

**MANUAL OPERATIVO, RESPUESTAS A EMERGENCIAS EN TRANSPORTE
DE RESIDUOS PELIGROSOS.**

**OLGA LUCIA FERNANDEZ PULIDO
LYDA GOMEZ ARIAS**

**Monografía para optar el título de
Especialista en Ingeniería Ambiental**

**Director: Dr. ALVARO RAMÍREZ GARCIA
Codirector: Dra. ANA MARIA BETANCUR**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA
ESPECIALIZACION INGENIERIA AMBIENTAL
BOGOTA, JULIO, 2004**

CONTENIDO

	PAG.
1- INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEORICO	2
2.1 Disposición de residuos Peligrosos no Radiacti Vos	2
2.2 Normatividad Transporte de Sustancias Peligrosas	6
2.2.1 Normatividad Internacional	6
2.2.2 Normatividad Nacional	7
2.2.2.1 Decreto 1602 de Julio/2002	8
2.3 Plan de Acciones Correctivas	10
3. OBJETIVOS	14
3.1 Objetivos Generales	14
3.2 Objetivos Específicos	14
4. ALCANCE	15
5. METODOLOGÍA	16
6. RESULTADOS	17
6.1 DESARROLLO DEL MANUAL OPERATIVO	17
6.1.1 Atributos para Evaluación de Riesgos	17
6.1.2 Evaluación del Riesgo	21
6.1.3 Evaluación Cuantitativa Riesgos	24
6.1.4 Evaluación de Amenazas	25
6.1.5 Evaluación Vulnerabilidad	29
6.1.6 Administración de Riesgos	33
6.2 MANUAL OPERATIVO	36
7. CONCLUSIONES	37
8. RECOMENDACIONES	38
9. GLOSARIO	39
10 BIBLIOGRAFÍA	40

TITULO:

MANUAL OPERATIVO, RESPUESTAS A EMERGENCIAS EN EL TRANSPORTE DE RESIDUOS PELIGROSOS NO RADIOACTIVOS *[1](#)

AUTORES:

Fernández Pulido, Olga Lucia., Gomez Arias Lyda**[2](#)

Palabras Claves: RESIDUO PELIGROSO, MANUAL OPERATIVO RESPUESTA A EMERGENCIAS, TRANSPORTE SUSTANCIAS PELIGROSAS

CONTENIDO:

Del Estudio de Impacto Ambiental elaborado para el transporte de residuos peligrosos no radioactivos se tomaron los procedimientos aplicados en cada etapa del transporte, así como las acciones de contingencia aplicadas a cada uno de los accidentes potenciales para la elaboración del manual práctico que contempla las acciones de respuesta en caso de un accidente o emergencia para ser divulgado a las personas involucradas en esta operación. Se constituye en una guía General para la primera respuesta durante la fase inicial de un incidente con residuos peligrosos que contempla las fichas técnicas para cada uno de los diferentes tipos de sustancias peligrosas a nivel general.

En este manual solo se contempla los residuos peligrosos que en el momento están siendo transportados por carretera para que sean dispuestos en el horno cementero y que ya han sido autorizados para su eliminación mediante protocolo con el Ministerio del Medio Ambiente.

Dentro de los alcances se tiene: suministrar una guía para la clasificación de Emergencias, presentar los sectores críticos de recorrido en el transporte. Proporcionar los reportes para la notificación de las emergencias. Indicar los flujos de las líneas de activación y notificación. Establecer las líneas de acción para dar respuesta a las emergencias presentadas. Proporcionar un esquema básico de atención de la emergencia para su reproducción durante la misma. Dar a conocer los equipos y recursos necesarios para la atención de las Emergencias.

Para su elaboración se tuvo en cuenta la evaluación del riesgo mediante la identificación y valoración de las amenazas y los factores de vulnerabilidad para establecer el riesgo atribuible al transporte de residuos peligrosos no radioactivos..

El Manual consta de: Información General de localización de las rutas, Rutas e Identificación del Grado de Riesgo, Administración de los Riesgos en la Operación, Organización para la atención, Líneas de activación, Líneas de Notificación. Plan de Acción y Centros de Control.

[1](#) Trabajo de grado

[2](#) FACULTAD DE INGENIERIA.ESPECIALIZACIÓN INGENIERIA AMBIENTAL, CARLOS FERNANDO GUERRA HERNANDEZ.

I TITLE:

OPERATIVE MANUAL, ANSWERS TO EMERGENCIES IN TRANSPORT OF DANGEROUS RESIDUALS. *[1](#)

AUTHORS:

Refined Fernández, Olga Lucia., Arias Gomez, Lyda * *

Key words: DANGEROUS RESIDUAL, MANUAL OPERATIVE ANSWER TO EMERGENCIES, TRANSPORT DANGEROUS SUBSTANCES

CONTENT:

Of the Study of Environmental Impact elaborated for the transport of dangerous residuals not radio-active they took the procedures applied in each stage of the transport, as well as the contingency actions applied each one of the potential accidents for the elaboration of the practical manual that contemplates the answer actions in the event of an accident or emergency to be disclosed people involved in this operation. It is constituted in a General guide for the first answer during the initial phase of an incident with dangerous residuals that it contemplates the technical records for each one from the different types of dangerous substances to general level.

In this alone manual it is contemplated the dangerous residuals that are being transported by lorry in the moment so that they are prepared in the oven of cement and that they have already been authorized for their elimination by means of protocol with the Ministry of the environment.

Inside the reaches one has: to give a guide for the classification of Emergencies, to present the critical sectors of journey in the transport. To provide the reports for the notification of the emergencies. To indicate the flows of the activation lines and notification. To establish the action lines to give answer to the presented emergencies. To provide a basic outline of attention of the emergency for their reproduction during the same one. To give to know the teams and necessary resources for the attention of the Emergencies.

For their elaboration one kept in mind the evaluation of the risk by means of the identification and valuation of the threats and the vulnerability factors to not establish the attributable risk to the transport of dangerous residuals radio-active..

The Manual consists of: General Information of localization of the routes, Routes and Identification of the Degree of Risk, Administration of the Risks in the Operation, Organization for the attention, you Line of activation, Lines of Notification. Plan of Action and Centers of Control.

[1](#) Trabajo de grado
University Industrial of Santander,

La transportadora de cemento S.A., TRANSCEM S.A., nació como respuesta a la necesidad de controlar la operación del transporte y distribución del cemento producido por Holcim S.A. (Colombia). En su política de crecimiento ha incluido la prestación de servicios especializados de **transporte terrestre de residuos peligrosos no radiactivos** generados por diferentes fuentes en las diferentes regiones del País (agroquímicos, lodos de tratamiento de agua, cenizas de incineración, aceites usados, fibras y textiles impregnados con hidrocarburos, medicinas y vacunas vencidas, plásticos, y aguas contaminadas) hasta su disposición final en un horno cementero (**Co-Procesamiento**).

En la actualidad esta en proceso de Implementación de la norma ISO 9001 que contempla la documentación y divulgación de las actividades que realizan.

No dispone de un manual práctico que contemple las acciones de respuesta en caso de un accidente o emergencia y que como tal pueda ser divulgado a las personas involucradas en el transporte de residuos peligrosos no radiactivos, principalmente los conductores.

Existen documentos que hacen parte de estudios que se contrataron externamente tales como el estudio de Impacto Ambiental (EIA) cumpliendo el requisito en el proceso de trámite y obtención de la licencia ambiental para esta actividad, se realizó bajo los términos de referencia que dio el Ministerio del Medio Ambiente.

Dentro del estudio se contemplaron los procedimientos aplicados en cada etapa del transporte, así como las acciones de contingencia aplicadas a cada uno de los accidentes potenciales pero que no se han divulgado hacia los involucrados en el proceso, debido a que se generaron no como guías prácticas sino como estudios técnicos.

Además cuenta con una guía General para la primera respuesta durante la fase inicial de un incidente con residuos peligrosos que contempla las fichas técnicas para cada uno de los diferentes tipos de sustancias peligrosas a nivel general.

La Compañía **no cuenta con un manual operativo de respuesta a emergencias** que como documento aplicable en campo, cumpla con los estándares nacionales e internacionales exigidos para este tipo de documentos.

El presente trabajo tiene como objetivo la elaboración del Manual Operativo de Respuesta a Emergencias en el Transporte de las Sustancias Peligrosas no Radiactivas que transporta en este momento la compañía para su disposición final en el horno cementero con aprobación del Ministerio del Medio Ambiente.

2. MARCO TEORICO

2.1. RESIDUOS PELIGROSOS NO RADIOACTIVOS, DISPOSICIÓN FINAL

- Disposición Final de Residuos Peligrosos no Radioactivos.

El **co-procesamiento (1)** : es la disposición final de los residuos industriales en el horno cementero aprovechando sus altas temperaturas (2000 °C) durante el proceso de fabricación del cemento en condiciones de máxima seguridad y control que permite que no se generen nuevos residuos en el proceso. Se denomina co-proceso porque es un proceso simultáneo a la producción del clinker.

Con esta actividad más de 70 plantas del grupo Holcim, a nivel mundial, ingresan en sus hornos:

1. Residuos que sustituyen combustibles o materias primas en el proceso de producción, racionalizando el uso de los recursos naturales, ó
2. Residuos que no tienen una mejor opción local de disposición y pueden ser ingresados para ser co-procesados, contribuyendo en la solución de la problemática ambiental a nivel mundial.

En la figura 1 se ilustran los diferentes pasos . El proceso se encuentra bajo un estricto control en el que se efectúa la caracterización previa de los residuos en laboratorios de Control de Calidad que permite que tanto el proceso de producción como la calidad del producto final estén siempre asegurados.

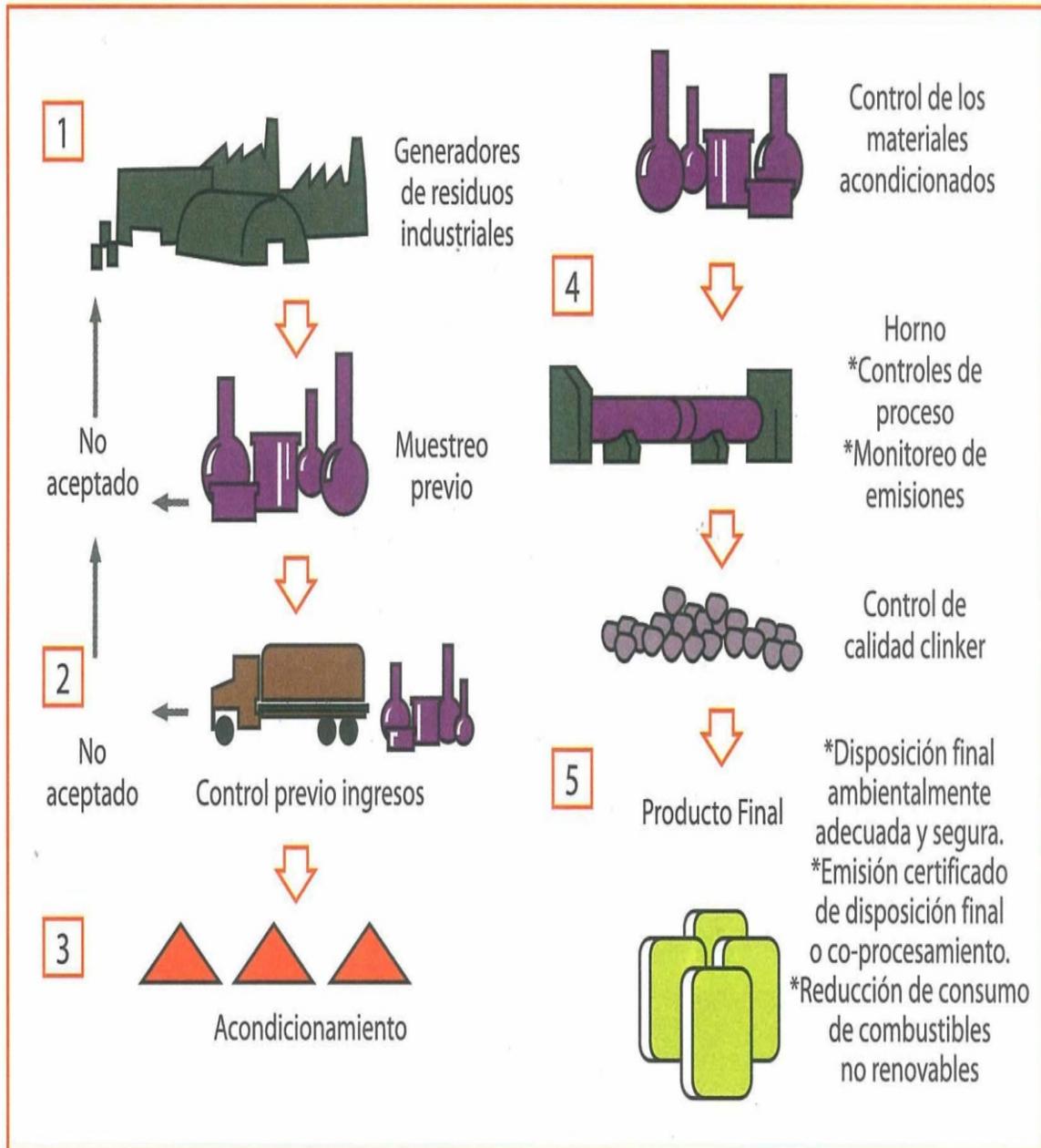
Durante el proceso se hace monitoreo continuo en chimenea, se tiene especial cuidado en el manejo, almacenamiento y alimentación de los residuos en el horno que garanticen seguridad y salud del personal que maneja este tipo de residuos.
(1)

- Residuo Peligroso (2) :

Sustancia peligrosa ya sea en estado líquido, sólido o gaseosa que queda, sobra o resulta de un proceso productivo, que por sus características corrosivas, tóxicas, venenosas, reactivas, explosivas, biológicas, nocivas, cancerígenas, infecciosas o irritantes y que expuesto en el ambiente, representa un peligro para los seres humanos, así como para la vida silvestre y acuática. Así mismo se consideran residuos peligrosos los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con él.

Para el presente trabajo se tienen en cuenta sustancias peligrosas no radioactivas cuya disposición final pueda hacerse en el horno cementero previa aprobación mediante protocolos con el Ministerio del Medio Ambiente.

Figura 1. Diferentes Fases para Disposición Final de un Residuo Peligroso No Radioactivo en el Horno Cementero



2.1.1. Tipos de residuos peligrosos que se transportan:

2.1.1.1. Residuos de plástico y celofán aluminizado, utilizado como de productos alimenticios como chocolates, chocolatinas, dulces, etc.

2.1.1.2. Residuos de lodos de PTAR procedentes de las operaciones De producción de papel tissue, son básicamente sólidos finos mezclados con rellenos inorgánicos como caolín, carbonatos de calcio, talco y dióxido de titanio, con algunos contenidos de tintas

2.1.1.3. Residuos de envases plásticos utilizados como almacenamiento de insumos en los procesos productivos de la Compañía Nacional de Chocolates.

2.1.1.4. Residuos de Laboratorio, procedentes de las operaciones de control de calidad de una Compañía Productora de Chocolates, corresponden a mezclas en pequeñas cantidades de reactivos, solventes, material neutralizado.

2.1.1.5. Residuos Sólidos con Hidrocarburos, procedentes de las operaciones ambientales en una Compañía Productora de Chocolates. Básicamente formados por estopas, guantes y franela, impregnados con aceite, pintura y solventes, provenientes de las labores de mantenimiento de equipos o producción de insumos.

2.1.1.6. Medicamentos Veterinarios inactivos procedentes de un proceso Productivo.

2.1.1.7. Aceites Usados, procedentes de las operaciones de mantenimiento de transformadores Eléctricos.

2.1.4. Envases contenedores para el transporte.

Dependiendo de la clase de residuo peligroso existe un tipo de envase, en la Figura 2 se ilustran algunos tipos.

Figura 2. Tipos Contenedores, Embalajes para el Transporte de Residuos Peligrosos No Radioactivos.



2.2. NORMATIVIDAD TRANSPORTE DE SUSTANCIAS PELIGROSAS NO RADIOACTIVAS.

2.2.1. Normatividad Internacional. (3)

Los reglamentos del DOT se aplican al transporte de materiales peligrosos dentro y fuera de los estados de la Unión Americana. A partir de fines de los años 80 y principios de los 90, muchos países de la Región han implementado esta reglamentación en el transporte y almacenamiento de los materiales peligrosos.

La Guía de Respuesta a Emergencias 2000 (GRE 2000) fue desarrollada conjuntamente por el Departamento de [Transporte de Canadá](#) (TC), el [Departamento de Transporte de los Estados Unidos](#) (DOT) y la [Secretaría de Comunicaciones y Transportes de México](#) (SCT) para ser utilizada por los servicios de emergencia quienes pueden ser lo primeros en llegar al lugar de un incidente de transporte de materiales peligrosos. Principalmente es una guía para asistir a los primeros en dar respuesta, en la rápida identificación de peligros específicos o genéricos de los materiales involucrados en el incidente, y para protección personal y del público en general durante la fase inicial del incidente.

Para los propósitos de esta Guía, la "fase de respuesta inicial" es el período que le sigue al arribo al lugar del accidente durante el cual la presencia y/o la identificación de un material peligroso es confirmada, se inician [acciones de protección](#), se realiza el aislamiento del área, y se solicita la ayuda de [personal especializado](#). En esta Guía no se describen las propiedades físicas y químicas de los materiales peligrosos.

Esta Guía asiste al personal de respuesta en la toma inicial de decisiones a la llegada al lugar de un incidente con materiales peligrosos. No debe ser considerada como sustituta de un curso de capacitación en emergencias químicas, conocimiento o juicio. La GRE 2000 no menciona todas las posibles circunstancias que pueden estar asociadas a un incidente con materiales peligrosos. Está diseñada para ser utilizada prioritariamente en incidentes en el transporte de materiales peligrosos tanto en carreteras como en ferrocarriles. Su aplicación a incidentes en instalaciones fijas puede ser limitada.

Incorpora el listado de materiales peligrosos de la edición más reciente de las recomendaciones de las Naciones Unidas así como también de otras regulaciones nacionales e internacionales. El personal de respuesta a emergencias en un escenario con materiales peligrosos deben buscar lo antes posible, información adicional acerca de cualquier material que esté involucrado en el incidente. La información obtenida al contacto con el [organismo de respuesta a emergencias](#), el teléfono de emergencias o para consultar la información y [documentos que acompañan el embarque](#), puede ser

más específica y precisa que esta guía para adoptar medidas de control para los materiales involucrados.

2.2.2. *Normatividad Nacional. (4)*

Con el fin de implementar un sistema que garantice la seguridad, la protección a la vida y el medio ambiente, minimizando riesgos en el manejo y transporte de mercancías peligrosas por carretera, En Colombia el Gobierno Nacional a través del Ministerio de Transporte, expidió el Decreto 1609 del 31 de Julio de 2002, donde se reglamenta la actividad y se establecen las condiciones para que se lleve a cabo.

Adicionalmente El Ministerio de Transporte mediante convenio con el ICONTEC elaboró veintidós (22) Normas Técnicas Colombianas:

Condiciones de transporte, requisitos generales y específicos
Clasificación e identificación del vehículo y la carga
Documentos para el transporte
Envases / embalajes para cada clase. (Modos de Transporte)

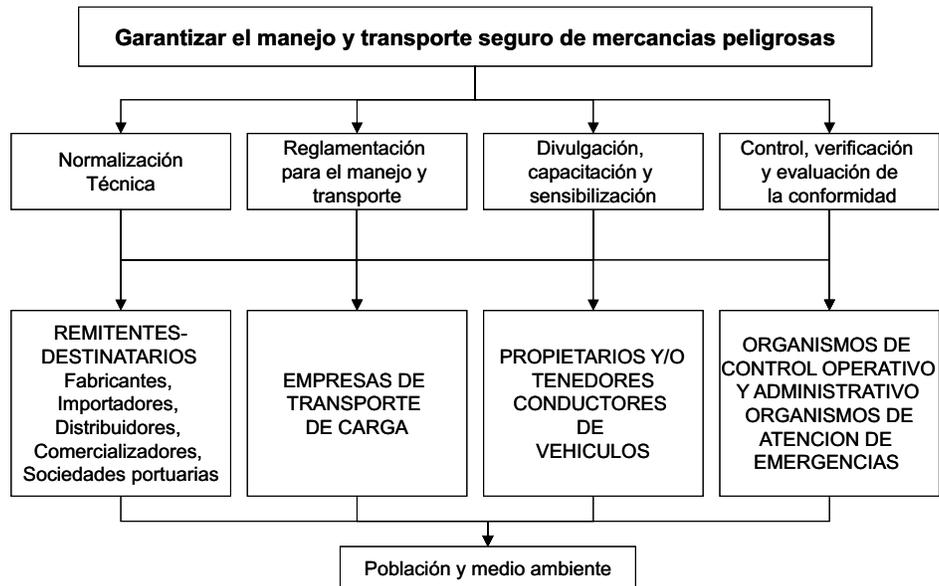
Esta normatividad se basa en el objeto primordial que tiene el Estado de velar por la seguridad durante la movilización y manipulación de ciertos productos que son catalogados internacionalmente como peligrosos, por el potencial daño que pueden ocasionar a la población y a su entorno.

El objetivo del Estado es Implementar un sistema que permita asegurar que el manejo y la movilización de materiales considerados internacionalmente como peligrosos por el potencial daño que puede ocasionar a la población y al medio ambiente, se realice en condiciones tales que minimicen riesgos y contaminación.

Determina toda una política de seguridad basada en cuatro elementos: normalización técnica; marco legal; sistema de control y vigilancia; capacitación, sensibilización y divulgación. Estos elementos se han venido desarrollando de manera secuencial teniendo en cuenta que obedezcan a parámetros internacionales, pero atendiendo la realidad nacional en cuanto a la prestación del servicio de transporte para estos productos.

Igualmente, se determinan los requisitos generales para el transporte, con especificaciones de carácter técnico para un adecuado manejo de la carga y se establecen los procedimientos mínimos que debe cumplir la unidad de transporte y/o vehículo destinado a la movilización de este tipo de productos.

Figura 3. Política de Seguridad



2.2.2.1 DECRETO 1609 DEL 31 DE JULIO DE 2002. (4)

2.2.2.1.1. Objetivo.

Establecer los requisitos técnicos y de seguridad para el manejo y transporte de Materiales Peligrosos por carretera en vehículos automotores en todo el territorio nacional, con el fin de minimizar los riesgos, garantizar la seguridad y proteger la vida y el medio ambiente.

2.2.2.1.2 Alcance.

Comprende todas las operaciones y condiciones relacionadas con la movilización de los productos peligrosos, la seguridad en los envases y embalajes, la preparación, envío, carga, segregación, trasbordo, trasiego, almacenamiento en tránsito descarga y recepción en el destino final.

2.2.2.1.3. Contenido.

- a.- Aspectos Generales
- b.- Disposiciones generales de la carga y los vehículos
- c.- Registro Nacional para el transporte de mercancías peligrosas
- d.- Obligaciones
- e.- Sistemas de control
- f.- Sanciones
- g.- Disposiciones generales
- h.- Seguros
- i.- Régimen de transición

- 2.2.2.1.4 Requisitos generales para el transporte
- a.- Disposición de la carga en el vehículo y dispositivos.
 - b.- Sistema eléctrico
 - c.- Dos extintores
 - d.- Dispositivo sonoro
 - e.- Cargue y descargue para cilindros
 - f.- No circular con remolque o semiremolque
 - g.- No estacionar en zonas residenciales

- 2.2.2.1.5 Elementos básicos para atención de emergencias
- a.- Extintor de incendios
 - b.- Ropa protectora
 - c.- Linterna
 - d.- Botiquín
 - e.- Equipo para recolección
 - f.- Material absorbente

2.2.2.1.5 Clasificación de Sustancias Peligrosas

Tabla 1. Clasificación y Designación de las Mercancías

CLASE	TIPO	NORMA TECNICA
UNO	EXPLOSIVOS	NTC 3966
DOS	GASES	NTC 2880
TRES	LIQUIDOS INFLAMABLES	NTC 2801
CUATRO	SÓLIDOS INFLAMABLES	NTC 3967
CINCO	SUSTANCIAS COMBURENTES Y PERÓXIDOS ORGANICOS	NTC 3968
SEIS	SUSTANCIAS TOXICAS E INFECCIOSAS	NTC 3969
SIETE	MATERIALES RADIOACTIVOS	NTC 3970
OCHO	SUSTANCIAS CORROSIVAS	NTC 3971
NUEVE	SUSTANCIAS PELIGROSAS VARIAS	NTC 3972

2.3 . PLAN DE CONTINGENCIA (5)

Se debe Diseñar el Plan de Contingencia para la atención de accidentes durante las operaciones de transporte de mercancías peligrosas, cuando se realice en vehículos propios, teniendo en cuenta lo estipulado en la Tarjeta de Emergencia NTC y los lineamientos establecidos en el Plan Nacional de Contingencias contra todo tipo de eventualidades que involucren el transporte de mercancías peligrosas. Estos planes pueden ser parte del plan de contingencia general o integral de la empresa.

El plan de contingencia es un conjunto de acciones de tipo predictivo, preventivo y reactivo, que permiten su aplicación adecuada y oportunamente en un evento que ocurre repentina o inesperadamente y que altera la actividad normal de una instalación, empresa, comunidad o ecosistema.

Para el desarrollo de un Plan de Contingencia (PDC) se conforman unas estructuras de organización: estratégicas, operativas e informáticas según el tipo de riesgo previsto en cada instalación, empresa, comunidad o ecosistema.

Un PDC está conformado por tres componentes principales:
Plan Estratégico, Plan Operativo y Plan Informático.

En el caso de este trabajo el interés principal es el Plan Operativo

2.3.1 Plan Operativo.

Contiene las acciones y decisiones reactivas que facilitan la primera consulta en una emergencia y en el cual de manera rápida e ilustrativa se obtiene la información indispensable para afrontar adecuada y eficazmente la emergencia. Este plan incluye un manual práctico de campo denominado “Manual Operativo”.

El plan operativo contiene los siguientes aspectos:

2.3.1.1 Consideraciones generales.

En el Plan operativo se reconoce una respuesta escalonada, para 3 niveles generales de activación del plan de respuesta. Esta nivelación está acorde con la establecida por el Sistema Nacional para la Atención y Prevención de Desastres (SNPAD) que se indica a continuación:

Nivel 3: Regional- Magnitud Mayor: Ocurrencia que supera los límites de las instalaciones. Demanda control técnico y operativo regional de apoyo externo.

Nivel 2: Local-Magnitud Media. Ocurrencia que trasciende a la totalidad de las instalaciones de la empresa. Se atiende con grupos de control y Brigadas internas.

Nivel 1: Puntual- Magnitud Menor. Ocurre en el área de influencia interna puntual. Se atiende con las Brigadas Internas.

2.3.1.1 Procedimientos operativos

2.3.1.2.1 Procesos iniciales

La aplicación del componente operativo / reactivo del PDC debe cumplir procesos iniciales relacionados con la activación del plan y la notificación de la emergencia. La activación es una etapa básica para la identificación de la emergencia y desencadenar las reacciones de respuesta necesarias para atenderla.

De acuerdo con el nivel de la emergencia, los procesos operativos iniciales establecidos, cumplen con las acciones de:

- a) Líneas de activación de respuesta operativa. Deben tener en cuenta;
 - Los niveles de emergencia.
 - Los diferentes entes locales y regionales que se vean involucrados en la emergencia según sea el nivel.
 - Las estrategias de comunicación entre los entes involucrados.
- b) Líneas de Notificación de la emergencia. Corresponde al flujo de la información para activar la movilización de recursos para la respuesta ante la emergencia. Se realiza normalmente por vía telefónica o su equivalente.

La notificación es el proceso que permite dar a conocer Oficialmente a las entidades correspondientes la existencia de una emergencia, mediante un relato escrito y de carácter obligatorio.

Tiene como objetivo suministrar información precisa, concisa y oportuna de una situación de emergencia a las entidades oficiales y privadas que requieren ser informadas al respecto.

Las líneas de notificación deben tener en cuenta:

Los niveles de la emergencia.

Las diferentes entidades locales y regionales que deben ser informados oficialmente sobre la ocurrencia de la emergencia.

Las estrategias de comunicación de información.

Formatos de notificación preestablecidos. Estos diagramas deberán ser incluidos en el Manual Operativo de Bolsillo.

- c) Define las rutas de aviso para la respuesta de la emergencia según el nivel de la misma.

Otros aspectos del plan operativo son:

- 2.3.1.3 Operaciones de respuesta
- 2.3.1.4 Control y evaluación de operaciones.
- 2.3.1.5 Terminación de operaciones y post emergencia.
- 2.3.1.6. Manual Operativo.

Anteriormente en la planeación de contingencias se elaboraban documentos que constituían un manual básico, compuesto fundamentalmente de un componente estratégico, en el que se redactaban los aspectos de política, filosofía, objetivos y alcances del plan, así como se enunciaban y analizaban los riesgos involucrados en la operación y para los cuales se definían planes de control.

Un segundo componente de este informe básico lo constituía un plan de emergencias, que establecía los procedimientos operativos de control de las diferentes emergencias que pudieran ocurrir.

Complementaba el documento básico un juego de bases de datos, planos, figuras, directorios y demás documentos de soporte informático que facilitaban la toma de decisiones a la hora de aplicar un plan de acción de una emergencia.

Los componentes enunciados, bajo el esquema definido por el Plan Nacional de Contingencia, son válidos. Sin embargo, a la hora de definir acciones de respuesta operativa, es muy importante y práctico que el responsable de coordinar estas acciones tenga a la mano una herramienta “de bolsillo”, que facilite la consulta de los diferentes procesos que se requieren en la activación y puesta en marcha del plan de emergencia.

Por ello, se diseñó un manual compacto y de consulta rápida, para ser utilizado en operaciones de campo, de fácil actualización y cuyas páginas pueden ser intercambiables.

El objetivo de dicho manual es suministrar información operativa, concreta, concisa y suficiente para desplegar acciones de control requeridas para la atención de emergencias.

Las áreas cubiertas por el Manual Operativo comprenden cinco módulos de información:

- a) Clasificación de la Emergencia.
- b) Acciones de Respuesta.
- c) Área de Influencia y Detalles.
- d) Información Logística.
- e) Convenciones.

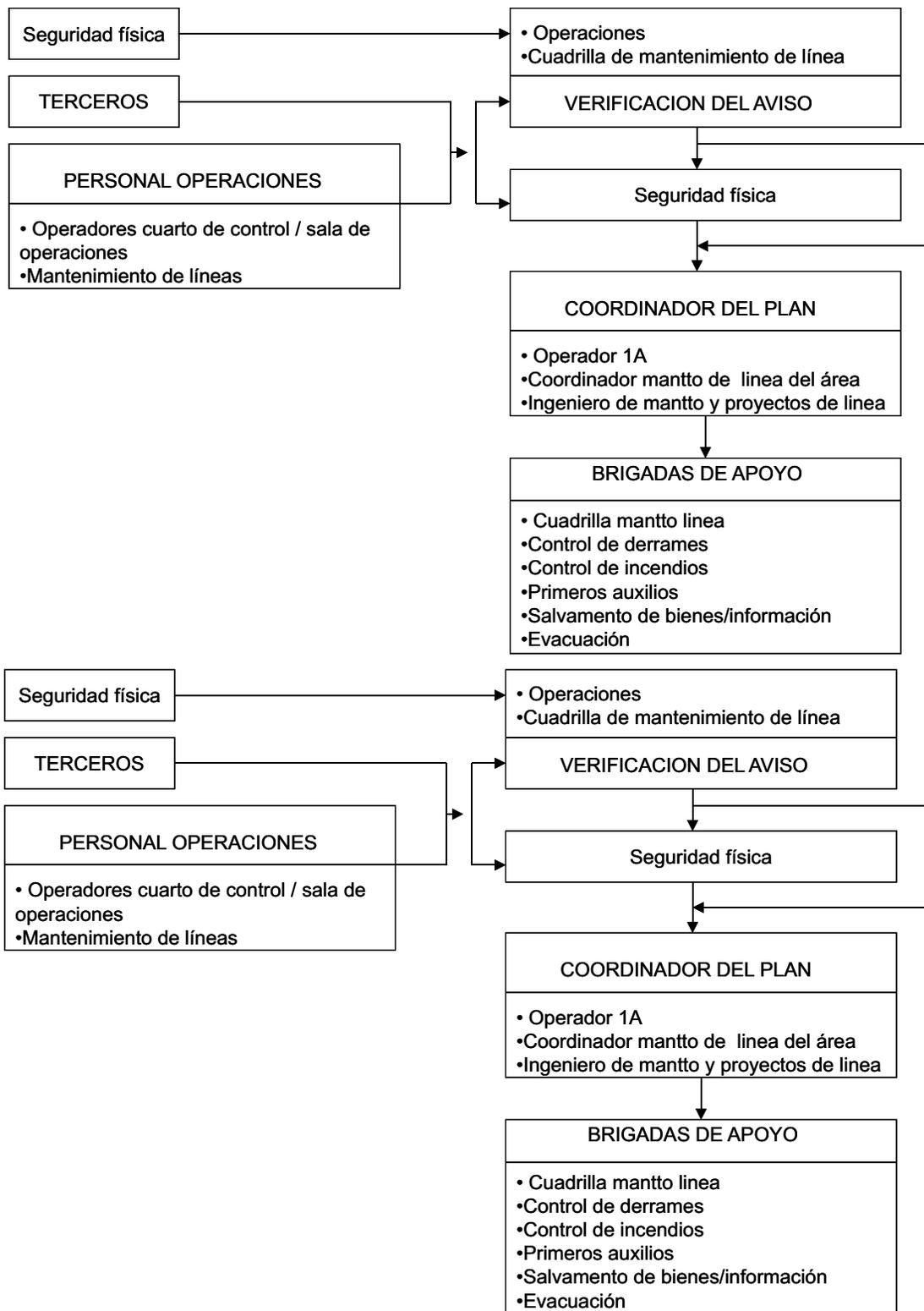


Figura 4. Líneas de Activación

3. OBJETIVOS

3.1. *Objetivo General*

Desarrollar a partir del estudio de impacto ambiental y de las guías generales de respuesta a emergencias, como documentos básicos existentes en la empresa, un Manual Operativo de Respuesta a Emergencias que incluya el conjunto de acciones y decisiones reactivas, para afrontar adecuada y eficazmente una emergencia, en el transporte de residuos peligrosos no radioactivos, según sean los recursos disponibles.

3.2. *Objetivos Específicos*

Proveer una herramienta a la compañía transportadora, al conductor del vehículo, a las Compañías generadoras del residuo, a los Organismos Gubernamentales sobre mecanismos y acciones para la atención de emergencias por eventos ocasionados en el transporte de residuos peligrosos no radiactivos.

4. ALCANCE

Elaborar un Manual operativo que permita:

- 4.1. Suministrar una guía para la clasificación de Emergencias.
- 4.2. Presentar los sectores críticos de recorrido en el transporte.
- 4.3. Proporcionar los reportes para la notificación de las emergencias.
- 4.4. Indicar los flujos de las líneas de activación y notificación
- 4.5. Establecer las líneas de acción para dar respuesta a las emergencias presentadas.
- 4.6. Proporcionar un esquema básico de atención de la emergencia para su reproducción durante la emergencia.
- 4.7. Dar a conocer los equipos y recursos necesarios para la atención de las Emergencias.

5. METODOLOGÍA

Se tomaron de los documentos existentes (Estudio de impacto ambiental y Guía General de respuesta a emergencias), la información para realizar Diagramas de Flujo Específicos que permitieron llevar a cabo las diferentes acciones de respuesta, con las entidades y personas involucradas.

Así mismo se identificaron los eventos amenazantes identificados, las consecuencias y daños esperados y se actualizaron estos de acuerdo con el análisis de riesgos.

Se revisó la Bibliografía nacional e internacional disponible, especialmente la del DOT, para apropiar nuevos y actualizados conocimientos sobre la seguridad para el transporte de mercancías peligrosas.

De acuerdo con lo anterior, se diseñó y elaboró un manual práctico operativo utilizando diagramas de flujo, mapas de rutas, organigramas, fichas técnicas específicas para los residuos que se están transportando, clasificación del tipo de emergencias, inventario de recursos y telecomunicaciones

6. RESULTADOS

6.1. DESARROLLO DEL MANUAL OPERATIVO

6.1.1. *Atributos para la evaluación de riesgos (6)*

La evaluación de riesgos parte de la consideración de las posibles amenazas y los factores de vulnerabilidad que favorecen o disminuyen la posibilidad de materialización de un evento, es decir, su ocurrencia con características desastrosas.

Conceptualmente la amenaza o peligro pueden definirse como la probabilidad de ocurrencia de un evento potencialmente desastroso. La vulnerabilidad corresponde a la predisposición que tiene un elemento o un sistema de ser afectado o sufrir una pérdida o daño por una amenaza.

Las distintas amenazas pueden tener varios orígenes o escenarios de evaluación, Pueden ser naturales, como la ocurrencia de lluvias torrenciales, fenómenos de inestabilidad de los suelos o sismos; de origen tecnológico, representadas en la probabilidad de ocurrencia de incendios, explosiones, derrame de productos; y amenazas antrópicas, generadas por la acción del hombre como la posibilidad de alteraciones de orden público, o posibles eventos provocados deliberadamente.

Otra visión de clasificación de las amenazas está relacionada con el generador y puede ser:

- a) Del medio ambiente que pueden afectar la operación del sistema y
- b) Las generadas por la operación del sistema hacia los distintos componentes socio-ambientales del entorno de la operación. De acuerdo con esta clasificación, en el transporte de residuos peligrosos se pueden presentar los siguientes tipos de amenazas:

Del medio ambiente hacia la operación del transporte:

- a) Posibles inestabilidades por fenómenos de remoción en masa que afecten la banca de las carreteras.
- b) Ocurrencia de lluvias torrenciales.

Del transporte de residuos hacia el medio ambiente:

- a) Posibilidad de ocurrencia de accidentes, derrames o afectación de la población y de recursos naturales.

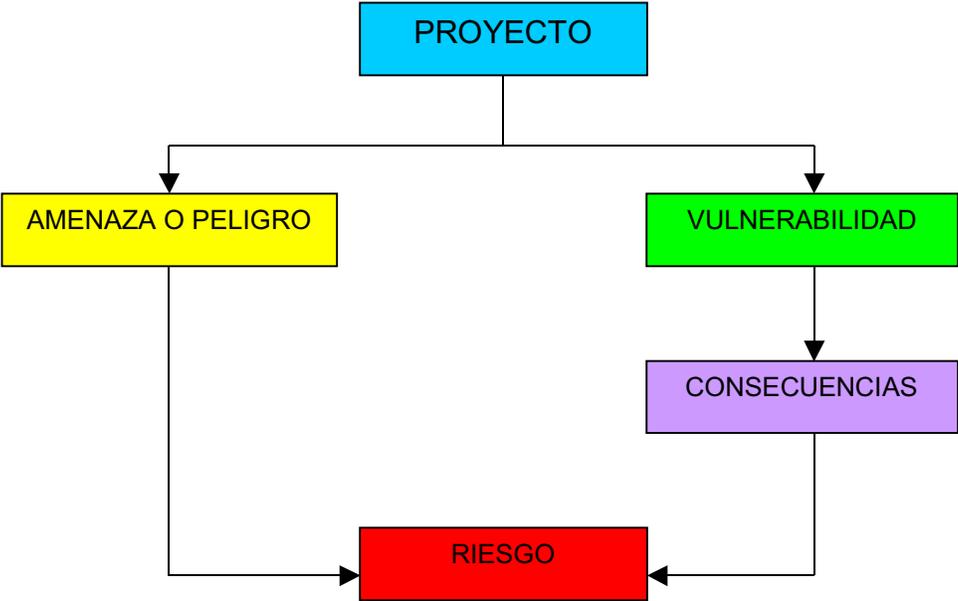
El riesgo, evaluado a partir de la convolución de la probabilidad de ocurrencia de los eventos peligrosos y la vulnerabilidad de los elementos o del sistema

expuesto a las amenazas, representa la posibilidad de ocurrencia del evento y por consiguiente la generación de daño o pérdidas a la comunidad, los recursos naturales o los bienes económicos, en una zona y en tiempo determinados.

Como lo establece la definición de riesgo, es necesario conocer la zona donde se podría materializar la ocurrencia de los eventos. La definición del área de influencia del proyecto, obedeció a criterios recomendados por la guía del National Highway Institute (NHI) la cual establece el ancho de la franja que puede ser afectada por una explosión asociada al transporte de un tipo de residuo peligroso.

En este sentido se seleccionó el caso de la explosión de un residuo venenoso no gaseoso, para el cual la guía establece una franja de 8km a cada lado de la vía (corredor de 16 Km). Este corredor se determinó como el escenario crítico de afectación, en la medida en que para los otros tipos de sustancias peligrosas la distancia es menor o igual.

Figura 5. Integración de las amenazas, la vulnerabilidad y el riesgo.



La metodología utilizada para realizar los análisis se fundamenta en la ponderación de los atributos de los segmentos en que se dividió cada uno de los tramos viales por donde deben transportarse los residuos; con base en la información secundaria recopilada, así como la generada por el proyecto.

Figura 6. Atributos para la Evaluación del Riesgo

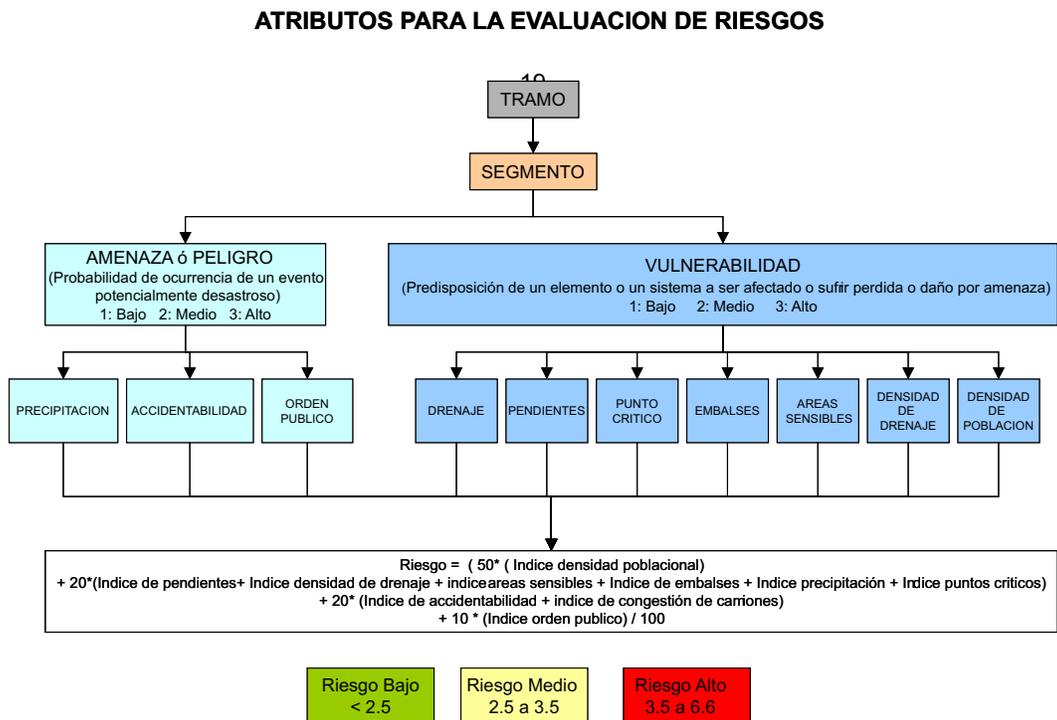


Tabla 2. Descripción de atributos y fuentes de información

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN	FUENTE DE INFORMACIÓN	COMENTARIOS
SEGMENTO	Corredor de 16 Km de ancho y longitud determinada por la presencia de estaciones de conteo de tráfico del INVIAS.	Ministerio de transporte. Instituto nacional de vías, Subdirección de Conservación. Red vial nacional. Sep. 1998. Ministerio de transporte. Instituto nacional de vías, Subdirección de conservación. Volúmenes de tránsito 2000.	Seguido del número de la vía se indica el número de la estación de conteo manual de tránsito mediante el cual el Instituto Nacional de Vías establece la magnitud la clase de vehículos que circulan por un sector de carretera considerando homogéneo en este aspecto.
NOMBRE SEGMENTO	El segmento se identifica con el nombre de los sitios extremos que lo definen. Al segmento se le asigna un código que corresponde al número de la ruta según INVIAS, seguido por el número de identificación de la estación de conteo del TPD.	Ministerio de transporte. Instituto nacional de vías, Subdirección de conservación. Volúmenes de tránsito 2000.	En el nombre del segmento se puede observar el recorrido tramo a tramo por la red vial nacional y la red secundaria.
TRAMO (RUTA)	Corresponde a una ruta definida por el INVIAS. Por ejemplo. Tunja-Bogotá, que corresponde a la ruta 55.	Ministerio de transporte. Instituto nacional de vías. Resolución No. 005471 del 14/12/99.	
NOMBRE DEL TRAMO	Es el asignado por el proyecto para nombrar la ruta entre dos ciudades principales por donde circularán los vehículos de transporte.	Este proyecto	El criterio es que en la medida que existan rutas alternas o variantes para evitar el cruce por centros poblados o centros urbanos, éstas se tomen.
LONGITUD DEL SEGMENTO	Distancia entre los dos extremos del segmento	Ministerio del transporte. Instituto nacional de vías, Subdirección de conservación. Volúmenes de tránsito 2000.	
TPD	Es el tránsito promedio diario que se obtiene sumando el número total de vehículos contados en una semana y dividiendo este valor por siete.	Ministerio de transporte. Instituto nacional de vías. Subdirección de conservación. Volúmenes de tránsito 2000	Para efectos del estudio se tomó el TPD del año 2000 registrado para cada estación involucrada en las rutas de interés del proyecto.
CONGESTION CAMIONES	Es el promedio de la cantidad de camiones registrados en cada estación de conteo.	Ministerio de transporte. Instituto nacional de vías. Subdirección de conservación. Volúmenes de tránsito 2000	El índice de congestión de camiones representa la valoración de la cantidad o porcentaje de camiones como parte del TPD del segmento analizado.
PORCENTAJE DE CAMIONES	Representa la participación porcentual de los camiones en el TPD	Ministerio de transporte. Instituto nacional de vías. Subdirección de conservación. Volúmenes de tránsito 2000	
ACCIDENTES	Numero de eventos reportados por la policía de carreteras en los diferentes segmentos rutas. El valor corresponde al promedio de los datos suministrados, dividido por la longitud del segmento analizado.	Estadísticas de accidentabilidad 2001. Ministerio de transportes. Policía de carreteras. Estadística de accidentabilidad 1998, 1999, 2000. Of. Conservación INV.	El índice de accidentes representa el porcentaje de accidentalidad dado por el número de vehículos al año y por la longitud del tramo.
PENDIENTE	Corresponde a la sectorización del segmento de acuerdo a su inclinación predominante.	Mapa de curvas de nivel del IGAC a escala 1:500.000	Se calcula en el SIG y se toma el valor predominante para el índice de pendiente del segmento.
PRECIPITACION	Corresponde a la cantidad de lluvia en m.m. que cae sobre un área determinada, durante un año.	Mapa de precipitación del IDEAM a escala 1:1500.000	Se cruzan los mapas de segmentos con el mapa de precipitación, para el índice de precipitación se toma el predominante.

INDICE CRITICO	Corresponde a aquellos sitios en los cuales se presentan eventos geotécnicos	Estado de las vías a cargo del INVIAS. Of. Conservación INV. 2000	Se asignaron los sitios críticos a los segmentos de estudio, con el objeto de obtener el índice de punto crítico.
DENSIDAD DE POBLACION	Corresponde al número de habitantes por kilómetro cuadrado en cada segmento.	Censo nacional 1993 y proyecciones al 2001. Mapa de municipios, DANE, escala 1:500.000	Se cruzaron el mapa de municipios con el de segmentos. Se calculó proporcionalmente el número de habitantes por unidad de área y se sumaron, para obtener el índice de densidad poblacional.
ORDEN PUBLICO	Relaciona eventos que pueden afectar la operación normal de transporte, ocasionados por grupos al margen de la ley o la comunidad.	Acciones subversivas 1999, 2000 y 2001. Ministerio de transportes. Policía de carreteras.	Se asignaron los sitios de orden público a los segmentos de estudio para obtener directamente el índice.
EMBALSES	Corresponde a los cuerpos de agua lóticos dentro del área de influencia del corredor de estudio. Incluye las ciénagas.	Base cartográfica del IGAC. Escala 1:500.000	Se cruzaron los mapas de embalses y ciénagas con los mapas de segmentos para obtener directamente el índice.
ZONAS SENSIBLES	Corresponde a las zonas como parques o reservas naturales dentro del área de influencia del corredor de estudio.	Mapa de parques naturales y zonas de reserva. Unidad de parques del ministerio de medio ambiente. Escala 1:1.500.000	Se cruzaron los mapas de zonas sensibles con los mapas de segmentos para obtener directamente el índice.
DENSIDAD DE DRENAJES	Corresponde a los drenajes que atraviesan el segmento por kilómetro cuadrado.	Base cartográfica del IGAC. Escala 1:500.000	Se calcula en el SIG y se toma el valor predominante para el segmento, para obtener el índice de densidad de drenaje.
RIESGO	Corresponde a la convolución de los factores analizados en el SIG, mediante un algoritmo.	Mediante la fórmula de convolución se obtiene el riesgo a escala 1:500.000 en el SIG	El riesgo se expresa en alto, medio o bajo para cada segmento.

6.1.2. Evaluación del riesgo (6)

A partir de la identificación y valoración de las amenazas y los factores de vulnerabilidad se puede establecer el riesgo atribuible al transporte de residuos. En este sentido, es importante tener presente que la valoración numérica se construye sobre los valores que se han obtenido para la evaluación de las amenazas y la vulnerabilidad.

Como se ha mencionado, los principales riesgos asociados al transporte de residuos peligrosos están representados en la posibilidad de ocurrencia de derrames de productos, explosiones de aquellos que puedan entrar en contacto con otros, con el agua o con el aire (nubes explosivas), o la generación de incendios de productos con características inflamables.

Los riesgos directamente relacionados con el sistema de transporte están representados en la posibilidad de ocurrencia de accidentes de los vehículos y por consiguiente la posibilidad de generación de los eventos atribuidos a los residuos a partir de la ocurrencia del accidente.

En relación con la evaluación del riesgo, por definición se mide la posibilidad de ocurrencia de daños o pérdidas a los diferentes elementos expuestos como lo son las personas, los recursos naturales o los bienes económicos. ,

6.1.2.1 Afectación de la población expuesta.

La afectación de la población está representada por el número de víctimas tanto de heridos o muertos a consecuencia de los eventos mencionados, ya sea por el transporte propiamente dicho o a consecuencia de los demás riesgos directamente atribuibles al transporte de residuos peligrosos.

La cantidad de población posiblemente afectada por los efectos de los residuos peligrosos, de acuerdo con la metodología del NHI (Highway routing of hazardous materials) puede ser establecida definiendo un ancho de corredor aledaño de acuerdo con el tipo de residuo transportado. Para este corredor definido, se calcula la población posiblemente afectada, con base en un valor de densidad poblacional representativo, el cual en este caso corresponde a un promedio de densidad de todos los municipios aledaños a las rutas seleccionadas, excluyendo las densidades altas correspondientes a grandes ciudades, debido a que en estos sitios, la selección de rutas ha planteado el uso de variantes, evitando que los vehículos ingresen al centro de las ciudades.

De acuerdo con el tipo de residuo a transportar se han definido los siguientes anchos de corredor: materiales inflamables, corrosivos o gas inflamables solamente requieren de un corredor de 0.8 Km a lado y lado de la vía. Para materiales explosivos solamente se define una distancia de 1.6 Km a cada lado de la vía. Estos parámetros permiten visualizar la cantidad de población posiblemente afectada, condición que presenta mayor ajuste al considerar cada tipo de residuo en partículas.

Los siguientes segmentos no fueron tenidos en cuenta en el cálculo de la densidad poblacional promedio: Bogotá-La Caro, Te del Salto Soacha, Palenque Floridablanca, Cali-Te de Palmaseca; por cuanto uno de los criterios tenidos en cuenta en la selección de las rutas fue la escogencia de variantes en estas ciudades importantes, para disminuir la posibilidad de afectación de personas.

Es importante aclarar que las distancias definidas para los tipos de materiales transportados, de acuerdo con la metodología de la NHI han sido estimadas para el transporte de materia primas, condición muy diferente a la que se presentara en la práctica del transporte de residuos peligrosos teniendo en cuenta que los residuos tienen un contenido significativamente menor de componente peligrosos.

Tabla 3. Transporte Residuos Peligrosos vs. Distancia

TIPO DE RESIDUO	DISTANCIA (KM)	AREA POSIBLEMENTE AFECTADA (KM ²)	DENSIDAD DE POBLACIÓN INVOLUCRADA *	TOTAL POBLACIÓN POSIBLEMENTE INVOLUCRADA
Gas, líquido o residuo inflamable; material oxidante o corrosivo	0.8	2.01	1.141	2.293
Material explosivo	1.6	8.04	1.141	9.173

* Promedio de los segmentos típicos

De otro lado, la posibilidad de transportar desechos de tipo venenoso es baja en la medida que la industria nacional no genera volúmenes importantes de estos residuos. El mayor porcentaje de residuos a transportar corresponderá a materiales inflamables, residuos aceitosos, grasosos y tierras contaminadas por agentes químicos.

6.1.2.2 Afectación de Recursos Naturales.

Como consecuencia de la ocurrencia de accidentes asociados con el transporte de residuos peligrosos, puede generarse afectaciones a los recursos naturales, expresadas como daño en la flora y fauna aledaña al corredor vial preestablecido, contaminación de aguas por la posibilidad de afectación de organismos de la biota acuática, especies superiores que utilicen esa agua como fuentes de bebederos o población que pueda tener en esos cuerpos de agua las bocatomas de captación de acueductos.

Esta descripción conceptual de los posibles fenómenos de contaminación no se presenta con frecuencia en la práctica y tampoco se reportan en las estadísticas analizadas sobre accidentalidad la ocurrencia de este tipo de eventos. Se han conocido casos puntuales de ocurrencia de derrames de líquidos industriales o residuos sólidos en zonas aledañas a cuerpos de agua. La estadística es nula en el sentido de reportar afectaciones de zonas por accidentes asociados con residuos peligrosos y muy pobre en relación con las consecuencias derivadas de los accidentes asociados al transporte de sustancias peligrosas, siendo la accidentalidad con pérdidas de carga reducida, por lo cual no se espera que se presente situaciones catastróficas. Vale la pena destacar que en el país existen entidades con amplia experiencia en la atención de eventos de derrames de hidrocarburos, la cual puede ser utilizada en la atención de posibles eventos con residuos peligrosos.

6.1.2.3 Pérdida de recursos económicos.

La ocurrencia de eventos desastrosos puede generar pérdidas relacionadas con daños a la infraestructura o a terceros que deberán ser cuantificados en cada caso particular. Entre los ítem a considerar se mencionan: costo de la infraestructura afectada, costo de los bienes muebles e inmuebles afectados, costo del equipo de transporte involucrado, costos de la atención de heridos, pago de indemnizaciones, pago de fletes, pago de seguros, etc.

6.1.3 Evaluación cuantitativa de los riesgos

A partir de la asignación o valoración cuantitativa de las amenazas y los factores de vulnerabilidad, se ha realizado una valoración cuantitativa del riesgo, como integración de estas dos variables en los siguientes grupos.

Tabla 4. Valoración Cuantitativa del Riesgo

GRUPO	AMENAZA	FACTOR DE VULNERABILIDAD
Aspectos sociales		
Densidad de población		X
Orden Publico	X	
Aspectos fisiobioticos		
Pendiente del terreno		X
Densidad de drenaje		X
Areas sensibles		X
Embalses		X
Puntos críticos		X
Lluvias	X	
Aspectos del sistema vial		
Accidentabilidad	X	
Congestionamiento		X

Como se explicó en la metodología, internamente se establecieron unos pesos o porcentajes relativos por cada uno de los grupos participantes, de manera tal que se integran las amenazas y la vulnerabilidad del sistema, expresada mediante la fórmula empírica.

$$\text{Riesgo} = (50 * (\text{Índice densidad poblacional}) + 20 * (\text{Índice de pendientes} + \text{Índice densidad de drenaje} + \text{índice áreas sensibles} + \text{Índice de embalses} + \text{Índice precipitación} + \text{Índice puntos críticos}) + 20 * (\text{Índice de accidentabilidad} + \text{índice de congestión de camiones}) + 10 * (\text{Índice orden publico})) / 100$$

A partir de los resultados se han obtenido los siguientes valores de riesgo.

Tabla 5. Valores de Riesgo

Niveles reportados	Riesgo
Menor a 2.5	Bajo
Entre 2.5 y 3.5	Medio
Mayor a 3.5	Alto

6.1.4. Evaluación de las amenazas.

En la tabla 6 se presentan los posibles eventos que pueden afectar el transporte terrestre, por carretera, de residuos peligrosos.

Tabla 6. Posibles Eventos del transporte de Sustancias Peligrosas

EVENTO	PRINCIPALES CAUSAS ASOCIADAS
Pérdida de producto (Por derrame, escape o fuga)	Accidente del vehículo de transporte, con rotura del contenedor
	Falla del material del contenedor
	Sabotaje
	Vaciado intencional del contenedor por el transportador
	Errores de procedimiento durante las operaciones de cargue y descargue
Pérdida de contenedores durante el viaje	Accidente con dispersión de la carga (contenedores)
	Robo
Incendio o explosión de la carga	Accidente del vehículo de transporte
	Sabotaje (atentado)
	Explosión del material ("Leve")

Algunas de las causas señaladas están directamente relacionadas con las condiciones (físicas y de orden público, etc.) de la ruta, las cuales pueden eventualmente incrementar la accidentalidad, la ocurrencia de sabotajes o los robos a vehículos.

De otro lado es necesario tener en cuenta que los eventos analizados, tales como: derrames, fugas, explosiones o incendios de los residuos transportados; determinan las principales amenazas a las que puede estar sometido el transporte de esos residuos.

El siguiente análisis profundiza en el conocimiento de las causas y define los criterios para su incorporación a la Evaluación de riesgos, Debe anotarse que la carencia de información estadística (por ejemplo sobre la accidentalidad de

camiones transportadores y sus consecuencias en términos de pérdidas de carga) reduce los alcances de la evaluación, concretándola a la identificación de segmentos de la ruta donde se conjugan condiciones que hacen más o menos probable la ocurrencia de una pérdida (cualquiera de los eventos mencionados).

6.1.4.1 Precipitación.

La intensidad de lluvia (volumen de precipitación que cae sobre la vía en un periodo de tiempo dado), incrementa la accidentalidad en las carreteras por varios motivos: disminución de la visibilidad requerida para conducir el vehículo, la disminución de la fuerza de fricción requerida para la adecuada Acción del sistema de frenos por la presencia de volúmenes almacenados en áreas con deficiente capacidad de evacuación. Se considera entonces que entre mayor sea la intensidad de la lluvia, mayor será la propensión a la accidentalidad asociada a este factor.

La precipitación varía de acuerdo con la región del país, desde valores muy bajos que corresponden a sitios con características desérticas hasta zonas con alta pluviosidad como la zona del Magdalena Medio. El promedio anual de precipitación para Colombia está entre 1400 y 1500mm. Para la valoración de este fenómeno se establecieron los siguientes niveles.

Tabla 7. Valoración según niveles de precipitación

NIVELES DE LLUVIA (MM / AÑO)	VALORACIÓN RELATIVA	PONDERACIÓN SIG
Menor de 2000	Bajo	1
Entre 2000 y 3000	Medio	2
Mayor a 3000	Alto	3

6.1.4.2 Accidentalidad.

La accidentalidad vial tiene la capacidad de incidir sobre la operación de transporte de residuos, como acción pasiva en la medida que se afectan el tráfico en la vía o desde el punto de vista activo cuando un vehículo de transporte de residuos se ve involucrado en un accidente. En el primer caso la accidentalidad genera atrasos o demoras en el recorrido y por consiguiente aumento del tiempo de viaje y de exposición; en el segundo es posible que se presente pérdida parcial o total de la carga lo cual eventualmente redundará en la afectación de recursos naturales o de la infraestructura, así como en la generación de riesgos para la salud de las personas expuestas.

El ejercicio partió de la Evaluación de la accidentalidad que se presenta habitualmente en cada uno de los corredores por los cuales se realizará el transporte de residuos peligrosos. Así mismo, se tuvo en cuenta la metodología

propuesta por el NHI, que valora la probabilidad de ocurrencia de un accidente en un sector o segmento de la vía en función de la tasa (histórica) de accidentes por kilómetro y de la longitud del tramo considerado.

$$PA = A * Ls \quad \text{donde:}$$

- PA : Probabilidad de ocurrencia de un accidente en un sector o tramo de la vía
 A : Tasa de accidente o número de accidentes de vehículos / longitud del sector
 Ls : Longitud del segmento

La tasa de accidentalidad se definió a partir de datos reportados por el Ministerio de Transporte para los diferentes corredores viales y para varios años de registro. Siguiendo la metodología establecida se determinó el promedio anual de accidentes en el segmento y se dividió por la longitud del tramo para obtener el valor de accidentes por Km de vía. Seguidamente se estableció el promedio de TPD y se calculó el número de vehículos por año. Con la tasa de accidentalidad y el TPD anual se estableció el índice de accidentalidad. Esta cifra presenta valores inferiores a 10^{-5} ; para facilidad de presentación este índice se reporta por cada cien mil vehículos. Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 8. Valoración por Índice de Accidentalidad

ÍNDICE DE ACCIDENTALIDAD ACCIDENTES POR CADA 10^5 VEHÍCULOS	VALORACIÓN RELATIVA	PONDERACIÓN SIG
Menor a 2	Bajo	1
Entre 2 y 4	Medio	2
Mayor de 4	Alto	3

En análisis de las causas de la accidentalidad reportada por el Ministerio de Transporte, permite identificar como las más usuales aquellas relacionadas con la falta de distancia entre los vehículos, altas velocidades o poca experiencia o pericia del conductor. Las causas relacionadas con el estado de la vía y sus especificaciones técnicas tienen una participación menor al 10%.

Como puede apreciarse, en el análisis de la accidentalidad se involucraron los parámetros relacionados con el TPD bajo la premisa de que existe una relación directa entre el número de vehículos que transitan por la vía y el número de accidentes, Así mismo. Pero de manera indirecta, se involucraron las condiciones o especificaciones de las vías; sin embargo, las estadísticas muestran que este parámetro no aporta significativamente a las causas de accidentalidad.

6.1.4.3 Condiciones de orden público de la red vial utilizada.

Esta amenaza de tipo antrópico representa la posibilidad de ocurrencia de actos que puedan afectar la operación normal de transporte, ocasionados por grupos al margen de la ley o por comunidades, a través de la realización de protestas que afecten el paso de vehículos.

Los problemas de orden público inciden sobre el tiempo de viaje y la capacidad de atender prontamente una emergencia, y pueden también afectar la integridad del cargamento, derivando problemas ambientales y de salud para los habitantes de las áreas aledañas a la vía donde ocurren.

Los datos utilizados en la evaluación de esta amenaza han sido reportados por la policía de carreteras en estadísticas conformadas en los últimos tres años; sin embargo, los datos mas ordenados y sistematizados corresponden a los meses transcurridos del año 2001.

Es importante anotar que los sitios de mayor posibilidad de ocurrencia, como lo reportan las estadísticas se localizan en la carretera Barranquilla-Bucaramanga a la altura de los departamentos del Cesar y Magdalena. Similar situación presenta la carretera Medellín Bogotá en el tramo correspondiente a la parte del Magdalena Medio Antioqueño.

Los eventos corresponden a voladuras de peajes, retenes subversivos, incineración de vehículos, detonación de artefactos explosivos, pinchado de vehículos y cierre de vías por protestas ciudadanas.

Tabla 9. Valoración relativa de la amenaza de orden publico.

OCURRENCIA DE EVENTOS DE ORDEN PUBLICO	VALORACIÓN RELATIVA	PONDERACIÓN SIG
Mayor de 4 eventos al año	Alto	3
Entre 1 y 4 eventos	Medio	2
Sin eventos	Bajo	1

6.1.5 Evaluación de las condiciones de vulnerabilidad.

Las evaluaciones de las condiciones de vulnerabilidad relacionada con el transporte de los residuos peligrosos están directamente ligada con las amenazas identificadas anteriormente, en la medida que los factores de vulnerabilidad propician el aumento o disminución de las consecuencias del posible evento asociado a las mismas. Es decir, contribuyen a aumentar o disminuir los daños o pérdidas que se generan por la materialización de los eventos.

La evaluación de la vulnerabilidad parte de la identificación de los principales factores involucrados, a saber:

6.1.5.1 Aspectos físico bióticos.

- a) Las condiciones topográficas del terreno en donde se localiza la red vial utilizada. Se evalúan a través de la pendiente natural del terreno
- b) La presencia de cuerpos de agua tanto lénticos, a partir de la cual se establece la densidad de drenaje de las zonas aledañas a las vías utilizadas.
- c) La presencia de áreas sensibles representadas por ciénagas, reservas forestales, parques naturales, etc.
- d) La presencia de puntos críticos de las vías, como son zonas inestables, derrumbes, que afectan la operación normal del transporte.

6.1.5.2 Factores socioeconómicos.

- a) Densidad de población aledaña a la vía, en Relación con la cantidad de personas que puedan verse afectadas ante la ocurrencia de los eventos mencionados.
- b) Congestionamiento vehicular representado en el porcentaje de camiones en el tráfico promedio diario. Se supone que su presencia afecta las condiciones de tráfico y propicia la ocurrencia de accidentes.

6.1.5.3 Pendiente del terreno

Las condiciones de pendiente del terreno pueden aumentar o disminuir las consecuencias de un posible derrame de residuos peligrosos en la medida que se favorece o disminuye las áreas afectadas y la velocidad o tasas de propagación o de escurrimiento de las sustancias sobre las áreas aledañas. Las condiciones de alta pendiente favorecen la magnitud de las consecuencias ante la posibilidad de ocurrencia de derrames, considerando que por acción de la gravedad, los materiales pueden cubrir grandes áreas y depositarse en zonas bajas, donde se localizan cuerpos de agua.

La consideración de esta variable, tal como está concebida, permite agrupar los efectos de la pendiente longitudinal y transversal considerando que el trazado de la mayoría de las carreteras del país sigue la pendiente del terreno. Esto significa que entre mayor sea la pendiente de la vía mas quebrada es la topografía del terreno y viceversa.

La clasificación del segmento en función de la pendiente utiliza los criterios definidos por el Ministerio de Transporte e INVIAS, variando desde plano, ondulado y montañoso. La evaluación de la vulnerabilidad presenta los niveles relativos que se indican.

Tabla 10. Valoración relativa del factor de vulnerabilidad relacionado con la pendiente del terreno

CLASIFICACIÓN	PENDIENTE (EN %)	VALORACIÓN RELATIVA	PONDERACIÓN SIG
Plano	0-4	Bajo	1
Ondulado	4-7	Medio	2
Montañoso	Mayor de 7	Alto	3

6.1.5.4 Densidad de drenajes.

Este factor de vulnerabilidad está directamente relacionado con la posibilidad de afectación de cuerpos de agua ante la ocurrencia de un derrame de residuos peligrosos. La densidad de drenaje está relacionada con la riqueza u oferta del recurso hídrico en la zona aledaña a las vías que constituyen las distintas rutas para el transporte de residuos peligrosos. La red de drenaje se obtuvo de la información suministrada por la base cartográfica del IGAC.

Para la evaluación se definió un índice que integra la longitud de los cuerpos de agua identificados en el área del segmento. Este indicador permitió establecer los siguientes niveles de vulnerabilidad relativa, que se presenta en la tabla.

Tabla 11. Valoración relativa del factor de vulnerabilidad de la densidad de drenaje.

DENSIDAD DE DRENAJE (KM/KM ²)	VALORACIÓN RELATIVA	PONDERACIÓN SIG
Menor a 0.2	Bajo	1
Entre 0.2 y 0.4	Medio	2
Mayor de 0.4	Alto	3

6.1.5.5. Áreas sensibles

Esta condición representa la posibilidad de afectación o daño de zonas que por sus condiciones ambientales o de fragilidad son altamente sensibles al impacto generado por el derrame de residuos peligrosos.

Las áreas sensibles corresponden a ciénagas, zonas de reservas forestales, áreas de bosques, zonas de páramo y áreas de manejo especial.

La evaluación considera la presencia o ausencia de áreas sensibles en cada segmento, deducida a partir del análisis de la cartografía temática disponible. La clasificación se presenta en la tabla.

Tabla 12. Valoración relativa vs. Áreas Sensibles

AREAS SENSIBLES EN EL SEGMENTO	VALORACIÓN RELATIVA	PONDERACIÓN SIG
Presencia de áreas sensibles	Alto	3
Segmento sin áreas sensibles	Bajo	1

6.1.5.6. Embalses.

Los embalses constituyen un factor de vulnerabilidad ante la posibilidad de ocurrencia de eventos de contaminación asociados a un accidente, repercutiendo en la afectación de los usos del recurso.

Este factor será crítico en la medida que el embalse sea la fuente de suministro de agua para el consumo humano; su gravedad disminuye si se afectan actividades agropecuarias o usos recreativos.

En las zonas aledañas a las rutas empleadas para el transporte de residuos peligrosos no existe un número considerable de embalses, No obstante, su valoración es considerada como relevante, puesto que embalses como los ubicados en la ruta Bogotá-Tunja son fuente de abastecimiento de poblaciones tan importantes como Bogotá. La valoración se efectúa en términos de la presencia o ausencia de embalses.

Tabla 13. Valoración Relativa teniendo en cuenta los Embalses

EMBALSES EN EL SEGMENTO	VALORACIÓN RELATIVA	PONDERACIÓN SIG
Presencia de embalses	Alto	3
Ausencia de embalses	Bajo	1

6.1.5.7. Puntos críticos.

Esta condición de vulnerabilidad representa la posibilidad de afectación del sistema de transporte en la medida que puede generar accidentalidad, congestión vehicular o cierre de la vía; condiciones que afectan el itinerario de viaje del transporte de residuos.

Como puntos críticos se establecieron aquellos sectores que presentan continuamente inestabilidad, fenómenos de remoción en masa u otros tipos de problemas geotécnicos.

La información de los puntos críticos ha sido tomada de estudios anteriores y de las estadísticas e inventarios disponibles en el Instituto Nacional de Vías.

La valoración considera la presencia o ausencia de tales puntos. Bajo este criterio, se han definido los siguientes niveles relativos de vulnerabilidad asociada con los puntos críticos.

Tabla 14. Valoración Vs. Puntos Críticos

PUNTOS CRÍTICOS EN EL SEGMENTO	VALORACIÓN RELATIVA	PONDERACIÓN SIG
Presencia de puntos críticos	Alto	3
Ausencia de puntos críticos	Bajo	1

6.1.5.8. Densidad de población.

La condición de vulnerabilidad relacionada con la densidad poblacional esta asociada a la posibilidad de afectación de personas. Las consecuencias de los posibles eventos están representadas en número de víctimas por eventos como derrames o por la colisión del vehículo o choques de los mismos contra infraestructura.

La densidad de población se definió como el número de habitantes por km² de la zona establecida como área de influencia dentro del corredor. Estos cálculos tienen como base los datos de población reportados por el DANE proyectados para el año 2001, para los municipios del censo de 1993. Como se presenta la situación de que varios municipios son interceptados por el segmento de ruta a evaluar, se ha tomado el promedio ponderado de la densidad de población reportada por cada sub-área dentro del área total del segmento.

Tabla 15. Valoración Vs. Densidad de Población

DENSIDAD DE POBLACIÓN (HAB/KM ²)	VALORACIÓN RELATIVA	PONDERACIÓN SIG
Mayor a 10.000	1. Alto	2. 3
Entre 2.00 y 10.000	3. Medio	4. 2
Menor a 2000	5. Bajo	6. 1

6.1.5.9. Congestionamiento.

La congestión representa la dificultad para el tráfico en las distintas rutas involucradas en el transporte. En este sentido, se identifica que el congestionamiento puede facilitar la ocurrencia de accidentes. Otra consecuencia de la congestión vehicular está representada en las demoras o mayores tiempos de viaje para los vehículos encargados de realizar el transporte.

El factor de congestionamiento está representado por el porcentaje de camiones, ya que estos vehículos tienen la capacidad de alterar la velocidad de operación del sistema.

El porcentaje de camiones se tomó de las estadísticas del Ministerio de Transporte Instituto Nacional de Vías, reportado dentro del TPD. A nivel general el porcentaje de camiones en la composición del tráfico vehicular corresponde entre el 20% al 30% del total de vehículos.

Tabla 16. Valoración Vs. Porcentaje de Camiones

PORCENTAJE DE CAMIONES	VALORACIÓN RELATIVA	PONDERACIÓN SIG
Mayor a 40	Alto	3
Entre 20 y 40	Medio	2
Menor a 20	Bajo	1

.1.6. Administración de los riesgos en la operación.

Los riesgos principales asociados a las características de la vía y los relacionados con situaciones de orden público pueden controlarse o reducirse mediante la definición de criterios de operación.

6.1.6.1 Horario de trabajo

El transporte terrestre de residuos solamente puede efectuarse en horario diurno, definido para el caso como el comprendido entre las 6 a.m. y las 6pm, las razones que sustentan la restricción son las siguientes:

La jornada de trabajo del conductor debe limitarse a 12 horas con un periodo de descanso de 12 horas. Se pretende con lo anterior que el conductor esté siempre en las mejores condiciones físicas y anímicas posibles para reducir la probabilidad de ocurrencia de accidentes vinculados a fallas humanas.

Para controlar el cumplimiento del horario, el conductor del vehículo deberá reportar a la central de operaciones, vía telefónica, el momento de salida, el punto de partida y el momento de llegada al sitio donde pernoctará el vehículo.

La operación diurna pretende reducir la accidentalidad asociada a las características de buena parte de las vías nacionales por donde circularán los camiones, las cuales manifiestan deficiencias de mantenimiento y señalización, fallas estructurales y puntos críticos geológicos. El riesgo asociado a éstos factores se incrementa cuando hay lluvia, ya que las condiciones de visibilidad y la fricción con la superficie de rodadura disminuyen, reduciendo la posibilidad de éxito ante maniobras inesperadas.

La jornada de trabajo pretende también reducir la probabilidad de comprometer el vehículo en situaciones de orden público que puedan afectar la carga o que signifiquen aglomeraciones en la vía que pongan en contacto cercano con los residuos a otras personas que transitan la ruta. La premisa es que la mayoría de los eventos se concretan en horas nocturnas, pero es indiscutible que ellos pueden ocurrir en cualquier momento del día.

6.1.6.2 Límites de velocidad e inspecciones obligatorias.

Se estableció un límite máximo de velocidad para cada segmento de la ruta, el cual tiene en cuenta las características de la vía y la accidentabilidad vinculada a exceso de velocidad.

La velocidad máxima permitida en segmentos planos y ondulados, de las especificaciones, es de 60 km/h, ésta se puede reducir en algunos tramos hasta 20 km/h en terrenos de montaña.

La velocidad será controlada en principio de manera indirecta, a través de los reportes de salida y llegada de los vehículos en ruta, y del tiempo de viaje estimado entre ciudades.

6.1.6.3 Paradas en ruta.

Uno de los principios básicos de operación es que los vehículos cumplan con los horarios de salida y llegada, y con el recorrido planeado, es decir que

pernocten en lo posible en el punto intermedio o de destino predeterminados. Sin embargo, por diferentes circunstancias un vehículo puede verse obligado a efectuar paradas en ruta. Cuando ello suceda el conductor procurará llegar al sitio más cercano que cumpla con los siguientes requisitos mínimos que se indican a continuación:

No encontrarse dentro de cualquiera de los segmentos en los cuales se ha determinado que no pernoctarán vehículos con residuos peligrosos, por el alto riesgo de verse involucrados en situaciones de orden público.

Debe existir un sitio de parqueo en la periferia de la ciudad o centro poblado que cuente con vigilancia permanente. El lugar debe estar abierto (bien ventilado). El vehículo parqueará en reversa, y no se admitirá que frente al mismo se coloquen otros automotores u obstáculos que impidan la evacuación rápida del parqueadero.

El sitio debe estar con facilidades para alojamiento de conductor, con servicios para el aseo personal.

6.1.6.4 Manejo de situaciones de orden público.

Se estableció la verificación obligatoria de la operatividad de la ruta antes de ingresar a los segmentos que tradicionalmente han presentado altos índices de problemas de orden público. La responsabilidad de dicha verificación es del conductor del vehículo, quien indagará sobre el particular con la policía de carreteras u otras fuentes.

La misma condición opera para aquellos segmentos de ruta caracterizados por la ocurrencia frecuente de eventos geotécnicos (caso del trayecto Calarcá-Cajamarca-Ibagué).

6.1.6.5 Averías en tránsito.

Cuando se presenta en ruta un daño mecánico del vehículo que implique su detención prolongada y la imposibilidad de llegar a un sitio seguro, se procederá conforme a lo estipulado en paradas en ruta.

6.1.6.6 Plan de salud ocupacional y seguridad industrial para la operación de los camiones.

Los conductores son personas sedentes lo que implica poca disponibilidad al ejercicio y una gran probabilidad a actividades de poca motricidad, su misma posición por horas dentro del automotor lleva a que se tenga que trabajar en programas específicos de acondicionamiento cardiovascular entre otros.

Se debe aplicar test de valoración antes de la contratación del conductor. Personal que esté trabajando y muestre tendencia a alguno de los riesgos mencionados se debe proteger a seguimiento médico.

Tabla 17. Riesgos a los que se enfrentan los conductores

TIPO DE RIESGO	AGENTE	CONSECUENCIA	PROGRAMA
Químico	Sustancias transportadas, material particulado en la vía Combustible	Depende la sustancia	Protección respiratoria
Físico	Ruido Vibración Radiaciones solares Disconfort térmico	Hipoacusia neuro sensorial. Síndrome vibratorio de brazos, manos y piernas. Quemaduras y /o cáncer de piel.	Conservación de la audición. Control de vibración. Programa cuidado de piel.
Biológicos	Picaduras Virales por hábitat		Programa de vacunación
Ergonómicos	Fatiga física Posturas Circulación sanguínea	Problemas de columna: Escoliosis, hipercifosis. Dolores lumbares.	Programa ergonómico
Psicolociales	Fatiga mental por conducción en carreteras Colombianas	Cambios comporta mentales. Cambios psicológicos. Cambios fisiológicos.	Programa de manejo de estrés.

Todo el personal de conductores debe ser evaluado en los siguientes aspectos: Chequeo médico general, Audiometría, Visiometría.

El programa de Seguridad Industrial tiene dos frentes: el manejo de incendios y derrames (plan de contingencia) y el plan vehicular:

Certificado de conductores. Todos los conductores deben haber presentado el examen teórico-práctico y deben haber realizado curso de manejo defensivo.
Asignación de vehículos.

Plan de chequeo. Se diligencia lista de chequeo de verificación antes de un viaje y se realiza inspección en conjunto: Conductor, persona de salud ocupacional, mínimo una vez al mes y después de un viaje de mas de 1000 Km

6.2. MANUAL OPERATIVO DE RESPUESTA A EMERGENCIAS EN TRANSPORTE DE RESIDUOS PELIGROSOS (ANEXO 1)

6. CONCLUSIÓN

7.1. Se desarrollo el Manual Operativo de Respuestas, en el se incluye el conjunto de acciones y decisiones reactivas en caso de una emergencia en el transporte de los residuos peligrosos no radioactivos que en este momento transporta la compañía, constituye la herramienta principal para continuar con la implementación del sistema gerencial de seguridad en el transporte siguiendo los lineamientos ISO.

8. RECOMENDACIONES

- 8.1. Dar a conocer a las personas directamente involucradas en la actividad el manual operativo mediante capacitación con talleres.
- 8.2. Mediante charlas técnicas prácticas capacitar a los conductores en las diferentes acciones que deben tomar en caso de una emergencia con las sustancias que se transporten.
- 8.3. Programar capacitación de primeros auxilios al personal directamente involucrado en el transporte de sustancias peligrosas.
- 8.4. Revisión y actualización continua en las nuevas disposiciones del gobierno para mantener los manuales actualizados.
- 8.5. Mantener actualizado el Manual cada vez que la Compañía con aprobación del Ministerio del Medio Ambiente incluya un residuo peligroso no radiactivo en su transporte.

GLOSARIO

Residuo Peligroso: sustancia peligrosa ya sea en estado líquido, sólido o gaseosa que queda, sobra o resulta de un proceso productivo, que por sus características corrosivas, tóxicas, venenosas, reactivas, explosivas, biológicas, nocivas, cancerígenas, infecciosas o irritantes y que expuesto en el ambiente, representa un peligro para los seres humanos, así como para la vida silvestre y acuática. A sí mismo se consideran residuos peligrosos los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con ellos.

Co-Procesamiento: es la disposición final de los residuos industriales en el horno cementero aprovechando sus altas temperaturas (2000 °C) durante el proceso de fabricación del cemento.

EIA : Estudio de Impacto Ambiental

DOT : Departamento de Transporte Estados Unidos

TC: Departamento Transporte Canadá

SCT: Secretaria de Comunicación y Transporte de México

GRE 2000: Guía Respuesta a Emergencias 2000

PDC : Plan de Contingencia. Programa de tipo predictivo, preventivo y reactivo con una estructura estratégica, operativa e informática desarrollado por la empresa, industria o algún actor de la cadena del transporte, para el control de una emergencia que se produzca durante el manejo, transporte y almacenamiento de mercancías peligrosas, con el propósito de mitigar las consecuencias y reducir los riesgos de empeoramiento de la situación y acciones inapropiadas, así como para regresar a la normalidad con el mínimo de consecuencias negativas para la población y el medio ambiente.

SNPAD : Sistema Nacional para la Atención y Prevención de desastres

NHI : National Highway Institute

TPD : Tráfico promedio diario

NTC: Tarjeta de emergencia. Documento que contiene información básica sobre la identificación del material peligroso y datos del fabricante, identificación de peligros, protección personal y control de exposición, medidas de primeros auxilios, medidas para extinción de incendios, medidas para vertido accidental, estabilidad y reactividad e información sobre el transporte,

BIBLIOGRAFÍA

1. FRANCO, Harold. Presentación Servicio Coprocesamiento HOLCIM, S.A., Bogotá, Febrero, 2004.
2. COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL., CONSEJO COLOMBIANO DE SEGURIDAD. Guías Ambientales de Almacenamiento y Transporte por carretera de Sustancias Químicas Peligrosas y Residuos Peligrosos. Bogotá:, 2004.
3. GUIAS DE RESPUESTAS A EMERGENCIAS. Versión para el Proyecto TRANSCHEM S.A.. Guía para la primera Respuesta Durante la Fase Inicial de un Incidente con Residuos / Materiales Peligrosos.
3. COLOMBIA. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Decreto 1609, Julio 31. Bogotá, 2002.
4. BETANCUR HERNÁNDEZ, Ana María., GUTIERREZ, Guillermo E., Evaluación de Riesgos- Planes de Contingencia- Salud Ocupacional. Universidad Industrial de Santander, Escuela de ingeniería Química, Bucaramanga, 2003.
6. AMBIENTAL CONSULTORES LTDA. Estudio de impacto ambiental. Transporte de residuos peligrosos no radiactivos. Bogotá, noviembre de 2001.
7. ECOPETROL. Guía para el diseño y diagramación de manuales operativos para planes de contingencia por derrame o escape de hidrocarburos, 2001.
8. ACUERDO INTERNACIONAL DE CCE ADR PARA EL TRANSPORTE POR CARRETERA DE MERCANCÍAS PELIGROSAS.