de cargar materiales a granel sobre las máquinas de transporte, es similar a la de los cargadores con descarga frontal (Ver Fig. 5), solo deben cumplirse los siguientes requisitos:

a) Las máquinas de transporte se situarán paralelas al eje longitudinal del Cargador.
b) El Cargador llenará el cubo o pala atacando de frente la pila igual que un cargador frontal, debe mantenerse la plataforma de trabajo lisa o plana, consistente y con la inclinación necesaria para el desagüe pluvial.
c) Una vez llenado el cubo, el Cargador procederá a la carga de la máquina de transporte, de forma tal que el cubo o pala pase sobre las costaneras de la cama o caja sin golpearlas.
d) Cuando se haya vaciado el material sobre el vehículo, se colocará el cubo en la posición horizontal para evitar que tropiece con las costaneras.
e) Se retirará hacia atrás el Cargador y cuando el cubo esté fuera del área del vehículo, se lleva al suelo para volver a atacar la pila de material.
f) La capacidad volumétrica de la caja del camión debe de aprovecharse al máximo colmándola con moderación, Cuando por su tamaño no pueda llenarse totalmente la caja o cama del camión vertiendo el material en su centro, el Cargador completará la carga situando material directamente en las partes que deban ser rellenadas.
g) Al aproximarse ambos equipos se evitarán choques entre ellos.

5.2.3. Empleando los Retrocargadores.

Como los Retrocargadores tienen una estructura mucho más voluminosa y pesada que los Cargadores Frontales y regularmente poseen mayor capacidad de carga, por ello es necesario tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

a) Las máquinas de transporte se situarán paralelas a la pila y a una distancia aproximadamente igual al doble de la longitud total del Cargador para facilitar el movimiento del equipo entre la Pila y las Máquinas de Transporte.
b) La sucesión de movimientos para el llenado de la pala son similares a los expuestos para los Cargadores frontales en el, epígrafe 5.1.2., cuando el Retrocargador haya llenado la pala, retrocede en marcha atrás aproximándose a la máquina de transporte, basculando el cubo para depositar el material en el centro de la caja o cama (Ver Fig. 10).
c) Voltear la carga gradualmente sobre el equipo de transporte, nunca de golpe o súbitamente.

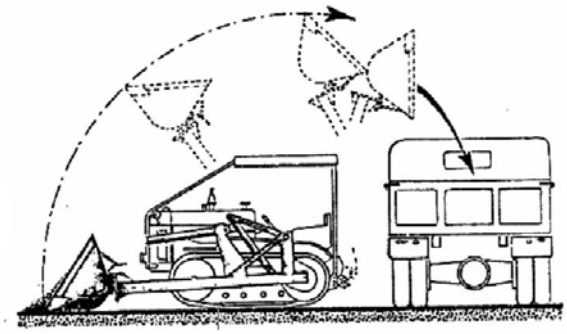


Figura. 10 Ciclo de trabajo del Retrocargador en la operación de carga.

d) Evitar inclinaciones del equipo en cualquier dirección, particularmente cuando tiene la pala o cubo cargada y en movimiento ascendente.
e) Evitar los baches, para no provocar inclinaciones peligrosas.
f) El viaje de retorno a la pila se hará de frente a una velocidad moderada durante el cual se baja la pala hasta situar los dientes a nivel del piso, sin enterrarlos.
g) En cada ataque a la pila, el operador debe conformar el piso en que trabaja y esforzarse por mantenerlo nivelado.
h) Desechar las rocas o piedras con tamaño mayor que el permitido.
i) No comenzar el movimiento de ascenso de la pala conteniendo más de una tercera parte de su capacidad, considerando que el resto de su gran dimensión se aprovecha como canal o tolva, por la que se desliza el material hacia el camión al descargarla, proporcionándole la protección necesaria para que pase sobre la cabina del operador sin peligro de que se derrame tierra o piedras sobre ella.
j) Durante la operación de carga, la máquina cargadora o Retrocargador debe de alternar la toma de material en diferentes puntos de la pila, aprovechando los salientes que deja en cada ocasión al tomar carga con la pala, sin alejarse del costado del equipo de transporte que está llenando, esto se hace con la finalidad de llenar más el cubo o pala con menos esfuerzo que cuando se insiste en recoger material de un solo sitio.
k) Los Retrocargadores son recomendables sólo en labores de carga de materiales disgregados; por tal motivo, no se incluyen instrucciones para operaciones de excavación o acarreo.

5.3. Acarreo de materiales.

El acarreo de materiales es más eficaz cuando se realiza con Cargadores Frontales Sobre Neumáticos, por la rapidez con que se traslada de un lugar a otro y porque con el cubo inclinado hacia atrás se mantiene colmado sin tener que suspenderlo demasiado.

Hay que observar en esta operación las siguientes instrucciones:

a) Si el transporte se hace a una cierta distancia, se debe bajar la cuchara a unos 30 ó 40 cm. del suelo para asegurarse la estabilidad de la máquina. Igualmente cuando el trayecto sea en curvas.
b) Llenar plenamente el cubo en cada viaje para aprovechar toda su capacidad, ya que el tiempo que se invierte en el traslado es el mismo, con más o menos carga.
c) La distancia de acarreo no debe exceder de:

90 metros: para los Cargadores Frontales sobre Esteras
120 metros: Para los Cargadores Frontales sobre Neumáticos

d) El desplazamiento del Cargador con la cuchara, cubo o pala llena, sobre una pendiente empinada, se efectúa con la misma a ras del suelo y en marcha adelante en la subida y marcha atrás en el descenso.
e) La velocidad está condicionada por el estado de la superficie por donde transita el equipo, no debiendo ser mayores de:

5 km/h: Cargadores sobre Esteras
15 km/h: Cargadores sobre Neumáticos

5.4. Extendido y/o nivelación de material.

El extendido y nivelación deben ser realizados con la cargadora equipada de una cuchara sin dientes, bajándola y trabajando a manera de una cuchilla de bulldozer. Para una nivelación más regular, debe trabajarse en marcha atrás.
Hay que observar en esta operación las siguientes instrucciones:

a) Avanzar con el cargador colocando el cubo por detrás de la porción de material a extender.
b) Inclinar el cubo hacia abajo y mantenerlo a la altura deseada fijando los brazos en su posición.
c) Dar marcha atrás hasta extender completamente el material.
d) No es correcto trabajar apoyando el cubo hasta suspender el eje delantero, esto aumenta el deterioro del sistema hidráulico y el desgaste de las cuchillas.

5.5. Disgregación o Ruteo.

Este se realiza cuando la máquina dispone de escarificadores traseros, los que tienen que ser usados previamente a la realización de la labor de excavación, para disminuir la resistencia al corte del suelo.

6. Operación combinada con las máquinas de transporte.

En la ejecución de sus labores los Cargadores dependen de los equipos o máquinas de acarreo o transporte de materiales. Hay que garantizar la adecuada relación potencia - capacidad que haga posible el balance adecuado entre sus rendimientos, debiendo tener las máquinas de transporte un rendimiento ligeramente superior para garantizar que los cargadores trabajen sin interrupciones

- Para determinar la cantidad de Máquinas de Transporte que atiende satisfactoriamente un Cargador en un determinado ciclo de trabajo se empleará la siguiente expresión:

$$CN = \frac{Tc}{Tca}$$

Donde:
CN: Máquinas de transporte que atiende cada Cargador.
Tc: Tiempo de duración del ciclo de la máquina de transporte, en minutos
Tca: Tiempo de carga de la máquina de transporte, en minutos.

- Se recomienda que haya al menos una Máquina de Transporte esperando para cargar, en lugar de ser el Cargador el que se paralice por falta de éstas, con lo cual se evita que se interrumpa el envío del material del lugar de carga al lugar de destino. Por lo tanto el número de camiones debe de aproximarse por exceso y se debe de tomar como criterio general de reserva: “uno más cada cinco unidades”, para disponer en caso de roturas de una reserva sin que se afecte el trabajo de tiro o acarreo de materiales.

- En la expresión anterior deben emplearse los tiempos reales de viaje y de carga ajustando el resultado teórico con el práctico.

- La capacidad de la cama o caja de las Máquinas de Transporte deben corresponderse con la capacidad de pala o cubo de los Cargadores, para ello debe cumplirse que: la capacidad de la cama sea de dos a seis veces la capacidad del cubo.

- No deben emplearse Máquinas de Transporte con cajas de volteo de menor longitud que el del cubo o pala del Cargador. La desproporción entre el tamaño y la capacidad de los cubos de los cargadores y las cajas de los camiones afecta notablemente el aprovechamiento de unos y otros.

- Antes de comenzar el trabajo, debe acordarse por parte de los operadores la ubicación más conveniente de la máquina de transportación o acarreo, las señales de aviso, vías de entrada y salida al área de carga y el volumen a cargar en cada camión teniendo en cuenta el peso máximo que este admite.

- Los equipos de transporte se parquearán en forma funcional para entrar a cargar oportunamente, en las Fig. 4 y 5, se muestran diferentes soluciones. Al adoptar cualquiera de éstas, procurará colocar el Cargador en una posición tal, que al levantar el cubo cargado y voltearlo sobre el camión le bata el viento por uno de los costados o por la parte trasera de la máquina, nunca de frente.

- Debe cumplirse que la altura máxima de la pala supere la altura de la cama del camión: $h_{pala} > h_{cama\ transporte}$

- Los camiones antes de entrar a cargar retirarán los tapacetes de las cajas o camas de volteo y se comprobará que las tapas de las cajas se encuentran firmemente cerradas, en aquellos vehículos que las posean.

7. Criterios para la racional selección

Los Cargadores son equipos que pueden trabajar en suelos y materiales diferentes, determinando estos el tipo de máquina a emplear, tal como se realizará por la TABLA 1, no obstante en su selección se tendrán en cuenta además los siguientes aspectos:

a) Los Cargadores Frontales sobre Esteras han de preferirse para trabajar excavando en terrenos duros o desplazándose para cargar sobre suelos de poca firmeza
b) Los Cargadores sobre neumáticos son los más adecuados para trabajar sobre superficies lisas, en terrenos llanos y firmes, aventajando en ellos a los de esteras por la rapidez de sus movimientos de traslación y porque no dañan la superficie de hormigón, asfalto o similares.
c) La granulometría de los materiales que se cargan puede afectar o beneficiar el rendimiento del Cargador; cuando más grueso es un material, tanto mayor es la resistencia a la penetración del cubo; por ello se recomienda alcanzar en cada material la granulometría mínima que permitan los equipos de extracción. Si fuere necesario trabajar en la carga de materiales muy gruesos, se preferirán los Cargadores de mayor potencia y capacidad y por lo tanto mayor fuerza motriz y en el gancho de tracción.
d) La humedad y las rocas voluminosas, aún cuando se puedan introducirse en el cubo o pala del Cargador, disminuyen la capacidad de carga del equipo, independientemente de su potencia y poder de tracción, por lo cual debe de reducirse su presencia al mínimo en los materiales a cargar.
e) Los cubos con el borde de ataque liso resultan los más apropiados para trabajar sobre pavimentos asfálticos o pisos de hormigón, sin dañarlos.
f) Los cubos deben tener una capacidad razonable con respecto al equipo de transporte, se recomienda que la capacidad de la caja o cama del camión sea como mínimo 3 veces la del cubo o pala y como máximo 6.
g) No deben emplearse máquinas de transporte con cajas o camas de volteo que posean longitud menor que el largo del cubo o pala, es decir que se cumpla: $L_{cubo} < L_{cama}$
h) Además debe cumplirse que la altura máxima de descarga de la pala supere la altura de la cama del camión: $h_{pala} > h_{cama}$ ya que si no se cumple no podrá el Cargador realizar la carga sobre el medio de transporte.
i) La selección de la pala o cubo debe garantizar que se escoja la mas adecuada para cada trabajo, por ello deben preferirse para cargar rocas troceadas en pilas o material con alto contenido de ellas la cuchara corta reforzada para canteras, cuchara con nervios ó cuchara con bordes de ataque en V; así mismo se preferirán para cargar materiales esponjados y ligeros cucharas con realce. Existen también otros tipos de cuchara como “cuatro en uno”, que permite utilizar el Cargador como si fuese un buldócer; la cuchara de descarga lateral puede trabajar en lugares donde los Cargadores frontales no pueden acceder
j) Cada material tiene características propias que limitan el buen desempeño del cubo o pala, por ello se disponen los requerimientos que deben reunir estas según el tipo de material con que trabaja.

Tipo de material	Tipo de Cuchara o Cubo a utilizar
Suelos de clasificación I y II	Cucharas de uso general, sin reforzamiento de los bordes.
Suelo clasificación III	Pala o Cubo con dientes y con reforzamiento de sus bordes.
Materiales ligeros y esponjados.	Cucharas de uso general.
Materiales abrasivos	Cuchara de uso general, reforzada con dientes o cuchillas de acero resistentes a la abrasión, como: Acero DH-2, resistente a la abrasión. Acero impregnado con carburo de volframio.
Suelos de clasificación IV y V Rocas troceadas en pilas o material con alto contenido de éstas.	Cuchara corta reforzada y con nervios Cuchara con bordes de ataque en V. Cuchara de uso general reforzada con dientes, cuchillas y guarda esquinas o gavilanes.

k) Para la carga sobre equipos de transporte o acarreo de rocas procedentes de las voladuras, se emplea preferentemente los Cargadores sobre Esteras u Orugas, ya que los sobre neumáticos se dañan al trabajar en dichos lugares. Se debe procurar empezar la carga del camión con las rocas de pequeñas dimensiones y terminar con las mayores.

l) La flexibilidad de la máquina puede ser determinante al reducir el tiempo y espacio de operación. Un Cargador de chasis articulado no necesita más del doble de la longitud de la máquina, para excavar, maniobrar y vaciar su carga, ya que puede realizar arcos de circunferencia menores que los de chasis rígido.

m) Debe chequearse siempre la estabilidad de la máquina antes de realizar cualquier trabajo a través de los siguientes indicadores:

- Capacidad hidráulica de elevación: Tiene que ser lo suficientemente potente para elevar la carga. Depende directamente de las características del sistema hidráulico, de la capacidad del cubo y la densidad del material.
- Fuerza de arranque: La fuerza de arranque del cubo tiene que ser lo suficiente para asegurar el giro de la pala cuando ésta este totalmente introducida en la pila.
- Carga de vuelco: Es la carga máxima con la que puede operar el equipo sin que este se vuelque. Debe ser evaluada con la máquina recta y a pleno giro.

Estos datos técnicos varían de una máquina o otra y se encuentran especificados en las instrucciones del fabricante.

Como guía práctica en la selección de los Cargadores, según la clase y estado de los suelos, véase y cúmplase con lo indicado en la Tabla No.1 en el Anexo de esta Norma Estatal

La clase de trabajo a ejecutar requiere determinadas características en los Cargadores en cuanto a rodaje, tipo de cubo, capacidad y potencia. Estos factores aparecen conjugados para su mejor utilización en la Tabla No.2 del anexo.

8. Medidas preventivas de seguridad del trabajo.

Circunstancias peligrosas	Consecuencias	Medidas preventivas
Inexistencia o funcionamiento defectuoso de las señalizaciones ópticas o acústicas.	Atropello	Incorporar claxon e iluminación adecuada y mantenerlo en buenas condiciones de mantenimiento.
Mala visibilidad por iluminación defectuosa en trabajos nocturnos, túneles, etc.		Iluminar adecuadamente la zona de trabajo.
Mala visibilidad por exceso de polvo en el lugar de trabajo, debido al mismo, producido por otros vehículos, por velocidad excesiva.		La zona de trabajo se regará convenientemente, de manera que se envite el polvo, sin llegar a producir fango.
Presencia de personas en la zona de trabajo por falta de delimitación y señalización de la zona de operaciones.		Delimitar con vallas o letreros la zona de trabajo de las máquinas.
Utilización de la cuchara para la elevación de personas.		Prohibir que el personal se suba en la cuchara.
Transporte de personas en la máquina.		Se prohibirá así mismo que el personal se suba a la máquina estando ésta en marcha.
Abandono de la máquina o estacionamiento indebido de la misma en pendientes, con el motor en marcha o sin calzos, etc.		Siempre que se deje la máquina parada, se dejara la cuchara tocando el suelo y con calzos puestos.
Mala visibilidad por las mismas causas citadas en el cuadro anterior.	Vuelco de la máquina	La máquina estará en perfecto estado de mantenimiento en cuanto a iluminación, así mismo se iluminará la zona de trabajo.
Circulación o trabajo en forma defectuosa en terrenos con excesiva pendiente.		No trabajar en pendientes superiores a 50%.
Hundimiento del terreno.		Examinar con todo detalle la zona de trabajo.
Excesiva aproximación a desniveles, bordes de terraplén, etc.		Acotamiento o balizamiento de la zona de talud
Maniobras defectuosas.		Antes de empezar cualquier trabajo analizar las maniobras a realizar. El desplazamiento de la cargadora, con cuchara llena, sobre una pendiente empinada, se efectúa con la cuchara a ras de suelo, y en marcha adelante en la subida, y marcha atrás en el descenso.
Circular a excesiva velocidad y/o por pistas en mal estado (resbaladizas, cubiertas de agua, etc.).		Se colocarán limitadores de velocidad o se indicará a los conductores que respeten la velocidad indicada. En las pistas si hay fango se quitara y si hay polvo se regará con agua.
Manipulación de cargas pesadas		Agregue contrapesos traseros cuando una carga pesada haga necesaria esta precaución.
Velocidad excesiva.	Choque con otros vehículos	Limitar la velocidad mediante indicadores o instruyendo al personal.
Falta de visibilidad.		Si es debido al polvo se regará y si es debido a la oscuridad se iluminará mediante la propia máquina o con iluminador auxiliar.
Falta de señalización.		Señalizar la zona de trabajo.

Método de trabajo inadecuado (varias máquinas en el mismo tajo interfiriéndose entre sí)		Ordenar la circulación en obra.
Contacto directo con líneas aéreas	Electrocución	Para líneas de menos de 66000 v, la distancia será como mínimo de 3 m y de 5 m para las de más de 66000 v.
Formación de arco al trabajar próximos a líneas aéreas sin respetar las distancias de seguridad.		Mantener las distancias de seguridad expresadas anteriormente.
Contacto con conducciones eléctricas enterradas.		Examinar la zona de trabajo para descubrir las líneas enterradas y mantener una distancia de seguridad de 0,50 m.
Rotura de tuberías de gas.	Explosión	Reconocimiento previo del terreno y acotar la zona.
Llenado del depósito de combustible.	Incendio	No fumar mientras se carga combustible.
Cortocircuito en el sistema eléctrico.		Revisión permanente del sistema eléctrico.
Vuelco de la máquina.	Atropamientos	Cabina de seguridad.
Derrumbamientos.		Utilizar cabina de seguridad cerrada. No trabajar jamás bajo salientes de la excavación, que deben ser eliminados en el momento de su formación elevando los brazos hasta la altura necesaria.
Transmisiones, engranajes y elementos móviles al descubierto.		Todos los resguardos y tapas de seguridad deberán estar colocados.
Limpiar, engrasar o regular elementos de la máquina estando ésta en movimiento.		No realizar ningún trabajo en la máquina estando está en movimiento.
Desplazamientos inesperados de la máquina o de sus elementos móviles especialmente durante la reparación o mantenimiento.		Comprobar todos los elementos de seguridad de la máquina, antes de hacerle cualquier manipulación.
Cargar con exceso el cucharón.	Proyección de partículas	El cucharón no se colmará por encima del borde superior de la cuchara.
Movimientos bruscos con el cucharón lleno.		Con el cucharón lleno no se realizarán movimientos bruscos.
Métodos inadecuados de trabajo		Trabajar siempre a favor del viento.
Subir o bajar de la máquina	Caída de personas	Las escaleras, asideros y superficies de la máquina deben estar limpios de obstáculos, grasas, etc.
Transportar personas en la máquina.		Prohibición de transporte de personas.
El motor de la propia máquina.	Ruido	Se mantendrá en buen estado de funcionamiento el motor y tubo de escape.
Otras máquinas trabajando en las proximidades.		Se procurará no aglomerar demasiadas máquinas en el mismo lugar de trabajo.
Choque de la cuchara con materiales pétreos.		Se procurará no arrastrar la cuchara sobre rocas.
Amortiguación insuficiente.	Vibraciones que dan lugar a lesiones de columna o renales.	Mantener en buen estado de funcionamiento el asiento, así como su ajuste en altura.
Mal diseño del asiento del conductor.		El asiento estará diseñado anatómicamente.

Inhalación de polvo producido al manejar los distintos materiales, especialmente en las estaciones secas y calurosas del año.	Neumoconiosis	La zona de trabajo, si hay mucho polvo, se regará continuamente.
Trabajar en las estaciones calurosas del año.	Stress térmico	Usar cabina y regar camino.
Exceso de horas trabajadas.	Fatiga	No realizar jornadas laborales seguidas.
Asientos y situación de los mandos defectuosos desde el punto de vista ergonómico.		El asiento del conductor estará diseñado para ser cómodo: se podrá regular en altura, respaldo, etc.

9. Medidas para minimizar el impacto ambiental.

Hay que cumplir lo que establece la Ley 81 de la República de Cuba, sobre el cuidado del Medio Ambiente Natural, en particular durante la operación de estas máquinas las siguientes medidas:

- Evitar derrames de combustible y lubricantes en el suelo y las corrientes superficiales de agua.
- Evitar el traslado o acarreo de material por zonas urbanas.
- Reducir al máximo la emisión de ruidos y de gases contaminantes a la atmósfera regulando debidamente la bomba del motor.
- No transitar por lugares fuera de la faja o área dentro de los límites de propiedad o de caminos de acceso a la obra, para evitar una compactación indeseable de áreas que puedan destinarse a la agricultura.

10. Anexos.

RECOMENDACIONES PARA LA SELECCION DE LOS CARGADORES SEGUN EL TIPO DE SUELO EN QUE SE TRABAJE.		TABLA 1		
TIPO DE CARGADOR	**CLASE O ESTADO DEL SUELO**	**USO RECOMENDADO**		
		EXCAVACION	**CARGA**	**ACARREO**
FRONTAL SOBRE ESTERAS	Seco compacto	SI	SI	SI
	Seco disgregado	SI	NO	SI
	Húmedo compacto	SI	SI	SI
	Húmedo blando	SI	SI	SI
	Pavimentos	--	NO	NO
FRONTAL SOBRE NEUNATICOS	Seco compacto	SI	SI	SI
	Seco disgregado	NO	SI	SI
	Húmedo compacto	SI	SI	SI
	Húmedo blando	NO	NO	NO
	Pavimentos	--	SI	SI
MINICARGADOR	Seco compacto	NO	SI	SI
	Seco disgregado	NO	SI	SI
	Húmedo compacto	NO	SI	SI
	Húmedo blando	NO	NO	NO
	Pavimentos	-	SI	SI
RETROCARGADOR SOBRE ESTERAS	Seco compacto	NO	SI	NO
	Seco disgregado	NO	SI	NO
	Húmedo compacto	NO	SI	NO
	Húmedo blando	NO	NO	NO
	Pavimentos	--	NO	NO

RECOMENDACIONES PARA LA SELECCIÓN DE CARGADORES SEGÚN LA CLASE DE TRABAJO A REALIZAR			TABLA 2		
TIPO DE CARGADOR	**CAPACIDAD DEL CUBO (M^3)**	**POTENCIA APROXIMADA (HP)**	**USO RECOMENDADO**		
			EXCAVACION	**CARGA**	**ACARREO**
FRONTAL SOBRE ESTERAS	≤ 0.8	≤ 60	NO	SI	NO
	> 0.8 a 1.5	60 a 100	SI	SI	SI
	>1.5	> 100	SI	SI	SI
FRONTAL SOBRE NEUNATICOS	≤ 0.6	≤ 60	NO	SI	NO
	> 0.6 a 1.5	60 a 80	NO	SI	SI
	>1.5	> 80	SI	SI	SI
MINICARGADOR	≤ 0.6	≤ 80	NO	SI	SI
	> 0.6	> 80	NO	SI	SI
RETROCARGADOR SOBRE ESTERAS	≤ 2.0	> 100	NO	SI	NO

CLASIFICACION DE MATERIALES POR SU NATURALEZA Y DUREZA AL SER EXCAVADOS	**TABLA 3**
CLASIFICACION I SUELOS SUELTOS A SEMICOMPACTOS.	Arenas, gravas, limos, tierra vegetal, arcillas medias con más o menos agua, escombros de roca. Estos terrenos no necesitan preparación preliminar para ser excavados por las máquinas. Pueden ser extraídos o excavados con relativa facilidad por Topadores Frontales, Excavadora Universal (Frente de pala) y otras Excavadoras en general, de baja o media potencia
CLASIFICACION II SUELOS COMPACTOS A ROCA BLANDA.	Arcillas duras, arcilla esquistosa, roca marga, roca blanca calizo-arcillosa, masas de roca altamente fisurada o estratificada y roca fragmentada producto de explosivos. Estos suelos necesitan con frecuencia una disgregación previa mediante escarificador o arado. Pueden ser excavados por equipos y medios mecánicos de medias o grandes potencias (más de 80HP).
CLASIFICACION III ROCA DE DUREZA MEDIA.	Roca caliza, pizarras, conglomerados, masa de roca medianamente estratificada, rocas muy alteradas y minerales blandos. Pueden ser excavados por equipos o máquinas de potencias intermedias (más de 140 HP). Para los trabajos convencionales necesitarían siempre de una disgregación previa mediante escarificadores pesados o el uso de explosivos de débil potencia.
CLASIFICACION IV ROCA DURA.	Rocas calizas o silíceas, rocas ígneas y metamórficas y masas de rocas poco alteradas, cuarcitas y la mayoría de los minerales (los de poca densidad). Sólo pueden ser excavados por procedimientos mecánicos con máquinas especialmente diseñadas para cada caso. Los explosivos que se usen deben ser de potencia media.
CLASIFICACION V ROCA MUY DURA.	Rocas ígneas no alteradas como el granito, la diorita, diabasa, rocas metamórficas duras. Minerales densos y silíceos, magnetita, etc. Sólo pueden ser extraídos por procedimientos mecánicos altamente especializados y máquinas especiales diseñadas. Hay necesidad d empleo de explosivos de alta potencia y métodos especiales de trabajo.

11. Bibliografía

El uso correcto de una máquina exige conocer sus características técnicas de construcción y funcionamiento, sus posibilidades de rendimiento y los métodos de mantenimiento acorde con el régimen de trabajo a que se someta. Estos factores de explotación de la máquina están contenidos en los siguientes documentos:

- Alfonso, Eduardo. Equipos de Construcción. / Eduardo Alfonso – Primera Edición. Cuba: Editorial MICONS,1979
- Ballester, Francisco. Máquinas de Movimiento de Tierra. Criterios de Selección. / Francisco Ballester, Jorge *A.* Capote. – 1era. Edición. -- España: Editorial Pedeca, 1992. -- 405 p.
- Catálogos de los Fabricantes.
- Crespo Villalaz, Carlos. Vías de Comunicación. / Carlos Crespo Villalaz. Tercera Edición. - México: Editorial Limusa, 2000. -- 715 p.
- Gabay, A- Máquinas para Obras. / A Gabay, J Zemp. - 3 edición.-- España: Editoriales Blume y Labor S.A-, 1974.-- 389 p.
- Ley 60. Código de Vialidad y Tránsito / Asamblea Nacional del Poder Popular- LOGICUBA, 1era. Edición, Ciudad de La Habana, Cuba, 2001, 214p.
- Ley 81 del Medio Ambiente / Asamblea Nacional del Poder Popular / 1era. Edición, Ciudad de La Habana, Cuba, 2001, 15p.
- Manual de Parámetros de Equipos de Construcción, CEC 1979.
- NC 19-03-33:86. “Equipos de Movimiento de Tierra. Requisitos generales de seguridad durante la explotación”. Aprobada Agosto 1985, Vigente Octubre 1986,
- NC 052-026:1978 “Equipos. Uso de los cargadores”. Aprobada Febrero 1978, Vigente Enero 1979, 25p.
- Nichols, Heber. Movimiento de Tierra- Manual de Excavaciones. / Heber Nichols, Ediciones Revolucionarias, C. Habana, 1966 -- 1111 p.
- Normas Elementales de Rendimiento de Equipos de Construcción .CEC, 1979.
- Orta-Amaro, Pedro Andrés. Maquinarias para la Construcción. -Pedro Andrés Orta Amaro. Editado en la UCLV, Santa Clara, Mayo de 1986 --132 p.
- Orta Amaro Pedro Andrés. Perfeccionamiento de la Tecnología Mecanizada de los Movimientos de Tierra. Tesis Doctoral, Abril de 1996, Cuba.

NORMA CUBANA

XX: 2008

Equipos. Uso de las Máquinas de Transporte de Tierras y/o Rocas.

Equipment. Use of transporting machines for soils and rocks

ICS: 01.120

Oficina Nacional de Normalización Calle E No. 261 Vedado, Ciudad de La Habana. Cuba. Teléfono: 830-0835 Fax: (537) 836-8048 Correo electrónico: nc@ncnorma.cu

Cuban National Bureau of Standards

Prefacio

La Oficina Nacional de Normalización (NC), es el Organismo Nacional de Normalización de la República de Cuba que representa al país ante las Organizaciones Internacionales y Regionales de Normalización.

La elaboración de las Normas Cubanas y otros documentos se realiza generalmente a través de los Comités Técnicos de Normalización. Su aprobación es competencia de la Oficina Nacional de Normalización y se basa en las evidencias del consenso.

Esta Norma Cubana:

- Ha sido elaborada por la CTN 21: Carreteras, en el que están representadas las instituciones siguientes:

  - Universidad Central de Las Villas
  - Ministerio de la Construcción
  - Ministerio del Transporte
  - Poder Popular
  - Instituto Superior Politécnico "José A. Echevarria"
  - Ministerio de las Fuerzas Armadas Revolucionarias
  - Oficina Nacional de Normalización

Sustituye a la NC 052 – 038: 1979. Equipos. Uso y Operación de Camiones de Volteo

© NC XX: 2008 Equipos. Uso de las Máquinas de Transporte de Tierras y/o Rocas.

Todos los derechos reservados. A menos que se especifique, ninguna parte de esta publicación podrá ser reproducida o utilizada en alguna forma o por medios electrónicos o mecánicos, incluyendo las fotocopias, fotografías y microfilmes, sin el permiso escrito previo de:
Oficina Nacional de Normalización (NC)
Calle E No. 261, Vedado, Ciudad de La Habana, Habana 4, Cuba.

Impreso en Cuba

Introducción

Este documento se elabora con el fin de actualizar y perfeccionar la norma estatal vigente, considerando los adelantos experimentados en las últimas tres décadas en la Industria de las maquinarias de construcción y el desarrollo experimentado en la tecnologías mecanizadas para la realización de las actividades de movimiento de tierra, así como para incidir en un mejor uso y operación de tan importante y útil máquina de movimiento de tierra. Se hizo la revisión de los documentos normalizativos internacionales y los existentes en las instituciones del país, así como la bibliografía existente. Se incluyeron en este documento los resultados obtenidos en algunas investigaciones hechas mediante Trabajos de Diploma de la carrera de Ingeniería Civil defendidas para adquirir el grado de Ingeniero Civil.

Los cambios fundamentales que se introducen a las norma anteriormente vigente son:

- ✓ Se redacta como un Código de Buenas Prácticas.
- ✓ Se brindan criterios para la racional selección y explotación de estas máquinas.
- ✓ Se actualizan los modelos y parámetros técnicos de esta familia de máquinas.
- ✓ Se incluyen medidas para la protección del medio ambiente
- ✓ Se le incorpora la bibliografía consultada.

INDICE

PREFACIO I
INTRODUCCIÓN II
1 OBJETO 1
2 TÉRMINOS Y DEFINICIONES 1
3 CAMPO DE UTILIZACIÓN. 3
3.1 DE LOS CAMIONES DE VOLTEO. 3
3.2 DE LOS SEMIRREMOLQUES DE VOLTEO 3
3.3 CAMIÓN DE VOLTEO FUERA DE CAMINO (DUMPERS). 3
4 REQUISITOS GENERALES DE OPERACIÓN. 3
4.1 DOCUMENTOS QUE DEBEN ACOMPAÑAR AL VEHÍCULO. 3
4.2 CONSERVACIÓN DE LAS CONDICIONES TÉCNICAS DE LAS MÁQUINAS DE TRANSPORTACIÓN DE TIERRAS Y/O ROCAS. 5
4.3 PUESTA EN MARCHA DEL CAMIÓN 6
4.4 CONDUCCIÓN DEL VEHÍCULO 6
4.5 REQUISITOS DE LAS VÍAS Y ÁREAS POR DONDE CIRCULARÁN CAMIONES DE VOLTEO. 9
4.6 SOBRECARGAS 10
4.7 CUIDADO DE LOS NEUMÁTICOS. 12
5 OPERACIÓN DE LAS MÁQUINAS DE TRANSPORTE. 12
5.1 MÉTODO DE EJECUCIÓN DE LA OPERACIÓN BÁSICA DE LOS CAMIONES DE VOLTEO. 12
5.2 LOS CICLOS DE TRABAJO Y EL RENDIMIENTO DEL CAMIÓN DE VOLTEO. 16
6 SELECCIÓN DE LAS MÁQUINAS DE TRANSPORTE 17
6.1 SELECCIÓN DEL VEHÍCULO MÁS ADECUADO. 17
6.2 SELECCIÓN DEL CONJUNTO DE VEHÍCULOS O MÁQUINAS DE TRANSPORTE MÁS ADECUADO. 20
7 MEDIDAS PARA MINIMIZAR EL IMPACTO AMBIENTAL 21
8 BIBLIOGRAFÍA. 22

Uso de las Máquinas de Transporte de Tierras y/o Rocas

1 Objeto

Es objetivo de esta Norma Estatal establecer el uso racional y las condiciones técnicas de explotación de las Máquinas de Transporte de Tierra y/o Rocas utilizados en nuestro país, así como fijar los requisitos para su manejo cuidado y conservación.

2 Términos y Definiciones

- Máquinas de Transporte de Tierras y/o Rocas

Máquinas autopropulsadas sobre ruedas, destinadas al transporte o acarreo de suelos y/o rocas y otros materiales similares a granel a diferentes distancias. Estas máquinas están equipadas de una cama o depósito abierto con capacidades variables y dispositivos hidráulicos para su autodescarga.

- Clasificación:

Estas máquinas se clasifican en tres grupos:

- Camiones de Volteo
- Semirremolques de Volteo
- Camiones de Volteo Fuera de Camino (Dumper)

Estos responden a los tipos ilustrados en la figuras 1, 2 y 3.

Fig.1 Camión de voleo

Fig.2 Semirremolque de volteo

a) Dúmper rígido

b) Dúmper articulado

Fig.3 Camiones de Volteo Fuera de Camino
a) Dumper rígido
b) Dumper articulado

Cada tipo posee características que dependen del trabajo para el cual fueron diseñadas y de las regulaciones que la mayoría de los países establecen para proteger las vías y asegurar la seguridad del tránsito, regulaciones que toma en consideración el fabricante al diseñar los diferentes tipos de máquinas.

Los Camiones de Volteo (figura 1) y los Semirremolques de Volteo (figura 2) tienen las siguientes características comunes.

- Ancho máximo que no sobrepasa los 2,50 metros, lo cual hace posible que puedan circular por las carreteras o caminos de uso publico.
- Peso máximo vacío o tara de 13 t para los Camiones de Volteo y para los Semiremolques de Volteo de 18 t.
- Capacidad de la caja 15 m^3 para los Camiones de Volteo y hasta 30 m^3 para los Semiremolques de Volteo.
- Velocidades en directa, del orden de los 80 Km./h. en carreteras pavimentadas
- Amortiguación apta solo para transitar sobre caminos, carreteras y áreas que posean una buena superficie de rodadura.

Los Camiones de Volteo Fuera de Camino no están sometidos a limitaciones dimensionales, por ello su ancho supera normalmente los 2,50 m, por lo cual no es posible que transiten por calles y carreteras de uso público.
Sus características principales son:

- Ancho mayor de 2,50 metros
- Peso máximo vacío o tara que puede llegar a las 150 t
- Capacidad de carga que puede superar las 360 t
- Sistema de amortiguación muy resistente, diseñada para soportar impactos y torsiones producidas al transitar por caminos irregulares.
- Pueden ser articulados o rígidos, los primeros pueden considerarse “todo terreno” al poder realizar giros y desplazamientos sobre prácticamente cualquier tipo de superficie y por poseer además todos sus ejes motrices.

3 Campo de Utilización.

3.1 De los Camiones de Volteo.

Se emplean principalmente para el transporte de materiales sueltos o a granel como: suelos, áridos, cal, cemento y otros materiales similares, a distancias que no excedan los 20 Km.
La ruta a seguir puede comprender total o parcialmente caminos y carreteras de uso público que presenten buen estado, para permitir la circulación de los mismos desarrollando buenas velocidades.

3.2 De los Semirremolques de Volteo.

Se emplean básicamente para transporte de materiales a granel como son los áridos, cuando las condiciones de los caminos y carreteras y en el área de carga y descarga sean buenas, siempre a distancias menores de 80 Km.

3.3 Camión de Volteo Fuera de Camino (Dumpers).

Se emplean básicamente para transportar suelos y/o rocas como las extraídas en las Canteras o Préstamos, realizando tiros cortos como máximo de 10 Km., así como el transporte de mineral en las Minas de Cielo Abierto también a cortas y medianas distancias.
No está permitido que circulen por caminos y carreteras de uso público, salvo que se obtenga el permiso de las autoridades del tránsito. Esto se refiere al vehículo no solo cuando lleva carga, sino incluso cuando va descargado, ya que no solo se vela por la conservación de la vía sino también por la seguridad del tránsito. Esta situación se genera por las dimensiones y pesos fuera de norma de estas máquinas.

4 Requisitos Generales de Operación.

A continuación se establecen una serie de requisitos a cumplir para la operación normal de estas Máquinas de Transporte:

- Todo vehículo de los que esta Norma Estatal hace referencia, debe cumplir con los requisitos especificados en las leyes del tránsito vigentes en Cuba (Decreto Ley 60) relativos a su operación.

- Los operadores de los mismos tendrán que cumplir con los requisitos que según la Ley exige, para considerarse aptos de conducir tales vehículos.

4.1 Documentos que deben acompañar al vehículo.

- Manual o Catálogo de Instrucciones del fabricante.
- Manual de funcionamiento, de no estar incluido en el manual de instrucciones mencionado.
- Instrucciones para el Mantenimiento Técnico Diario (MTD), de no aparecer en el manual de instrucciones de operación del fabricante.
- Instrucciones para el Mantenimiento Técnico Planificado (MTP), de no aparecer en el manual de instrucciones de operación del fabricante.
- Guía de lubricación.

- Documentos de control de los servicios técnicos prestados a la máquina y del consumo de combustible.
- Documentos o modelos para el control del uso horario y de la producción.
- Documentos exigidos por la Ley del Tránsito vigente, como licencia de circulación, modelo de hoja de ruta, permisos especiales y otros.

Es responsabilidad del chofer del vehículo conocer el contenido y conservar en un lugar protegido de la intemperie, dentro de la cabina, los documentos antes mencionados.

- Los documentos en idioma extranjero, como sucede frecuentemente con el manual de instrucciones del fabricante, deberán estar traducidos al español e impresos con calidad aceptable. Esto incluye los dibujos, tablas y diagramas que en ellos aparezcan.

- Las chapas e inscripciones que trae el vehículo de fábrica, relativa a la identificación y a las características técnicas de las partes del camión, así como las relativas a medidas de seguridad, deben ser conservadas limpias y legibles. Las inscripciones en idioma extranjero, deben ser traducidas al español y pintadas de nuevo en el sitio de la original. En caso de ser inscripciones grabadas en metal deben ser de perfecto dominio por parte del operador o conductor y en todos los casos estar colocadas en lugares visibles.

- Los documentos emitidos por el fabricante, y que conforman el pasaporte técnico del vehículo y que no hayan sido mencionados en la relación anterior, deben ser conservados por la empresa que posee la máquina. Al trasladarla a otra Empresa u Organismo, se hará acompañar de todos los documentos, asumiendo la responsabilidad de su conservación el nuevo usuario.

- De no aparecer originalmente en el vehículo, se debe inscribir, con letras de molde de 3 cm. de altura, en el costado izquierdo de la caja, cerca de la cabina, lo que aparece enmarcado en el cuadro siguiente:

Es el peso del camión completamente equipado, pero con la caja o cama vacía, expresado en toneladas. → TARA:

Es el peso máximo de la carga que puede transportar, dada por el fabricante y expresada en toneladas. → TON:

Es el volumen de la caja o cama, expresado en metros cúbicos. → CAP:

En el borde del guardafango delantero, así como en el borde del guardafango trasero o en el sobrechasis, inmediatamente arriba de los neumáticos y a ambos lados del vehículo, debe aparecer en pintura contrastante la cifra correspondiente a la presión de inflado de los neumáticos, para el peso máximo admitido (suma de TARA + TON) y la distribución de ese peso sobre los ejes del camión.

La presión debe estar expresada en atmósferas
Ejemplo: 2 atm.

Estas letras y números deben tener entre 2.5 y 3 cm. de alto.

4.2 Conservación de las condiciones técnicas de las Máquinas de Transportación de Tierras y/o Rocas.

Para el correcto uso y explotación de las Máquinas de Transportación de Tierras y/o Rocas de manera tal de alargar su vida útil económica, es importante que éstos conserven por el mayor tiempo posible las condiciones técnicas que permitan operarlos de acuerdo a esta norma. Para ello el cuidado y preparación por parte del personal técnico, de la administración y del conductor de estos vehículos es imprescindible y fundamental.
A continuación se relacionan varias medidas para lograr el fin antes propuesto.

4.2.1 Efectuar el Mantenimiento Técnico Diario (MTD).

Es responsabilidad del chofer o conductor a cuyo cargo se encuentra el vehículo, efectuar las acciones de mantenimiento previstas, para ser ejecutadas al comienzo y al final de la jornada de trabajo y que aparecen relacionadas en las instrucciones del fabricante o en las instrucciones del mantenimiento diario que se encuentran entre los documentos relacionados en el punto 4.1.

El chofer es responsable del cuidado de los medios técnicos (herramientas, instrumentos) que para ese fin posee el camión en su caja de herramientas

4.2.2 Efectuar los Mantenimientos Técnicos Planificados (MTP) y reparaciones previstas.

Durante su vida útil el camión deberá ser sometido a una serie de mantenimientos periódicos y reparaciones que contribuyen a conservar y restablecer las condiciones técnicas originales, las cuales va perdiendo con el uso y explotación

Es responsabilidad de los técnicos, administradores y chóferes que se relacionan con la explotación de esas máquinas, respetar los plazos establecidos por el fabricante y en su defecto, los establecidos por las normas estatales que la regulan, así como exigir que se realicen con la calidad debida.

4.2.3 Efectuar las reparaciones eventuales.

Por causa de accidente o avería, el camión puede perder parcialmente las condiciones técnicas que exige esta norma para una correcta explotación.
Es responsabilidad de los técnicos, administradores y chóferes reportar, evaluar y gestionar la reparación de las averías en cuanto estas se produzcan, aunque sea de un género que no inutilice de inmediato el vehículo, así como que se realicen con la calidad debida.

4.2.4 Cuidado del vehículo.

Debe mantenerse en todo momento por parte del chofer el cuidado del vehiculo evitando que puedan producirse perdidas, deterioros o maltrato de los elementos considerados no básicos para el funcionamiento del camión, a saber:

- Pintura y partes cromadas.
- Componentes de la carrocería
- Vestidura de la cabina y de los asientos
- Estribos
- Mecanismo de apertura de puertas y cierres de los cristales

- Componentes del panel de la pizarra
- Espejos retrovisores
- Cristales
- Limpiaparabrisas
- Bolsa para documentos
- Herramientas e instrumentos asignados para el MTD y para el cambio de neumáticos
- Neumático de repuesto
- Tapacete.
- Protectores de goma de los mandos
- Alfombras
- Otros artículos extras recibidos con el camión.

4.2.5 Arrancada del motor

Para poner en funcionamiento el motor el chofer debe regirse por las instrucciones del fabricante, procediendo en el orden establecido a realizar las acciones pertinentes.

En los camiones provistos de cebador o estrangulador, mecanismo auxiliar para el arranque en frío, su uso debe circunscribirse al momento del arranque, prohibiéndose poner en marcha la máquina y operarla con el cebador en funciones, dado el gasto considerable de combustible que produce.

Tampoco debe de moverse el vehículo si el manómetro que indica la presión de aire esta roto, en los vehículos que tienen frenos neumáticos o neumaticamente asistidos, así como se prohíbe ponerse en marcha hasta que se alcance la presión de trabajo indicada en dicho manómetro.

4.3 Puesta en marcha del camión

Debe realizarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante y a las características técnicas del vehículo.

No obstante, es necesario comprobar durante la puesta en marcha el funcionamiento de los frenos y el sistema de volteo de la caja o cama. Esto último evitará que se cargue una caja con un material y que por estar fuera de uso el sistema de volteo no pueda descargarse.

4.4 Conducción del vehículo

La conducción del vehículo comprende su desplazamiento, los giros que precise efectuar, las paradas y el estacionamiento, el desatascamiento y el remolque de otros vehículos y pesos.

4.4.1 Desplazamiento

Después de poner en marcha el camión, el chofer procederá a conducirlo por las vías que le señala su hoja de ruta, cumpliendo con las disposiciones de la Ley del Tránsito vigente (Decreto Ley 60).

Al conducir el vehículo se evitaran tirones debidos a conectar una marcha incorrecta, por soltar el pedal del embrague de repente o por no sincronizar esas acciones con una aceleración gradual.

No se admiten frenazos bruscos como método usual de detener la marcha. Debe preverse el punto donde se debe detener el vehículo y producir una desaceleración gradual y un frenado suave y constante hasta detener el camión en el punto deseado.

4.4.2 Giros

Esta maniobra es frecuente tanto durante los viajes como en las evoluciones a realizar en las áreas de carga, descarga y estacionamiento.

Debe tenerse en cuenta, al realizar un viaje, que para mantener la estabilidad del vehículo, especialmente en las curvas sin peralto, es necesario disminuir la velocidad.

Por la misma razón, no se deben aplicar bruscamente los frenos en las curvas. Al entrar en una curva se disminuirá la velocidad aplicando lentamente los frenos, hasta el punto que no resulte peligrosa. Los semirremolques tienen tendencia a acodillarse cuando se les frena bruscamente en las curvas, por lo que en estos casos la reducción de velocidad tiene que ser gradual para ajustarse al limite de velocidad establecido en las señales del tránsito.

En las curvas debe mantenerse el camión en el centro del carril de circulación, no ocupándose la senda contraria ni acercándose al borde del camino. En terraplenes altos y en caminos de montaña, circular por el borde del camino puede provocar derrumbe o fallo del talud, por lo que debe evitarse.

Para realizar giros muy cerrados, en los patios, parqueos y áreas de carga y descarga, es conveniente que el chofer o conductor conozca el radio de giro mínimo de su vehículo lo que ayudará a simplificar las maniobras. Este dato aparece en el Manual de Instrucciones del Fabricante y tiene que ser de dominio del conductor.

Como en el punto anterior, todas las disposiciones de la Ley del Tránsito al respecto son aplicables a estos vehículos, transiten por vías de uso público o no.

4.4.3 Paradas y estacionamiento del camión

Al efectuar una parada para dar paso a otro vehículo o para esperar un cambio de luces de tránsito, se prohíbe mantener oprimido el pedal del embrague y conectada la velocidad. Esto produce desgaste innecesario a los componentes del mismo.

En todos los casos de paradas y estacionamiento, se debe respetar lo establecido por la Ley del Tránsito vigente al respecto.

Al estacionar estas máquinas al final de la jornada o en otra situación que determine el abandono de la cabina por parte del chofer, éste debe tomar las siguientes medidas:

- Estacionar el camión donde no estorbe la circulación de otros vehículos o la ejecución de cualquier trabajo.

- El lugar elegido para estacionar debe estar libre de peligros como inundaciones, derrumbes, corrimientos del suelo, así como alejado de zonas de voladuras y alejado de torres o bancos de transformadores de alto voltaje.

- El vehículo deberá quedar nivelado y la caja de volteo apoyada sobre el chasis, de manera que no se produzcan accidentes por una manipulación casual de los controles. Lo primero contribuye a la lectura correcta de los niveles de líquidos al comienzo de la próxima jornada.

- Al abandonar la cabina, el conductor debe dejar desconectado el encendido, colocando el freno de mano y conectada la primera o segunda velocidad. Debe retirar la llave de encendido del vehículo y cerrar los cristales y escotillas de ventilación. Debe cerrar las puertas aplicando los seguros, en prevención de que alguien no autorizado pueda entrar a la cabina sin su consentimiento, mientras se encuentre ausente.

- Si no hay otra alternativa que estacionar el vehículo en pendiente, se deben calzar las ruedas con alguna roca, madero u objeto similar.

- En paradas prolongadas. como la que se produce al terminar la jornada laboral, el camión no debe quedar cargado.

- Al terminar la jornada laboral, se debe limpiar la caja o cama de todo material adherido en la misma.

4.4.4 Desatascamiento

Hay que proceder como seguidamente se indica:

- Intentar inmediatamente salir en marcha atrás.

- Si no se logra del primer intento, no conviene insistir dándole hacia adelante y hacia atrás al vehículo, pues eso contribuye a profundizar el hueco que van haciendo las ruedas.

- La solución es restablecer el agarre o adherencia entre los neumáticos y la superficie de apoyo, para lograr lo anterior se pueden introducir madera rolliza, rocas trituradas tales como: rajón, macadán, etc., en las que pueda apoyarse el dibujo de la banda de rodamiento delante o detrás de las ruedas atascadas, los neumáticos entonces tratarán de subir sobre los objetos, enterrándolos hasta cierto punto en que logre asentarse sobre ellos, incrementarse la adherencia necesaria. Al lograr que esto suceda, se moverá el vehículo, debiendo acelerarse la marcha hasta salir de la zona de atasco.

- Cuando lo antes indicado no de resultado, hay que acudir al remolque de la máquina mediante cables de acero o barra de tiro por otros equipos

Queda prohibido empujar el vehículo atascado. Esta prohibición abarca también el empuje de vehículos que no pueden arrancar por sus propios medios.

El remolque en todo caso, será la solución. Para ello se debe utilizar la barra de tiro fijada a los ganchos de remolque, del remolcador y del vehículo atascado o que se quiera arrancar.

Si el camión cargado se atasca, y no dan resultados los procedimientos descritos, se descargará la caja para aligerar el peso, si la naturaleza del material lo admite (gravilla, roca partida) sirviendo este material para mejorar las condiciones de rodadura del lugar de atascamiento.

Una medida para disminuir el peligro de atascamiento, cuando por imperativos de trabajo hay que transitar sobre terreno malo, es reducir la presión de los neumáticos a las ¾ partes de la presión normal. Esto debe comunicarse de antemano para recibir la autorización del jefe inmediato. Al conducir el vehículo en esas condiciones, se reducirá la velocidad de circulación en un 20 a 25% de la establecida por la Ley del Tránsito.

4.4.5 Remolque de otras máquinas y equipos.

Para remolcar otros vehículos similares o máquinas y equipos no automotrices, el camión de volteo estará descargado.

Sólo será efectuado el remolque por medio de una barra de tiro de solidez suficiente y acoplada seguramente a los ganchos de ambos vehículos.

El vehículo que remolca deberá tener más peso y potencia que el vehículo o equipo remolcado.

Al bajar pendientes, se utilizará un vehículo en función de retenida, si el vehículo remolcado no tiene frenos.

Se regirá por lo establecido en la Ley del Tránsito al respecto.

4.5 Requisitos de las vías y áreas por donde circularán camiones de volteo.

De acuerdo, al tipo de máquina de transporte que corresponda utilizar, según las características del material a transportar, así como la ubicación y topografía de las áreas de carga y descarga, se tendrá que contemplar en la hoja de ruta el recorrido más conveniente, escogiendo el de menor distancia, el que posea mejores condiciones de transitabilidad y ofrezca mayor seguridad de circulación.
Disponer de caminos que presenten buenas condiciones de transitabilidad, sin baches o zonas fangosas, permite lograr velocidades promedio de circulación mas altas, lo que se traduce en el incremento de viajes que pueden dar en cada ciclo y en una jornada, obteniéndose por lo tanto un mayor rendimiento en el acarreo o transportación de los materiales.

4.5.1 Para la ruta de los Camiones de Volteo y Semirremolques de Volteo.

Deberán elegirse aquellos caminos cuya superficie soporte una presión específica mayor de 5 kg/cm^2 y con pendientes no mayores del 8 al 10%.

Al elegir vías públicas para la ruta de los camiones sobre todo cuando están cargados, debe tenerse en cuenta no solo la resistencia de la superficie, sino también el estado del pavimento, la firmeza de las obras de fábrica que tienen, así como la densidad del tránsito. Deben preferirse carreteras pavimentadas en buenas condiciones.

El suelo en áreas de carga y descarga deberá estar compactado, tendrá un buen drenaje y será lo suficientemente amplio para permitir la maniobra de varios camiones, sin que se produzcan tranques.

4.5.2 Para los Camiones de Volteo Fuera de Camino.

Los dumpers no son tan exigentes respecto a las vías de circulación. Pueden elegirse caminos que soporten presiones específicas entre 3 y 5 kg/cm^2 y que presenten pendientes de hasta el 15%. Pueden presentar pendientes del orden del 20% en tramos cortos (50 metros como máximo).

Aunque estos son capaces de transitar por lugares donde otras máquinas se atascarían o se ahogaría el motor por falta de potencia, lo hacen con sacrificio de la velocidad promedio de circulación, disminuyendo el rendimiento del equipo en la operación de acarreo. Por lo que es importante mantener en buen estado las vías de circulación, que por ser vías no públicas corresponderá a la dirección de la obra su mantenimiento frecuente, no obstante los vehículos articulados, prácticamente pueden transitar por caminos en cualquier estado por lo que se les denomina “todo terreno”.

4.6 Sobrecargas

La condición de sobrecarga se produce cuando se rebasa el peso máximo admitido por el fabricante, este se encuentra expresado en toneladas (TON) en el costado izquierdo de la caja. La sobrecarga resulta perjudicial no solo porque dificulta la conducción del vehículo, sino porque incrementa el desgaste de sus partes y sistemas mecánicos, restándole vida útil al vehículo y afectando las vías si sobrepasa el límite de carga admisible por éstas.
Por lo anterior, queda prohibido operar el camión de volteo con sobrecargas.

Conociendo el peso máximo que puede cargar el camión y el peso especifico del material a cargar, se puede calcular la cantidad del material que se puede cargar sin sobrepasar el peso admisible.

Este cálculo debe hacerse porque existen materiales cuyo peso específico es tal, que de colmarse la caja con ellos, se rebasaría el peso admitido por el fabricante. El peso específico de algunos materiales cargados a granel se da en la tabla I.

Para determinar que volumen se debe cargar, se aplica la siguiente fórmula:

$$Vc = \frac{Ton}{\gamma.}$$

Donde:

Vc = el volumen a cargar, dado en m^3
Ton = el peso máximo que puede cargar el camión, en t.
γ = peso específico del material a cargar en t/m^3

PESO DE ALGUNOS MATERIALES COMUNES EN ESTADO SUELTO (PARA SER CARGADOS A GRANEL)

En la Tabla 1 que se muestra se presentan valores aproximados de los materiales mas usualmente acarreados, valores más precisos deben ser definidos por los organismos interesados o referirse a la norma NC 283: 2003 *"Densidad de materiales naturales, artificiales y de elementos de construcción como carga de diseño".*

Debe tenerse en cuenta el estado en que se encuentra el material a cargar.

Tabla I: Peso de algunos materiales en estado suelto o esponjado:

TIPO DE MATERIAL	PESO t/m^3
Arcillas secas	1,100
Arcillas mojadas	1,760
Arena natural suelta	1,430
Arena natural compacta	1,600
Arena artificial suelta	1,450
Arena artificial compacta	1,650
Areniscas	1,440
Areniscas en rajones	1,360
Calizas duras	1,600
Calizas duras en rajones	1,500
Fango (fluido)	1,750
Fango (compacto)	1,850
Gravas	1,700
Mármoles	1,600
Pizarras	1,600
Tierras secas (suelta)	1,500
Tierras secas (compactada)	1,700
Tierra mojada (suelta)	1,600
Tierra mojada (compactada)	1,800
Hormigón asfáltico	2,000
Escoria	1,000
Yeso en polvo	0,800
Yeso endurecido	1,000
Ladrillos, (escombros)	1,600
Hormigón (escombros)	1,800
Mineral de hierro	2,300
Piedra caliza, volada	1,500
Piedra caliza, triturada	1,2-1,6
Rocas duras, voladas	1,600
Rocas duras, trituradas	1,3-1,7
Rocas blandas, troceadas	1,3-1,4

4.7 Cuidado de los neumáticos.

Los neumáticos o ruedas requieren especial atención por ser los elementos de apoyo y tracción que garantizan la explotación del vehículo y participan en el cálculo de los costos de operación. Son componentes caros y de relativamente corta vida útil.

A continuación se establecen varias reglas que el chofer tiene que cumplir para logar una mayor conservación de los mismos:

- Mantener siempre la presión de inflado que indica el fabricante, salvo en la expresión señalada en el punto 4.5.4
- Rotar los neumáticos con la frecuencia y el orden que indica el fabricante en su manual de instrucciones.
- Evitar impactos violentos sobre los neumáticos, sobre todo los producidos contra el contén y los grandes baches.
- Conducir a la velocidad establecida por la Ley del Tránsito (Decreto Ley 64)
- Evitar patinazos al frenar.
- Eliminar las piedras u otros objetos que se introduzcan entre las ruedas duales, jimaguas.
- Revisar periódicamente las bandas de rodamiento para detectar objetos punzantes que con el uso, puedan penetrar y producir un ponche.
- Queda prohibido utilizar neumáticos con deterioro de la banda de rodamiento.

Debe seguirse en todo momento las indicaciones de las NRMT 095-04 para el cuidado de los neumáticos y el mantenimiento de los mismos.

5 Operación de las Máquinas de Transporte.

La operación básica de esta familia de máquinas es la transportación de materiales, a granel (suelos, áridos: arenas, gravas y gravillas; cemento, cal, azúcar, etc.) una vez cargados por medio de máquinas tales como Cargadores, Grúas Excavadoras, Tolvas, Cintas o Bandas Transportadoras u otros medios.

Esta operación se debe de realizarse usando métodos racionales, de manera que resulte lo más eficiente posible.

5.1 Método de ejecución de la operación básica de los camiones de volteo.

La operación de las máquinas de transporte se realiza en forma de ciclos de trabajo que deben realizarse en el menor tiempo posible. Los elementos componentes de un ciclo de trabajo, son los siguientes:

- Carga
- Transportación o viaje de ida
- Maniobras de Descarga
- Retorno o viaje de regreso
- Espera para cargar.

A continuación se exponen las características y requisitos de cada uno de esos elementos.

5.1.1 Carga

El vehículo debe colocarse en posición de carga, en un ángulo adecuado respecto al equipo cargador para lo cual el chofer debe guiarse por los puntos de referencia acordados previamente con el operador de dicha máquina.

Debe quedar situado de manera que la máquina cargadora realice su trabajo con el menor número de movimientos posible y en el tiempo más corto. Esto se logra al ubicar la unidad de transporte con un ángulo entre 60 y 70 grados respecto a bancos o pilas cuando el equipo de carga es un cargador, cuando se empleen máquinas cargadoras con ejes de rotación el ángulo será el menor posible y el camión deberá estar ubicado al alcance del brazo o pluma de la máquina.

Las posiciones relativas entre la máquina cargadora y el camión u otra máquina de transporte se ilustran en las figuras 4, 5, 6, 7 y 8 que aparecen en la página siguiente.

Mientras la máquina cargadora ejecuta sus movimientos, el chofer debe permanecer en la cabina, con el motor en marcha, en espera de que se le comunique la orden de salida, por medios visuales o acústicos, como puede ser varios pitazos de la máquina cargadora.

Al comienzo de la jornada, el conductor debe ponerse de acuerdo con el operador de la máquina cargadora sobre las señales de aviso a emplear, los puntos de referencia, así como la cantidad de material que la máquina de transporte admite, expresada en m^3, en función del peso específico del material.

El operador de la máquina cargadora conoce la capacidad de la pala o cuchara de su máquina, por lo que él sabe cuantas veces tiene que vaciarla sobre el vehículo para cargarlo hasta alcanzar el volumen colmado.

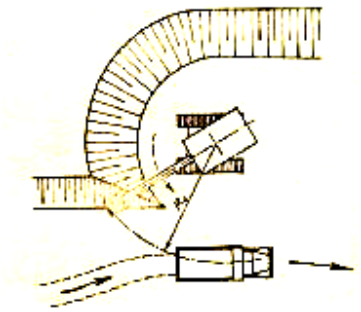


Fig. 4 Cargando con grúa excavadora con frente de pala.
Rc- Radio de la cuchara cuando termina el corte.

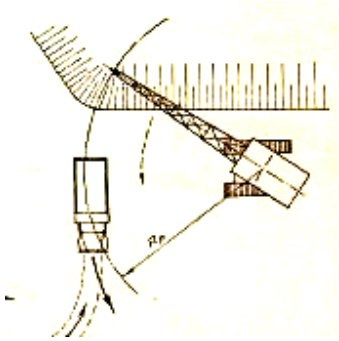


Fig. 5 Cargando con grúa excavadora Jaiba o con Dragalina
Rp – Radio de la punta de la pluma

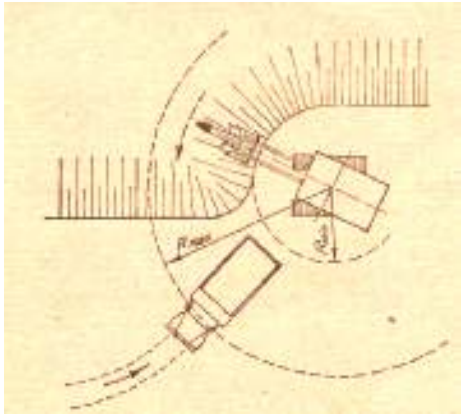


Fig. 6 Cargando con Retroexcavadora.
$R_{máx}$ – Radio de la cuchara extendida
$R_{mín.}$ – Radio de la cuchara retraída.

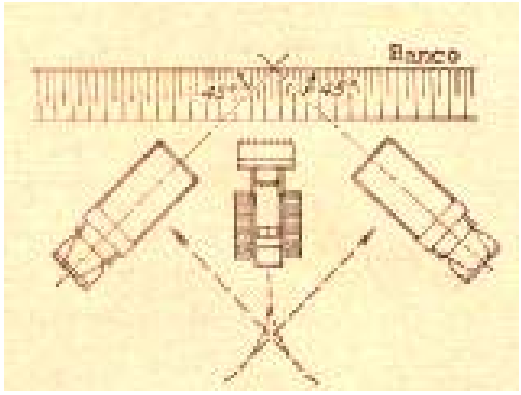


Fig. 7 Cargando con Cargador Frontal sobre Neumáticos o Esteras
Se carga un camión mientras el otro se coloca en posición.

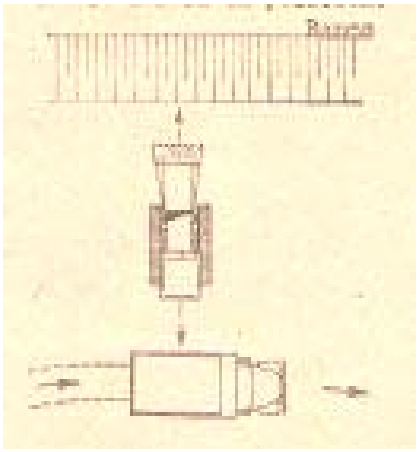


Fig. 8 Cargando con Retrocargador.
La distancia del camión al banco debe ser como máximo 2 veces el largo del Retrocargador.

Cuando el chofer o conductor reciba la orden de salida conducirá el equipo sacándolo del punto de carga, dejando el paso libre a otros vehículos que entran a ser cargados. En el camino indicado, el deben seguir el orden y sentido de circulación establecido internamente en la obra para evitar accidentes y demoras innecesarias.

Una vez fuera del área de carga, si el recorrido previsto incluye las vías de uso público, detendrá el vehículo para colocar el tapacete, para lo cual se apartará momentáneamente de la vía. Queda prohibido circular por vías públicas sin tapacete.

En las operaciones de carga manual, el chofer se mantendrá atento para colocar el camión donde facilite el trabajo de los obreros, moviéndolo tantas veces como se le solicite por parte del responsable del trabajo. Por la lentitud de esta operación, no se requiere que el chofer permanezca en la cabina, aunque debe permanecer en las cercanías del vehículo hasta ser requerida su presencia. Al abandonar la cabina, debe de apagar el motor.

5.1.2 Transportación

Se establecen los requisitos generales para la conducción del vehículo para evitar roturas de las articulaciones o un posible vuelco. Tal situación puede presentarse en laderas o bordes de terraplenes. Ver figura 9.

Durante el proceso de transportación los camiones deben circular por vías amplias que permitan la circulación en ambos sentidos de los vehículos. En las obras será necesaria la señalización de esta, destacando el sentido, preferencias de las vías, puntos de conflicto y velocidades máximas permisibles. Esto preverá interrupciones y accidentes, productos del desconocimiento.

5.1.3 Descarga

Al llegar a su destino, se maniobra para colocar la máquina de transporte en posición de descarga, para lo cual generalmente hay que dar marcha atrás. Al hacerlo el chofer debe cerciorarse de que no hay obstáculos ni personas detrás del camión. Es conveniente responsabilizar a una persona para que dirija la descarga mediante señales visuales.

No se permite la costumbre de dar marcha atrás parándose el chofer con un pie en el estribo con el objetivo de mirar hacia atrás. Esto reduce el dominio del vehículo.

Al colocarse para descargar, es importante que el vehículo quede nivelado respecto a su eje transversal, para evitar que durante la descarga se produzca torcimientos del chasis, roturas de las articulaciones o un posible vuelco. Tal situación puede presentarse en laderas o bordes de terraplenes. Ver figura 9.

Al descargar en una ladera, la nariz del camión debe colocarse de frente a la bajada, como se muestra en la figura 10. De colocarse en sentido contrario, se corre el riesgo de que se vuelque el camión, al correrse el centro de gravedad fuera de la base de sustentación se traslada la carga a su destino.

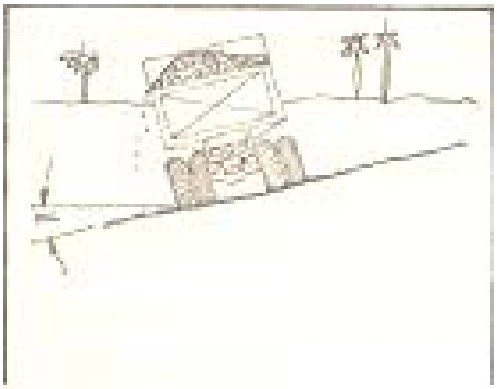


Fig. 9 Posición de descarga incorrecta. El ángulo α debe ser igual a 0º.

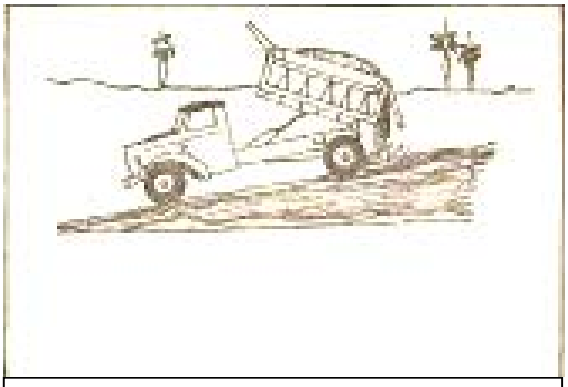


Fig. 10 Descarga correcta en laderas.

Al levantar la caja, sea cual sea fuere el principio de funcionamiento de la misma, nadie debe colocarse en la abertura que esta deja sobre el chasis. Si por algún motivo hay

que realizar algún trabajo en este lugar, hay que apuntalar o calzar convenientemente la caja, para que no pueda cerrarse accidentalmente. No se debe poner en marcha el vehículo hasta que la caja no esté descansando en sus apoyos. Antes de producir la descarga, se debe quitar o enrollar el tapacete sobre el cubrecasetas. Descargar con el tapacete puesto sobre la carga está prohibido, pues la fricción del material contra el mismo lo deteriora rápidamente. El pestillo que asegura la tapa trasera, sólo debe liberarse cuando el camión está en posición de descarga.

5.1.4 Retorno

Debe realizarse con las debidas precauciones a la mayor velocidad posible, respetando lo establecido por la Ley del Tránsito en el tramo utilizado.

5.1.5 Espera para cargar

Al llegar al área de carga, el camión debe de estacionarse en la posición que le permita maniobrar para colocarse junto a la máquina cargadora, cuando le toque su turno. No debiéndose estorbar la salida de los camiones cargados.

Una buena organización del trabajo contemplará la circulación fluida dentro del área, sin que se crucen los camiones llenos con los vacíos, destinando un camino para los que vienen vacíos y otro para los que salen llenos siempre que sea factible.

5.2 Los ciclos de trabajo y el rendimiento del camión de volteo.

El ciclo de trabajo se mide en unidades de tiempo, generalmente en minutos y es el resultado de la suma de los tiempos parciales que consumen a los elementos que lo componen.

La duración del ciclo de trabajo determinará el rendimiento que un camión de volteo alcanzará en la jornada, ya que decidirá el número de viajes que podrá realizar durante la jornada.

Las Normas Elementales de Rendimiento de las Maquinarias de Construcción vigentes fijan la cantidad de viajes por hora y la duración promedio del mismo, en función de las condiciones de carga y las distancias de tiro o transportación. El rendimiento de estas máquinas se hallará multiplicando la cantidad de viajes por la capacidad del equipo expresada en metros cúbicos.

Un correcto uso de las máquinas de transporte implica el cumplimiento de las normas de rendimiento establecidas, sin excluir el sobrecumplimiento de las mismas por concepto de acortamiento del ciclo, siempre que no se violen los requisitos generales de operación fijados en la presente norma.

6 Selección de las Máquinas de Transporte

La selección de estas máquinas se hará tomando en consideración el trabajo que deben realizar, contempla dos aspectos básicos:

6.1 La selección del vehículo más adecuado para realizar la transportación
6.2 La selección del conjunto de vehículos más adecuado

6.1 Selección del vehículo más adecuado.

Debe realizarse atendiendo a distintos factores que se especifican seguidamente.

6.1.1 Estado de división y tipo del material a transportar

La mayoría de los materiales a transportar, como son los áridos para construcción, tierra vegetal, material de mejoramiento, productos industriales a granel, entre otros, se presentan en un estado de división que les permite ser cargados en cajas o camas de volteo con compuerta trasera no reforzadas, ya que la descarga de los mismos no producirá inconvenientes y no se dañaran las mismas.

Sin embargo, en materiales como rocas voladas o excavadas en canteras con y sin voladuras, la tierra mezclada con rocas de diverso tamaño, así como el fango compacto o el producto del desbroce, es conveniente emplear cajas o camas sin compuertas traseras con fondo inclinado y reforzado (obligatoriamente en rocas de grandes tamaños)
En función de lo antes expuesto, debe elegirse el equipo que posea la caja o cama de volteo adecuada.

6.1.2 Área de trabajo disponible.

Debe ser amplia para propiciar la carga y la espera de carga por las máquinas de transporte, así como poseer un piso uniforme preferiblemente plano

6.1.3 Peso de la carga a transportar.

De acuerdo al peso característico del material a transportar, se elegirá dentro de lo posible, las máquinas de transporte con cajas o camas de un tamaño tal que puedan llenarse completamente con colmo, pero sin que sobrepase el peso máximo admitido por el fabricante.

6.1.4 Estado de la vía.

Se tendrá presente lo establecido en el punto 4.6 de esta norma.

6.1.5 Distancias de transportación.

Se establecen para cada tipo de máquina de transporte las siguientes distancias máximas de acarreo económicas:

10 km. para los Camiones de Volteo Fuera de Camino
20 km. para los Camiones de Volteo
80 km. para los Semiremolques de Volteo

No deben ser empleadas a distancias de tiro menores a 1 Km. para poder desarrollar las velocidades que hagan posible alcanzar un rendimiento y costos satisfactorios.

6.1.6 Correspondencia entre el camión de volteo y la máquina cargadora.

Hay que tener en cuenta la capacidad de la máquina cargadora, para elegir los camiones de una capacidad tal que admita recibir de 3 a 6 cargas del cubo o cuchara del Cargador para efectuar el llenado de la caja o cama en un tiempo razonable.

6.1.7 Características tractivas del camión de volteo.

Al seleccionar un camión de volteo para un trabajo determinado del cual se conocen las exigencias que impone el terreno, tal como pendientes máximas a superar en un trayecto, resistencia a la rodadura, y estado del camino, entonces conviene analizar las características tractivas de los vehículos de que se dispone, para evaluar cual presenta mejores condiciones para ese trabajo.

La característica tractiva es la representación gráfica de la ecuación general del movimiento del vehículo y de las cualidades de movimiento. La documentación técnica que suministra la firma fabricante incluye tal información, la que debe ser consultada por los técnicos a quienes compete la selección del camión. No obstante por su importancia se procede a explicar una a manera de ejemplo:

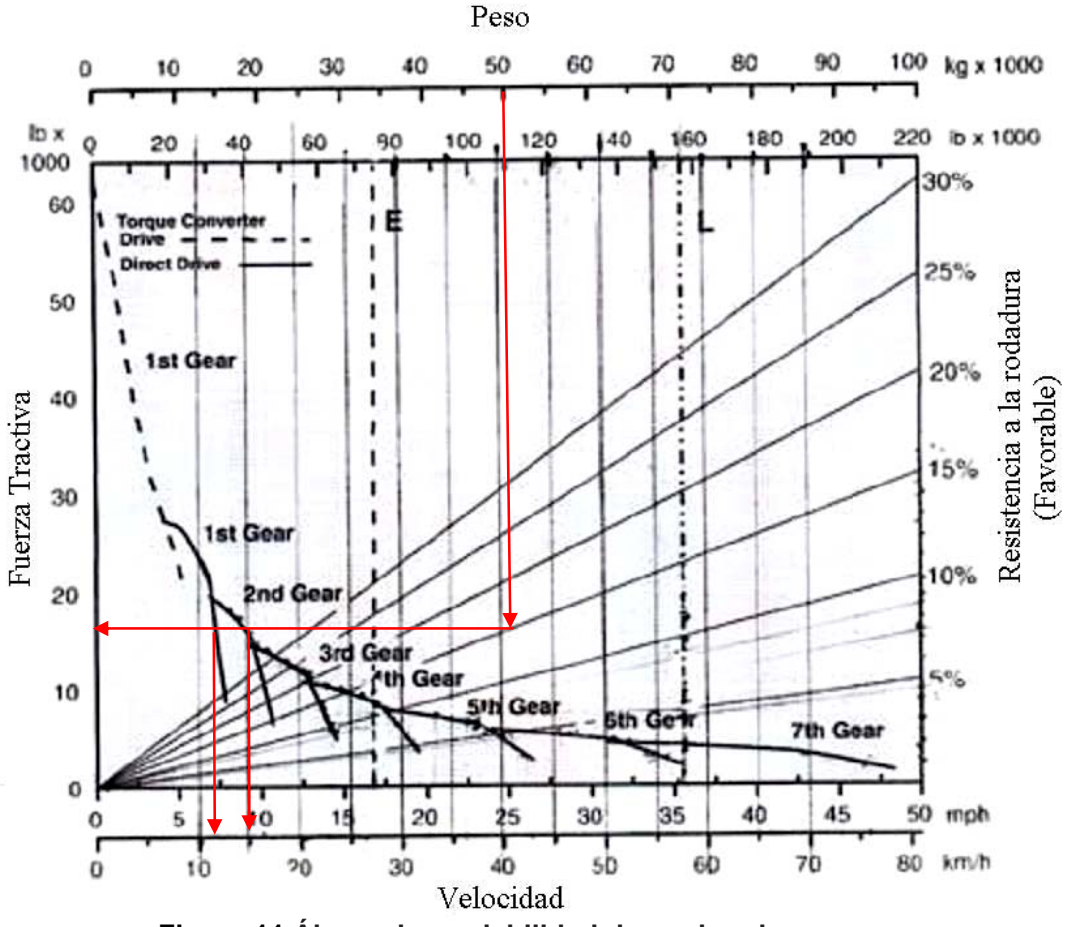


Figura 11 Ábaco de gradabilidad de equipo de acarreo

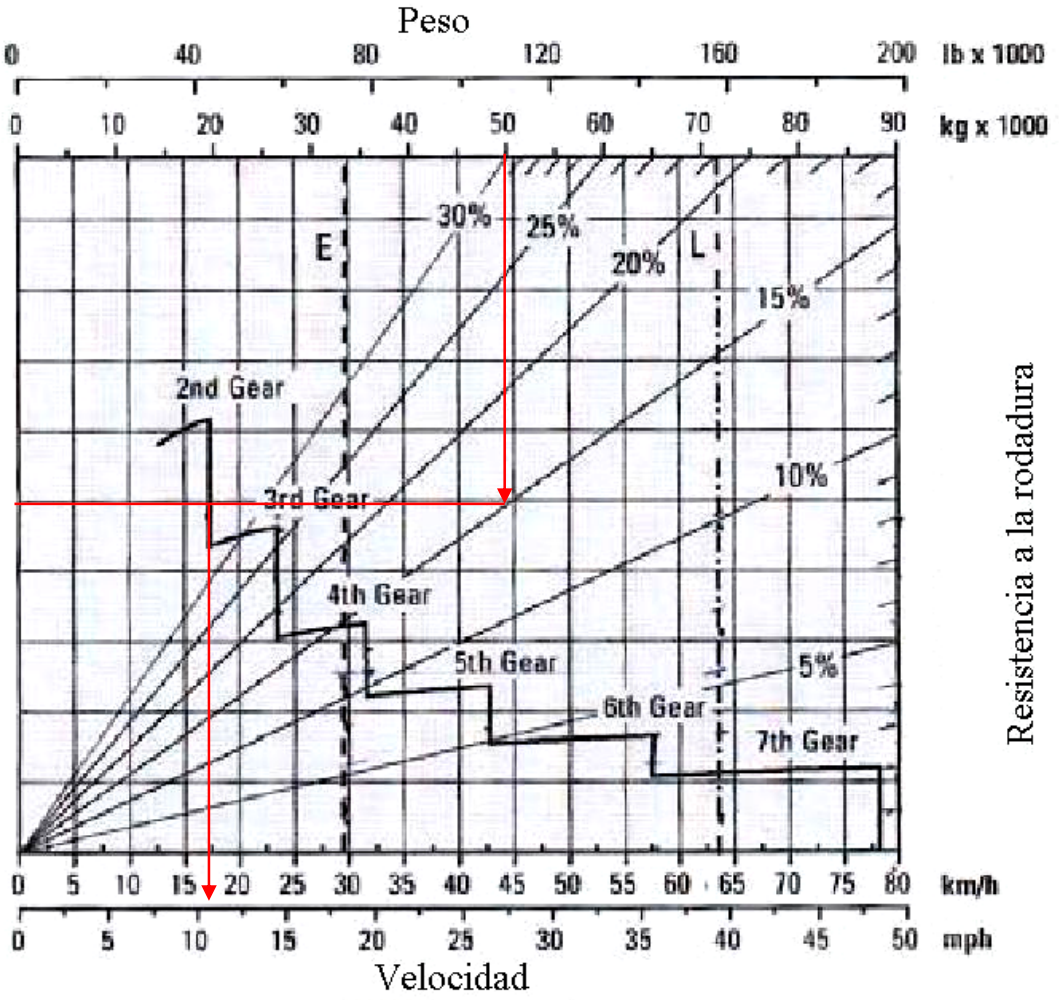


Figura 12 Ábaco de retardo dinámico de equipo de acarreo.

Nota: El comportamiento de las curvas que aparecen en el ábaco responde a la relación potencia-velocidad de un equipo en específico. Por lo que no es apropiado tomar sus valores para cualquier equipo y habrá que emplear la correspondiente a cada máquina en específico.

Usando las características de la vía (longitud de cada segmento de vía, pendiente y resistencia a la rodadura), y el peso total del equipo cargado y vacío. En el ábaco se estima la velocidad máxima y luego velocidad media por aplicación de la tabla de factores de velocidad (Ver Figuras 11 y 12)

Empleo de los ábacos:

a) Subdividir los tramos de la ruta a seguir por sus características (pendiente y resistencia a la rodadura).
b) Entrar al ábaco con la carga total del equipo (Tara más Ton) por la fila llamada Peso.

c) Hacer coincidir el peso del equipo cargado o vacío con la Resistencia a la Rodadura.
d) Donde estas dos líneas se corten se traza una recta horizontal hasta llegar a leer la Fuerza Tractiva o motriz necesaria en la columna del mismo nombre.
e) La línea horizontal cortará en al menos un punto las curvas de velocidad vs potencia motriz, en este punto de intersección se tendrá el valor de la velocidad de circulación segura para el equipo.
f) Determinar le tiempo de recorrido en cada tramo para la velocidad media.

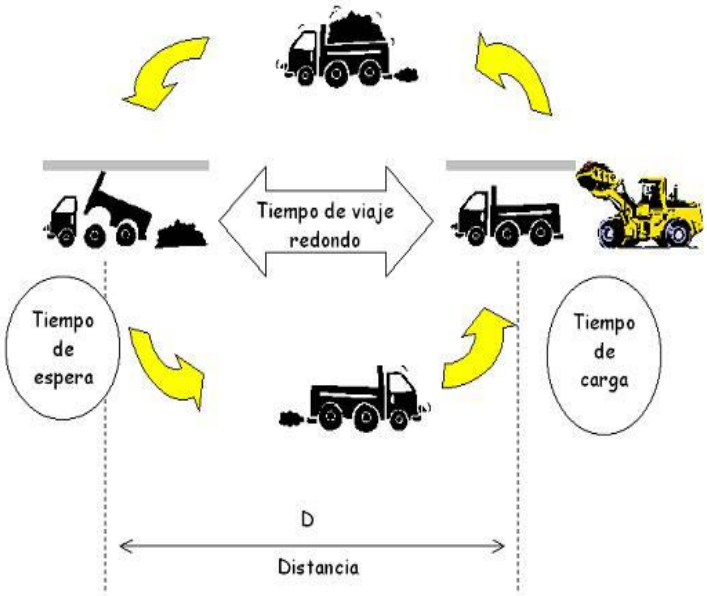
La velocidad media no debe exceder la tabla de límites máximos de velocidad segura del equipo en vía plana o a nivel, pendiente positiva (subida) y negativa (bajada). El tiempo de viaje es la suma de los tiempos de viaje cargado y vacío.

6.1.8 Estado técnico del vehículo

En función del rigor del trabajo a ejecutar y la importancia que se conceda al hecho de que no se produzcan paralizaciones en el mismo por desperfectos imprevistos del equipo que lo realiza, es que debe analizarse el estado técnico de las máquinas a emplear. Es responsabilidad del usuario conocer el estado técnico del parque de vehículos de que dispone clasificado como: Bueno, Regular o Malo.

6.2 Selección del conjunto de vehículos o máquinas de transporte más adecuado.

La selección del conjunto de máquinas es el número óptimo de unidades de acarreo, que establece el equilibrio entre el rendimiento de la máquina de carga y las unidades de acarreo dentro del ciclo de trabajo, debiéndose lograr una cantidad tal que se asegure el trabajo continuo de la máquina cargadora para así logra el máximo rendimiento en la transportación. La siguiente relación establece el número de unidades necesarias para lograr un tiro de materiales ininterrumpido a máximo rendimiento.



$$N = \frac{T_{ciclo}}{T_{c\arg a}}$$

Donde:
N = número de camiones requeridos.
T_{ciclo} = duración del ciclo de trabajo de una máquina de transporte, en minutos.
T_{carga} = duración de la operación de carga, en minutos.

Al aplicar esta expresión deberá tenerse en cuenta que la relación volumétrica entre el equipo de transporte y el de carga será de 3 a 6 unidades para alcanzar la máxima eficiencia posible.
El número de camiones debe de aproximarse por exceso y se debe adoptar una cierta cantidad como reserva, un criterio generalmente empleado es tomar uno más cada cuatro o cinco unidades, para disponer en caso de rotura o demoras imprevistas de una reserva sin tener que afectarse el ciclo de trabajo y por consiguiente el rendimiento máximo de la transportación.

El T_{carga} debe determinarse mediante el estudio y cálculo del tiempo que demora la máquina cargadora. Este tiempo puede determinarse mediante un cronómetro o estimarse por la expresión:

$$T_{carga} = \frac{60 \times C}{Rn_{cargador}}$$

Donde:
C = Capacidad de carga de la unidad de transporte, en m^3
Rn= Rendimiento nominal de la máquina que efectúa la carga, m^3/h
T_{carga} = Tiempo que demora el equipo de transporte en ser cargado, en min.

7 Medidas para minimizar el impacto ambiental.

Hay que cumplir lo que establece la Ley 81 sobre el cuidado del Medio Ambiente Natural, en particular durante la operación de estas máquinas las siguientes medidas:

- Evitar derrames de combustible y lubricantes en el suelo y las corrientes superficiales de agua.
- Al realizar traslado de material por zonas urbanas se cubrirá la carga con un tapacete.
- Reducir al máximo la emisión de ruidos y de gases contaminantes a la atmósfera regulando debidamente la bomba del motor.
- No transitar por lugares fuera de la faja o área dentro de los límites de propiedad o de caminos de acceso a la obra, para evitar una compactación indeseable de áreas que puedan destinarse a la agricultura.

8 Bibliografía.

En esta Norma se hace referencia a los siguientes documentos normalizativos, libros y manuales.

- Alfonso, Eduardo. Equipos de Construcción. / Eduardo Alfonso – Primera Edición. Cuba: Editorial MICONS,1979
- Ballester, Francisco. Máquinas de Movimiento de Tierra. Criterios de Selección. / Francisco Ballester, Jorge *A.* Capote. – 1era. Edición. -- España: Editorial Pedeca, 1992. -- 405 p.
- Catálogos de los Fabricantes.
- Costes, J. Máquinas para el Movimiento de Tierras. / Jean Costes – Primera Edición – Barcelona, España, 1970. – 171 p.
- Crespo Villalaz, Carlos. Vías de Comunicación. / Carlos Crespo Villalaz. Tercera Edición. - México: Editorial Limusa, 2000. -- 715 p.
- Gabay, A- Máquinas para Obras. / A Gabay, J Zemp. - 3 edición.-- España: Editoriales Blume y Labor S.A-, 1974.-- 389 p.
- Ley 60. Código de Vialidad y Tránsito / Asamblea Nacional del Poder Popular- LOGICUBA, 1era. Edición, Ciudad de La Habana, Cuba, 2001, 214p.
- Ley 81 del Medio Ambiente / Asamblea Nacional del Poder Popular / 1era. Edición, Ciudad de La Habana, Cuba, 2001, 15p.
- Manual de Parámetros de Equipos de Construcción, CEC 1979.
- NC 19-03-33:86. “Equipos de Movimiento de Tierra. Requisitos generales de seguridad durante la explotación”. Aprobada Agosto 1985, Vigente Octubre 1986,
- NC 052-038:1979 “Equipos. Uso y Operación de Camiones de Volteo”. Aprobada Diciembre 1978. Vigente Julio 1979.25 p
- Nichols, Heber. Movimiento de Tierra- Manual de Excavaciones. / Heber Nichols, Ediciones Revolucionarias, C. Habana, 1966 -- 1111 p.
- Orta-Amaro, Pedro Andrés. Maquinarias para la Construcción. -Pedro Andrés Orta Amaro. Editado en la UCLV, Santa Clara, Mayo de 1986 --132 p.
- Orta Amaro Pedro Andrés. Perfeccionamiento de la Tecnología Mecanizada de los Movimientos de Tierra. Tesis Doctoral, Abril de 1996, Cuba.
- Orta Amaro, Pedro Andrés. Tecnología de Construcción de Explanaciones, Editorial “Samuel Feijoo”, Santa Clara, Cuba, 2003.

- NRMT 094-04 Transporte automotor. Mantenimiento Técnico requisitos generales.
- NRMT095-04 Transporte automotor. Neumáticos para vehículos automotores de carretera. Requisitos técnicos generales para la explotación.
- NRMT 120-07 Transporte automotor. Baterías de acumuladores de plomo-ácido. Requisitos de explotación. Conservación.